



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales

“Características biológicas y reproductivas de *Engytatus varians* (Distant) y *Dicyphus maroccanus* Wagner (Hemiptera: Miridae), depredadores zoofitófagos de plagas de solanáceas.”

TESIS

Que presenta:

Biol. Laura Verónica Mena Mociño

Como requisito para obtener el grado de:

Maestro en Producción Agropecuaria

Director

Dr. José Isaac Figueroa de la Rosa

Co-Director

Dr. Samuel Pineda Guillermo

Morelia, Michoacán. México. Febrero 2016



INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
Y FORESTALES

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, máxima casa de estudios, que me dio la bienvenida al mundo de la ciencia.

Al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales por ser fuente en mis cimientos para mi evolución, donde lleve a cabo este proyecto de tesis “Características biológicas y reproductivas de *Engytatus varians* (Distant) y *Dicyphus maroccanus* Wagner (Hemiptera: Miridae), depredadores zoofitófagos de plagas de solanáceas.”

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haberme apoyado con la beca.

A la coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo por el financiamiento de este proyecto.

A mis asesores Dr. José Isaac Figueroa de la Rosa y Dr. Samuel Pineda Guillermo que fueron elementos fundamentales en mi proceso de formación, a quienes han destinado tiempo para enseñarme nuevas cosas y por brindarme partes invaluable que servirán para toda mi vida.

A mis sinodales.

Dra. Ana Mabel Castillo Martínez, Dr. Benjamín Gómez y M. C. Leticia Escalante quienes han forjado interés en mi desarrollo, e invertir tiempo en la revisión de este proyecto.

A la empresa Koppert Biological Systems, quien abrió las puertas para generar el conocimiento del capítulo III, en especial al Dr. Javier Calvo y al laboratorio de I+D Aguilas, Murcia, España.

DEDICATORIA

*El éxito de la vida no se mide con lo que logras,
sí no por los obstáculos que superas
dedico este trabajo a María Monserrat,
mi mamá Judith Mociño y a mis Abuelos Chuy y Fausto.
De manera especial a Agustín,
quien siempre estuvo apoyándome.
Gracias por su apoyo y comprensión*

Índice

Indice de cuadros	i
Capitulo II	i
Capitulo III	i
Indice de figuras	i
NOTA AL LECTOR	ii
Resumen.....	v
Abstract	vi
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
2. ANTECEDENTES GENERALES	3
2.1. Generalidades de la familia Miridae	3
2.2. Uso de míridos en el control biológico.....	3
2.3. Ciclo de vida de míridos zoofitófagos	4
2.4. Fecundidad en míridos zoofitófagos	5
2.5. Especies de míridos depredadores	5
2.5.1. <i>Engytatus varians</i>	5
2.5.2. <i>Dicyphus maroccanus</i>	6
2.6. Plagas potenciales para el uso de <i>E. varians</i> y <i>D. maroccanus</i>	6
2.6.1. <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc).....	6
2.6.1.1. Importancia económica y distribución.....	6
2.6.1.2. Control de psílido del tomate.....	7
2.6.2. <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius).....	8
2.6.2.1. Importancia económica y distribución.....	8
2.6.2.2. Control de mosquita blanca	9
3. LITERATURA CITADA.....	10
OBJETIVO DE LA TESIS	19
CAPITULO II	20
Resumen.....	20
1. INTRODUCCIÓN.....	21
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
2.1. Cría de <i>B. cockerelli</i> y <i>E. varians</i>	22

2.2. Descendencia, desarrollo, proporción de sexos y longevidad de <i>E. varians</i>	22
2.3. Depredación de <i>E. varians</i> sobre <i>B. cockerelli</i>	23
2.4. Análisis de datos.....	24
3. RESULTADOS	25
3.1. Descendencia de <i>E. varians</i>	25
3.2. Duración de los instares ninfales y proporción sexual de la generación F ₁	25
3.3. Longevidad de los progenitores.....	26
3.4. Depredación de <i>E. varians</i> sobre <i>B. cockerelli</i>	26
4. DISCUSIÓN.....	28
5. CONCLUSIONES	31
6. LITERATURA CITADA.....	32
CAPITULO III	37
EFFECTO DE PRESA Y PLANTA HOSPEDERA SOBRE LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y DEMOGRÁFICOS DE <i>Dicyphus maroccanus</i> WAGNER (HEMIPTERA: MIRIDAE)	37
Resumen.....	37
1. INTRODUCCIÓN.....	38
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
2.1. Cría de <i>D. maroccanus</i>	39
2.2. Influencia del alimento sobre los parámetros biológicos y demográficos de <i>D. maroccanus</i>	39
2.3. Influencia de la planta hospedera en los parámetros biológicos y demográficos de <i>D. maroccanus</i>	41
2.4. Análisis de datos.....	41
3. RESULTADOS	43
3.1. Influencia del alimento en los parámetros biológicos y demográficos de <i>D. maroccanus</i>	43
3.2. Influencia de la planta hospedera en los parámetros biológicos y demográficos de <i>D. maroccanus</i>	48
4. DISCUSIÓN.....	52
4.1. Influencia del alimento en los parámetros biológicos y demográficos de <i>D. maroccanus</i>	52
4.2. Influencia de la planta hospedera sobre los parámetros biológicos y demográficos de <i>D. maroccanus</i>	54
5. CONCLUSIONES	58
6. LITERATURA CITADA.....	59

Indice de cuadros

Capitulo II

Cuadro 1. Descendencia (número de ninfas \pm EE) producida por hembra de <i>E. varians</i> de distintas edades apareadas con diferentes número de machos.	25
Cuadro 2. Duración (días \pm EE) de los distintos instares ninfales de <i>E. varians</i> provenientes de hembras de diferentes proporciones sexuales.	26
Cuadro 3. Depredación de distintos estados de vida, y sexo, de <i>E. varians</i> sobre los diferentes instares ninfales de <i>B. cockerelli</i> presentes en diferentes foliolos de tomate.	27
Cuadro 4. Depredación de distintos estados de vida, y sexo, de <i>E. varians</i> sobre los diferentes instares ninfales de <i>B. cockerelli</i> presentes en un solo foliolo.	27

Capitulo III

Cuadro 1. Duración, número de huevos de <i>E. kuehniella</i> y ninfas N2-N3 de <i>B. tabaci</i> consumidas y supervivencia de ninfas de <i>D. maroccanus</i> cuando se alimentaron con tres diferentes alimentos sobre discos de tomate.	45
Cuadro 2. Longevidad en días, fecundidad, tasa de oviposición, tasa intrínseca de crecimiento de la población, tasa neta de reproducción	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 3. Cuadro Longevidad en días, fecundidad, tasa de oviposición, tasa intrínseca de crecimiento de la población, tasa neta de reproducción	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 4. Longevidad en días, fecundidad, tasa de oviposición, tasa intrínseca de crecimiento de la población, tasa neta de reproducción	¡Error! Marcador no definido.

Indice de figuras

Figura 1. Supervivencia de hembras de <i>D. maroccanus</i> alimentadas con distintas presas (a) y supervivencia en tres plantas hospederas (b)	47
--	----

NOTA AL LECTOR

El programa de Maestría en Producción Agropecuaria, sancionado por el H. consejo Universitario con fecha 15 de Marzo de 2013; establece los lineamientos para su operación en su plan de estudios. Determinando en el artículo 28 de las reglas complementarias los requisitos para la obtención del grado que a la letra dice:

Artículo 28. Requisitos para la obtención del grado. Se otorgará el grado de “Maestría en Producción Agropecuaria”, con cualquiera de las siguientes opciones: “Agrícolas”, “Pecuaria”, “Forestal”, “Acuícola” o “Agronegocios” al alumno que cumpla con lo establecido en el artículo 71 del Reglamento General de Estudios de Posgrado y con los siguientes requisitos:

- a) Haber cubierto la totalidad de los créditos.*
- b) Haber entregado y defendido el proyecto de Tesis el cual se define de la siguiente manera*
- c) PROYECTO TERMINAL (TESIS). Es un informe académico que se deriva de los estudios realizados y, de acuerdo con el CONACYT (2006), es de carácter profesional, docente o empresarial, en el que el estudiante debe demostrar el dominio de las competencias adquiridas. Es un informe producto del trabajo que puede ser de carácter profesional, experimental o empresarial, según la modalidad escogida por el estudiante (ver anexo 2), donde tiene que demostrar el dominio de las competencias adquiridas en el programa de la maestría y deberá responder a una problemática relacionada con el área y relevante en nuestro contexto a la cual contribuya a solucionar.*

A su vez el anexo 2 de dicho plan de estudios es más específico al explicar las alternativas para la realización del proyecto de tesis, como a continuación se describe:

Anexo 2

Alternativas para la realización del proyecto de tesis del PMPA

Debido a la diversidad de opciones y a los requerimientos de flexibilización de los planes de estudio de esta maestría, se plantean diferentes modalidades para el desarrollo del Proyecto de Tesis, el cual busca dar respuesta a las demandas del campo productivo, así como a los intereses y aptitudes del estudiante.

El objetivo de este anexo es clarificar las características generales de cada modalidad que sirvan de guía para que a los Comités Revisores, conformados adhoc, quienes delimitaran los requisitos,

exigencias, aspectos a abordar y los estándares mínimos de calidad requeridos. El proyecto de tesis podrá realizarse a través de alguna de las siguientes opciones:

1. ESTUDIO DE CASOS

Es un análisis de una entidad, fenómeno o unidad social de naturaleza particularista, descriptiva y heurística, basada en el razonamiento inductivo. Es particularista porque se centra en una situación, evento o fenómeno específico, el cual en sí mismo es importante por lo que revela del fenómeno y lo que pueda representar. Es descriptivo, porque el producto final es una representación rica y densa del fenómeno a investigar y es heurística, porque ilumina la comprensión del lector del fenómeno objeto de estudio, lo que puede llevar a descubrir nuevos significados, ampliar la experiencia o confirmar lo que se sabe (Pérez 2001). El estudio de casos puede ser de una empresa, de una actividad productiva, etc.

Los estudios de casos cualitativos son estudios que involucran la exploración detallada a lo largo de un periodo de tiempo, lo suficientemente extenso, que permita el entendimiento profundo del objeto de estudio y del contexto en que este se ubica, por medio de métodos múltiples de recolección de datos y múltiples fuentes de información altamente contextualizadas (Cresswell 1998). Es aplicable en innumerables campos donde se trate de combinar eficazmente la teoría de la práctica.

2. ESTUDIOS ECONOMICOS

Los estudios de este tipo son componentes importantes de la investigación acerca de la efectividad y establecimiento de políticas en los niveles federal, estatal y local en diversos tipos de sistemas educativos. Su propósito es entender los efectos de reformas o políticas en relación con sus costos, contribuciones de la educación al crecimiento económico y al desarrollo, así como acerca del entorno no monetario en educación (Coombs 1994).

3. PROYECTOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

Estos proyectos involucran un proceso de cambio, por medio del cual se intenta alcanzar los objetivos de la actividad productiva con los más altos niveles de logro. Se caracterizan por realizar una descripción especializada de un caso, organizado de acuerdo con las líneas del posgrado. Los aspectos básicos que debe contener el análisis serán: describir el contexto situacional del caso, los principales factores involucrados, los conceptos que se aplican con base en las perspectivas disciplinares actuales, la explicación de los elementos que justifiquen el qué, cómo y cuándo de la problemática, la delimitación de la problemática analizada donde

se deben definir sus fronteras e identificar los factores o variables que ocasionan obstáculos en el desarrollo de la institución; así como el análisis de las interrelaciones de los factores o variables seleccionadas.

4. DISEÑO, DESARROLLO Y VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y MEDICIÓN PRODUCTIVA

Consiste en el diseño, desarrollo y validación de un instrumento, técnica o estrategia de evaluación y medición, con sus propiedades, limitaciones y fortalezas reportadas; así como sus indicadores de confiabilidad y validez.

5. PROGRAMAS DE PREVENCIÓN E INTERVENCIÓN

Consiste en el proyecto de atención, solución y prevención de problemas productivas, documentados a través de acciones que evidencien la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes durante el programa de estudio. Será necesario implementar el proyecto (aun en fases piloto o preliminares) y evaluar sus resultados.

6. OTROS

Cualquier otro proyecto propuesto del estudiante por el visto bueno de su asesor, aprobado por el Comité tutorial.

Por tanto este documento podrá ser de la naturaleza descrita con antelación y con ello cumplir con el objetivo y el enfoque Profesionalizante del Programa.

La Coordinación Académica del Programa de Maestría en Producción Agropecuaria con opción terminal en el Área: Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola y Agronegocios.

Resumen

La influencia de tres proporciones sexuales (1:1, 2:1 y 3:1; macho:hembra) de *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Miridae) fue evaluada sobre el número total de prole, fecundidad y longevidad de las hembras, así como en la duración del desarrollo ninfal y proporción sexual de la descendencia. Las hembras de la proporción sexual 3:1 produjeron más descendencia que las otras proporciones. La fecundidad de las hembras fue inversamente proporcional al incremento de la edad en las tres proporciones ensayadas. La longevidad de las hembras disminuyó cuando se incrementó el número de machos. Las proporciones sexuales influyeron en la duración del desarrollo ninfal de los descendientes. La proporción sexual de los progenitores no afectó la proporción sexual de los descendientes. También se evaluó la depredación de *E. varians* sobre los distintos instares ninfales de *Bactericera cockerelli* en dos experimentos: a) cada instar de *B. cockerelli* se colocó en distintos folíolos de una hoja de tomate; y b) los distintos instares de *B. cockerelli* se colocaron en forma aleatoria en un solo folíolo. Los dos escenarios de depredación mostraron que las hembras y machos, así como las ninfas N3, N4 y N5 de *E. varians* mostraron preferencia por consumir ninfas de segundo instar de *B. cockerelli*.

En esta investigación también se evaluó el efecto que tiene el tipo de presa y planta hospedera en los parámetros biológicos (fecundidad, longevidad, tasa de oviposición) y demográficos (tasa intrínseca de crecimiento poblacional, tasa de reproducción neta y tiempo generacional) de *Dicyphus maroccanus* Wagner (Hemiptera: Miridae). Se siguió el desarrollo de dos cohortes de ninfas recién emergidas. Una cohorte se alimentó con huevos de *E. kuehniella* o ninfas N2 - N3 de *B. tabaci* sobre discos de hojas de tomate; y otro grupo se alimentó de ninfas N2 - N3 de *B. tabaci* sobre discos de hojas de pimiento o tabaco o tomate. Cuando las ninfas alcanzaron el estado adulto, continuaron su alimentación con su dieta respectiva, y se evaluaron los parámetros mencionados. En la primera cohorte de ninfas, los huevos de *E. kuehniella* favorecieron los parámetros biológicos y demográficos de *D. maroccanus*, mientras que en la segunda cohorte, fueron las plantas de tabaco y pimiento las que favorecieron los mismos parámetros. En conclusión, ambas especies de depredadores podrían emplearse en el control biológico de *B. tabaci* y *B. cockerelli*, y posiblemente tienen potencial para depredar a otros insectos que afectan el desarrollo del cultivo de solanáceas.

Palabras clave: Control biológico, *Bemisia tabaci*, *Bactericera cockerelli*, Fecundidad, Planta hospedera.

Abstract

The influence of three sex ratios (1: 1, 2: 1 and 3: 1 male: female) of *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Miridae) was evaluated on the total number of progeny, fertility and female longevity as well as the duration of nymphal development and sex ratio of offspring. The female sex ratio 3:1 produced more offspring than the other ratios. The fecundity of females was inversely related to increasing age in the three tested proportions. The longevity of females decreased when the number of males is increased. Sex ratio influenced the duration of the nymphal development of the offspring. Sexual proportion parent did not affect the sex ratio of offspring. *Engytatus varians* predation on different nymphal instars of *Bactericera cockerelli* was also evaluated in two ways: a) each instar *B. cockerelli* it was placed in various tomato leaflets; and b) the different instars of *B. cockerelli* were randomly placed in one leaflet. The two scenarios predation showed that males and females as well as N3, N4 and N5 *E. varians* nymphs had preference for consuming second instar nymphs of *B. cockerelli*. In this research, the effect of the type of prey and host plant on biological (fecundity, longevity, the oviposition rate) and demographic parameters (the net reproductive rate, the intrinsic rate of increase, generation time) of *Dicyphus maroccanus* Wagner (Hemiptera: Miridae) were also evaluated. The development of two cohorts of newly emerged nymphs was observed. One cohort was fed with *E. kuehniella* eggs or *B. tabaci* N2 - N3 nymphs on tomato leaf discs; and another group was fed with *B. tabaci* N2 - N3 nymphs on tomato or sweet pepper or tobacco leaf discs. When the nymphs reached adult stage, they continued their food with their respective diet, and these parameters were evaluated. In the first cohort of nymphs, *E. kuehniella* eggs consumption favored biological and demographic parameters of *D. maroccanus*, while in the second cohort tobacco and pepper plants consumption favoring the same parameters. In conclusion, both predators species could be used in biological control of both *B. tabaci*, and *B. cockerelli*, and may have the potential to prey on other insects that affect the development of solanaceuos crops.

Keywords: Biological control, *Bemisia tabaci*, *Bactericera cockerelli*, Fertility, Host plant.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El interés que surge en la actualidad por controlar plagas agrícolas se sustenta en producir suficiente alimento para satisfacer las necesidades alimenticias de los seres humanos. En este proceso de producción, los insecticidas químicos son usados excesivamente como medida de control y prevención de plagas. La pérdida de enemigos naturales en los ecosistemas agrícolas y la generación de resistencia de las plagas son dos de las principales consecuencias derivadas por el uso desmedido de estos compuestos (Calvo *et al.* 2009). Para frenar tales consecuencias, los entomólogos han dirigido el manejo de plagas hacia estrategias más sostenibles donde el control biológico es una propuesta orientada a conservar a la fauna benéfica. Al respecto, en los últimos años, el control biológico con depredadores, implementado en cultivos protegidos (invernaderos), ha sido exitoso en el sur de Europa (Calvo *et al.* 2009; 2012a; van Lenteren 2012). Los míridos *Nesidiocoris tenuis* Reuter, *Macrolophus caliginosus* Wagner, *Macrolophus pygmaeus* (Rambur), *Dicyphus hesperus* (Knight), *Dicyphus tamaninii* Wagner, *Dicyphus cerastii* Wagner y *Daraecoris* sp. son las principales especies que se han empleado para regular a las poblaciones de insectos plaga tales como moscas blanca, áfidos, ácaros y minadores en cultivos hortícolas (Urbaneja *et al.* 2005ab; Castañe *et al.* 2011). De acuerdo a Pérez-Hedo (2014), el éxito de los depredadores liberados en el sureste de España se debe a la buena selección que se han hecho sobre ellos, ya que se prefiere a depredadores nativos y generalistas por su capacidad de depredar varias especies plagas (polifagia) y de alimentarse también de plantas (zoofitofagia). Aunque esto último resulta controversial a la visión tradicional de un enemigo natural, las tendencias actuales es buscar a éstos tipos de depredadores con estas características para garantizar el establecimiento inicial de los mismos y su mantenimiento en tiempos de escasez de presas (Bueno *et al.* 2013). Bajo este contexto, los míridos *Engytatus varians* (Dist.) y *Dicyphus maroccanus* Wagner, dos especies con polifagia y zoofitofagia, se estudiaron en este trabajo de investigación. Ambas especies se detectaron recientemente como depredadores potenciales de plagas en tomate; la primera especie se registró en México depredando a ninfas del psílido del tomate, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) (Martínez *et al.* 2014), mientras que la segunda se registró en España alimentándose de huevos de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) (González-Cabrera *et al.* 2011). Cabe mencionar que ambas especies por sus características depredadoras poseen potencial para ser usados en el control biológico de *B. cockerelli* y/o *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de tomate, sin embargo, antes de proponerlas como tal se deben estudiar aspectos básicos de su biología y capacidad de depredación, información relevante que puede servir para desarrollar un programa de manejo de las plagas mencionadas.

En este trabajo de investigación se presentan tres capítulos. El primero incluye una revisión de literatura de los aspectos generales de los míridos depredadores incluido las dos especies estudiadas y sus presas. El segundo capítulo considera una evaluación del efecto de diferentes proporciones sexuales sobre la fecundidad de las hembras y el tiempo de duración de los instares ninfales de la descendencia de *E. varians*, así como su preferencia de depredación sobre algún estado ninfal de *B. cockerelli*. El último capítulo plantea conocer el efecto que tiene el tipo de presa y planta hospedera en los parámetros reproductivos y demográficos de *D. maroccanus*.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1. Generalidades de la familia Miridae

La familia Miridae está conformada con más de 11,000 especies descritas en todo el mundo, 1500 de ellas se registran de la región Paleártica (Cassis y Schuh 2012; Kerzhner y Josifov 1999) y al menos 500 especies se encuentran en la península Ibérica (Schuh 1995; Goula y Alomar 1994; Agustí y Gabarra 2009). Los míridos se distinguen de otras chinches por tener cuneo claramente separado del resto del hemiélitro, membrana de las alas sin venas longitudinales, antenas de cuatro artejos, ausencia de ocelos y pico dividido en cuatro segmentos (Goula y Alomar 1994). Son insectos que tienen diferentes hábitos alimenticios, entre ellos los que son polívoros o que se alimentan de más de una presa. También hay especies de hábitos omnívoros o zoofitófagos, esto se refiere a que además de alimentarse de presa animal también se alimentan de plantas, de donde obtienen agua y probablemente otros nutrientes necesarios para su desarrollo (Arno 2011). El comportamiento fitófago de los míridos depredadores tiene múltiples beneficios, este hábito alimenticio puede facilitar el establecimiento de estos depredadores en los cultivos y la preservación de los mismos cuando la presa es escasa (Pérez-Hedo y Urbaneja 2015). Se ha observado que la fitofagia es inversamente proporcional a la disponibilidad de presa, por lo tanto al disminuir la disponibilidad de presa aumenta la fitofagia (Sánchez y Lacasa 2008; Calvo *et al.* 2009). La familia Miridae está integrada por ocho subfamilias: Bryocorinae, Cylapinae, Deraeocorinae, Isometopinae, Mirinae, Orthotylinae, Phylinae y Psallopinae. La información que existe acerca de la biología de los míridos depredadores se ha generado principalmente con estudios realizados en Europa en climas cálidos del litoral mediterráneo.

2.2. Uso de míridos en el control biológico

En la actualidad se conocen pocos trabajos que versan sobre el uso de míridos que son depredadores potenciales de plagas agrícolas, y aún resultan ser menos aquellos donde se emplean especies zoofitófagas (que se alimentan de plantas y depredan). En general, se tiene conocimiento de que los míridos suelen tener un amplio rango de presas donde se incluyen larvas de palomillas, arañas roja, trips y pulgones, aunque muestran preferencia por las ninfas de mosquitas blanca (Calvo y Urbaneja 2004). Urbaneja *et al.* (2005) mencionaron que en Norteamérica y Europa las especies zoofitófagas *M. caliginosus* (Wagner) y *D. hesperus* (Knight) son los más disponibles y ampliamente usadas en la protección de cultivos. Estos autores también consideraron que *D. tamaninii* Wagner, *N. tenuis* (Reuter) y *M. pygmaeus* Rambur son de las pocas especies que se han incluido en programas de control biológico por conservación en Europa. Por su parte, Goula y Alomar (1994) señalaron que en la región de Cataluña, España, en el cultivo de tomate las especies más frecuentes y abundantes son *M. pygmaeus*, *M. caliginosus* y *D. tamaninii*, por ello proporcionan una guía ilustrada para evitar confundir especies benéficas con

perjudiciales. La contribución de Castañé *et al.* (2011) sobre el uso de especies zoofitófagas para controlar plagas agrícolas es trascendental debido a que concluyen que son más los beneficios que se reciben de estas especies con estos hábitos alimenticios que los perjuicios, y que tales especies se alimentan únicamente de estructuras específicas de plantas con el propósito de encontrar los recursos necesarios para su desarrollo. Cabe señalar que el uso de míridos zoofitofagos resulta controversial en el tema de control biológico debido a no cumplen con la visión tradicional de un enemigo natural, especialmente porque se alimentan también de plantas. Un ejemplo de la importancia que tiene el uso de míridos zoofitofagos es demostrado con las especies *M. caliginosus* y *D. tamaninii* sobre mosquita blanca, donde se encontró que cuando se emplean simultáneamente no hay interferencia en la depredación por ambas especies, sino más bien se observó un incremento en la depredación (Lucas y Alomar 2002). Al respecto, Symondson *et al.* (2002) determinaron que la conjunción de depredadores generalistas redujeron significativamente la abundancia de plagas en un 79% en estudios de campo.

En el continente americano, no existen trabajos que mencionen la liberación inoculativa y/o masiva de míridos zoofitófagos que controlen plagas agrícolas. Sin embargo, hay citas que registran a algunos míridos depredadores, tal es el caso de Bueno *et al.* (2013) quienes registraron en Brasil a las especies *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) y *Macrolophus basicornis* (Stal) depredando a *T. absoluta* en tabaco. Así mismo, en Cuba se ha registrado también a *E. varians* depredando a mosquitas blanca en varias plantas cultivadas (Castañeiras 1995). En Estados Unidos, Purcell *et al.* (1993) e Illingworth (1936) registraron a *E. modestus* y *E. varians* depredando a minadores de hojas, larvas de palomillas y pulgones.

2.3. Ciclo de vida de míridos zoofitófagos

En general, el ciclo de vida de las especies zoofitófagas inicia con el estado de huevo, continúa con cuatro (*M. caliginous*, Mohd *et al.* 2009) o cinco (*N. tenuis*, Calvo y Urbaneja 2004) instares ninfales (dependiendo de la especie) y termina con el estado adulto. Las hembras de los míridos depositan sus huevos dentro de los tejidos vegetales, dificultando con ello la posibilidad de visualizarlos (de modo que sólo sobresale un pequeño opérculo). Los instares ninfales se pueden diferenciar, fundamentalmente, por el tamaño, el cual se incrementa con el desarrollo, y por la aparición de los esbozos alares en los dos últimos instares. La duración de cada uno de los instares de vida depende de las condiciones ambientales y el tipo de alimentación de las ninfas bajo estudio. Por ejemplo, la duración del ciclo de vida de *M. caliginosus* fue 27.6 días a 24°C (Mohd *et al.* 2009), mientras que a 22°C estuvo comprendido entre 35 a 40 días (Berengere *et al.* 1996). Respecto al tipo de alimentación, en el caso de *T. cucurbitaceus* en ausencia de presas pocas ninfas logran completar el ciclo

biológico y las que logran llegar al estado adulto tienen un desarrollo más lento y prolongado, comparado con adultos emergidos en plantas con presas (entre 23.7 ± 0.6 a 24.3 ± 1.5 días) (Orozco *et al.* 2012). Por su parte, Castañé y Zapata (2005), también observaron que el tipo de alimentación alargó o disminuyó el ciclo biológico de *M. caliginosus*, así por ejemplo cuando ellos suministraron una dieta artificial a las ninfas tardaron más días en llegar al estado adulto (27.5 ± 0.33 días) que aquellas que se le suministraron huevos de *Ephestia kuehniella* Zeller (18.3 ± 0.28 días).

2.4. Fecundidad en míridos zoofitófagos

Entre las especies de míridos donde se ha estudiado la fecundidad se encuentran *M. caliginosus* y *T. cucurbitaceus*. En *M. caliginosus* se registró un promedio de 51 descendientes/hembra durante toda su vida (Mohd *et al.* 2009), mientras que para *T. cucurbitaceus* fue de 62 descendientes/hembra (Orozco *et al.* 2012). Calvo y Urbaneja (2004) mencionan que la fecundidad de los míridos depende del tipo de alimentación; Por ejemplo, en *N. tenuis* se observó una disminución en la fecundidad cuando no tuvieron disponibilidad de presas. Por su parte Orozco *et al.* (2012) encontraron que la fecundidad de las chinches también depende del tipo de planta huésped en que se desarrollan, lo cual se debe a la cantidad de tricomas. De esta manera estos autores encontraron con *T. cucurbitaceus* una baja fecundidad en chile dulce *Capsicum annuum* L. y una alta fecundidad en tomate *Solanum lycopersicum* L. y tabaco *Nicotiana tabacum* L. Lo que se corrobora con lo que encontró Wheeler (2001) con la especie *Lygus hesperus* (Knight), la cual presentó un mayor grado de oviposición en hojas pilosas que en hojas glabras, mismo que considera que se debe a que los tricomas protegen sus huevos.

2.5. Especies de míridos depredadores

2.5.1. *Engytatus varians*

Engytatus varians es una especie de hábito zoofitófago capaz de alimentarse tanto de las plantas hospederas como de los insectos que viven en ellas para completar su ciclo biológico (Martínez *et al.* 2014). Tiene una distribución desde Norteamérica hasta Suramérica, incluyendo algunos países del Caribe (Bueno *et al.* 2013). Martínez *et al.* (2014) registraron a esta especie, por primera vez, en México y proporcionaron una distribución basada en una revisión minuciosa de literatura que incluyó Argentina, Brasil, Cuba, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, Nicaragua, Puerto Rico, República Dominicana y Surinam. Estos autores también señalaron que tal distribución se debe tomar con reserva puesto que Ferreira y Henry (2011) opinaron que muchas de las citas publicadas necesitan confirmación debido a la frecuente confusión con especies próximas. Entre las especies de insectos que han sido asociados como presas de *E. varians* destacan *Heliothis virescens* y *H. obsoleta* (Fab.)

(Lepidoptera: Noctuidae), *Manduca sexta* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae), *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleroydidae), *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) y *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Martínez *et al.* 2014).

Sobre su biología, Cardoso Montes (2013), en Brasil, estudió la viabilidad de huevos, supervivencia y duración del desarrollo ninfal en cinco temperaturas (16, 20, 24, 28 e $32 \pm 1^\circ\text{C}$), donde concluyó que la mayor viabilidad de huevos ocurrió a 20 y 24 °C, y las temperaturas adecuadas para el desarrollo y supervivencia ninfal de este depredador ocurrió en el intervalo de 20 a 28 °C. En México estudios preliminares sobre la biología de *E. varians* se han realizado, tal es el caso de Medina (2014) quien estudio su ciclo de vida. Por su parte, Mena *et al.* (2014) estudiaron la metodología para una cría inicial de esta especie. De la misma manera, Velázquez-Rodríguez *et al.* (2014, 2015ab) estudiaron la capacidad de consumo de este depredador sobre huevos y ninfas de *B. cockerelli*.

2.5.2. *Dicyphus maroccanus*

Dicyphus maroccanus se registró por primera vez en el año 2009, en la región de Valencia, España, depredando huevos de *T. absoluta* en los cultivos de tomate (Abbas *et al.* 2014). De esta especie depredadora se desconoce su distribución geográfica por su reciente detección en Europa. Las especies plaga asociadas como presas a este depredador son: *T. absoluta* (Abbas *et al.* 2014; Molla *et al.* 2010) y *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) (Pérez-Hedo y Urbaneja 2015). Entre los pocos estudios enfocados a estudiar la biología de este depredador destaca el de Abbas *et al.* (2014), quienes estudiaron en condiciones de laboratorio su historia de vida en presencia y ausencia de presas sobre plantas de tomate. Estos autores también evaluaron su capacidad de depredación sobre poblaciones de *T. absoluta*. Por su parte, Pérez-Hedo y Urbaneja (2015) evaluaron la capacidad de este depredador para detectar plantas infestadas con *M. persicae* en condiciones de laboratorio, así como su capacidad para reducir poblaciones de la misma plaga bajo condiciones de invernadero.

2.6. Plagas potenciales para el uso de *E. varians* y *D. maroccanus*

2.6.1. *Bactericera cockerelli* (Sulc)

2.6.1.1. Importancia económica y distribución.

Bactericera cockerelli pertenece al orden Hemiptera, sub-orden Sternorrhyncha, superfamilia Psylloidea, y a la familia Psyllidae. Comúnmente esta especie es conocida como el psílido de la papa, psílido del tomate, salerillo del tomate o simplemente paratrioza, aunque por su parecido con los áfidos a esta especie también se le conoce como pulgón saltador (Cortez 2011). Su historia taxonómica indica que esta especie fue colectada por primera vez en 1909 por T. D. Cockerell en el estado de Colorado (EUA), posteriormente Sulc (1909) realizó su

descripción formal con el nombre de *Trioza cockerelli*, que más tarde fue cambiado a *Paratrioza cockerelli* (Butler y Trumble 2012, Marín *et al.* 2009). En México, *B. cockerelli*, es considerada como una de las plagas principales de los cultivos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill., papa *Solanum tuberosum* L. y chile *Capsicum annuum* L., donde las ninfas y adultos se alimentan de la savia de las plantas. De acuerdo a Liu y Trumble (2006) se estiman pérdidas por esta plaga de hasta un 80% en la producción de tomate fresco. Hasta el año 2002, México era el único país con reportes de una enfermedad asociada a *B. cockerelli* ya que en el resto del mundo sólo se reconocía el efecto tóxico de la saliva del insecto al ser inyectada durante la alimentación en los cultivos de papa y tomate (Garzón 2002, 2005). *Bactericera cockerelli* se relaciona con las enfermedades “permanente del tomate” (Tiznado *et al.* 2009), “punta morada de la papa-manchado del tubérculo” (Salas-Marina 2006), y recientemente con la enfermedad de la papa denominada “zebra chip”, que es causada por la bacteria *Candidatus liberibacter solanacearum* como agente causal (Munyanza *et al.* 2007).

Bactericera cockerelli tiene amplia distribución mundial, se ha encontrado en Canadá (Columbia Británica), Estados Unidos de América (Arizona, California, Colorado, Idaho, Kansas, Minnesota, Nebraska, Nevada, Nuevo México, Dakota Norte, Oklahoma, Dakota del Sur, Texas, Utah y Wyoming) (Al-Jabr 1999; Butler y Trumble 2012) y en Centro América desde el sur de Guatemala y hasta Honduras (Jackson *et al.* 2009; Abad *et al.* 2009). En el año 2006 se reportó la aparición de este insecto en Nueva Zelanda (Teulon *et al.* 2009) y en 2014 en la isla de Norfolk, Australia (Anon 2014). Su registro en México por primera vez fue en 1947, desde entonces se encuentra en las principales regiones productoras de jitomate, papa y chile, de los estados de Baja California, Coahuila, Durango, Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, San Luis Potosí y Sinaloa (Vega- Gutiérrez *et al.* 2008; Garzón 2002).

2.6.1.2. Control de psílido del tomate

Las pérdidas económicas ocasionado por *B. cockerelli* en los cultivos de jitomate, papa y chile pueden ser reducidas a través de un programa de control biológico. Sin embargo, a la fecha en ninguna parte del mundo se ha realizado liberaciones masivas de enemigos naturales contra esta plaga. En la literatura solo hay registros de enemigos naturales que se han encontrado asociados a esta plaga. Al respecto, Martínez *et al.* (2014) hicieron una recopilación de estudios que incluyeron a especies depredadores asociadas a este insecto, donde citaron a *Chrysoperla carnea* Stephens y *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister) (Neuroptera: Chrysopidae), *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, *Coccinella septempunctata* L., *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysoperla* spp. (Neuroptera: Chrysopidae), *Orius tristicolor* (White) (Heteroptera: Anthocoridae), *Geocoris pallens* Stål (Heteroptera: Geocoridae) y *Cyrtopeltis* (= *Engytatus*) *modestus* (Distant), este último alimentándose de huevos y ninfas de la plaga.

En algunos programas manejo integrado de plagas (MIP) también se requiere del uso de insecticidas que actúen en algún momento del desarrollo de ciertas plagas (Avilés *et al.* 2002; Stark y Rangus 1994). En el caso específico de *B. cockerelli*, el control cultural y el químico son de las alternativas que más se han explotado. Destruir residuos de cosechas y eliminar hospederas alternas en lotes adyacentes son de las labores culturales más recomendadas para este insecto (Bujanos *et al.* 2005). Respecto al control químico, los insecticidas abamectina, permetrina y lambda cialothrina han mostrado ser efectivos al eliminar el 95% de las ninfas en un periodo de 48 horas después de su aplicación (Maya *et al.* 2003). Otros grupos toxicológicos de insecticidas también se han evaluado contra *B. cockerelli*, tal es el caso de metamidofos, endosulfan, abamectina, spinosad, imidacloprid (aplicados vía riego) y thiamethoxam, los cuales también han demostrado ser efectivos (Tiscareño *et al.* 2002; Bujanos *et al.* 2005; Avilés-González *et al.* 2005). Sin embargo, habría que mencionar que estas tácticas agresivas atentan contra el medio ambiente, por ello el productor se ve obligado a buscar alternativas ecológicas amigables que reduzcan el uso excesivo de estos insecticidas.

2.6.2. *Bemisia tabaci* (Gennadius)

2.6.2.1. Importancia económica y distribución.

Bemisia tabaci pertenece al orden Hemiptera, suborden Sternorrhyncha, superfamilia Aleyrodoidea y familia Aleyrodidae (EPP0 2004), comúnmente conocida como mosquita blanca. Este insecto se describió por primera vez de Grecia en 1889 como *Aleurodes tabaci* Gennadius en plantas de tabaco. Cinco años después, en el Nuevo Continente, en Florida, Quaintance (1900) la describió nuevamente a partir de ejemplares colectados sobre varias especies vegetales y la denominó *Aleurodes incospicua*. Quaintance y Baker (1914), al describir *Bemisia* como un nuevo género utilizó a la especie tipo *Aleurodes incospicua* para describir al género, lo que implicó cambiar el nombre a *Bemisia incospicua*. En 1957 esta especie, y otras 18 previamente descritas, fueron sinonimizadas por Russell (1957) en la especie *Bemisia tabaci*. En 1978 se hizo una revisión de las especies incorporando todas las sinonimias de Russell (1957) y posteriores a su publicación (Mound y Halsey 1978a), donde se obtuvieron un total de 22 sinonimias atribuidas a la variabilidad en la morfología de la cápsula pupal (Citado por Fernández 2013).

Bemisia tabaci es una especie con amplia distribución y gran capacidad de adaptación a cualquier ecosistema agrícola, se encuentra distribuida en las regiones tropicales y subtropicales de todas las partes del mundo (Cuellar y Morales 2006). Su rápida reproducción ha ocasionado pérdidas devastadoras en cultivos de hortalizas a nivel mundial (Brown *et al.* 1995; Morales y Anderson 2001; Oliveira *et al.* 2001; Butler y Henneberry 1994; Morales y Anderson 2001), especialmente cuando sus poblaciones son excesivas y transmiten

geminivirus (Hilje 1996). Los daños ocasionados por mosquita blanca en las plantas puede ser directo, causada al succionar la savia de las plantas (Hilje *et al.* 2001), o indirecto, ocasionado por la habilidad de transmitir enfermedades virales (Byrne y Miller 1990; Perring 2001), donde destacan el virus del rizado amarillo del tomate (cuchara) y el virus amarillo del tometecen algunas cucurbitáceas, mosaico dorado del fríjol y mosaico amarillo del tomate (Cuadrado-Gómez 1994; Hilje 1996), tales enfermedades pueden alcanzar pérdidas de hasta un 100% de la producción (Lastra 1993).

A finales de los años 80's en algunas zonas de Almería, España, la mosca blanca se convirtió en el principal problema fitosanitario de diversos cultivos hortícolas (Fernández *et al.* 1994). Así mismo hay registros que las regiones agrícolas de Andalucía y Murcia, a lo largo de la costa mediterránea del sur del país y en las Islas Canarias, *B. tabaci* provocó grandes pérdidas (Steven *et al.* 2004). En el Continente Americano, principalmente en América Central y en el Caribe, desde 1981 las pérdidas causadas por esta especie han sido sobre cultivos de tomate, chile dulce y frijol (Hilje y Arboleda 1993). Los países donde se ha registrado esta especie en diversos cultivos hortícolas son Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana, México y E.U.A. (Álvarez *et al.* 1993; Caballero y Rueda 1993; Comisión Nacional de mosca blanca 1993; Dardón 1993; Hilje *et al.* 1993; Zachrisson y Poveda 1993). En México se ha reportado como plaga de importancia económica en los estados de Guanajuato, Veracruz, Baja California Sur, Sonora, Michoacán, Chiapas, Durango, Coahuila, Oaxaca, Sinaloa, San Luís Potosí, Tamaulipas y Yucatán (Díaz y Ramírez 1993).

2.6.2.2. Control de mosquita blanca

El control químico ha sido el método más utilizado para combatir mosquita blanca (Ruiz *et al.* 2011). Entre los insecticidas más usados para este propósito destacan los nicotinoides imidacloprid, tiamethoxan, thiacloprid y pymetrozine (Gutiérrez *et al.* 2007; Mendel *et al.* 2007), pero su uso inadecuado ha ocasionado serios daños al ambiente y resistencia de la plaga, lo que ha empeorado la situación puesto que ello ha provocado epidemias a gran escala por los geminivirus que transmiten (Morales 2001; Morales y Anderson 2001; Palumbo *et al.* 2001). Otro método de control es el biológico, mediante liberaciones y aplicaciones masivas de enemigos naturales eficientes (entomófagos, entomopatógenos) (Vázquez 2002), donde destacan los parasitoides del género *Encarsia*, *Eretmocerus* y *Amitus* (López-Ávila *et al.* 2001) y depredadores de las familias Chrysopidae, Coccinellidae, Dolichopodidae, Anthocoridae y Miridae (Vázquez 2002).

3. LITERATURA CITADA

- Abad, J. A., M. Bandla, R. D. French, L. W. Liefing, G. R. G. Clover. 2009. **First report of the detection of *Candidatus liberibacter* species in zebra chip disease-infected potato plants in the United States.** *Plant Disease*. 93 (1): 108-108.
- Abbas, S., M. P. Hedo, S. Colazza, A. Urbaneja. 2014. **The predatory mirid *Dicyphus maroccanus* as a new potential biological control agent in tomato crops.** *BioControl*. 59 (5): 565-574.
- Agustí, N., R. Gabarra. 2009. **Puesta a punto de una cría masiva del depredador polífago *Dicyphus tamaninii* Wagner (Hemiptera: Miridae).** *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*. 34 (5): 205-218.
- Al-Jabr, A. M. 1999. **Integrated pest management of tomato/potato psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) with emphasis on its importance in greenhouse grown tomatoes.** Ph. D. Dissertation. Colorado State University. Fort Collins, Colorado, USA. 93 pp.
- Álvarez, P., L. Alfonseca, A. Abud, A. Villar, R. Rowland, E. Marcano, O. Arboleda. 1993. **Las moscas blancas en la República Dominicana. Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe.** Memoria del Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas. Costa Rica. 34-37 pp.
- Anon, 2014. **Exotic pest alert: potato-tomato psyllid eradication plan.** The Government of Norfolk Island Media Release, Update 5, 2 pp. Available: http://norfolkisland.gov.nf/la/Media%20Releases/2014/2014_06_26%20_%20Exotic%20Pest%20Alert%20%20Potato%20Tomato%20psyllid%20Update%205.pdf. (Access January 2016).
- Arnó, J., R. Gabarra. 2011. **Side effects of selected insecticides on the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae).** *Journal of Pest Science*. 84 (4): 513-520.
- Avilés, G. M. C., J. A. T. Garzón, A. M. Jarillo, P. H. C. Macías. 2002. **El psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Biología y su control.** Memorias en extenso del Taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc: biología, ecología y su control. Taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc. como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Fundación produce Sinaloa, A. C. da. Ed. Culiacán, México. Pp. 21-35.
- Avilés-González, M. C., F. Domínguez, U. Nava, J. J. Wong, J. J. Pérez, S. Velarde. 2005. **Evaluación de la efectividad biológica de varios insecticidas para el control del psílido del tomate *Bactericera (=Paratrioza) cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) en el cultivo de chile bell en la Cruz de Elota**

- Sinaloa, México.** Segunda Convención Mundial del Chile 2005. Zacatecas, Zacatecas, México. 14 al 16 de agosto del 2005. 86-92 pp.
- Berengere, C., S. Grenier, G. Bonnot. 1996. **Artificial substrate for egg laying and embryonic development by the predatory bug *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae).** *Biological Control*. 7 (2): 140-147.
- Brown, J. K., D. R. Frohlich, R. C. Rosell. 1995. **The sweetpotato or silverleaf whitefly: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex?** *Annual Review of Entomology* 40 (1): 511-534.
- Bueno, V. H. P., J. C. Van Lenteren, J. C. Jr. Lins, A. M. Calixto, F. C. Montes, D. B. Silva, L. D. Santiago, L. M. Pérez. 2013. **New records of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) predation by Brazilian hemipteran predatory bugs.** *Journal of Applied Entomology*. 137 (1-2): 29-34
- Bujanos, M. R., J. A. G. Tiznado y A. M. Jarillo. 2005. **Manejo integrado del pulgón saltador *Bactericera (=Paratrioza) cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae) en los cultivos de solanáceas en México.** Segunda Convención Mundial de Chile. Zacatecas, Zacatecas, México. 14 al 16 de agosto del 2005. 93-98 pp.
- Butler, Jr. G. D., T. J. Henneberry. 1994. ***Bemisia* and *Trialeurodes* (Hemiptera: Aleyrodidae).** Insect Pests of Cotton. CAB International, Wallingford, UK, 325.
- Butler, C. D., J. T. Trumble. 2012. **The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): life history, relationship to plant diseases, and management strategies.** *Terrestrial Arthropod Reviews*. 5 (2): 87-111.
- Byrne, D. N., W. B. Miller. 1990. **Carbohydrate and amino acid composition of phloem sap and honeydew produced by *Bemisia tabaci*.** *Journal of Insect Physiology*. 36 (6): 433-439.
- Caballero, R., A. Rueda. 1993. **Las moscas blancas en Honduras. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe.** Memoria del Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas. Costa Rica. 50-53 pp.
- Calvo, J., A. Urbaneja. 2004. ***Nesidiocoris tenuis* un aliado para el control biológico de mosca blanca.** *Horticultura Internacional*. 44: 20-25.
- Calvo, J., K. Bolckmans, P. A. Stansly, A. Urbaneja. 2009. **Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato.** *BioControl*. 54 (2): 237-246.
- Calvo, F. J., M. J. Lorente, P. A. Stansly, J. E. Belda. 2012 **Preplant release of *Nesidiocoris tenuis* and supplementary tactics for control of *Tuta absoluta* and *Bemisa tabaci* in greenhouse tomato.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 143 (2): 111-119.

- Cardoso-Montes, F. 2013. **Características biológicas dos estágios imaturos de três predadores (Hem.: Miridae) alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae) em cinco temperaturas.** Tesis de Licenciatura. Universidad Federal de Lavras. Lavras, Brasil. 56 pp.
- Cassis, G., T. Schuh. 2012. **Systematic, biodiversity, biogeography, and host associations of the Miridae (Insecta: Hemiptera: Heteroptera: Cimicomorpha).** *The Annual Review of Entomology*. 57: 377-404.
- Castañé, C., J. Arnó, R. Gabarra, O. Alomar. 2011. **Plant damage to vegetable crops by zoophytophagous mirid predators.** *Biological Control*. 59 (1): 22-29.
- Castañé, C., R. Zapata. 2005. **Rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus* on a meat-based diet.** *Biological Control*. 34 (1): 66-72.
- Castineiras, A. 1995. **Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in Cuba.** *Florida Entomologist*. 78 (3): 583-585.
- Comisión Nacional de Mosca Blanca. 1993. **Las moscas blancas en Nicaragua.** 54-57 pp. En: Hilje, L., O. Arboleda (Ed). Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Turrialba, Costa Rica.
- Cortez, M. E. 2011. **Capacitacion en el manejo y control de zebra chip (*Candidatus liberibacter solanacearum*) y su vector el psilido de la papa *Bactericera solanacearum*) y su vector el psilido de la papa *Bactericera*.** INIFAP-C.E. Valle del fuerte Nicaragua.
- Cuadrado-Gómez, I. M. 1994. **Las virosis de las hortalizas en los cultivos de invernadero de Almería.** Comunicación I+D Agroalimentaria 5/94. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. 60 pp.
- Cuellar, M. E., F. J. Morales. 2006. **La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).** *Revista Colombiana de Entomología*. 32 (1): 1-9.
- Dardon, D. 1993. **Las moscas blancas en Guatemala. In las moscas blancas en América Central y el Caribe.** En: Hilje, L., O. Arboleda (Ed). Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. 38-41 pp. Turrialba, Costa Rica. 305 pp.
- Diaz, P. R., C. J. L. Ramírez. 1993. **Bioecology and integrated control of *Bemisia tabaci* Genn (Homoptera: Aleyroididae).** Publicacion Especial. Campo Experimental Zona Henequenera (México).
- Fernández, R. F., R. Moreno, M. D. Rodríguez, M. P. R. Rodríguez, M. D. M. T. Navarro. 1994. ***Eretmocerus mundus* (Mercet), *Encarsia lutea* (Masi) y *Encarsia transvena* (Timberlake) (Hym. y Aphelinidae) parasitoides de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) en los cultivos hortícolas protegidos almerienses.** *Boletín de sanidad vegetal plagas*. 20 (3): 695-702.

- Fernández, G. E. 2013. **Resistencia a insecticidas en *Bemisia tabaci* (Gennadius): nivel de resistencia, resistencias cruzadas y mecanismos implicados.** Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Producción Vegetal. 146 pp. Murcia, España.
- Ferreira, P. S. F., T. J. Henry. 2011. **Synopsis and keys to the tribes, genera, and species of Miridae (Hemiptera: Heteroptera) of Minas Gerais, Brazil Part I: Bryocorinae.** *Zootaxa*. 2920: 1-41.
- Garzón, T. J. A. 2002. **Asociación de *Paratrioza cockerelli* Sulc. con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mil. Ex. Fawnl) en México.** Memoria del taller sobre *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. p. 79–87.
- Garzón, T. J. A. 2005. **La paratrioza o pulgón saltador del tomate y la papa.** Boletín técnico. Bayer de México, S. A. de C.V. México.
- González-Cabrera, J., O. Mollá, H. Montón, A. Urbaneja. 2011. **Efficacy of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) in controlling the tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae).** *BioControl*. 56 (1): 71-80.
- Goula, M., O. Alomar. 1994. **Miridos (Heteroptera Miridae) de interés en el control integrado de plagas en el tomate. Guía para su identificación.** *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*. 20 (1): 131-143.
- Gutiérrez, O. M., J. C. M. Rodríguez. 2007. **Estabilidad de la resistencia a neonicotinoides en *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotipo B.** (No. TESIS.). Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Fitosanidad, Entomología y Acarología.
- Gutiérrez, O. M., J. C. Rodríguez, C. Llanderal, A. P. Terán, A. Lagunes, O. Díaz. 2007. **Estabilidad de la resistencia a neonicotinoides en *Bemisia tabaci* (Gennadius), Biotipo B de San Luis Potosí, México.** *Agrociencia*. 41: 913-920
- Hilje, Q. L. 1993. **Un esquema conceptual para el manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate.** *Manejo Integrado de Plagas*. (29): 51-57.
- Hilje, L. 1996. **Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus.** Centro Agronómico de enseñanzas. Costa Rica. 133 pp.
- Hilje, L., O. Arboleda. 1993. **Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y el Caribe.** Memoria del Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas. Costa Rica. 61-68 pp.
- Hilje, L., H. S. Costa, P. A. Stansly. 2001. **Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases.** *Crop Protection*. 20 (9): 801-812.

- Illingworth, J. F. 1937. **Observations on the predaceous habits of *Cyrtopeltis varians* (Dist.) (Hemip.).** *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 9: 458-459.
- Jackson, B. C., J. Goolsby, A. Wyzykowski, N. Vitovksy, B. Bextine. 2009. **Analysis of genetic relationships between potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) populations in the United States, Mexico and Guatemala using ITS2 and inter simple sequence repeat (ISSR) data.** *Subtropical Plant Science* 61: 1-5.
- Kerzhner, I. M., M. Josifov. 1999. **Miridae Hahn, 1833.** *Netherlands Entomological Society*. 3: 1-576.
- Lastra, R. 1993. **Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales.** Memoria del Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas. Costa Rica. 16-19 pp.
- Liu D., J. T. Trumble. 2006. **Ovipositional preferences, damage thresholds, and detection of the tomato/potato psyllid (*Bactericera cockerelli* Sulc) on selected tomato accessions.** *Bulletin of Entomological Research*. 96 (2): 197-204.
- López-Ávila, A., C. Cardona, J. García, F. Rendón, P. Hernández. 2001. **Reconocimiento e identificación de enemigos naturales de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador.** *Revista Colombiana de Entomología*. 27 (3-4): 137-141.
- Lucas, E., O. Alomar. 2002. **Impact of the presence of *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera: Miridae) on whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) predation by *Macrolophus caliginosus* (Wagner) (Heteroptera: Miridae).** *Biological Control*. 25 (2): 123-128.
- Marín, J. A., M. R. Bujanos, S. F. Delgadillo. 2009. **Psiloideos y cicadélidos en el cultivo de la papa en el Bajío, Guanajuato, México.** *Agricultura técnica en México*. 35 (1): 123-129.
- Martínez, A. M., M. Baena, J. I. Figueroa, P. Del Estal, M. Medina, E. L. Guzmán, S. Pineda. 2014. **Primer registro de *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) en México y su depredación sobre *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Triozidae): una revisión de su distribución y hábitos.** *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.). 303: 617-624.
- Maya, H, V. Ramírez, J. R. Cortés, R. Vega, J. G. Moreno. 2003. **Manejo integrado del pulgón saltador en jitomate en el estado de San Luis Potosí.** Centro de Investigación Regional del Noreste, Campo Experimental Palma de la Cruz, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias. Folleto Técnico No. 22. México. 16 pp.
- Medina, P. M. 2014. **Identificación y biología de *Engytatus varians* Distant (Hemiptera: Miridae): depredación sobre el psilido del tomate, *Bactericera cockerelli* (sulc.) (Hemiptera: Triozidae).** Tesis

- de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia Michoacán, México. 66 pp.
- Mena. M. L.V., A. M. Martínez-Castillo, M. Medina, S. Pineda, A. L. J. Escalante, B. R. Gómez, M. Chavarrieta, J. I. Figueroa de la Rosa. 2014. **Metodología para la cría inicial de una especie de *Engytatus Reuter* (Hemiptera: Miridae), depredador de *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae).** XXV Congreso Brasileiro de Entomología. 14 al 18 de septiembre. Goiânia-Go, Brasil.
- Medel, S. A., J. C. R. Maciel, C. S. Ortega, Á. L. Tejada. O. D. Gómez, J. L. M. Carrillo. 2007. **Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotipo B colectadas en Baja California y Sinaloa, México.** *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América.* 32 (4): 266-269.
- Mohd, Z., I. Fauziah, W. Wan Mohamad, S. S. Abdul, M. Ch. Salma, J. Kamaruzaman. 2009. **Biology of *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae) predator of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae).** *International Journal of Biology.* 2 (1): 63-70.
- Mollá, O., M. Alonso, H. Montón, F. Beitia, M. J. Verdú, J. González-Cabrera, A. Urbaneja. 2010. **Control biológico de *Tuta absoluta*. Catalogación de enemigos naturales y potencial de los míridos depredadores como agentes de control.** *Phytoma España.* 217: 42-46.
- Morales, F. J. 2001. **Conventional breeding for resistance to *Bemisia tabaci* transmitted geminiviruses.** *Crop Protection.* 20 (9): 825-834.
- Morales, F. J., P. K. Anderson. 2001. **The emergence and dissemination of whitefly transmitted geminiviruses in Latin America.** *Archives of virology.* 146 (3): 415-441.
- Munyanza J. E., J. M. Crosslin, J. E. Upton. 2007. **Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with “zebra chip”, a new potato disease in southwestern United State and Mexico.** *Journal Economic Entomology.* 100 (3): 656-663.
- Oliveira, M. R. V., T. J. Henneberry, P. Anderson. 2001. **History, current status, and collaborative research projects for *B. tabaci*.** *Crop Protection.* 20: 709-723.
- Orozco, M. A., V. V. Villalba, S. N. López. 2012. **Desarrollo de *Tupiocoris cucurbitaceus* (Hemiptera: Miridae) sobre *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en diversas hortalizas.** *Revista de Fitosanidad.* 16 (3): 147- 153
- Palumbo, J. C., A. R. Horowitz, N. Prabhaker. 2001. **Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*.** *Crop protection.* 20 (9): 739-765.

- Pérez-Hedo, M., A. Urbaneja. 2015. **Prospects for predatory mirid bugs as biocontrol agents of aphids in sweet peppers.** *Journal of Pest Science.* 88 (1): 65-73.
- Perring, T. M. 2001. **The *Bemisia tabaci* species complex.** *Crop Protection.* 20: 725- 737
- Purcell, M. F., W. J. Marshall y B. E. Tabashnik. 1993. **Effects of insecticide use on abundance and diversity of tomato pests and associated natural enemies in Hawaii.** *Hawaiian Entomological Society.* 32: 45-59.
- Ruiz, S. E., C. W. Chan, P. A. Gutiérrez, A. J. Cristóbal, U. B. Vázquez, T. J. M. Suárez, R. R Munguía. 2011. **Crecimiento, esporulación y germinación in vitro de cinco cepas de *Metarhizium* y su virulencia en huevos y ninfas de *Bemisia tabaci*.** *Revista mexicana de micología.* 33: 9-15.
- Salas-Marina, M. A., O. A. Flores, S. A. Arizpe, M. O García, L. I. H., Almeida, J. A. Garzón-Tiznado. 2006. **Eficiencia de insectos vectores en la transmisión de fitoplasmas de la punta morada de la papa.** In Memoria de XXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa. Toluca, Estado de México.
- Sánchez, J. A. A. Lacasa. 2008. **Impact of the zoophytophagous plant bug *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) on tomato yield.** *Journal of economic entomology.* 101 (6): 1864-1870.
- Schuh, R. T. 1995. **Plant bugs of the world (Insecta: Heteroptera: Miridae). Systematic catalog, distributions, host list, and bibliography.** New York Entomological Society. New York. 1329 pp.
- Stark, J. D., T. M. Rangus. 1994. **Lethal and sublethal effects of the neem insecticide formulation, ‘Margosan-O’, on the pea aphid.** *Pesticide Science.* 41 (2): 155-160.
- Steven, E. N., L. A. Cañas, P. C. Ellsworth. 2004. **Mortalidad de *Bemisia tabaci* en un sistema de cultivos múltiples.** *Horticultura internacional.* 43: 14-21.
- Symondson, W. O. C., K. D Sunderland, M. H. Greenstone. 2002. **Can generalist predators be effective biocontrol agents?.** *Annual review of entomology.* 47(1): 561-594.
- Teulon, D. A. J., P. J. Workman, K. L. Thomas, M. C. Nielsen. 2009. ***Bactericera cockerelli*: incursion, dispersal and current distribution on vegetable crops in New Zealand.** *New Zealand Plant Protection.* 62: 136-144.
- Tiscareño, I. M. A., L. D. A. Ortega, C. H. Rodríguez, C. M. Villar. 2002. **Efectividad biológica de insecticidas para el control de insectos chupadores en el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) en el altiplano postosino.** *Biotam Nueva Serie.* 13: 47-62.
- Tiznado, J. A. G., O. G. C. Valenzuela, A. M. Jarillo, A. B. Flora, S. V. Félix, C. R. Moreno, J. L. M. Carrillo. 2009. **Asociación de Hemiptera: Triozidae con la enfermedad permanente del tomate en México.** *Agricultura Técnica en México.* 35 (1): 58-69.

- Urbaneja, A., G. Tapia, P. A. Stansly. 2005. **Influence of host plant and prey availability in the developmental time and survival of *Nesidiocoris tenuis***. *Biocontrol Science and Technology*. 15 (5): 513-518.
- Van Lenteren, J. C. 2012. **The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake**. *BioControl*. 57 (1): 1-20.
- Vázquez, M. L. L. 2002. **Avances del control biológico de *Bemisia tabaci* en la región neotropical**. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 66: 82- 95.
- Vega-Gutiérrez, M. T., J. C. Rodríguez-Maciél, O. Díaz-Gómez, R. Bujanos-Muñiz, D. Mota-Sánchez, J. L. Martínez-Carrillo, J. A. Garzón-Tiznado. 2008. **Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae)**. *Agrociencia*. 42 (4): 463-471.
- Velázquez-Rodríguez, Y. B., S. I. Morales-Alonso, S. Pineda-Guillermo, L. V. Mena-Muciño, J. M. Chavarrieta-Yáñez A. M. Martínez-Castillo. 2014. **Depredación de la chinche *Engytatus* sp. (Hemiptera: Miridae) sobre huevos y ninfas de *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Triozidae)**. pp. 208-212. In: E. G. Estrada-Venegas, M.P. Chaires-Grijalva, J.A. Acuña-Soto, A. M. Equihua A. Pescador-Rubio, M.V. Rodríguez Iglesias (eds.). *Entomología mexicana Vol. XIII*. Sociedad Mexicana de Entomología. 1243 pp.
- Velázquez, R. Y. B. 2015a. **Capacidad de consumo de *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Miridae) sobre el psílido del tomate, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae), y determinación de la progenie del depredador**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia Michoacán, México. 48 pp.
- Velázquez, R. Y. B., S. I. Morales-Alonso, S. Pineda Guillermo, J. I. Figueroa de la Rosa, L. A. Hernández-Adame y A. M. Martínez-Castillo. 2015b. **Capacidad de consumo de *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Miridae) sobre ninfas de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae)**. Pp. 235-240. En Estrada Venegas E., A. Aragon García, A. Burgos Solorio, A. Equihua Martínez, G.A. Lugo García, H. Quiroz Martínez, J.A. Acuña Soto, M.P. Chaires Grijalva y M.D. Salas Araiza (eds.). *Entomología Mexicana Vol. 2*. Sociedad Mexicana de Entomología. 881 pp. ISBN: 2448-475X
- Wheeler, A. G., 2001. **Biology of the plant bugs (Hemiptera: Miridae). Pests, Predators, Opportunists**. *Cornell University Press*. London. 507 pp.

Zachrisson, B., J. Poveda. 1992. **La mosca blanca en Panamá: Las moscas blancas (Homoptera; Aleyrodidae) en América Central y el Caribe.** Memoria del Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas. Costa Rica. 64-66 pp.

OBJETIVO DE LA TESIS

Determinar los parámetros biológicos y reproductivos en los míridos depredadores *Engytatus varians* y *Dicyphus maroccanus*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Capítulo II

- a) Determinar la fecundidad y longevidad de *E. varians* con diferentes proporciones sexuales, así como la duración de los instares ninfales y proporción sexual de su descendencia.
- b) Determinar la preferencia de depredación de *E. varians* sobre diferentes instares ninfales de *B. cockerelli*

Capítulo III

- a) Determinar la influencia de la presa y planta hospedera sobre los parámetros reproductivos y demográficos de *D. maroccanus*.

CAPITULO II

INFLUENCIA DE LA PROPORCIÓN SEXUAL SOBRE LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y REPRODUCTIVOS DE *Engytatus varians* (DIST.) (HEMIPTERA: MIRIDAE): EVALUACIÓN DE SU DEPREDACIÓN SOBRE *Bactericera cockerelli* (SULC.)

Resumen

El mírido *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Miridae) se encontró recientemente en México, alimentándose de ninfas del salerillo del tomate, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae), una de las principales plagas de cultivos de solanáceas. En este estudio se evaluó la influencia de la proporción sexual de este depredador sobre el número total de su progenie, fecundidad, longevidad, duración del desarrollo ninfal (F1) y proporción sexual (F1). Se evaluaron tres proporciones sexuales: 1:1, 2:1 y 3:1 (macho:hembra). Las hembras de la proporción sexual 3:1 produjeron más descendencia (24.4 ninfas/hembra) que las hembras de las otras dos proporciones sexuales (13.9 y 15.5 ninfas/hembra de las proporciones sexuales 1:1, 2:1, respectivamente). La fecundidad de las hembras fue inversamente proporcional al incremento de la edad en las tres proporciones ensayadas. La longevidad de las hembras disminuyó cuando se incrementó el número de machos ($r = -0.65$; $P = 0.0001$). En la segunda parte de este estudio, se evaluó la depredación de *E. varians* sobre los distintos instares ninfales de *B. cockerelli* en dos experimentos: a) cada instar de *B. cockerelli* se colocó en distintos folíolos de una hoja de *Solanum lycopersicum* L. (tomate); donde las hembras y machos, así como las ninfas de tercero (entre 2-3, excepto los machos que consumieron 0.5 ninfas), cuarto (entre 0-2) y quinto instar (entre 0-1) de *E. varians* consumieron más ninfas de segundo instar de *B. cockerelli* (entre 3-5) y, b) los distintos instares de *B. cockerelli* se colocaron en forma aleatoria en un solo folíolo. En este caso las hembras y machos, así como las ninfas N3, N4 y N5 de *E. varians* consumieron más ninfas N2 de *B. cockerelli* (entre 4-5), seguido de las N3 (entre 2-4, excepto los machos que consumieron 0.5 ninfas) y N4 (entre 0-2). Los machos y ninfas N4 de *E. varians* no consumieron ninfas N4 y/o N5 de *B. cockerelli*. Estos resultados servirán para plantear nuevas investigaciones orientadas a conocer el potencial de este depredador y su posible uso en programas de control biológico contra esta plaga.

Palabras clave: Depredador, control biológico, jitomate, fecundidad y longevidad.

1. INTRODUCCIÓN

La familia Miridae es la más numerosa dentro de los heterópteros, con más de 11,020 especies descritas a nivel mundial (Cassis y Schuh 2012). Los miembros que pertenecen a esta familia se caracterizan porque un buen número de ellos son utilizados en programas de control biológico de insectos plagas, reduciendo con ello las aplicaciones de los insecticidas (Crayon 1961). Los míridos tienen una amplia gama de hábitos alimenticios incluyendo aquellos grupos que son fitófagos, zoófagos y oportunistas (Wheeler 2001). Los míridos con alimentación mixta tienen la particularidad de que en sus primeras etapas de vida son fitófagos y después zoófagos (Kullenberg 1946), lo que se considera como una desventaja en el tema de control biológico, debido a que al consumir plantas contraviene los intereses de la protección de cultivos. Afortunadamente, la fitofagia en estas chinches desaparece en función de sus requerimientos nutricionales y la abundancia de sus presas (Urbaneja *et al.* 2005; Goula y Alomar 1994). Aun conociendo este comportamiento en los míridos, en Europa y Norteamérica, varias especies zoofitófagas se han usado como depredadores potenciales de mosquitos blancos, áfidos, ácaros, minadores de hojas y trips, tal es el caso de *Macrolophus caliginosus* (Wagner), *Dicyphus hesperus* (Knight), *Dicyphus tamaninii* Wagner, *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) y *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Urbaneja *et al.* 2005, Castañe *et al.* 2011, De Puyseleyn *et al.* 2013). En México, no existen registros de algún mírido que se haya usado en algún programa de control biológico para controlar plagas agrícolas, aunque recientemente en Michoacán se registró a *Engytatus* (= *Cyrtopeltis*) *varians* (Dist.) depredando ninfas del psílido del tomate, *Bactericera cockerelli* (Sulc.), en plantas de tomate (Martínez *et al.* 2014). En el continente americano, *E. varians* únicamente se ha registrado en Brasil depredando a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Bueno 2013), en Cuba a *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) y *Heliothis virescens* F. (Castineiras 1995), y en Estados Unidos a huevos y larvas de palomillas, pulgones y cochinillas de la piña (Illingworth 1937). Las primeras observaciones sobre individuos criados en laboratorio de *E. varians* en Michoacán han sido para conocer la duración de su ciclo de vida (Medina 2014) y sobre la depredación de huevos y ninfas de *B. cockerelli* (Velázquez *et al.* 2014; Medina 2015). Sin embargo, aún se desconocen diversos aspectos de su biología; entre ellos, sí el número de machos que corteja a una hembra influye sobre la fecundidad, proporción sexual y duración de los instares ninfales de los descendientes. De igual forma, se desconoce la preferencia de depredación sobre los instares ninfales de *B. cockerelli*. Por ello, en este estudio se evalúan tales atributos mencionados con el propósito de crear perspectivas del uso de este depredador en programas de control biológico contra esta plaga.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Cría de *B. cockerelli* y *E. varians*

Los insectos utilizados en los experimentos procedieron de una colonia de *B. cockerelli* mantenida por 13 generaciones (~2 años) en el laboratorio de Entomología Agrícola (LEA) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), en Tarímbaro, Michoacán, sin antecedentes de haber estado expuestos a insecticidas. Para mantener la variabilidad genética, cada año se introdujeron a esta colonia de insectos aproximadamente 500 adultos sin sexar procedentes de una cría mantenida en el Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, Estado de México. Ninfas y adultos de *B. cockerelli* se mantuvieron sobre plantas de tomate (variedad “Saladet”) de 60 días de edad en una jaula de madera (80 x 80 x 50 cm) cubierta con tela de organza. La cría se mantuvo en un invernadero ventilado con condiciones de 16-30 °C, 60% de humedad relativa y un fotoperiodo de ~14:10 h luz-oscuridad.

Los individuos de *E. varians* que se utilizaron procedieron de una cría mantenida en una jaula de madera (45 x 65 x 45 cm), cubierta con tela organza, en el LEA del IIAF. En esta jaula, cada tres días, se colocaron tres plantas de tomate (~15 cm de altura con cuatro hojas bien desarrolladas) infestadas con ninfas de segundo (N2), tercero (N3), cuarto (N4) y quinto instar (N5) de *B. cockerelli*, las cuales sirvieron como alimento para el depredador. Adicionalmente, sobre las hojas de las plantas de tomate se dispersaron 40 mg de huevos de la palomilla de los granos, *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae) (Bio-bich®, Uruapan, Michoacán, México). Estas plantas de tomate sirvieron como sustrato de oviposición y fuente de agua para *E. varians*. La cría de este depredador se mantuvo bajo condiciones ambientales de laboratorio de ~25 °C, 56% de humedad relativa y un fotoperiodo de ~12:12 h luz-oscuridad.

2.2. Descendencia, desarrollo, proporción de sexos y longevidad de *E. varians*

En este experimento, se utilizaron las siguientes tres proporciones sexuales de *E. varians* o tratamientos: i) 1:1, ii) 2:1 y iii) 3:1 (macho: hembra). Para obtener individuos de la misma edad para el experimento, un grupo de 63 ninfas N5 de *E. varians* (21 hembras y 42 machos) se individualizaron en cajas Petri (9 cm de diámetro x 1.5 cm de altura). Cada ninfa se alimentó con una mezcla de 10-15 ninfas N2 y N3 de *B. cockerelli* que se encontraban sobre un foliolo de tomate, sobre el cual, además se colocaron 10 mg de huevos de *S. cerealella*. El peciolo del foliolo de tomate se envolvió con un algodón húmedo para evitar su deshidratación. El alimento se reemplazó cada tercer día.

Una planta de tomate (~10-15 cm de altura y con cuatro hojas bien desarrolladas), trasplantada en un vaso de unicel (1 L de capacidad, Dart®), se cubrió con un vaso de plástico transparente invertido (1 L de

capacidad, Reyma®). Este vaso contenía tres orificios (5 cm de diámetro), uno en la parte superior y dos más en los lados, los cuales se cubrieron con tela de organza para permitir la circulación del aire y evitar el escape de los insectos. Posteriormente, se introdujeron los adultos vírgenes de *E. varians* (5 días de edad) con base a los tratamientos descritos anteriormente. Estos adultos se introdujeron a través de un orificio (0.5 cm de diámetro) que se realizó en la parte media del vaso de plástico y que se cubrió con un trozo de algodón. La planta de tomate se reemplazó cada cuatro días durante un periodo de 20 días después del inicio del experimento. Se realizaron en total cinco exposiciones de las plantas de tomate cuando las hembras tenían 5, 9, 13, 17, y 21 días de edad. Por cada edad de la hembra y tratamiento se realizaron siete repeticiones. En cada exposición, los adultos de *E. varians* se alimentaron una vez con una mezcla de ninfas N2 y N3 de *B. cockerelli* + huevos de *S. cerealella*, como se describió previamente.

Para registrar la emergencia de las ninfas, las plantas de tomate de cada una de las exposiciones, y de cada tratamiento, se observaron diariamente durante 10 días. Inmediatamente después de la emergencia, cada ninfa se individualizó en una caja Petri y se alimentó cada tercer día con una mezcla de 10-15 ninfas N2 - N3 de *B. cockerelli* + 10 mg de huevos de *S. cerealella*. Con el fin de determinar la duración de los instares ninfales, cada ninfa se observó cada 24 h y, en caso de estar presentes las exuvias, se registró el cambio de un instar ninfal a otro. Después de la emergencia, los adultos se sexaron y se calculó la proporción de sexos. También se determinó la longevidad de las hembras con los cuales se inició el experimento, mientras que la de los machos se interrumpió en el momento en que las hembras perecieron. La fecundidad se determinó con el número ninfas emergidas en cada exposición, la cual se consideró como fecundidad aparente. Los ensayos se realizaron en una cámara bioclimática a 24 ± 2 °C, $65 \pm 10\%$ de humedad relativa y 16:8 h luz-oscuridad.

2.3. Depredación de *E. varians* sobre *B. cockerelli*

Los experimentos de depredación se realizaron en dos escenarios distintos bajo las condiciones ambientales de laboratorio descritas en el apartado de "cría de *E. varians*".

a) *Disposición de la presa en diferentes foliolos*: Se utilizaron hojas de tomate con cuatro foliolos, los cuales se enumeraron, de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda, como foliolo 1, 2, 3 y 4. Estos foliolos se infestaron, con ayuda de un pincel de cerdas finas, con cinco ninfas N2, N3, N4 o N5 (todas ≤ 24 h después de la ecdisis) de *B. cockerelli*, respectivamente, de tal manera que cada folio se infestó con un estadio ninfal diferente.

Cada hoja de tomate se introdujo en un tubo de plástico transparente (15 cm de altura x 12 cm de diámetro), abierto en sus dos extremos. Para evitar la desecación, el peciolo de la hoja se insertó en un vaso de plástico (3.8 cm diámetro x 3 cm altura) que contenía 28 ml de una solución nutritiva al 15% de Hogland y

Arnon (1950). Para favorecer la circulación de aire y evitar el escape de los insectos, el extremo superior de este tubo se cubrió con tela de organza. Posteriormente, se introdujo, por un periodo de 24 h y por el pedicelo de la hoja de tomate, una ninfa N3 (6 h después de la ecdisis) de *E. varians*. Este procedimiento se repitió para ninfas N4 y N5 (misma edad que la mencionada previamente) y para hembras y machos (6 h de edad) del depredador. Previo al experimento, los individuos de *E. varians* se colocaron en inanición durante 6 h para inducir una mayor alimentación. Se realizaron siete repeticiones por instar ninfal y adultos (macho y hembra) de *E. varians*. Después del periodo de exposición, se registró el número de ninfas de *B. cockerelli* depredadas. Las ninfas de *B. cockerelli* consumidas por *E. varians* presentan la apariencia de una exuvia debido a que no existe hemolinfa en su cuerpo.

b) *Disposición de la presa en un mismo foliolo*: Un foliolo de tomate se infestó, de forma aleatoria, con cinco ninfas N2, N3, N4 y N5 (24 h después de la ecdisis) de *B. cockerelli*. Se ensayaron las mismas etapas de vida del depredador que en el ensayo anterior con el mismo número de repeticiones y tiempo de exposición. Se determinó el número de ninfas de *B. cockerelli* depredadas.

2.4. Análisis de datos

Los datos de fecundidad, duración de los instares ninfales, proporción de sexos, longevidad y depredación se sometieron a un análisis de varianza. Los análisis se realizaron utilizando el procedimiento de modelos lineales generalizados y las medias se separaron con la prueba de diferencias mínimas significativas ($P < 0,05$) (SAS/STAT versión 8,1; SAS Institute, Cary, NC). La medida de asociación entre variables fue a través del coeficiente de correlación de Pearson. Para los datos de proporción de sexos se usó una distribución binomial.

3. RESULTADOS

3.1. Descendencia de *E. varians*

La proporción de sexos de los adultos de *E. varians* afectó significativamente ($F = 13.14$; $gl = 192.0$; $P \leq 0,0001$) la descendencia de las hembras. En los tres tratamientos ensayados, la fecundidad de las hembras de este depredador fue inversamente proporcional al incremento de la edad (Cuadro 1). En las proporciones sexuales 1:1 y 2:1 (macho: hembra), el número de ninfas producidas por las hembras de 5, 9, 13, 17 y 21 días de edad fue 4, 5, 3, 2 y 1, respectivamente, mientras que en la proporción sexual 3:1 fue 7, 7, 6, 3 y 1, respectivamente. De esta forma, el número de ninfas y edad de las hembras tuvieron una relación significativamente negativa ($r = -0.65$; $P = 0.0001$) en las tres proporciones sexuales.

Cuadro 1. Descendencia (número de ninfas \pm EE) producida por hembra de *E. varians* de distintas edades apareadas con diferentes número de machos.

Proporción sexual (macho: hembra)	Edad de hembras progenitoras (días)				
	5	9	13	17	21
1:1	4.00 \pm 0.55Aab	4.57 \pm 0.55Aac	2.57 \pm 0.55Abd	1.85 \pm 0.55Ad	1.00 \pm 0.55Ad
2:1	4.42 \pm 0.55Aab	5.00 \pm 0.55Aac	3.42 \pm 0.55Abd	1.71 \pm 0.55Ae	1.00 \pm 0.55Ae
3:1	6.85 \pm 0.55Ba	7.28 \pm 0.55Ba	5.85 \pm 0.55Ba	3.00 \pm 0.55Ab	1.42 \pm 0.55Ac

Medias entre columnas (letras mayúsculas) y filas (letras minúsculas) seguidas por la misma letra no difieren significativamente ($P \leq 0.05$; LSD separación de medias) ($F = 13.14$; $gl = 192.0$; $P \leq 0,0001$).

No se observaron diferencias significativas entre la descendencia de las hembras de las proporciones sexuales 1:1 y 2:1 en ninguna de las edades evaluadas. Sin embargo, las hembras de 5, 9 y 13 días de edad de la proporción sexual 3:1 produjeron significativamente 2 y 3 ninfas más que las hembras de la misma edad de las proporciones sexuales 2:1 y 1:1, respectivamente (Cuadro 1). Como consecuencia, las hembras de la proporción sexual 3:1 registraron una mayor descendencia acumulada (24.4 ninfas/hembra) que las hembras de las otras dos proporciones sexuales (13.9 y 15.5 ninfas/hembra para las proporciones sexuales 1:1 y 2:1, respectivamente).

3.2. Duración de los instares ninfales y proporción sexual de la generación F₁

Se encontraron diferencias significativas ($F = 32.36$; $gl = 1863$; $P < 0.0001$) en la duración de los diferentes instares ninfales procedentes de las hembras de las tres proporciones sexuales ensayadas. Las ninfas N1 y N5 tuvieron una duración de 4 días en las tres proporciones sexuales, excepto las ninfas N5 provenientes de las

hembras de la proporción sexual 2:1 que vivieron 3.5 días. Por su parte, las ninfas N2, N3 y N4 provenientes de las hembras de las tres proporciones sexuales tuvieron una duración de 3 días (Cuadro 2).

Cuadro 2. Duración (días \pm EE) de los distintos instares ninfales de *E. varians* provenientes de hembras de diferentes proporciones sexuales.

Proporción sexual (macho:hembra)	Duración de los instares ninfales (días)				
	N1	N2	N3	N4	N5
1:1	4.00 \pm 0.09Aa	2.73 \pm 0.09Ab	3.10 \pm 0.09Ac	3.16 \pm 0.09Ac	3.89 \pm 0.09Aa
2:1	4.04 \pm 0.08Aa	2.75 \pm 0.08Ab	3.19 \pm 0.08Ac	2.79 \pm 0.08Bb	3.50 \pm 0.08Bd
3:1	4.01 \pm 0.06Aa	3.04 \pm 0.06Bbd	3.53 \pm 0.06Bc	3.06 \pm 0.06Ad	3.71 \pm 0.06ABc

Medias entre columnas (letras mayúsculas) y filas (letras minúsculas) seguidas por la misma letra no difieren significativamente ($P \geq 0.01$; LSD separación de medias) ($F = 32.36$; $gl = 1863$; $P < 0.0001$).

La proporción sexual (1:1, 2:1 y 3:1) de los progenitores no afectó significativamente ($F = 1.29$; $gl = 366, 2$; $P = 0.27$) la proporción sexual de sus descendientes. Esta se mantuvo en un rango entre 0.42 ± 0.05 (macho) y 0.58 ± 0.05 (hembra).

3.3. Longevidad de los progenitores

Las hembras de *E. varians* de la proporción sexual 3:1 vivieron un día menos (26.57 ± 0.55) comparado con las hembras de las proporciones sexuales 1:1 (27.14 ± 0.55) y 2:1 (27.57 ± 0.55); aunque mínima, esta diferencia fue significativa ($F = 0.83$; $gl = 18,2$; $P = 0.0001$). La longevidad de las hembras tuvieron una relación negativa y significativa con la proporción sexual ($r = -0.16$; $P = 0.0001$). Esto significa que la longevidad de las hembras disminuyó cuando se incrementó el número de machos con los cuales se apareó.

3.4. Depredación de *E. varians* sobre *B. cockerelli*

a) *Disposición de la presa en diferentes folíolos:* Cuando las ninfas de diferente instar de *B. cockerelli* se colocaron en diferentes folíolos, la depredación de *E. varians* dependió del instar ninfal y sexo del depredador, así como de los instares ninfales de la presa (Cuadro 3). Durante un periodo de 24 h, las hembras y machos, así como las ninfas N3, N4 y N5 de *E. varians* consumieron significativamente ($F = 56.08$; $gl = 120,19$; $P \leq 0,0001$) más (entre 3-5) ninfas N2 de *B. cockerelli*, seguido de las N3 (entre 2-3, excepto los machos que consumieron 0.5 ninfas), N4 (entre 0-2) y N5 (entre 0-1). Los machos y ninfas N3 de *E. varians* no consumieron ninfas N4 y/o N5 de *B. cockerelli*.

Cuadro 3. Depredación de distintos estados de vida, y sexo, de *E. varians* sobre los diferentes instares ninfales de *B. cockerelli* presentes en diferentes foliolos de tomate.

Estado de vida/sexo de <i>E. varians</i>	Instares ninfales de <i>B. cockerelli</i>			
	N2	N3	N4	N5
Hembras	4.71 ± 0.22Aa	3.42 ± 0.22 ADb	1.85 ± 0.22 Ac	0.71 ± 0.22 Ad
Machos	4.71 ± 0.22 Aa	0.42 ± 0.22 Bb	0.00 ± 0.22 Bb	0.00 ± 0.22 Bb
N5	3.42 ± 0.22 Ba	2.42 ± 0.22 Cb	0.71 ± 0.22 Cc	0.28 ± 0.22 ABc
N4	4.14 ± 0.22 Aa	3.57 ± 0.22 Da	1.42 ± 0.22 Ab	0.14 ± 0.22 ABc
N3	3.28 ± 0.22 Ba	2.85 ± 0.22 ACa	1.42 ± 0.22 Ab	0.00 ± 0.22 Bc

Medias entre columnas (letras mayúsculas) y filas (letras minúsculas) seguidas por la misma letra no difieren significativamente ($P \geq 0.01$; LSD separación de medias) ($F = 56.08$; $gl = 120,19$; $P \leq 0.0001$).

b) Disposición de la presa en un mismo foliolo: Cuando las ninfas N2, N3, N4 y N5 de *B. cockerelli* se colocaron sobre un solo foliolo de tomate, la depredación de *E. varians* también dependió del estado de vida, instar ninfal y sexo del depredador, así como de los instares ninfales de la presa (Cuadro 4). En 24 h, las hembras y machos, así como las ninfas N3, N4 y N5 de *E. varians* consumieron significativamente ($F = 63.20$; $gl = 120,19$; $P < 0.0001$) más ninfas N2 de *B. cockerelli* (entre 4-5), seguido de las N3 (entre 2-4, excepto los machos que consumieron 0.5 ninfas) y N4 (entre 0-2). Los machos y ninfas N4 de *E. varians* no consumieron ninfas N4 y/o N5 de *B. cockerelli*.

Cuadro 4. Depredación de distintos estados de vida, y sexo, de *E. varians* sobre los diferentes instares ninfales de *B. cockerelli* presentes en un solo foliolo.

Estado de vida/sexo de <i>E. varians</i>	Instar ninfal de <i>B. cockerelli</i>			
	N2	N3	N4	N5
Hembras	4.71 ± 0.22Aa	3.85 ± 0.22Ab	1.85 ± 0.22AC	0.57 ± 0.22Ad
Machos	4.28 ± 0.22ABa	0.57 ± 0.22Bb	0.00 ± 0.22Bb	0.00 ± 0.22Ab
N5	3.85 ± 0.22Ba	1.85 ± 0.22Cb	0.57 ± 0.22BCC	0.42 ± 0.22AC
N4	4.42 ± 0.22ABa	3.71 ± 0.22Ab	1.00 ± 0.22CC	0.00 ± 0.22Ad
N3	4.14 ± 0.22ABa	3.28 ± 0.22Ab	0.28 ± 0.22BC	0.28 ± 0.22AC

Medias entre columnas (letras mayúsculas) y filas (letras minúsculas) seguidas por la misma letra no difieren significativamente ($P \geq 0,01$; LSD separación de medias) ($F = 63.20$; $gl = 120,19$; $P \leq 0,0001$).

4. DISCUSIÓN

En insectos con reproducción sexual, la transferencia del esperma de los machos hacia las hembras durante la cópula tiene importantes efectos en los procesos de fecundidad y fertilidad, así como en la longevidad de las mismas (Simmons 2001; Wedell *et al.* 2002). La fecundidad, o potencial de una hembra para producir huevos, es un parámetro que se mide para conocer el estado reproductivo de las colonias de insectos que se encuentran bajo cría (Franco 2010; Rabinovich 1984). Las hembras de *E. varians* depositan sus huevos dentro de los tallos, peciolos y nervaduras principales de las hojas de sus hospederos (Medina 2014), lo que dificulta la determinación de su fecundidad. Por ello, en este estudio, sólo se contabilizaron las ninfas provenientes de hembras de tres diferentes proporciones sexuales: 1:1, 2:1 y 3:1 (macho:hembra). Las hembras de la proporción sexual 3:1 produjeron más descendencia (24.4 ninfas/hembra), comparado con las hembras de las otras dos proporciones sexuales. Esto podría indicar que las hembras de *E. varians* presentan el fenómeno de poliandria. En algunas especies de insectos, la poliandria es un fenómeno adaptativo debido a que las hembras copulan con varios machos para fertilizar, con espermatozoides competitivos, la mayor proporción de sus huevos y con ello aumentar la diversidad genética de su descendencia (Fedorka y Mousseau 2002). Franco *et al.* (2011) reportaron que las hembras de *N. tenuis* son poliándricas; sin embargo, no se ha confirmado si el incremento de la descendencia de este depredador es una consecuencia de este fenómeno. En insectos de órdenes distintos, tales como *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) (Abdel-Azim *et al.* 2012), *Pieris napi* L. (Lepidoptera: Pieridae) (Wiklund *et al.* 1993) y *Euborellia plebeja* Dohrn (Dermaptera: Anisolabididae) (Kamimura 2003), el número de su progenie incrementó debido a que las hembras se aparearon con diferentes machos, como pudo suceder en el presente estudio.

La relación negativa entre la edad de las hembras de *E. varians* y el número de descendientes en las tres proporciones sexuales indicó que la fecundidad disminuyó conforme a su edad. Esta disminución de la fecundidad, respecto al incremento de la edad de las hembras, también se observó en *M. pygmaeus* (Perdikis y Lykouressis 2002) y *M. caliginosus* (Fauvel *et al.* 1987, Vandekerkhove *et al.* 2006). Además, las hembras de *E. varians* produjeron la mayor parte de su descendencia (80%) entre el periodo de 5-16 días de edad, lo cual es similar a lo reportado para *N. tenuis* (Sanchez *et al.* 2008) y *Dagbertus* sp. (Yulisa 2010) que produjeron su máxima descendencia entre los 10-14 y a los 10 días de edad, respectivamente.

La duración de los cinco instares ninfales de *E. varians* procedentes de las hembras de las tres proporciones sexuales alimentadas con una mezcla de ninfas N2 y N3 de *B. cockerelli* + huevos de *S. cerealella* estuvo comprendida entre 16.3 y 17.3 días, similar a lo reportado previamente para este mismo depredador (~17 días) (Medina 2014), *M. pygmaeus* (15.36 días) (Molla *et al.* 2014) y *Monalonion annulipes* Signoret (17 días)

(Riera 2012). En contraste, la duración del estado de ninfa de *Tupiocoris cucurbitaceus* Spinola (Hemiptera: Miridae) (Burla *et al.* 2014) y *Monalonion velezangeli* Carvalho y Costa (Giraldo-Jaramillo *et al.* 2010) fue de 21 y 26 días, respectivamente. En heterópteros, un incremento en el número de instares o en la duración de los mismos pueden indicar una inadecuada nutrición (Slansky y Rodríguez 1987). En el presente estudio, las ninfas procedentes de las hembras de las tres proporciones sexuales presentaron cinco instares y solamente los instares N2 y N3 procedentes de las hembras de la proporción sexual 3:1 tuvieron una duración de 1.1 veces más comparado con los mismos instares procedentes de las hembras de las otras dos proporciones sexuales. Este efecto puede ser posible debido al beneficio genético que recibieron las hembras al tener diversos apareamientos y transmitirlo a su descendencia.

De acuerdo con Ivy y Sakaluk (2005), las hembras de insectos que se aparean con diferentes machos pueden conseguir beneficios materiales o genéticos. En el primero, las hembras reciben una renovación del suministro de esperma, consiguen sustancias que favorecen su salud y estimulan su producción de huevos y/o consiguen una reducción de hostigamiento sexual (Arnqvist y Nilsson 2000). En el beneficio genético, las hembras producen más descendencia genéticamente diversa y de más alta calidad, viabilidad y atracción sexual (Jennions y Petrie 2000). Este último beneficio es difícil de demostrar en los experimentos debido a que las hembras con apareamientos múltiples siempre mejoran su calidad de vida con los nutrientes que donan los machos (Ivy y Sakaluk 2005). Al respecto, estos mismos autores reportaron que las hembras de *Grylloides sigillatus* (Walker) (Orthoptera: Gryllidae) recibieron un beneficio genético derivado de los múltiples apareamientos con distintos machos. En este caso, las hembras de este insecto produjeron mayor descendencia, misma que sobrevivió hasta la etapa reproductiva, comparado con la descendencia derivada de las hembras apareadas varias veces con el mismo macho o las que se aparearon una vez. El tiempo de desarrollo de los descendientes también se evaluó en ese estudio pero no fue posible demostrar si el beneficio genético en *G. sigillatus* influyó sobre este parámetro biológico.

La longevidad de las hembras de *E. varians* de la proporción sexual 3:1 fue menor comparado con comparada con observada en las hembras de las otras dos proporciones sexuales ensayadas. Se asume que esta reducción en el tiempo de vida de estas hembras se debe a la inversión del gasto energético que tuvieron en la producción de huevos y en los apareamientos. En míridos depredadores, no existen estudios en los cuales se haya determinado la longevidad de las hembras que se aparean varias veces. Sin embargo, en *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) se observó que la longevidad de las hembras disminuyó como resultado de la producción de huevos y los múltiples apareamientos (Chapman *et al.* 1998).

En general, los primeros instares ninfales de los míridos zoofitófagos se alimentan de los fluidos de las plantas; sin embargo, este hábito puede cambiar según la abundancia o disponibilidad de presas (Goula y Alomar 1994, Urbaneja *et al.* 2005; Dalin *et al.* 2011). En los dos experimentos de depredación realizados en el presente estudio, se encontró que las hembras de *E. varians* depredaron más ninfas de *B. cockerelli* que los machos, similar a lo observado previamente con este mismo complejo depredador-presa (Velázquez *et al.* 2014) y en *T. cucurbitaceus* sobre ninfas de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood y *B. tabaci* (Arce 2010). Esto puede atribuirse a los requerimientos nutricionales de las hembras debido a que necesitan mayor energía para la formación y deposición de sus huevos. Por otra parte, los tres instares ninfales, así como las hembras y machos de *E. varians* también mostraron una marcada preferencia por las ninfas N2 de *B. cockerelli*. La preferencia por presas de instares más pequeños también se encontró en *N. tenuis* (Valderrama *et al.* 2007), *M. pygmaeus* (Fantinou *et al.* 2009), *Dicyphus maroccanus* Wagner (Hemiptera: Miridae) (Pérez y Urbaneja 2014) y *D. tamaninii* (Saleh 2002). Fauvel *et al.* (1987) observaron que el tamaño, la movilidad y la dureza de la cutícula de la presa juegan un papel importante en la preferencia de depredación ya que está asociada a la facilidad de manipulación del depredador. De igual forma, Lucas *et al.* (1997), Charnov (1976) y Valderrama *et al.* (2007) reportaron que la preferencia podría estar asociada a la relación de tamaño entre el depredador y su presa. Una presa de mayor tamaño ofrece mayor nutrición comparado con las más pequeñas; sin embargo, el depredador necesita consumir más cantidad de presas de menor tamaño por el contenido nutricional que estas ofrecen. Al respecto, los adultos de *N. tenuis* prefirieron alimentarse de los instares N1 y N2 de *T. vaporariorum* comparado con las instares N3 y N4 (Valderrama *et al.* 2007). Por su parte Murdoch (1969), Begon *et al.* (1996) y Arce (2010) mencionaron que en la preferencia de depredación también está implicada la densidad de las presas. A mayor disponibilidad de presas, mayor será el consumo debido a que el depredador las localiza más fácilmente, lo que coincide con lo observado en el presente estudio.

Cuando los diferentes instares ninfales de *B. cockerelli* se encontraron en un solo foliolo, los tres instares ninfales de *E. varians* depredaron más ninfas N2 que cuando se ofreció cada instar de la presa por foliolo. Esto puede ser debido a la distribución y al tamaño de las presas. Esto es similar a los resultados de Valderrama *et al.* (2007), quienes reportaron que los adultos de *N. tenuis* se alimentaron de instares ninfales más pequeños de *T. vaporariorum* que de instares más desarrollados. Estos autores también observaron que este depredador presentó más demanda de energía cuando la distribución de las ninfas de su presa fue dispersa en las hojas. En contraste, cuando ninfas N4 y N5 del pulgón *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) se colocaron en una distribución agregada sobre hojas de tabaco, se observó que los adultos de *N. tenuis* mostraron un aumento en la frecuencia de encuentro con las presas.

5. CONCLUSIONES

- ✓ En este trabajo se reporta por primera vez la influencia de la proporción sexual de *E. varians* sobre algunos de sus parámetros biológicos y reproductivos.
- ✓ Los resultados obtenidos indicaron que este depredador generó más descendencia con altas proporciones de machos y tuvo una marcada preferencia por depredar instares ninfales N2 y N3 de *B. cockerelli*.
- ✓ Estos resultados podrían complementar el desempeño del parasitoide *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) el cual prefiere parasitar ninfas N4 y N5 (Morales *et al.* 2013).
- ✓ Esta información servirá para plantear nuevas investigaciones orientadas a conocer el potencial de este depredador y su posible uso en programas de control biológico contra esta plaga.

6. LITERATURA CITADA

- Abdel-Azim, M. M., P. S. P. V. Vidyasagar, S. A. Aldosari, R. Mumtaz. 2012. **Impact of mating frequency on fecundity, fertility and longevity of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae).** *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2 (4): 520-528.
- Arce, R. F. 2010. **Evaluación biológica de *Tupiocoris cucurbitaceus* (Hemiptera: Miridae) con miras a su uso como potencial agente de control biológico del complejo de moscas blancas presentes en cultivos hortícolas en la Argentina (*Trialeurodes vaporariorum* – *Bemisia tabaci*).** Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 54pp.
- Arnqvist, G., T. Nilsson. 2000. **The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects.** *Animal Behaviour*. 60 (2): 145-164.
- Begon, M., J. L. Harper, C. R. Townsend. 1996. **Ecology: Individuals, populations and communities.** Blackwell, Oxford.
- Bueno, V. H. P., J. C. Van Lenteren, J. C. Jr. Lins, A. M. Calixto, F. C. Montes, D. B. Silva, L. D. Santiago, L. M. Pérez. 2013. **New records of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) predation by Brazilian hemipteran predatory bugs.** *Journal of Applied Entomology*. 137 (1-2): 29-34.
- Burla, J. P., G. Grille, M. E. Lorenzo, J. Franco, O. Bonato, C. Basso. 2014. **Effect of different diets on the development, mortality, survival, food uptake and fecundity of *Tupiocoris cucurbitaceus* (Hemiptera: Miridae).** *Florida Entomologist*. 97 (4): 1816-1824.
- Cassis, G., T. Schuh. 2012. **Systematic, biodiversity, biogeography, and host associations of the Miridae (Insecta: Hemiptera: Heteroptera: Cimicomorpha).** *The Annual Review of Entomology*. 57: 377-404.
- Castañé, C., J. Arnó, R. Gabarra, O. Alomar. 2011. **Plant damage to vegetable crops by zoophytophagous mirid predators.** *Biological Control*. 59 (1): 22-29.
- Castineiras, A. 1995. **Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in Cuba.** *Florida Entomologist*. 78 (3): 583-585.
- Chapman, T., M. Takahisa, H. K. Smith, L. Partridge. 1998. **Interactions of mating, egg production and death rates in females of the Mediterranean fruitfly, *Ceratitidis capitata*.** *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. 265 (1408): 1879-1894.

- Charnov, E. L. 1976. **Optimal foraging, the marginal value theorem.** *Theoretical Population Biology*. 9 (2): 129-136.
- Crayon, J. 1961. **Quelques remarques sur les Hemiptera-Heteropteras: leur importance comme insectes auxiliares et les possibilites de leur utilisatios dans la luttebiologique.** *Entomophaga*. 6 (2): 133-141.
- Dalin, P., T. Demoly, M. F. Kabir, C. Björkman. 2011. **Global land-use change and the importance of zoophytophagous bugs in biological control: Coppicing willows as a timely example.** *Biological Control*. 59 (1): 6-12.
- De Puyseleir, V., S. De Man, M. Höfte, P. De Clercq. 2013. **Plantless rearing of the zoophytophagous bug *Nesidiocoris tenuis*.** *BioControl*. 58 (2): 205-213.
- Fantinou, A. A., D. Ch. Perdikis, P. D. Labropoulos, D. A. Maselou. 2009. **Preference and consumption of *Macrolophus pygmaeus* preying on mixed instar assemblages of *Myzus persicae*.** *Biological Control*. 51 (1): 76-80.
- Fauvel, G., J. C. Malausa, B. Kaspar. 1987. **Etude en laboratoire des principales caractéristiques biologiques de *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae).** *Entomophaga*. 32 (5): 529-543.
- Fedorka, K. M., T. A. Mousseau. 2002. **Material and genetic benefits of female multiple mating and polyandry.** *Animal Behaviour*. 64 (3): 361-367.
- Franco, V. K. 2010. **Biología de la reproducción de los míridos depredadores *Macrolophus pygmaeus* y *Nesidiocoris tenuis*.** Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Barcelona, España. 132 pp.
- Franco, K., A. Jauset, C. Castañe. 2011. **Monogamy and polygamy in two species of mirid bugs: A functional-based approach.** *Journal of Insect Physiology*. 57 (2): 307-315.
- Giraldo-Jaramillo, M., M. P. Benavides, V. C. García. 2010. **Aspectos morfológicos y biológicos de *Manolonion velezangeli* Carvalho & Costa (Hemiptera: Miridae) en café.** *Cenicafé*. 61: 195-205.
- Goula, M., O. Alomar. 1994. **Míridos (Hereroptera Miridae) de interés en el control integrado de plagas en el tomate. Guía para su identificación.** *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*. 20 (1): 131-143.
- Hoagland, D. R., D. I. Arnon. 1950. **The water-culture method for growing plants without soil.** *Circular. California Agricultural Experiment Station*. 347 (2nd edit).

- Illingworth, J. F. 1937. **Observations on the predaceous habits of *Cyrtopeltis varians* (Dist.) (Hemip.).** *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 9: 458-459.
- Ivy, T. M., S. K. Sakaluk. 2005. **Polyandry promotes enhanced offspring survival in decorated crickets.** *Evolution*. 59 (1): 152-159.
- Jennions, M. D., M. Petrie. 2000. **Why do females mate multiply? A review of the genetic benefits.** *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 75 (1): 21-64.
- Kamimura, Y. 2003. **Effects of repeated mating and polyandry on the fecundity, fertility and maternal behaviour of female earwigs, *Euborellia plebeja*.** *Animal Behaviour*. 65 (1): 205-214.
- Kullenberg, B. 1946. **Studienüber die biologie der capsiden.** *Zoologiskabidrag Uppsala* 23 (suppl.): 522.
- Lucas, E., D. Coderre, J. Brodeur. 1997. **Instar-specific defense of *Coleomegilla maculata lengi* (Col.: Coccinellidae): Influence on attack success of the intraguild predator *Chrysoperla rufilabris* (Neur.: Chrysopidae).** *Entomophaga*. 42 (1-2): 3-12.
- Martínez, A. M., M. Baena, J. I. Figueroa, P. Del Estal, M. Medina, E. L. Guzmán, S. Pineda. 2014. **Primer registro de *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) en México y su depredación sobre *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Triozidae): una revisión de su distribución y hábitos.** *Acta Zoológica Mexicana*. 30(3): 617-624.
- Medina, P. M. 2014. **Identificación y biología de *Engytatus varians* Distant (Hemiptera: Miridae): depredación sobre el psílido del tomate, *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Triozidae).** Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia Michoacán, México. 66 pp.
- Molla, O. A., A. Biondi, M. Valiente, A. Urbaneja. 2014. **A comparative life history study of two mirid bugs preying on *Tuta absoluta* and *Ephestia kuehniella* eggs on tomato crops: implications for biological control.** *BioControl*. 59 (2): 175-183.
- Morales, A. S. I., A. M. Martínez, J. I. Figueroa, A. M. Espino, J. M. Chavarrieta, R. Ortíz, S. Pineda. 2013. **Parámetros de vida del parasitoide sinovigénico *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae).** *Revista Colombiana de Entomología*. 39 (2): 243-250.

- Murdoch, W. W., 1969. **Switching in general predators: Experiments on predator specificity and stability of prey populations.** *Ecological Monographs* 39 (4): 335-354.
- Perdikis, D., D. Lykouressis. 2002. **Description of the egg and nymphal instars of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae).** *Entomología Hellenica*. 14: 32-40.
- Pérez, H. M., A. Urbaneja. 2014. **Prospects for predatory mirid bugs as biocontrol agents of aphids in sweet peppers.** *Journal of Pest Science*. 88 (1): 65-73.
- Rabinovich, J. E. 1984. **Introducción a la ecología de poblaciones animales.** CECSA. 3ª edición. México. 313.
- Riera, C. A. 2012. **Contribución al conocimiento de plagas del cacao: Situación actual y mecanismos de Antixenosis sobre *Monalonion dissimulatum* Distant.** Tesis Ingeniero Agrícola y Biológico. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. 87 pp.
- Saleh, A. 2002. **Biological and ecological studies on the polyphagous predatory bug *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera: Miridae) as a natural enemy of the melonaphid *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae).** Tesis Doctorado. Institutfür Pflanzen krankheiten der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn. 74 pp.
- Sánchez, J. A., A. Lacasa, J. Arno, C. Castañe, O. Alomar. 2008. **Life history parameters for *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Het: Miridae) under different temperature regimes.** *Journal of Applied Entomology*. 133 (2): 125-132.
- Simmons, L. W. 2001. **The evolution of polyandry: An examination of the genetic incompatibility and good-sperm hypotheses.** *Journal of Evolutionary Biology*. 14 (4): 585-594.
- Slansky, J., F. Rodriguez, J. G. 1987. **Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates: An overview.** pp. 1-69. En: J. Wiley. Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates. New York.
- Urbaneja, A., G. Tapia, P. A. Stansly. 2005. **Influence of host plant and prey availability in the developmental time and survival of *Nesidiocoris tenuis*.** *Biocontrol Science and Technology*. 15 (5): 513-518.

- Valderrama, K., J. Granobles, E. Valencia, M. Sánchez. 2007. ***Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) depredador en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*).** *Revista Colombiana de Entomología*. 33 (2): 141-145.
- Vandekerkhove, B., E. van Baal, K. Bolckmans, P. De Clercq. 2006. **Effect of diet and mating status on ovarian development and oviposition in the polyphagous predator *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae).** *Biological Control*. 39 (3): 532-538.
- Velázquez -Rodríguez Y. B., S. I. Morales, S. Pineda, L.V. M. Mena, J.M. Y. Chavarrieta, A.M. Martínez. 2014. **Depredación de la chinche *Engytatus* sp. (Hemiptera: Miridae) sobre huevos y ninfas de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae).** pp. 208-212. En: Estrada Venegas E.G., M.P. Chaires Grijalva, J.A. Acuña Soto, A. Equihua M., A. Pescador Rubio y M.V. Rodríguez Iglesias (eds.). *Entomología mexicana Vol. XIII. Sociedad Mexicana de Entomología*. 1243 pp.
- Wedell, N., C. Wiklund, P. A. Cook. 2002. **Monoandry and polyandry as alternative lifestyles in butterfly.** *Behavioral Ecology*. 13 (4): 450-455.
- Wheeler, A. G., 2001. *Biology of the plant bugs (Hemiptera: Miridae): pests, predators, opportunists.* *Cornell University Press*. 507 pp.
- Wiklund, C., A. Kaitala, V. Lindfors, J. Abenius. 1993. **Polyandry and its effect on female reproduction in the green-veined white butterfly (*Pieris napi* L.).** *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 33(1): 25-33.
- Yarita, Y. 2010. **Ciclo biológico y algunos aspectos del comportamiento de *Dagbertus* sp. en cultivo de palto.** (Disponible en: http://www.avocadosource.com/international/peru_papers/YaritaYulissa2005.pdf. (Ingresado en septiembre 2015).

CAPITULO III

EFFECTO DE PRESA Y PLANTA HOSPEDERA SOBRE LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y DEMOGRÁFICOS DE *Dicyphus maroccanus* WAGNER (HEMIPTERA: MIRIDAE)

Resumen

Dicyphus maroccanus Wagner es un mírido de reciente detección en la Península Ibérica, el cual se identifica como un enemigo natural potencial de la mosquita blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). En este estudio se avaluó el efecto que tiene el tipo de presa y planta hospedera en los parámetros biológicos y demográficos de este depredador. Para ello, se siguió el desarrollo de dos cohortes de ninfas recién emergidas de *D. maroccanus*. Una cohorte se alimentó con huevos de *E. kuehniella* ó ninfas N2 - N3 de *B. tabaci* sobre discos de hojas de tomate; y la otra cohorte se alimentó de ninfas N2 - N3 de *B. tabaci* sobre discos de hojas de pimiento o tabaco o tomate. Ambas cohortes tuvieron un tratamiento que no se les proporcionó alimento. Las ninfas de *D. maroccanus* tuvieron una mayor duración cuando se alimentaron de ninfas N2 - N3 de *B. tabaci* (27 días) que con huevos de *E. kuehniella* (21 días). Durante todo su desarrollo, las ninfas de *D. maroccanus* consumieron, en promedio, 344 huevos ó 65.5 ninfas. El tipo de alimento no afectó la supervivencia del estado ninfal. Las ninfas sin alimento sólo sobrevivieron hasta el segundo instar. Los parámetros demográficos r_m , R_0 y T de *D. maroccanus* indicaron que la dieta de *E. kuehniella* es la que refleja el más alto crecimiento poblacional. En la segunda cohorte, la duración total del desarrollo ninfal fue mayor sobre tomate (27.1 días) que en tabaco y pimiento (22.1 y 20.5 días, respectivamente). Las ninfas de *D. maroccanus* consumieron más presas en hojas de tomate (65.5 ninfas) que en tabaco y pimiento (54.4 y 51.4 ninfas, respectivamente). La supervivencia total fue más alta en ninfas mantenidas sobre hojas de tomate (0.94) que en pimiento y tabaco (0.76 para ambas plantas). Las ninfas fueron incapaces de completar su desarrollo en ausencia de presas. Los parámetros demográficos r_m , R_0 y T indicaron que las plantas de pimiento y tabaco son las que reflejan los más altos valores de crecimiento poblacional de *D. maroccanus*. Se concluye que este mírido responde de manera diferente en distintos tipos de plantas y presas. Es necesario realizar estudios en semi-campo para evaluar la capacidad de *D. maroccanus* como agente de control de control biológico.

Palabras clave: Depredador, solanáceas, mosquita blanca, desarrollo ninfal, supervivencia.

1. INTRODUCCIÓN

La mosca blanca del tabaco, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemíptera: Aleyrodidae), es una plaga de gran interés económico por los daños directos e indirectos que provoca, el primero derivado de la propia alimentación del insecto y el segundo por ser vector de diversas enfermedades causadas por virus (Vázquez 2002). *Bemisia tabaci* es una especie polífaga que puede desarrollarse sobre un amplio rango de hospederos silvestres y cultivados, aproximadamente en más de 500 especies de las familias Leguminosae, Compositae, Malvaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae y Cucurbitaceae (Brown y Bird 1992; Greathead 1986; Wagner 1995).

En los últimos 25 años, el uso de depredadores para controlar mosca blanca ha sido practicado en varias partes de Europa (Arnó *et al.* 2005), especialmente en la región mediterránea donde las especies de míridos *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) y *Macrolophus caliginosus* Wagner se han incorporado a programas de manejo de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) y *B. tabaci*, tanto en cultivos a campo abierto como en invernadero (López *et al.* 2012). *Nesidiocoris tenuis* es muy común en cultivos de tomate donde se manejan insecticidas de poco o nulo espectro (Calvo *et al.* 2009), se considera como una especie con amplia capacidad para depredar a mosca blanca, trips, araña rojo y pulgón (Calvo y Urbaneja 2004). *Dicyphus hesperus* (Knight) es otro ejemplo de mírido que se ha usado con éxito, bajo el enfoque de manejo integrado de plagas, en cultivos protegidos de Norte América (Sánchez *et al.* 2003; Guillespie *et al.* 2007). Recientemente, en la Península Ibérica, se detectó a *Dicyphus maroccanus* Wagner depredando huevos de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en cultivo de tomate (González-Cabrera *et al.* 2011). Aunque *D. maroccanus* se ha encontrado depredando también a áfidos y ácaros en el mismo cultivo, se carece de estudios en torno a su integración en programas de control biológico (Pérez y Urbaneja 2014). Por ello, en esta investigación se propone conocer el efecto que tiene el tipo de presa y planta hospedera en los parámetros biológicos y demográficos de este depredador.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Cría de *D. maroccanus*

La cría de *D. maroccanus* se inició con 30 adultos (15 hembras y 15 machos) que se obtuvieron del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Valencia, España. Ninfas y adultos del depredador se criaron sobre seis plantas de *Lycopersicon esculentum* Mill. (tomate) (~ 40 cm de altura y 5-6 hojas bien desarrolladas) en una jaula con soporte de aluminio (50 x 50 x 50 cm) cubierta con tela de organza y se alimentaron con huevos de la palomilla mediterránea de las harinas, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) (Entofood®, Koppert, Holanda). Estos huevos se colocaron sobre tiras adhesivas (5 x 27 cm), las cuales, a su vez se colocaron sobre las hojas de las plantas de tomate y se remplazaron cada tres o cuatro días. Las plantas de tomate se mantuvieron en la jaula de cría por un periodo de 30 días y sirvieron como sustrato de oviposición y fuente de agua, como se ha realizado con otras especies de míridos tales como *N. tenuis* (Calvo *et al.* 2009; De Puyseleir *et al.* 2013; Urbaneja *et al.* 2005), *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (López *et al.* 2011) y *Tupiocoris cucurbitaceus* Spinola (Orozco *et al.* 2012). El proceso de cría se completó en una cámara bioclimática a 25 ± 1.5 °C, 60% de humedad relativa y un fotoperiodo de 16:8 h (luz: oscuridad) en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de Koppert Biological System S.L., Águilas, Murcia, España.

2.2. Influencia del alimento sobre los parámetros biológicos y demográficos de *D. maroccanus*

El desarrollo de las ninfas de *D. maroccanus* se siguió al someterlas a los siguientes tres tratamientos de alimentación: i) huevos de *E. kuehniella*, ii) 25-30 ninfas N2-N3 de *B. tabaci*, y iii) sin presa, sobre un disco de hoja de tomate. El alimento de los tres tratamientos se preparó y ofreció a las ninfas de *D. maroccanus* como sigue: En un vaso de plástico transparente (6.2 cm diámetro x 3 cm de altura) que contenía 20 ml de una solución de agar al 2% (para evitar la deshidratación foliar) se colocó un disco (~5 cm de diámetro) de hoja de tomate con el envés hacia arriba, sobre el cual se colocaron los alimentos. Antes de la exposición, los huevos de *E. kuehniella* se colocaron, con el uso de pegamento adhesivo no tóxico (posit), sobre un cuadro (0.5 cm²) de papel Bond® color negro.

Para obtener las ninfas N2-N3 de *B. tabaci*, en una jaula de soporte de aluminio se liberaron, sobre seis plantas de tomate, 60 mg de adultos de *B. tabaci* para su oviposición. Los adultos de *B. tabaci* procedían de una cría establecida en los invernaderos de Koppert Biological System. Después de tres días, estas plantas se retiraron de la jaula, se colocaron en otra libre de insectos y se siguió el desarrollo de los huevos de la mosca blanca. El proceso de cría se realizó bajo las mismas condiciones antes mencionadas. Quince días después, del inicio de la oviposición, se cortaron los discos de hojas de tomate con la mezcla de ninfas N2-N3.

Cuando los vasos de plástico estuvieron preparados con, o sin, alimento de los tratamientos descritos anteriormente, en cada uno se introdujo una ninfa de primer instar (<12 h después de la emergencia) de *D. maroccanus*. El vaso se cubrió con tela organza con el fin de favorecer la circulación de aire y evitar el escape de los insectos. El alimento (huevos de *E. kuehniella* y las ninfas N2-N3 de *B. tabaci*), así como los discos de hojas de tomate, se reemplazaron cada cuatro días. Se realizaron 50 repeticiones (una ninfa = a una repetición) por cada tratamiento.

Para determinar la duración, en días, de cada instar ninfal, cada vaso de plástico se examinó cada 24 h y, en caso de estar presentes las exuvias, se registró el cambio de un instar ninfal a otro. También se registró el número de presas consumidas (huevos de *E. kuehniella* y/o ninfas N2-N3 de *B. tabaci*) y supervivencia de cada instar ninfal del depredador. Después de la emergencia de los adultos de *D. maroccanus*, se determinó la proporción de sexos. Los huevos de *E. kuehniella* consumidos por las ninfas de *D. maroccanus* se reconocieron porque tuvieron menos contenido de vitelo que los sanos, con apariencia de deshidratación, mientras que el cuerpo de las ninfas de *B. tabaci* depredadas quedaba parcial o completamente vacío de su hemolinfa.

Posteriormente, si suficientes adultos fueron disponibles, de cada tratamiento se eligieron al azar 20 hembras + 20 machos para determinar fecundidad, fertilidad, longevidad, supervivencia y parámetros demográficos. Durante todo el experimento, los adultos se alimentaron con la misma dieta de la cual se alimentaron en su estado de ninfa. También se incluyó un tratamiento sin presa. Debido a que no hubo emergencia de adultos en el tratamiento donde las ninfas del depredador se alimentaron solamente del disco de hoja de tomate, para este tratamiento los adultos del depredador, elegidos al azar de la cría, se alimentaron solamente de la planta de tomate.

Con el fin de conocer los parámetros biológicos (fecundidad, longevidad, tasa de oviposición) y demográficos (tasa intrínseca de crecimiento poblacional, tasa de reproducción neta y tiempo generacional) de *D. maroccanus* se siguió la metodología propuesta por Sánchez *et al.* (2009). En un vaso de plástico transparente (370 cm³), que contenía en su interior una planta de tomate (~14 cm de altura con una hoja bien desarrollada), se introdujo 1 macho + 1 hembra (< 12 h de edad) de *D. maroccanus*. Para mantener la turgencia, la raíz de la planta se pasó, a través de un agujero (1.5 cm de diámetro), hecho en la base del vaso, hasta alcanzar el agua (20 ml) contenida en otro vaso de igual capacidad y que se colocó sobrepuesto. Para evitar el escape de los insectos, el vaso se cubrió con tela de organza, la cual se sujetó con una cinta elástica, mientras que el agujero hecho en la base del vaso se cubrió con plastilina de color rojo.

Las plantas de tomate se reemplazaron cada tres días hasta la muerte de las hembras. Después de cada exposición, el tallo, así como el peciolo y nervaduras principales de la hoja de cada planta de tomate se

revisaron, con ayuda de un microscopio estereoscópico, para determinar la fecundidad (= número de huevos depositados) por hembra durante toda su vida. Las hembras de *D. maroccanus* practican la oviposición endofítica, por lo tanto, los huevos se identificaron por la presencia de sus conductos respiratorios que sobresalieron del tejido vegetativo, lo que comúnmente se le conoce como banderilla.

La fertilidad, expresada en porcentaje de emergencia de ninfas, se determinó con una cohorte de 40 huevos (< 24 h) que provinieron de cinco hembras, elegidas al azar, a los 15 días después del inicio del ensayo de fecundidad. Para ello, los huevos se indicaron con un círculo marcado con un plumón de tinta negra sobre las partes vegetativas mencionadas y, después de tres días de que fueron depositados, se revisaron diariamente hasta el día 15 cuando ya no se observó emergencia de ninfas.

Para determinar la longevidad y supervivencia, las hembras se observaron cada 24 h hasta su muerte. Finalmente, se calcularon los siguientes parámetros demográficos: tasa neta de reproducción ($R_o = \sum l_x m_x$, promedio de hijas por hembra en una generación), tiempo generacional ($T = \ln R_o / r_m$, periodo comprendido entre el nacimiento de los padres y el de la progenie) y tasa intrínseca de crecimiento de la población ($r_m = \sum l_x m_x \times e^{-r_m x} = 1$, cambio poblacional por cada individuo). Previamente se construyó una tabla de vida con los datos de longevidad y fecundidad de las hembras.

2.3. Influencia de la planta hospedera en los parámetros biológicos y demográficos de *D. maroccanus*

Para determinar si la planta hospedera tiene un efecto en la duración, consumo de presas y supervivencia de cada instar ninfal de *D. maroccanus* se siguió el procedimiento descrito en el ensayo anterior con pequeñas modificaciones. En este caso, el desarrollo de las ninfas de *D. maroccanus* se evaluó sobre hojas de *Capsicum annuum* L. (pimiento), *Nicotiana tabacum* L. (tabaco) y *L. esculentum* (tomate) (= tratamientos), donde cada instar ninfal se alimentó con 25-30 ninfas N2 + N3 de *B. tabaci*. Después de la emergencia de los adultos se determinó la proporción sexual. Posteriormente, se eligieron al azar 20 hembras + 20 machos de cada tratamiento para determinar fecundidad, fertilidad, longevidad, supervivencia y parámetros demográficos. Cada pareja se liberó en un vaso que contenían en su interior una planta de pimiento o tabaco o tomate infestada con 25-30 ninfas N2 + N3 de *B. tabaci*, según la planta hospedera donde se mantuvieron en estado de ninfa. Se utilizó el mismo número de repeticiones para ninfas y adultos que el experimento anterior.

2.4. Análisis de datos.

Cuando se cumplieron los supuestos de homocedasticidad y normalidad de los datos, el efecto de la presa y planta hospedadora sobre los parámetros de desarrollo y reproductivos de *D. maroccanus* se analizó mediante un test de análisis de la varianza ANOVA junto a un test de Tukey ($\alpha = 0.05$). Cuando dichos supuestos no se

cumplieron los datos se transformaron según la expresión $\log(x+1)$ para adecuar los datos a los supuestos del análisis, si bien los datos que se presentan en las tablas y figuras son los no transformados. En aquellos casos en que no se pudo lograr cumplir con los supuestos del análisis de varianza ANOVA ni a partir de la transformación de los datos, el análisis del efecto de la presa y la planta hospedadora sobre los parámetros de desarrollo y reproductivos se realizó mediante un test de Kruskal-Wallis ($\alpha=0.05$). Finalmente, el efecto de la presa y la planta hospedadora sobre la supervivencia de las hembras se estudió mediante un test de Kaplan-Meier.

3. RESULTADOS

3.1. Influencia del alimento en los parámetros biológicos y demográficos de *D. maroccanus*

El tipo de alimento afectó significativamente la duración del estado ninfal de *D. maroccanus* ($F_{1,95} = 614.7$; $P < 0.001$) (Cuadro 1). La duración de los instares ninfales N3, N4 y N5 fue significativamente mayor en ninfas alimentadas con la mezcla de ninfas N2-N3 de *B. tabaci* que con huevos de *E. kuehniella*. Por lo tanto, la duración total del desarrollo ninfal fue significativamente mayor con la primera dieta (27.1 ± 0.18 d) que con la segunda (21.0 ± 0.17). Las ninfas del depredador que se desarrollaron sobre el disco de tomate sin alimento solamente alcanzaron el instar N2.

El consumo de huevos de *E. kuehniella* o ninfas N2 - N3 de *B. tabaci* se incrementó de forma proporcional a los instares ninfales de *D. maroccanus*. En promedio cada individuo de *D. maroccanus* en todo su desarrollo ninfal consumió 344 huevos ó 65.5 ninfas (Cuadro 1). La supervivencia de los instares ninfales N1 y N2 de *D. maroccanus* fue significativamente mayor en las que se alimentaron con las ninfas N2-N3 de *B. tabaci* que con huevos de *E. kuehniella*. Sin embargo, un efecto inverso se observó en la supervivencia de las ninfas N5. La supervivencia total del estado de ninfa fue la misma (94%) sin importar el tipo de alimento que consumieron (Cuadro 1). Las ninfas del depredador que se desarrollaron sin alimento solo sobrevivieron hasta el instar N2.

La proporción sexual de los individuos provenientes de las hembras alimentadas con *E. kuehniella* y *B. tabaci* fue 0.37 ± 0.07 : 0.63 ± 0.07 (macho: hembra) para ambos tratamientos, sin diferencias significativas ($P = 1.00$) entre ellas. La fecundidad fue significativamente más alta en hembras alimentadas con huevos de *E. kuehniella* (66.95 ± 1.70) comparado con las hembras alimentadas con ninfas de *B. tabaci* (18.5 ± 1.10) y hembras sin presas (0.4 ± 0.15) (Cuadro 2). El porcentaje de eclosión de huevos fue significativamente ($K_{1,80} = 40.85$; $P < 0.001$) mayor en huevos depositados por hembras que se alimentaron de huevos de *E. kuehniella* (65 ± 0.2) comparado con el de hembras que se alimentaron con ninfas de *B. tabaci* (63 ± 0.0).

Las hembras alimentadas con huevos de *E. kuehniella* vivieron en promedio 1.3 y 3.5 veces más que las hembras alimentadas con ninfas de *B. tabaci* y las hembras que se desarrollaron únicamente sobre el disco de hoja de tomate, respectivamente (Cuadro 2). La figura 1a muestra que las hembras alimentadas con presas tienen más probabilidad de sobrevivir más días que las hembras sin presas. La supervivencia máxima de hembras alimentadas con huevos de *E. kuehniella* y con ninfas de *B. tabaci* fue de 52 y 43 días, respectivamente.

Las hembras que se desarrollaron solamente sobre los discos de hojas de tomate (sin presa) presentaron una reducida tasa de oviposición (0.009) y no se obtuvo descendencia de ellas. Por lo tanto, no se calculó la tasa

intrínseca de crecimiento poblacional, tasa neta reproductiva y tiempo generacional. En las hembras de *D. maroccanus* alimentadas con huevos de *E. kuehniella*, la tasa de oviposición, tasa intrínseca de crecimiento poblacional y tasa neta de reproducción fueron respectivamente 2.8, 2.0 y 3.6 veces más que los mismos parámetros obtenidos en hembras alimentadas con ninfas de *B. tabaci*. El tiempo generacional fue menor en hembras alimentadas con huevos de *E. kuehniella* que en hembras alimentadas con ninfas de *B. tabaci* (Cuadro 2).

Cuadro 1. Duración (días \pm EE), número de huevos de *E. kuehniella* y ninfas N2-N3 de *B. tabaci* consumidas (\pm EE) y supervivencia (porcentaje \pm EE) de ninfas de *D. maroccanus* cuando se alimentaron con tres diferentes alimentos sobre discos de tomate.

Instares ninfales	Duración de ninfas (días)			Consumo (presas)			Supervivencia de ninfas (%)		
	<i>E. kuehniella</i>	<i>B. tabaci</i>	Sin presa	<i>E. kuehniella</i>	<i>B. tabaci</i>	Sin presa	<i>E. kuehniella</i>	<i>B. tabaci</i>	Sin presa
N1	4.9 \pm 0.10 ab ¹	5.9 \pm 0.12 a	3.9 \pm 0.15b	46.6 \pm 0.89b ⁷	5.7 \pm 0.14a		0.96 \pm 0.000 b ¹³	0.98 \pm 0.000 a	0.59 \pm 0.000 c
N2	3.8 \pm 0.10 a ²	4.0 \pm 0.10 a	3.3 \pm 0.6 a	57.3 \pm 1.31b ⁸	9.9 \pm 0.16a		0.98 \pm 0.00 b ¹⁴	1.00 \pm 0.000 a	0.10 \pm 0.000c
N3	3.6 \pm 0.08 b ³	4.1 \pm 0.12 a		65.1 \pm 1.69b ⁹	13.2 \pm 0.30a		1.00 \pm 0.000 a ¹⁵	1.00 \pm 0.000 a	0.00 \pm 0.000 b
N4	4.0 \pm 0.11b ⁴	4.9 \pm 0.11 a		76.1 \pm 1.32b ¹⁰	16.3 \pm 0.32a		1.00 \pm 0.000 a ¹⁶	1.00 \pm 0.000 a	
N5	4.7 \pm 0.19 b ⁵	8.2 \pm 0.24 a		99.0 \pm 1.14b ¹¹	20.5 \pm 0.33a		1.00 \pm 0.001 a ¹⁷	0.96 \pm 0.001 b	
Total	21 \pm 0.17 b ⁶	27.0 \pm 0.18 a		344.0 \pm 3.81b ¹²	65.5 \pm 0.83a		0.94 \pm 0.00 a ¹⁸	0.94 \pm 0.001 a	

Entre cada parámetro evaluado (duración de ninfas, consumo y supervivencia de ninfas) letras dentro de líneas a, b y c son estadísticamente diferentes. ¹K_{2,129} = 64.18, P < 0.001; ²K_{2,101} = 1.72, P = 0.424; ³K_{1,98} = 9.76, P = 0.002; ⁴K_{1,98} = 30.79, P < 0.001; ⁵K_{1,96} = 58.60, P < 0.001; ⁶F_{1,95} = 614.7, P < 0.001. ⁷F_{1,98} = 2099.6, P < 0.001; ⁸F_{1,97} = 1346.4, P < 0.001; ⁹F_{1,97} = 950.7, P < 0.001; ¹⁰F_{1,97} = 2019.9, P < 0.001; ¹¹F_{1,95} = 4329.5, P < 0.001; ¹²F_{1,95} = 5102.2, P < 0.001. ¹³K_{2,150} = 143.2, P < 0.001; ¹⁴K_{2,150} = 142.5, P < 0.001; ¹⁵K_{2,150} = 149.0, P < 0.001; ¹⁶K_{1,100} = 0, P = 1; ¹⁷K_{1,100} = 97.13, P < 0.001; ¹⁸K_{1,100} = 0, P < 1.

Cuadro 2. Longevidad en días (promedio \pm EE), fecundidad (promedio de huevos/hembra \pm EE), tasa de oviposición (oviposiciones/día \pm EE), tasa intrínseca de crecimiento de la población (expresado como hembra/hembra/día \pm EE), tasa neta de reproducción (expresado como huevos/hembra/hembra \pm EE) y tiempo generacional (expresado en días \pm EE) de *D. maroccanus* con distintas presas.

Parámetros demográficos y reproductivos	<i>E. kuehniella</i>	<i>B. tabaci</i>	Sin presa	Estadístico
Fecundidad (total de huevos por hembra)	66.95 \pm 1.70 a	18.5 \pm 1.10 b	0.4 \pm 0.15 c	F _{2,59} = 871.9; P<0.001
Longevidad (días)	41.6 \pm 1.69 a	32.1 \pm 1.40 b	11.9 \pm 0.77 c	χ^2 = 77.339; P<0.001
Tasa de oviposición	1.7 \pm 0.07 a	0.6 \pm 0.05 b	0.009 \pm 0.00 c	F _{2,59} = 260.7; P<0.001
Tasa intrínseca de crecimiento, r_m (hembra /hembra/día)	0.08 \pm 0.00 a	0.04 \pm 0.00 b	-----	F _{1,39} = 208089; P<0.001
Tasa de reproducción neta, R_0 (huevos/hembra /hembra)	41.74 \pm 0.05 a	11.55 \pm 0.03 b	-----	F _{1,39} = 209114; P<0.001
Tiempo generacional, T (días)	46.77 \pm 0.01 a	51.47 \pm 0.016 b	-----	F _{1,39} = 49670; P<0.001

Medias entre filas (letras minúsculas) seguidas por la misma letra no difieren significativamente.

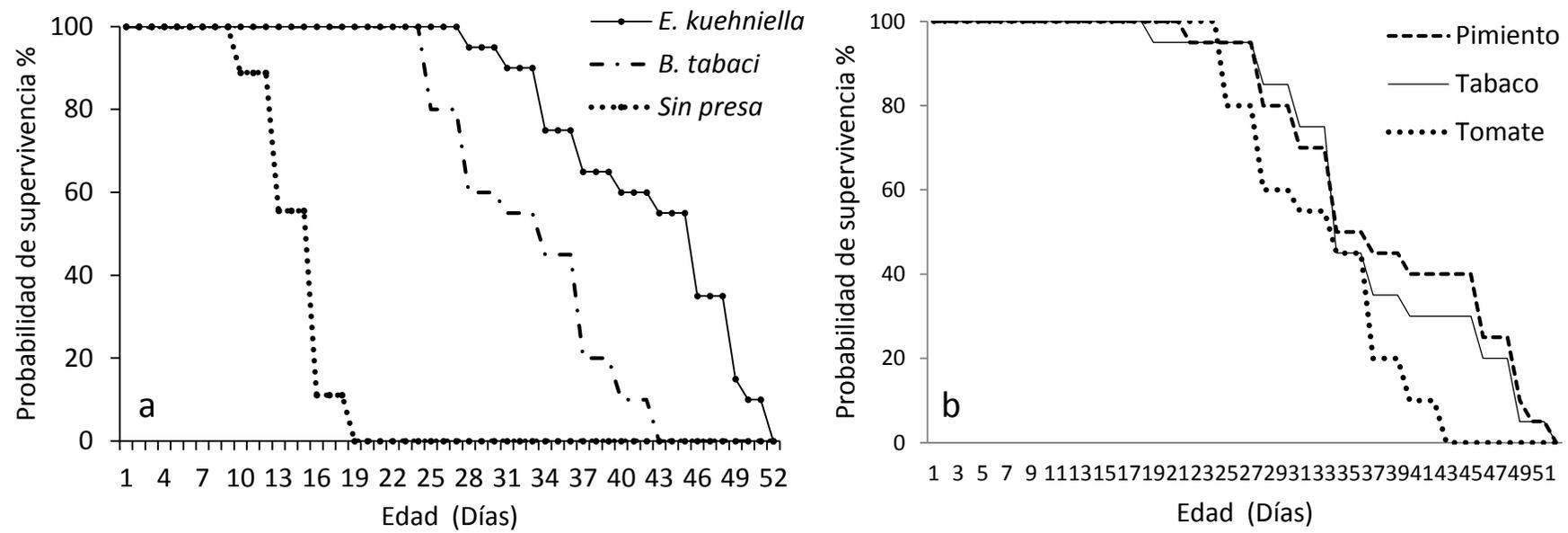


Figura 1. Supervivencia de hembras de *D. maroccanus* alimentadas con distintas presas (a) y supervivencia en tres plantas hospederas (b)

3.2. Influencia de la planta hospedera en los parámetros biológicos y demográficos de *D. maroccanus*

La planta hospedera afectó significativamente la duración del estado ninfal de *D. maroccanus* ($F_{1,95} = 139.1$; $P < 0.001$) (Cuadro 3). Sobre plantas de pimiento y tabaco, la duración del primero, segundo, tercero y cuarto instar ninfal tuvo una duración de 4 días, mientras que el quinto instar fue de 5 días en cada uno de estos hospederos. Sobre plantas de tomate, el desarrollo de los diferentes instares ninfales fue más variable respecto a los dos hospederos anteriores. El primero y cuarto instar tuvieron una duración de 6 y 5 días, respectivamente, en el segundo y tercero fue de 4 días y en el quinto instar fue de 8 días. En tomate, el tiempo de desarrollo de los instares ninfales N1, N4 y N5 fue significativamente mayor comparado cuando se desarrollaron sobre tabaco y pimiento. La duración del desarrollo total del estado de ninfa fue significativamente mayor sobre tomate (27.1 ± 0.18) comparado con el observado en tabaco (22.1 ± 0.38) y pimiento (20.5 ± 0.34).

El consumo de presas en las tres plantas hospederas se incrementó de forma proporcional a los instares ninfales de *D. maroccanus*. Durante todo el desarrollo, las ninfas de *D. maroccanus* consumieron significativamente ($F_{2,125} = 60.309$; $P < 0.001$) más ninfas de *B. tabaci* sobre hojas de tomate (65.5 ± 0.83) que en tabaco (54.4 ± 1.14) y pimiento (51.4 ± 0.34). En hojas de tabaco y pimiento cada instar ninfal consumió significativamente el mismo número de presas, excepto el instar N1 que consumió más presa en tabaco.

La supervivencia de los instares ninfales N1, N2 y N3 fue significativamente mayor en ninfas mantenidas en hojas de tomate (100% de sobrevivencia, excepto en las ninfas N1 que fue 98%) comparado con la registrada en pimiento y tabaco (entre 90-95%). La supervivencia de las ninfas de cuarto instar fue mayor cuando se desarrollaron sobre tabaco y tomate (100%) comparada con la observada en pimiento (95%), pero en las de quinto instar fue mayor en pimiento y tabaco (97% para ambas) que en tomate (96%). En promedio, la supervivencia total fue significativamente ($F_{2,149} = 353.3$; $P < 0.001$) más alta en ninfas mantenidas sobre hojas de tomate (0.94 ± 0.001) que en las de pimiento (0.76 ± 0.001) y tabaco (0.76 ± 0.001).

La proporción sexual de los individuos provenientes de las hembras mantenidas en tabaco, pimiento y tomate fue respectivamente de 0.25 ± 0.07 : 0.75 ± 0.07 ; 0.37 ± 0.07 : 0.63 ± 0.07 y 0.37 ± 0.06 : 0.63 ± 0.06 (macho: hembra), sin diferencias significativas ($P = 0.43$) entre ellas. La fecundidad fue significativamente más alta en hembras mantenidas sobre hojas de tabaco (65.2 ± 5.10) que sobre hojas de pimiento (38.75 ± 2.03) y tomate (18.5 ± 1.10), con diferencia significativa entre las dos últimas (Cuadro 4). En hojas de tabaco se encontró el porcentaje de eclosión más alto (79 ± 0.6) comparado con los huevos depositados en hojas de pimiento (65 ± 0.2) y tomate (62 ± 0.2).

No hubo diferencia significativa ($\chi^2 = 4.75$; $P < 0.09$) en la longevidad de hembras mantenidas en las tres plantas hospederas, todas vivieron al menos un promedio de 32 días. La figura 1b muestra que las hembras

mantenidas en las tres plantas hospederas tienen la misma probabilidad de sobrevivir hasta los 18 días. La supervivencia máxima de hembras fue más alta en hojas de pimiento (52 días) y tabaco (52 días) que en hojas de tomate (43 días).

La tasa de oviposición de las hembras de *D. maroccanus* fue significativamente ($F_{2,59} = 66.27$; $P < 0.001$) más alta en plantas de tabaco (1.86 ± 0.1) que en plantas de pimiento (1.1 ± 0.07) y tomate (0.6 ± 0.04). No hubo diferencias significativas en la tasa intrínseca de crecimiento poblacional entre las hembras mantenidas en plantas de tabaco (0.08 ± 0.00) y pimiento (0.08 ± 0.00), pero sí ($F_{2,59} = 58234$; $P < 0.001$) entre éstas y las hembras que se mantuvieron sobre tomate (0.04 ± 0.00). La tasa neta de reproducción fue significativamente ($F_{2,59} = 43944$; $P < 0.001$) más alta en hembras mantenidas en plantas de tabaco (37.91 ± 0.08) que en plantas de pimiento (23.68 ± 0.06) y tomate (11.55 ± 0.04). El tiempo generacional fue significativamente menor ($F_{2,59} = 47209$; $P < 0.001$) en hembras mantenidas en hojas de pimiento (39.67 ± 0.02) que en hojas de tabaco (45.57 ± 0.02) y tomate (51.47 ± 0.02). No se encontró diferencias significativas en el tiempo generacional entre hembras mantenidas en hojas de tabaco y tomate (Cuadro 4).

Cuadro 3. Días (promedio \pm EE) de duración de los distintos instares ninfales, porcentaje (\pm EE) de supervivencia de ninfas y consumo de presas (\pm EE) de *D. maroccanus* en distintas plantas.

Instar ninfal	Duración de ninfas (días)			Consumo (presas)			Supervivencia de ninfas (%)		
	Pimiento	Tabaco	Tomate	Pimiento	Tabaco	Tomate	Pimiento	Tabaco	Tomate
N1	3.6 \pm 0.12 b ¹	4.1 \pm 0.13 b	5.9 \pm 0.12 a	3.8 \pm 0.12 c ⁷	4.5 \pm 0.24 b	5.7 \pm 0.14 a	0.94 \pm 0.002 b ¹³	0.92 \pm 0.006 c	0.98 \pm 0.000 a
N2	3.7 \pm 0.11 a ²	3.8 \pm 0.10 a	4.0 \pm 0.10 a	7.5 \pm 0.11 b ⁸	7.6 \pm 0.25 b	9.9 \pm 0.16 a	0.95 \pm 0.001 b ¹⁴	0.93 \pm 0.001 c	1.0 \pm 0.000 a
N3	4.0 \pm 0.16 b ³	4.3 \pm 0.13 b	4.1 \pm 0.12 b	10.8 \pm 0.16 b ⁹	11.6 \pm 0.26 b	13.2 \pm 0.30 a	0.91 \pm 0.001 b ¹⁵	0.90 \pm 0.001 c	1.0 \pm 0.000 a
N4	4.3 \pm 0.12 b ⁴	4.1 \pm 0.12 b	4.9 \pm 0.11 a	13.9 \pm 0.12 b ¹⁰	14.3 \pm 0.25 b	16.3 \pm 0.32 a	0.95 \pm 0.001 b ¹⁶	1.00 \pm 0.00 a	1.0 \pm 0.001 a
N5	4.9 \pm 0.23 b ⁵	5.6 \pm 0.26 b	8.2 \pm 0.24 a	15.4 \pm 0.23 b ¹¹	16.1 \pm 0.43 b	20.5 \pm 0.33 a	0.97 \pm 0.001 a ¹⁷	0.97 \pm 0.001 a	0.96 \pm 0.001 b
Total	20.5 \pm 0.34c ⁶	22.1 \pm 0.38 b	27.1 \pm 0.18 a	51.4 \pm 0.34 b ¹²	54.4 \pm 1.14 b	65.5 \pm 0.83 a	0.76 \pm 0.00 b ¹⁸	0.76 \pm 0.001 b	0.94 \pm 0.00 a

Entre cada parámetro evaluado (Duración de ninfas, consumo y supervivencia de ninfas), letras dentro de líneas a, b y c son estadísticamente diferentes. ¹K_{2,145} = 86.94, P = 0.424; ²K_{2,140} = 2.60, P = 0.272; ³K_{2,132} = 2.29, P = 0.317; ⁴K_{2,130} = 25.76, P < 0.001; ⁵K_{2,126} = 58.93, P < 0.001; ⁶F_{2,125} = 139.1, P < 0.001. ⁷F_{2,144} = 29.81, P < 0.001; ⁸F_{2,139} = 38.20, P < 0.001; ⁹F_{2,131} = 14.25, P < 0.001; ¹⁰F_{2,129} = 20.33, P < 0.001; ¹¹F_{2,125} = 63.62, P < 0.001; ¹²F_{2,125} = 60.31, P < 0.001. ¹³F_{2,149} = 3494.0, P < 0.001; ¹⁴F_{2,149} = 3516.0, P < 0.001; ¹⁵F_{2,149} = 5147.0, P < 0.001; ¹⁶F_{2,149} = 4902.0, P = 0.001; ¹⁷F_{2,149} = 264.8, P < 0.001; ¹⁸F_{2,149} = 353.3; P = 0.001.

Cuadro 4. Longevidad en días (promedio \pm EE), fecundidad (promedio de huevos/hembra \pm EE), tasa de oviposición (oviposiciones/día \pm EE), tasa intrínseca de crecimiento de la población (expresado como hembra/hembra/día \pm EE), tasa neta de reproducción (expresado como Huevos/hembra /hembra \pm EE) y tiempo generacional (expresado en días \pm EE) de *D. maroccanus* en diferentes plantas.

Parámetros demográficos y reproductivos	Pimiento	Tabaco	Tomate	Estadístico
Fecundidad (total de huevos por hembra)	38.75 \pm 2.03 b	65.2 \pm 5.1 a	18.5 \pm 1.1 c	F _{2,59} = 132.911; P < 0.001
Longevidad de hembras (días)	37.4 \pm 2.06 a	36.3 \pm 1.95 a	32.1 \pm 1.4 a	χ^2 = 4.746; P = 0.093
Tasa de oviposición	1.1 \pm 0.07 b	1.86 \pm 0.10 a	0.60 \pm 0.04 c	F _{2,59} = 66.269; P < 0.001
Tasa intrínseca de crecimiento r_m (hembra/hembra/día)	0.08 \pm 0.00 a	0.08 \pm 0.00 a	0.04 \pm 0.00 b	F _{2,59} = 58234; P < 0.001
Tasa de reproducción neta R_0 (huevos/hembra/hembra)	23.68 \pm 0.06 b	37.91 \pm 0.08 a	11.55 \pm 0.04 c	F _{2,59} = 43944; P < 0.001
Tiempo generacional T (días)	39.67 \pm 0.02 c	45.57 \pm 0.03 a	51.47 \pm 0.02 a	F _{2,59} = 47209; P < 0.001

Medias entre filas (letras minúsculas) seguidas por la misma letra no difieren significativamente.

4. DISCUSIÓN

La habilidad de los míridos depredadores por alimentarse de plantas hospederas, mejoran su capacidad para mantenerse en los agroecosistemas cuando las poblaciones de sus presas se encuentran bajas o ausentes (Ehler 1990), por lo tanto, las plantas les proporcionan los nutrientes necesarios para mejorar su supervivencia en tiempos de escasez de presa (Ingegno *et al.* 2011). Eubanks y Styrsky (2005) mencionaron que cuando las ninfas o adultos de los depredadores complementan su dieta alimentándose de las plantas, generalmente existe un incremento en el tiempo de desarrollo ninfal, supervivencia de ninfas y adultos, longevidad y fecundidad de los adultos.

4.1. Influencia del alimento en los parámetros biológicos y demográficos de *D. maroccanus*

En este experimento se evaluó el desarrollo de un grupo de ninfas de *D. maroccanus* que se alimentaron con huevos de *E. kuehniella* o ninfas N2 - N3 de *B. tabaci* sobre discos de hojas de tomate. El desarrollo ninfal de este depredador tuvo una menor duración (21 días) cuando se alimentaron con huevos de *E. kuehniella* comparado a cuando se alimentaron con ninfas de *B. tabaci* (27 días). Si se considera lo mencionado por Slansky y Rodríguez (1987) que en heterópteros un incremento en la duración de cada instar ninfal puede ser consecuencia de una inadecuada nutrición, entonces los resultados obtenidos sugieren que los huevos de *E. kuehniella* aportaron más valor nutricional que las ninfas de *B. tabaci*. Por otro lado, las ninfas de *D. maroccanus* sólo sobrevivieron hasta el segundo instar ninfal cuando se desarrollaron solamente sobre discos de hojas de tomate. Similar al presente estudio, las ninfas de *D. maroccanus* (Abbas *et al.* 2014) y *N. tenuis* (Urbaneja *et al.* 2005) sobrevivieron hasta el tercer instar cuando se desarrollaron sobre hojas de esta misma planta hospedera en ausencia de presas. *Macrolophus pygmaeus* (Perdikis y Lykouressis 2002) y *T. cucurbitaceus* (Burla *et al.* 2014) tampoco lograron completar su desarrollo en ausencia de presas. Los resultados sugieren que *D. maroccanus* no tiene una dieta estrictamente fitófaga debido a que necesita de presas para cubrir sus requerimientos nutricionales para crecer y desarrollarse.

En este estudio, las ninfas de *D. maroccanus* consumieron 344 huevos de *E. kuehniella* para alcanzar el estado adulto. En un estudio similar, Abbas *et al.* (2014) encontraron que este mismo depredador consumió 293 huevos de *E. kuehniella* (267.2 en machos y 319.9 en hembras). Los resultados del presente estudio y los reportados por estos autores casi triplican el número de huevos de *E. kuehniella* que consumieron las ninfas de *N. tenuis* (104.9 huevos), *M. pygmaeus* (114.8 huevos) y *T. cucurbitaceus* (137 huevos) para completar su ciclo de vida en plantas de tomate (Molla *et al.* 2014, Burla *et al.* 2014). En plantas de tabaco, las ninfas del depredador *T. cucurbitaceus* consumieron 149 huevos de *E. kuehniella* para alcanzar el estado adulto (Burla *et al.* 2014), esto es 0.4 veces el número de ninfas que consumió *D. maroccanus* en el presente estudio. Por otro

lado, se encontró que *D. maroccanus* consumió 65.5 ninfas N2 - N3 de *B. tabaci* para completar su ciclo de vida. Urbaneja *et al.* (2003) y Calvo y Urbaneja (2004) alimentaron a ninfas de *N. tenuis* con ninfas de *B. tabaci* para conocer la duración de su ciclo biológico; sin embargo, no registraron el número de individuos consumidos. El alto consumo (5.2 veces más) de huevos de *E. kuehniella* por *D. maroccanus* puede atribuirse a su tamaño debido a que estos miden de 0.5/0.3 mm (longitud/diámetro) (Vandekerkhove *et al.* 2006).

Los resultados obtenidos demostraron que cuando se adicionaron presas (huevos de *E. kuehniella* o ninfas de *B. tabaci*) a la dieta de las ninfas de *D. maroccanus* la supervivencia en hojas de tomate incrementó a más del 90%. Altos porcentajes de supervivencia también se registraron en *N. tenuis* con la adición de presas en plantas de pimiento (64.3%), berenjena (72.7%) y tomate (73.7%) (Urbaneja *et al.* 2005). Similarmente, la supervivencia de las ninfas de *D. hesperus* fue 88.6% y 90.2% cuando se alimentaron con huevos de *E. kuehniella* sobre plantas de tomate y tabaco, respectivamente (Sánchez *et al.* 2004). En contraste, las ninfas de *M. pygmaeus*, una especie depredadora que puede completar su desarrollo en ausencia de presas, tuvieron una supervivencia de ~50% cuando se desarrollaron sobre plantas de tomate, berenjena, pepino y pimiento, así como sobre judías verdes (Perdikis y Lykouressis 2002).

El alto valor alimenticio de los huevos de *E. kuehniella* se reflejó también en la fecundidad y longevidad de las hembras de *D. maroccanus*. Las hembras depositaron mayor cantidad de huevos (66.9 huevos/hembra) y vivieron más tiempo (41.6 días) cuando se alimentaron con huevos de *E. kuehniella* que cuando se alimentaron de ninfas N2 - N3 de *B. tabaci* (18.5 huevos/hembra y 32.1 días, respectivamente) y sin presa (0.4 huevos/hembra y 11.9 días, respectivamente). La fecundidad de las hembras de *D. maroccanus* alimentadas con huevos de *E. kuehniella* también fue evaluada en discos de hojas de tomate por Abbas *et al.* (2014). Estos autores, registraron un promedio de 50.8 huevos/hembra, lo cual fue 1.3 veces menor que el registrado en el presente estudio. Otros estudios han encontrado que la fecundidad y longevidad de míridos polípagos depende del número de presas que consumen. Por ejemplo, en plantas de tomate la fecundidad de *M. caliginosus* fue más alta cuando las hembras consumieron huevos de *E. kuehniella* (~ 2.5 ninfas/hembra/día) que cuando consumieron ninfas de *B. tabaci* (~ 1.6 ninfas/hembra/día) (Alomar *et al.* 2006). Por su parte, López *et al.* (2012) encontraron mayor fecundidad y longevidad en *T. cucurbitaceus* cuando consumieron ninfas de *T. vaporarium* (61.77 adultos/hembra y 25.0 días, respectivamente) que cuando consumieron huevos de *S. cerealella* (35.90 adultos/hembra y 14.3 días, respectivamente). En este caso los autores asumieron que las ninfas de *T. vaporarium* aportaron más valor nutricional que los huevos de *S. cerealella*.

La tasa de supervivencia de las hembras de *D. maroccanus* que no consumieron presa disminuyó drásticamente a partir de los 9 días de edad, mientras que cuando se alimentaron con ninfas de N2-N3 de *B.*

tabaci y huevos de *E. kuehniella* presentaron una disminución gradual a partir de los 25 y 28 días, respectivamente. Por su parte, Baños *et al.* (2014) registraron una disminución drástica de la supervivencia de *Macrolophus basicornis* Stål. (Hemiptera: Miridae) hasta los 28 días cuando las hembras consumieron ninfas de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). En cambio, cuando las hembras de este mismo depredador consumieron ninfas de *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae), la disminución de la supervivencia fue gradual a partir del día 27.

En relación al porcentaje de eclosión y duración del periodo de huevo de *D. maroccanus*, hubo significativamente más eclosión (65%) en la descendencia de las hembras alimentadas con huevos de *E. kuehniella* que de hembras alimentadas con ninfas de *B. tabaci* (63%). Sin embargo, en ambos casos, la descendencia tuvo una duración (~12.9 días), muy similar a lo reportado (12.2 días) para este mismo depredador (Abbas *et al.* 2014), pero diferente para *M. caliginosus* (8.6 días, Rasdi 2009), *T. cucurbitaceus* (10.9 días, Burla *et al.* 2014) y *D. hesperus* (18.7-20 días, Sánchez *et al.* 2004).

Los resultados respecto a los parámetros demográficos r_m , R_0 y T de *D. maroccanus* indicaron que la dieta de *E. kuehniella* reflejó el más alto crecimiento poblacional ($r_m = 0.08$, $R_0 = 41.7$ y $T = 46.7$) debido a que por cada individuo se tendrían 0.08 individuos más en la próxima generación (r_m), por cada hembra nacieron 41.7 hembras hijas (R_0) y, el tiempo transcurrido entre el nacimiento de padres y de hijos sería de 46.7 días (T). Los mismos parámetros en *D. maroccanus* fueron determinados por Abbas *et al.* (2014) cuando se alimentaron con huevos de *E. kuehniella* sobre plantas de tomate. Estos autores registraron valores de r_m , R_0 y T de 0.08, 34.52 y 40.5, respectivamente, los cuales coinciden con los obtenidos en el presente estudio. Perdakis y Lycouressis (2004) estimaron los mismos parámetros en *M. pygmaeus* en ausencia de presas, en plantas de berenjena y tomate, y con diferentes temperaturas. Los valores de r_m , R_0 y T que registraron estos autores oscilaron de 0.0002-0.04, 0.06-8.52 y 42.09-106.6, respectivamente. Según estos autores, los parámetros encontrados en *M. pygmaeus* no son los indicados para el crecimiento poblacional de la especie; sin embargo, reflejan su capacidad para establecerse en ausencia de presas.

4.2. Influencia de la planta hospedera sobre los parámetros biológicos y demográficos de *D. maroccanus*

Se siguió el desarrollo de un grupo de ninfas de *D. maroccanus* que se alimentaron de ninfas N2 - N3 de *B. tabaci* sobre discos de hojas de tres especie de solanáceas (pimiento, tabaco y tomate). El tiempo de desarrollo de los cinco instares ninfales de *D. maroccanus* fue significativamente influenciado por las especies de plantas hospederas. El desarrollo ninfal fue más corto en plantas de pimiento (20.5 días) que en plantas de tabaco (22.1 días) y tomate (27.1 días). Sobre plantas de *N. tabacum* (tabaco), *Verbascum thapsus* L. (gordolobo) (Scrophulariaceae), *Nepeta cataria* L. (menta de gato) (Lamiaceae) y *Zea mays* L. (maíz) (Gramineae), las

ninfas de *D. hesperus* tuvieron un tiempo de desarrollo más corto (24.3 - 24.9 días) que cuando se desarrollaron sobre de *L. esculentum* (tomate), *Chrysanthemum coronarium* L. (crisantemo) (Asteraceae) y *Stachys albotomentosa* Ramamoorthy Var 'Hidalgo' (alcachofa china) (Lamiaceae) (25.7 - 26.2 días) (Sánchez *et al.* 2004). Este efecto puede ser atribuido a los diferentes valores nutricionales de las plantas y a la presencia de ciertos compuestos que intervienen con el metabolismo y la tasa de desarrollo del depredador. Al respecto, el desarrollo ninfal de *M. pygmaeus* fue mayor (19.3 días) sobre plantas de *Salvia officinalis* L. (salvia) (Lamiaceae) comparado al observado sobre plantas de *Calendula officinalis* L. (caléndula) (Asteraceae) (14.4) y pimiento (15.5 días) (Ingengo *et al.* 2011). Por su parte, Urbaneja *et al.* (2005) con *N. tenuis*, cuyas ninfas las alimentaron con huevos de *E. kuehniella*, encontraron un tiempo de desarrollo más corto en plantas de tomate (12.8 días) que en plantas de pimiento (14.2 días). La duración del desarrollo ninfal de *D. maroccanus* fue previamente evaluada por Abbas *et al.* (2014) en plantas de tomate y con huevos de *E. kuehniella* como alimento. Estos autores reportaron que el tiempo de desarrollo ninfal fue 9.3 días menor (19.5 días) que el obtenido en el presente estudio (27.1 días) cuando las ninfas del depredador se alimentaron de ninfas de *B. tabaci*. Esto último también demuestra que los huevos de *E. kuehniella* aportaron más valor nutricional que las ninfas de *B. tabaci*. Vanda y van Lenteren (2012) mencionaron que entre los huevos de lepidópteros que más se han usado como presas para criar míridos depredadores (especies pertenecientes a los géneros *Orius*, *Macrolophus* y *Nesidiocoris*) destacan los de *E. kuehniella*, los cuales poseen altos valores nutricionales (Bonte y De Clercq 2010).

En este experimento, para completar el ciclo de vida de *D. maroccanus*, las ninfas consumieron menos ninfas de *B. tabaci* en hojas de pimiento (51.4 ninfas) que en hojas tomate (65.5 ninfas). Estos datos sugieren que las hojas de pimiento aportaron más valor nutricional que las de tomate. Alvarado *et al.* (1997) registraron el consumo de las ninfas de *Dicyphus tamaninii* Wagner y *M. caliginosus* sobre las ninfas de *M. euphorbiae* y *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), en plantas de tomate y pepino. Estos autores demostraron que *M. euphorbiae* ofreció mejor valor nutricional a ambos depredadores en plantas de tomate debido a que sus inmaduros necesitaron consumir menos ninfas de esta presa para completar su desarrollo. El número de ninfas consumidas para completar su ciclo de vida *D. tamaninii* y *M. caliginosus* sobre *M. euphorbiae* (74.0 y 42.1 ninfas, respectivamente), en plantas de tomate, resultó ser 1.5 y 0.8 veces lo que consumió *D. maroccanus* (51.4) sobre ninfas de *B. tabaci* en plantas de pimiento de este estudio.

Las ninfas de *D. maroccanus* alimentadas con ninfas de *B. tabaci* presentaron mayor supervivencia en hojas de tomate (94%) que en hojas de pimiento y tabaco (76% en ambas especies). Esto podría ser atribuido a que la planta de tomate proporcionó a las ninfas los nutrientes necesarios para completar se desarrolló. Sánchez

et al. (2004) evaluaron la supervivencia de las ninfas de *D. hesperus*, alimentándolas con huevos de *E. kuehniella*, en nueve plantas hospederas, donde registraron a las plantas de alcachofa china, menta de gato y crisantemo como las más adecuadas para la supervivencia del depredador (97.6%, 95.3% y 95%, respectivamente) y en una posición intermedia a las plantas de gordolobo, tabaco y tomate (90.9%, 90.2% y 88.6%, respectivamente). Por su parte, Ingengo *et al.* (2011) registraron mayor supervivencia de ninfas de *M. pygmaeus*, alimentadas con huevos de *E. kuehniella*, sobre plantas de hierba mora, parietaria y caléndula (100%, 83.3% y 75%, respectivamente) y menor supervivencia en pimiento, tomate y salvia (66.7%, 58.3% y 58.3%, respectivamente). Urbaneja *et al.* (2005) estudiaron la supervivencia de las ninfas de *N. tenuis* en plantas de pimiento, *Solanum melongena* L. (berenjena) y tomate, con huevos de *E. kuehniella* como alimento. Estos autores encontraron un valor similar de supervivencia entre berenjena (72.7%) y tomate (73.7%), pero diferente en pimiento (64.3%). Los estudios de supervivencia de las diferentes especies depredadoras que han sido comparable con el presente estudio indican que por cada depredador al menos hay una planta que les ofrece los nutrientes necesarios para que las ninfas alcancen el estado adulto, para el caso de *D. maroccanus* y *N. tenuis* fueron las plantas de tomate las más adecuadas.

La fecundidad de *D. maroccanus* fue significativamente más alta en plantas de tabaco (65.2 huevos/hembra) que en plantas de pimiento (38.75 huevos) y tomate (18.5 huevos), por lo que las plantas de tabaco presentaron una tasa de oviposición más alta (1.86). La longevidad de las hembras fue similar en las tres plantas evaluadas (al menos vivieron 32 días). Para las hembras de *D. hesperus*, alimentadas con huevos de *E. kuehniella*, la fecundidad más alta la tuvieron en crisantemo (85.5 huevos) y tomate (63.2 huevos) donde vivieron 11.5 y 15.5 semanas, respectivamente (Sánchez *et al.* 2004). En *M. pygmaeus* la fecundidad (huevos de *E. kuehniella* como alimento) más alta la consiguieron en tomate (30.7 huevos) y pimiento (26.5 huevos) (Ingengo *et al.* 2011). En ausencia de presa, y a 25 °C, la fecundidad de *M. pygmaeus* fue mayor en plantas de berenjena que en plantas de tomate, pero se observó un efecto inverso en la longevidad ya que fue mayor sobre plantas de tomate (Perdikis y Lykouressis 2004).

Sobre plantas de tomate, la tasa de supervivencia de las hembras de *D. maroccanus* disminuyó a los 22 días de edad, mientras que sobre tabaco y pimiento esto ocurrió tres días después (25 días). Solamente el 20% de las hembras que se mantuvieron sobre plantas de pimiento y tabaco vivieron más de 47 días. Perdikis y Lykouressis (2004) encontraron resultados diferentes en hembras de *M. pygmaeus* mantenidas sobre plantas de tomate y berenjena, sin presa y a 25 °C, sus resultados mostraron una disminución drástica después de los 40 días en la supervivencia del depredador. Por su parte, Hansen *et al.* (1999) registraron disminución de la población a partir del cuarto día, pero 20 días después (día 24) el decremento fue drástico, donde sólo el 20% de

las hembras lograron vivir más de 35 días. Similarmente, Baños *et al.* (2014) registraron decremento drástico de la supervivencia de *M. basicornis* hasta los 27 y 28 días cuando las hembras consumieron ninfas de *M. euphorbiae* y *M. persicae*, respectivamente, sobre plantas de tomate.

La eclosión de los huevos de *D. maroccanus* fue mayor en plantas de tabaco (79%) que en pimiento (65%) y tomate (62%). Por su parte Perdakis y Lykouressis (2004), quienes estudiaron a *M. pygmaeus* sin presa, dos plantas hospederas y a una temperatura de 25°C, registraron más eclosión de huevos en plantas de tomate (75%) que en berenjena (70%). En este estudio, la duración de la etapa de huevo en las tres plantas ensayadas fue de ~13 días, similar a lo registrado por Abbas *et al.* (2014) en la misma especie (12.2 días).

Los parámetros demográficos r_m , R_0 y T indicaron que las plantas de pimiento y tabaco son las que reflejaron los más altos valores de crecimiento poblacional de *D. maroccanus*, debido a que los valores de r_m (0.08 hembra/hembra/día para ambas plantas hospederas) y R_0 (23.68, 37.91 huevos/hembra/hembra, respectivamente) fueron significativamente mayores que lo encontrado en tomate (0.04 r_m y 11.55 R_0). Así mismo, el valor de T, que indica el tiempo transcurrido para obtener una nueva generación, fue menor en ambas plantas mencionadas (39.67, 45.57 días, respectivamente), comparada con tomate (51.47 días). Abbas *et al.* 2014 estimaron los mismos parámetros demográficos de *D. maroccanus* en plantas de tomate y con huevos de *E. kuehniella* como alimento, donde los valores de r_m y R_0 (0.08 hembra/hembra/día y 34.52 huevos/hembra/hembra, respectivamente) coincidieron a los obtenidos en plantas de tabaco, aunque el valor de T (40.48 días) fue más similar al obtenido en plantas de pimiento del presente estudio. Por su parte Hansen *et al.* (1999) con *M. caliginosus*, en plantas de tomate y con una dieta a base de una mezcla de inmaduros de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), encontraron una r_m de 0.03 hembra/hembra/día, R_0 de 6.15 huevos/hembra/hembra y una T de 58.17 días, respectivamente esto representa 0.4, 0.2 y 1.3 veces lo que se consiguió en plantas de tabaco con *D. maroccanus*. Otro estudio similar fue realizado por Baños *et al.* (2014) con *M. basicornis* quienes estimaron los mismos parámetros en plantas de tomate y con inmaduros de *M. persicae* y *M. euphorbiae* como presas. Los valores de r_m , R_0 y T que ellos encontraron cuando los adultos de *M. basicornis* se alimentaron de *M. persicae* y *M. euphorbiae* correspondieron a 0.02 y 0.01, 4.75 y 2.57, 73.91 y 67.37, respectivamente.

5. CONCLUSIONES

- ✓ En este trabajo se demostró que la fecundidad, longevidad y parámetros demográficos de *D. maroccanus* fueron mayores cuando las hembras se alimentaron de huevos de *E. kuehniella* sobre plantas de tabaco, seguido de pimiento y tomate, esto podría aumentar la posibilidad de establecerse en este cultivo y contribuir a su efectividad contra insectos plaga.
- ✓ Desde el punto de vista práctico, el uso de huevos de *E. kuehniella* podría permitir el establecimiento temprano de *D. maroccanus* sobre estos cultivos y reducir el daño ocasionado por las poblaciones de *B. tabaci*.
- ✓ Estudios futuros sobre depredación en condiciones de semi-campo podrían ser conducidos antes de hacer recomendaciones o bien conclusiones firmes.

6. LITERATURA CITADA

- Abbas, S., M. Pérez-Hedo, S. Colazza, A. Urbaneja. 2014. **The predatory mirid *Dicyphus maroccanus* as a new potential biological control agent in tomato crops.** *BioControl*. 59 (5): 565-574.
- Alomar, O., J. Riudavets, C. Castañe. 2006. ***Macrolophus caliginosus* in the biological control of *Bemisia tabaci* on greenhouse melons.** *Biological control*. 36 (2): 154-162.
- Alvarado, P., O. Balta, O. Alomar. 1997. **Efficiency of four heteroptera as predators of *Aphis gossypii* and *Macrosiphum euphorbiae* (Hom.: Aphididae).** *Entomophaga*. 42 (1-2): 215-226.
- Arnó, J., R. Gabarra, R. Alabajes. 2005. **Conservación de míridos depredadores para el control biológico en cultivos de tomate bajo invernadero: historia, éxitos y limitaciones.** *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*. (165): 40-43.
- Baños, H. L. D., E. Louzada, N. Moura, M. R. de los Ángeles Martínez, E. P. B. Vanda. 2014. **Life table of *Macrolophus basicornis* (Hemiptera: Miridae) preying on *Myzus persicae* (Sulzer) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae).** *Revista de Protección Vegetal*. 29 (2): 94.
- Bonte, M., P. De Clercq. 2010. **Impact of artificial rearing systems on developmental and reproductive fitness of the predatory bug, *Orius laevigatus*.** *Journal of Insect science*. 10 (1): 104.
- Brown, J. K., D. R. Frohlich, R. C. Rosell. 1995. **The sweetpotato or silver leaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex?.** *Annual review of entomology*. 40 (1): 511-534.
- Brown, J. K., J. Bird. 1992. **Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean Basin.** *Plant Disease*. 76 (3): 220-225.
- Burla, J. P., G. Grille, M. E. Lorenzo, J. Franco, O. Bonato, C. Basso. 2014. **Effect of different diets on the development, mortality, survival, food uptake and fecundity of *Tupiocoris cucurbitaceus* (Hemiptera: Miridae).** *Florida Entomologist*. 97 (4): 1816-1824.
- Calvo, J., K. Bolckmans, P. A. Stansly, A. Urbaneja. 2009. **Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato.** *BioControl*. 54 (2): 237-246.
- Calvo, J., A. Urbaneja. 2004. ***Nesidiocoris tenuis* un aliado para el control biológico de mosca blanca.** *Horticultura Internacional*. 44: 20-25.
- De Puyseleir, V., S. De Man, M. Höfte, P. De Clercq. 2013. **Plantless rearing of the zoophytophagous bug *Nesidiocoris tenuis*.** *BioControl*. 58 (2): 205-213.
- Ehler, L. E. 1990. **Introduction strategies in biological control of insects**, pp. 111-134. En: M. Mackauer, L. E. Ehler, and J. Roland (Ed), *Critical issues in biological control*. Intercept, Andover, United Kingdom.

- Eubanks, M. D., J. D. Styrsky. 2005. **Effects of plant feeding on the performance of omnivorous “predators”**. pp 148-177. En: F. L. Wackers., P.C.J. van Rijn., J. Bruin (Ed), Plant-provided food for carnivorous insects: a protective mutualism and its applications. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- González-Cabrera, J., O. Mollá, H. Montón, A. Urbaneja. 2011. **Efficacy of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) in controlling the tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)**. *BioControl*. 56 (1): 71-80.
- Greathead, A.H. 1986. **Host plants**. pp. 17-26. En: M.J.W. Cock (Ed.), *Bemisia tabaci* a Literature Survey on the Cotton Whitefly with an Annotated. CAB International Institute. Silwood Park, UK.
- Gillespie, D., R. McGregor, J. A. Sánchez, S. VanLaerhoven, D. Quiring, B. Roitberg, R. Footitt, M. Schwartz, L. Shipp. 2007. **An endemic omnivorous predator for control of greenhouse pests**. pp. 128-135. En: C. Vicent, M. S. Goettel, G. Lazarovits (Ed), Biological control: a global perspective. CABI, Wallingford, United Kingdom.
- Hansen, D. L., H. F. Brødsgaard, A. Enkegaard. 1999. **Life table characteristics of *Macrolophus caliginosus* preying upon *Tetranychus urticae***. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 93 (3): 267-273.
- Ingegno, B. L., M. G. Pansa, L. Tavella. 2011. **Plant preference in the zoophytophagous generalist predator *Macrolophus pygmaeus* (Heteroptera: Miridae)**. *Biological Control*. 58 (3): 174-181.
- López, J. A., F. A. Parrilla, P. B. Budia, M. P. Medina, M. F. Marigil, E. S. Viñuela. 2011. **Toxicity of emamectin benzoate to adults of *Nesidiocoris tenuis* Reuter, *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) and *Diglyphus isaea* Walker on tomato plants**. Semi-field studies. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 9 (2): 617-622.
- López, S. N., F. A. Rojas, V. V. Velásquez, C. Cagnotti. 2012. **Biology of *Tupiocoris cucurbitaceus* (Hemiptera: Miridae), a predator of the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) in tomato crops in Argentina**. *Biocontrol Science and Technology*. 22 (10): 1107-1117.
- Mollá, O., A. Biondi, M. A. Valiente, A. Urbaneja. 2014. **A comparative life history study of two mirid bugs preying on *Tuta absoluta* and *Ephestia kuehniella* eggs on tomato crops: implications for biological control**. *BioControl*. 59 (2): 175-183.
- Orozco, M. A., V. Velásquez, S. N. López. 2014. **Desarrollo de *Tupiocoris cucurbitaceus* (Hemiptera: Miridae) sobre *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en diversas hortalizas**. *Fitosanidad*. 16 (3): 147-153.

- Perdikis, D. C., D. P. Lykouressis. 2002. **Life table and biological characteristics of *Macrolophus pygmaeus* when feeding on *Myzus persicae* and *Trialeurodes vaporariorum*.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 102 (3): 261-272.
- Perdikis, D. C., D. P. Lykouressis. 2004. ***Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) population parameters and biological characteristics when feeding on eggplant and tomato without prey.** *Journal of economic entomology*. 97 (4): 1291-1298.
- Pérez, H. M., A. Urbaneja. 2014. **Prospects for predatory mirid bugs as biocontrol agents of aphids in sweet peppers.** *Journal of Pest Science*. 88 (1): 65-73.
- Rasdi, M. Z., I. Fauziah, W. W. Mohamad, S. A. S. Rahman, C. M. Salmah, J. Kamaruzaman. 2009. **Biology of *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae) Predator of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae).** *International Journal of Biology*. 1 (2): 63.
- Sánchez, J. A., D. R. Gillespie, R. R. McGregor. 2003. **The effects of mullein (*Verbascum thapsus*) on the population dynamics of *Dicyphus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in tomato greenhouses.** *Biological Control*. 28: 313–319.
- Sánchez, J. A., D. R. Gillespie, R. R. McGregor. 2004. **Plant preference in relation to life history traits in the zoophytophagous predator *Dicyphus hesperus*.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 112 (1): 7-19.
- Sánchez, J. A., A. Lacasa, J. Arnó, C. Castane, O. Alomar. 2009. **Life history parameters for *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Het., Miridae) under different temperature regimes.** *Journal of Applied Entomology*. 133 (2): 125-132.
- Slansky, J., F. Rodriguez, J.G. **Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates: An overview.** pp. 1-69. En: J. Wiley. *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. New York.
- Urbaneja, A., G. Tapia, E. Fernández, E. Sánchez, J. Contreras, P. Bielza. 2003. **Influence of the prey on the biology of *Nesidiocoris tenuis* (Hem.: Miridae).** *International Organisation for Biological and Integrated Control. West Palearctic Regional Section Bulletin*. 26 (10): 159-160.
- Urbaneja, A., G. Tapia, P. Stansly. 2005. **Influence of host plant and prey availability on developmental time and survivorship of *Nesidiocoris tenuis* (Het.: Miridae).** *Biocontrol Science and Technology*. 15 (5): 513-518.

- Vandekerkhove, B., E. Van Baal, K. Bolckmans, P. De Clercq. 2006. **Effect of diet and mating status on ovarian development and oviposition in the polyphagous predator *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae).** *Biological control*. 39 (3): 532-538.
- Vázquez, L. L. M. 2002. **Avances del control biológico de *Bemisia tabaci* en la región neotropical.** *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. (66): 82-95.
- Wagner, T. L. 1995. **Temperature-dependent development, mortality, and adult size of sweetpotato whitefly biotype B (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton.** *Environmental Entomology*. 24 (5): 1179-1188.