

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**DETERMINACIÓN DEL DAÑO POTENCIAL DE *TUPIOCORIS*
CUCURBITACEUS (SPINOLA 1852) (HEMIPTERA: MIRIDAE: DICYPHINI) EN
*SOLANUM LYCOPERSICUM***

por

Gastón PARDO DOLDÁN

**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

MONTEVIDEO

URUGUAY

2023

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Directora: _____
María Eugenia Lorenzo

Co-directora: _____
Leticia Bao

Tribunal: _____
Gabriela Grille

Silvia López

Fecha: _____
4 de diciembre de 2023

Autor: _____
Gastón Pardo Doldán

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia y amigos por constituir el pilar fundamental para el continuo avance y desarrollo personal/profesional, siendo un soporte emocional imprescindible.

Especialmente, agradecer a Leticia Bao y María Eugenia Lorenzo, quienes brindaron su tiempo y estuvieron siempre a disposición para la planificación y desarrollo del trabajo final de grado. A la participación de Silvia López y Gabriella Grille, por las sugerencias y corrección final del documento.

Por último, agradecer a amigos y compañeros de Facultad, personas que me acompañaron a transitar el hermoso desafío que supone realizar una carrera terciaria. Compartiendo experiencias y aprendizajes inolvidables, que quizás en un futuro no muy lejano nos encuentre como colegas.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
TABLA DE CONTENIDO	4
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
SUMMARY	8
1 INTRODUCCIÓN	9
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 Cultivo de tomate	11
2.2 Principales plagas del cultivo de tomate	12
2.2.1 <i>Trialeurodes vaporariorum</i> “Mosca blanca de los invernaderos”	14
2.3 Control de plagas	16
2.4 Control Biológico	17
2.5 Orden Hemiptera.....	20
2.5.1 Familia Miridae.....	20
2.6 <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i>	28
2.6.1 Características	28
2.6.2 Alimentación	31
2.6.3 Efecto de la dieta sobre el desarrollo del depredador.....	33
2.6.4 Plantas hospederas del depredador.....	34
2.6.5 Liberaciones por aumento inoculativo de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> ...	36
3 MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1 Producción de plantines de tomate.....	39
3.2 Cría del depredador, <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i>	39
3.3 Relación sexual de individuos de <i>T. cucurbitaceus</i> en sala de cría.....	40
3.4 Infestación con diferentes densidades de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i>	41
3.5 Análisis estadístico	45
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1 Relación sexual de individuos de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> en sala de cría.....	47
4.2 Monitoreo de individuos de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> sobre plantas de tomate en invernadero experimental	48
4.3 Distribución de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> sobre la planta de tomate	51
4.4 Lesiones de <i>T. cucurbitaceus</i> sobre folíolos de tomate	52
4.5 Daño de <i>T. cucurbitaceus</i> sobre órganos vegetativos de tomate.....	54

4.6 Daño del mírido sobre el rendimiento de la planta de tomate	57
5 Consideraciones finales	61
5.1 Posibilidad de ocurrencia de daños por fitofagia de <i>Tupiocoris</i> <i>cucurbitaceus</i> en condiciones productivas	61
5.2 Potencial de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> como agente de control biológico.	61
6 CONCLUSIONES	63
7 BIBLIOGRAFÍA	64

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Tabla No.	Página
Tabla No. 1 Huevos de <i>Ephestia kuehniella</i> suministrados por tratamiento para la instalación de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i>	43
Tabla No. 2 Conteo de adultos y proporción sexual de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> en sala de cría al 24/11/2022.....	47
Tabla No. 3 Conteo de adultos y proporción sexual de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> en sala de cría al 18/04/2023.....	47
Tabla No. 4 Relación de folíolos dañados/folíolos monitoreados según fecha de observación y tratamiento.....	54
Tabla No. 5 Altura final (cm) de las plantas de tomate para cada tratamiento ...	55
Tabla No. 6 Crecimiento de plantas de tomate (cm) para cada tratamiento	56
Tabla No. 7 Número de hojas desarrolladas en las plantas de tomate para cada tratamiento.....	56

Figura No.	Página
Figura No. 1 Hembra adulta de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> , A: vista dorsal y B: vista ventral	29
Figura No. 2 Ninfa IV de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> , A: Vista dorsal y B: Vista ventral.....	30
Figura No. 3 Jaulas de cría de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> en laboratorio	40
Figura No. 4 Tubos de ensayo con adultos de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> . A: prontos para la liberación, B: disposición sobre las plantas en las jaulas del invernadero.....	41
Figura No. 5 Estructura y disposición de jaulas en el invernadero del ensayo ..	42
Figura No. 6 Distribución física de las jaulas y sus tratamientos correspondientes en el invernáculo.....	42
Figura No. 7 Disposición de huevos de <i>Ephestia kuehniella</i> en las plantas de tomate adheridos en cartones (indicados con las flechas)	44
Figura No. 8 Cantidad de individuos (adultos + ninfas) de <i>Tupiocoris cucurbitaceus</i> para cada tratamiento por planta según fecha de monitoreo (promedio $\pm$ error estándar).	48

RESUMEN

Los míridos son depredadores zoofitófagos muy utilizados y estudiados en programas de control biológico en Europa. En América Latina, *Tupiocoris cucurbitaceus* es una especie naturalmente presente y posee varias características que le confieren un buen potencial como agente de control biológico. Tiene capacidad de control sobre varias plagas del cultivo de tomate como huevos y ninfas de mosca blanca, huevos de *T. absoluta*, adultos de *T. urticae*, entre otros; presenta un amplio rango de hospederos, la fitofagia les permite permanecer en el sistema ante períodos cortos de escasez de presas y tienen alta fertilidad. La depredación representa su principal forma de alimentación y obtención de nutrientes, aunque la fitofagia también sucede de forma poco frecuente y complementaria. Por lo que, el objetivo fue comprobar si existe daño y pérdida de rendimiento en el cultivo de tomate causado por *T. cucurbitaceus* ante la escasez de presa, condicionando su alimentación a la fitofagia; evaluando así el riesgo potencial sobre el óptimo desarrollo del cultivo de tomate. Para ello, se liberaron diferentes densidades de *T. cucurbitaceus* en jaulas experimentales con plantas de tomate y en ausencia de presas. Los resultados mostraron que su establecimiento y permanencia en el sistema está relacionado directamente con la abundancia de presas, por lo que, la fitofagia les permite sobrevivir durante períodos cortos de tiempo, pero no logran completar su desarrollo sin la ocurrencia de depredación. Las lesiones observadas por fitofagia, ocurrieron sobre folíolos y se caracterizaron como puntuaciones menores a 1 mm, redondeadas y de coloración castaña a negra. El número de puntuaciones nunca fue mayor a 3 por folíolo de tomate, siendo generalmente 1 para los folíolos con lesiones. No se observó un efecto significativo de la fitofagia sobre diferentes variables de desarrollo y rendimiento de la planta de tomate.

Palabras clave: control biológico, tomate, Miridae, *Tupiocoris cucurbitaceus*, fitofagia

SUMMARY

Mirids are zoophytophagous predators widely used and studied in biological control programs in Europe. In Latin America, *Tupiocoris cucurbitaceus* is a naturally present species and has several characteristics that give it good potential as a biological control agent. It has the ability to control several pests of tomato crops such as whitefly eggs and nymphs, *T. absoluta* eggs, and *T. urticae* adults, among others. It has a wide range of plant hosts, phytophagy allows them to remain in the system during short periods of prey scarcity, they have high fertility and their cycle is relatively fast. Predation represents their main form of feeding and obtaining nutrients, although phytophagy also occurs in a rare and complementary way. Therefore, the objective was to find out if there is damage and loss of yield in the tomato crop caused by *T. cucurbitaceus* due to the scarcity of prey, conditioning its feeding to the phytophagy; thus, evaluating the potential risk on the optimal development of the tomato crop. To do this, different densities of *T. cucurbitaceus* were released in experimental cages with tomato plants and in the absence of prey. The results showed that their establishment and permanence in the system is directly related to the abundance of prey, therefore, phytophagy allows them to survive for short periods of time, but they are unable to complete their development without the occurrence of predation. The lesions observed by phytophagy occurred on leaflets and were characterized as scores less than 1mm, rounded and brown to black in color. The number of scores was never greater than 3 per tomato leaflet and its incidence is directly related to the population level of the mirid. No significant effect was observed for the different variables measured in vegetative and reproductive organs for any treatment evaluated.

Keywords: biological control, tomato, Miridae, *Tupiocoris cucurbitaceus*, phytophagy

1 INTRODUCCIÓN

En la producción de tomate, *Solanum lycopersicum* L., son varios los factores que determinan el rendimiento. Dentro de los factores reductores del rendimiento se encuentra el daño asociado a las plagas del cultivo (Berrueta et al., 2019).

A partir de la revolución verde, el control químico ha sido empleado por excelencia para combatir la presencia de los insectos plaga, producto de su eficacia, facilidad de aplicación y costos. El uso excesivo de productos químicos y la reiteración del uso del mismo principio activo puede conllevar al desarrollo de resistencia en la plaga, dificultando el control y creando la necesidad de involucrar mayor número de productos químicos en un tratamiento convencional (Albajes et al., 1999). El control de plagas en horticultura, se encuentra en un proceso de transición hacia el manejo integrado, mediante la utilización de diferentes técnicas que contribuyen en un control parcial y cuya combinación permite la reducción de la población plaga dentro de límites tolerables. El objetivo es no emplear el control químico como única herramienta, sino integrarlo a una combinación de medidas de control, manteniendo la eficacia y logrando una reducción en la aplicación de productos químicos. El control biológico ha incrementado su relevancia en los últimos años y se desarrolla como método complementario, utilizando enemigos naturales para el control de la plaga objetivo (Nicholls, 2008).

En el cultivo de tomate, una de las principales plagas en invernáculo es la “mosca blanca de los invernáculos”, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae). Para su control con entomófagos, la utilización del mírido depredador *Tupiocoris cucurbitaceus* (Spinola) (Hemiptera: Miridae), que aparece naturalmente en América del Sur y se encuentra disponible comercialmente en Uruguay, ha mostrado eficacia en la reducción de la población plaga debido a su depredación (López et al., 2012; Orozco et al., 2012).

Tupiocoris cucurbitaceus presenta una alimentación zoofitófaga, que en niveles bajos o ausencia de la plaga podría provocar daños potenciales en el cultivo (Burla, 2010). Se ha reportado para otras especies de míridos, pertenecientes a la subfamilia Bryocorinae – tribu Dicyphini, que pueden alimentarse de savia en hojas y tallos causando un debilitamiento general de la planta, y de frutos provocando anillos cloróticos (Calvo et al., 2009; Lucas & Alomar, 2002; Silva et al., 2016).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar cuál es el comportamiento y posible daño sobre órganos vegetativos y/o reproductivos de *T. cucurbitaceus* sobre tomate en invernadero experimental ante la ausencia de la plaga objetivo, condicionando su alimentación a la fitofagia. Esta información permitirá conocer qué niveles poblacionales del mío pueden ser dañinos una vez controlada la plaga, en qué estado fenológico el cultivo puede ser más atractivo al ataque o los daños resultar más perjudiciales, qué órganos de la planta se ven afectados y si tienen como consecuencia una reducción en el rendimiento.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultivo de tomate

El tomate es un cultivo originario de Perú y Ecuador, domesticado en México, correspondiente a zonas de clima cálido, con preferencia por altas temperaturas y sensibilidad a heladas (Aldabe, 2000). La temperatura óptima de crecimiento tiene un rango de 20-30 °C (López, 2016). El excesivo calor puede ser problemático, cuando las temperaturas superan los 30°C se produce un balance negativo de carbohidratos, debido a que se utilizan en mayor cantidad para el mantenimiento, que lo sintetizado por fotosíntesis, por lo que el crecimiento se ve reducido (Aldabe, 2000).

Esta especie vegetal pertenece a la familia Solanaceae (López, 2016). Tiene crecimiento simpodial, donde a partir de la diferenciación de la yema terminal en inflorescencia, el crecimiento del tallo principal se retoma desde la yema apical de la última hoja (Aldabe, 2000). El crecimiento se detiene luego del desarrollo de un determinado número de inflorescencias según la variedad producida (López, 2016).

En Uruguay, el tomate tiene su principal importancia como cultivo protegido en invernáculos (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2017). Según esta fuente, en el año 2016 se sembraron 247 ha de superficie protegida de tomate de mesa y Cherry. En la zona norte, se contabilizaron 224 productores de tomate en invernáculo que comprenden una superficie de 160 ha (65% superficie de tomate protegido en Uruguay) y un rendimiento promedio de 12,8 kg/m² (DIEA, 2017). En la zona sur, se contabilizaron 383 explotaciones con cultivo de tomate en invernáculo, alcanzando un área de 87 ha en total (35% de la superficie de tomate protegido en Uruguay) y con un rendimiento promedio de 9,8 kg/m² (DIEA, 2017). Es un cultivo de demanda continua a lo largo del año, para ello existen ciclos variados que junto al complemento en las zonas de producción (norte y sur) permiten mantener la oferta continua en Uruguay (Aldabe, 2000).

La importancia de la producción protegida es otorgada por varias razones atribuibles al cultivo. Es una semilla costosa y se busca maximizar la eficiencia, los ciclos se extienden y permite producir a contra estación, se protege de

adversidades climáticas y aumenta el control sobre el cultivo al disminuir la superficie (Albajes et al., 1999; Aldabe, 2000).

En Uruguay, la mayor superficie de tomate es sembrada a campo, donde los rendimientos obtenidos son menores respecto a su realización en invernáculos y los ciclos deben ser ejecutados en temporada, cuando las condiciones ambientales son adecuadas para el cultivo (Aldabe, 2000). Según la DIEA (2011), en 2010 fueron sembradas 639 ha de tomate a campo entre tomate perita, redondo y Cherry. Sin embargo, reportes de DIEA (2017) para 2016, indican que la superficie sembrada corresponde a 241 ha, mostrando una reducción en la extensión productiva del tomate a campo.

La zona norte es la principal productora de hortalizas de fruto (tomate y morrón) con el 57 % de la producción nacional (DIEA, 2017). Se caracteriza por la producción a contra estación en invernáculos durante otoño, invierno y primavera (Aldabe, 2000). La zona sur produce el 43 % del tomate comercializado a nivel nacional (DIEA, 2017). Se realizan ciclos a campo durante la temporada libre de heladas y producción protegida para cosecha temprana en primavera y tardías de otoño (Aldabe, 2000).

El rendimiento obtenido estará en función del número de frutos y el peso individual de cada fruto. Ambas variables presentan respuestas que dependen de las características intrínsecas del cultivo (densidad, variedad, racimos por planta, frutos por planta, etc) y de las condiciones ambientales (radiación, temperatura, humedad relativa, etc.) (Berrueta et al., 2019).

El control sanitario del cultivo es esencial para la obtención del máximo rendimiento esperado. La presencia de plagas se considera un factor reductor, debido a la disminución que provoca en el rendimiento final como consecuencia de su alimentación sobre el cultivo (Bentancourt & Scatoni, 2010; Berrueta et al., 2019).

2.2 Principales plagas del cultivo de tomate

Cuando un insecto alcanza poblaciones elevadas y su alimentación provoca pérdidas que superan el umbral de daño económico se considera plaga (Bentancourt & Scatoni, 2010). La importancia se otorga cuando interfiere con los objetivos del hombre causando daños perjudiciales al cultivo, cuya magnitud se

asocia a la densidad poblacional y la capacidad destructiva de la especie (Aldabe, 2000). En el control de plagas, no se busca la erradicación del insecto del sistema sino reducir su población a niveles deseables (Bentancourt & Scatoni, 2010).

Los insectos pueden convertirse en plaga, entre otros factores, cuando se disocian de los enemigos naturales producto de la modificación del hábitat o el uso de insecticidas de amplio espectro que disminuyen la población de enemigos naturales, favoreciendo la supervivencia de la plaga (Dent, 2000). El nivel poblacional que pueda alcanzar un insecto dependerá del potencial reproductivo y la resistencia del medio representado por factores abióticos (condiciones ambientales) y bióticos (competencia, enemigos naturales, alimento) (Bentancourt & Scatoni, 2010).

Los principales insectos fitófagos frecuentes en el cultivo de tomate son: *Aculops lycopersici* (Trombidiformes: Eriphyidae), *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae), *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae), *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae), *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae), *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) y *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) (Aldabe, 2000; Bentancourt & Scatoni, 2010).

Los insectos que suelen superar el umbral de daño económico y transformarse en plaga en el cultivo de tomate, para las condiciones productivas de Uruguay, son la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*; la polilla del tomate *Tuta absoluta*, el trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis*, el ácaro del bronceado *Aculops lycopersici* y los pulgones, principalmente *Myzus persicae* (Aldabe, 2000; Bentancourt & Scatoni, 2010; López, 2016).

La incidencia de plagas estará afectada por las condiciones ambientales en las que se desarrollará el ciclo del cultivo, siendo determinantes la temperatura y humedad relativa, que varían de acuerdo al momento de siembra y largo del ciclo (Berrueta et al., 2019). La temperatura determina la tasa de desarrollo de los insectos y en cuánto tiempo podrán completar una generación, siendo así que temperaturas más elevadas reducen el tiempo de desarrollo y permiten un aumento poblacional en menor tiempo (Bentancourt & Scatoni, 2010, Polack et al., 2017).

El desarrollo de resistencia es un factor que ha aumentado su relevancia en el último tiempo con la aparición de especies resistentes a los insecticidas y la disminución en el efecto de control del principio activo (Whalon et al., 2008). La especie plaga puede convertirse en resistente mediante diversos mecanismos: metabolizando el ingrediente activo, mutando el sitio de acción para que la molécula no lo reconozca y evite la reacción o reduciendo la absorción vía cutánea (Albajes et al., 1999).

Debe lograrse un equilibrio entre optimizar las condiciones para obtener mayores rendimientos del cultivo y otorgar condiciones favorables para el establecimiento de plagas. En cultivos con fertilización o riego en exceso, las plantas presentan mayor atractividad para insectos como áfidos, mosca blanca y minadores de hoja (Albajes et al., 1999).

Berrueta et al. (2019) observaron que los daños ocasionados por mosca blanca en el cultivo de tomate produjeron reducciones significativas en los rendimientos. A su vez, se manifiesta que las medidas de control tradicionales han ido disminuyendo en su eficacia y se destaca la importancia del crecimiento del control biológico como alternativa o complemento.

2.2.1 *Trialeurodes vaporariorum* “Mosca blanca de los invernaderos”

La mosca blanca *T. vaporariorum* es actualmente una de las plagas presentes en invernáculo más extendida en el mundo, registrando una distribución cosmopolita (Robledo et al., 2009). Es uno de los principales problemas sanitarios en la horticultura nacional, ocasionado importantes daños en varias especies de plantas cultivadas, aunque su mayor incidencia se registra para producciones bajo invernáculo de tomate (Gómez & Paullier, 2015). Es sumamente polífaga y presenta un amplio rango de plantas hospederas que favorecen el desarrollo de su ciclo y sobrevivencia; estableciéndose en solanáceas, asteráceas, cucurbitáceas y plantas ornamentales (Bentancourt & Scatoni, 2010; López, 2016).

Pertenece al orden Hemiptera y suborden Sternorrhyncha (al que también pertenecen los pulgones), donde comparten características como la presencia de alas membranosas y aparato bucal pico succionador. Son principalmente fitófagos y se alimentan generalmente de sustancias líquidas; atacando diversos

órganos vegetales como hojas, frutos, flores, tallos y brotes. Dentro del suborden, pertenecen a la familia Aleyrodidae. Los adultos presentan 2 o 3 mm de longitud y alas membranosas cubiertas por un polvillo blanquecino secretado por las glándulas del pigidio. Se ubican generalmente en el envés de las hojas y su metamorfosis es neometábola a diferencia de otros insectos del orden Hemiptera que son hemimetábolos (Bentancourt et al., 2009).

El ciclo biológico presenta estado de huevo, 4 estadios ninfales (el último denominado pupa) y adulto (Soto, 1997). Las ninfas eclosionan 1 o 2 semanas después de la oviposición, siendo al principio móviles durante unas pocas horas y luego inmóviles, se fijan al tejido vegetal a través de sus piezas bucales para alimentarse (Robledo et al., 2009). Son de forma ovalada, aplanadas y con coloración amarillenta; en el cuarto estadio ninfal dejan de alimentarse, se engrosan y forman el pupario, que es la fase previa a la aparición del adulto (Soto, 1997). Completa su ciclo de vida en aproximadamente 28 días a 22° C (Robledo et al., 2009).

Las hembras de *T. vaporariorum* desarrolladas a 25 °C sobre plantas de tomate presentan una fecundidad total de 121 huevos/hembra y una fecundidad diaria de 5 huevos/hembra; demostrando una gran capacidad para reproducirse y aumentar su nivel poblacional en un período corto de tiempo. Por ello la importancia de que las medidas de control sean eficaces (Lorenzo, 2013). Asimismo, la longevidad de las hembras de *T. vaporariorum*, desarrolladas en las mismas condiciones es de 24 días (Lorenzo, 2013).

La puesta de huevos suelen realizarla en el estrato medio-superior de la planta de tomate (Bentancourt & Scatoni, 2010). Las ninfas I, II y III suelen encontrarse en la zona media y las ninfas IV sobre hojas viejas en el estrato inferior de la planta (Robledo et al., 2009). Los adultos suelen frecuentar las hojas más jóvenes y brotes apicales, aunque ante poblaciones densas pueden encontrarse sobre los diferentes estratos de la planta (Robledo et al., 2009).

La mosca blanca provoca pérdidas de rendimiento en el cultivo debido a que se alimenta del floema, produciendo daños directos asociados a la succión de savia que causa amarillamiento y debilitamiento general de la planta (Bentancourt et al., 2009). A su vez, ocasionan daños indirectos con el desarrollo de fumagina y la transmisión de virus (Wan et al., 2009). Secretan el exceso de azúcares en forma de mielecilla que sirve como sustrato para el crecimiento de hongos

saprófitos, provocando una reducción de la capacidad fotosintética de la planta y una disminución del valor comercial de los frutos (Bentancourt & Scatoni, 2010). Además, presentan la capacidad de transmitir más de 40 especies de virus patogénicos de plantas (Albajes et al., 1999; Calvo et al., 2009; López, 2016; Wan et al., 2009). En Uruguay, *T. vaporariorum* tiene la capacidad de transmitir en forma semipersistente el virus *Tomato chlorosis Virus* (ToCV); los síntomas del virus se asocian a una fuerte clorosis internerval que disminuye la capacidad fotosintética, vigor y cuajado de la planta de tomate (Rubio et al., 2013)

Es un insecto plaga en producciones protegidas debido a condiciones favorables para su desarrollo, donde el aumento poblacional ocurre en tiempos acotados, cumpliendo varias generaciones anuales y requiriendo medidas de control ante su aparición para evitar pérdidas económicas (López, 2016). El control de la mosca blanca se dificulta por su alto potencial reproductivo, rápida capacidad de generar resistencia y por su ubicación en el envés de las hojas obstaculizando el contacto con los insecticidas (Araya & Cáceres, 2018). El uso indiscriminado de insecticidas ha permitido la generación de poblaciones resistentes, presentando una gran capacidad para el rápido desarrollo de resistencia frente a nuevos principios activos (Albajes et al., 1999; Sánchez, 1994). El control químico, de manejo tradicional, comenzó a ser ineficaz y la problemática se agravó por la eliminación de los enemigos naturales (organismos no blancos) y el aumento en la presión de selección con la utilización indiscriminada de químicos (Wan et al., 2009).

2.3 Control de plagas

Históricamente, el control de plagas se ha realizado mediante la aplicación de productos químicos debido a su eficacia, facilidad de aplicación, residualidad y bajos costos (Albajes et al., 1999). El aumento en la utilización de fitosanitarios químicos tiene un impacto sobre el ecosistema natural, el medio ambiente y el hombre. Además, numerosos casos de resistencia se han reportado, donde el insecto deja de ser susceptible al principio activo y se dificulta su control (Sánchez, 1994). Por tanto, es necesario buscar alternativas para regular las plagas y disminuir el uso de agroquímicos, manteniendo su eficiencia en el tiempo (Wan et al., 2009).

En las últimas décadas ha aumentado la demanda por el consumo de hortalizas de calidad e inocuas, lo que ha conllevado al desarrollo de programas de producción integrada y buenas prácticas agrícolas, cuyo principal objetivo es minimizar el uso indiscriminado de químicos y sus efectos secundarios (Wan et al., 2009). El control de enfermedades y plagas se realiza integrando diferentes métodos de efectividad parcial que dificultan las condiciones ambientales o directamente impiden el desarrollo del insecto. Dentro de las técnicas utilizadas, el control biológico ha demostrado ser una herramienta eficaz (Nicholls, 2008).

Para el manejo exitoso de plagas, deben realizarse monitoreos e identificar la presencia temprana de la plaga, conocer cuáles son sus estados de desarrollo, hábitos alimenticios y distribución en la planta (Robledo et al., 2009). La planta presenta momentos de mayor susceptibilidad al ataque en función del estado fenológico, donde los daños provocan pérdidas significativas y el control debe aumentar; por ello, es necesario conocer los umbrales de daño económico (Aldabe, 2000).

2.4 Control Biológico

El control biológico, tiene el principio de reparar el desequilibrio (plaga/enemigo natural) provocado por el uso excesivo de insecticidas, ya sea introduciendo enemigos naturales o aumentando las condiciones favorables para su desarrollo (Dent, 2000). Se basa en la regulación del nivel poblacional de plagas, malezas y patógenos producto de la acción de organismos vivos, a partir de las relaciones existentes entre enemigo natural y plaga, favoreciendo el desarrollo del agente de control y disminuyendo la población de la plaga objetivo (Heimpel & Mills, 2017).

Las interacciones entre seres vivos son influenciadas por el ambiente, destacándose las características geográficas y climáticas asociadas al lugar de producción (Gullan & Cranston, 2014). Las herramientas de control biológico, por tanto, no siempre son aplicables en forma universal y es necesario disponer de estudios que brinden las mejores estrategias adaptadas a las condiciones locales (Aldabe, 2000). Incluso, existen enemigos naturales para plagas cosmopolitas (ej. mosca blanca), que no existen o no logran establecerse en determinadas condiciones ambientales como población natural (Nicholls, 2008).

Así mismo, para asegurar el éxito de los agentes de control en cultivos protegidos es necesaria la aplicación de insecticidas selectivos, así como la industria debe tener la necesidad de desarrollarlos, buscando maximizar el control sobre las plagas y minimizar el daño sobre los organismos no blanco o benéficos (Polack et al., 2017). En función de regular las plagas mediante control integrado, debe resaltarse la importancia de que los principios activos utilizados sean compatibles con el desarrollo del agente controlador (Albajes et al., 1999).

Existen 3 estrategias de uso de los enemigos naturales: introducción o control biológico clásico, control biológico aumentativo y control biológico por conservación (Dent, 2000). Las liberaciones pueden ser inoculativas o inundativas (Heimpel & Mills, 2017; Van Driesche & Bellows, 1996).

En la introducción o control biológico clásico, se importa un agente de control biológico exótico de la zona geográfica nativa de una plaga, para controlar la especie plaga invasora (Van Driesche & Bellows, 1996). Los enemigos naturales probablemente han coevolucionado con la plaga en su zona de origen (Bentancourt & Scatoni, 2001). Se establece el agente para un control a largo plazo (Heimpel & Mills, 2017).

En el control biológico aumentativo, el enemigo natural es criado masivamente y liberado con el objetivo de control a corto plazo, buscando establecer una población del enemigo natural durante el ciclo del cultivo, que permita regular el nivel poblacional de plagas ocurrentes (Dent, 2000). Se utiliza cuando los enemigos naturales están ausentes, aparecen tarde en la temporada del cultivo o cuando su nivel poblacional no es suficiente para el control de la plaga (Heimpel & Mills, 2017). Los organismos colectados o producidos, se liberan periódicamente en cultivos de ciclos cortos (Van Driesche & Bellows, 1996).

En el control biológico por conservación, el objetivo es mejorar las condiciones y aumentar el control biológico ya existente, por lo que el agente de control biológico se encuentra presente en el sistema, pero en bajas poblaciones (Bentancourt & Scatoni, 2001). Consiste en modificar las prácticas agrícolas para favorecer la actividad de los enemigos naturales, minimizando los factores negativos que perjudiquen su desarrollo y favoreciendo aquellos que permiten mejorar el hábitat del enemigo natural (Díaz et al., 2020). Técnicas que favorecen su establecimiento pueden ser: utilizar insecticidas selectivos, instalar hospederos

preferidos por el enemigo natural, colocar fuentes de alimentación alternativa a la plaga (Díaz et al., 2020; Heimpel & Mills, 2017).

La liberación de enemigos naturales producidos comercialmente puede ser inoculativa o inundativa (Van Driesche & Bellows, 1996). Cuando se libera una cantidad reducida al inicio del cultivo para favorecer la reproducción y que la descendencia controle la plaga por un período extenso, se habla de liberación inoculativa (Dent, 2000). En cambio, cuando la liberación es en grandes cantidades debido a que es poco probable la multiplicación del enemigo natural en el campo, se trata de liberación inundativa (Van Driesche & Bellows, 1996). Los enemigos naturales utilizados para el control biológico incluyen patógenos, insectos depredadores, parásitos y parasitoides (Gullan & Cranston, 2014; Bentancourt & Scatoni, 2001).

La depredación se entiende como el consumo de un organismo vivo (presa) por otro organismo (depredador) (Greco & Rocca, 2020). Existen depredadores con la capacidad de alimentarse de todos los estadios de la presa, como también otros que se alimentan de estadios específicos (huevo, larva/ninfa y/o adulto) (Gullan y Cranston, 2014). Cada depredador requiere de un cierto número de presas para alimentarse y alcanzar la madurez, a diferencia de los parasitoides que únicamente requieren de un individuo para completar su ciclo de vida (Gullan & Cranston, 2014). Comprenden insectos de diferentes órdenes: Coleoptera, Neuroptera, Hymenoptera, Díptera y Hemíptera; aunque la mayoría son Coleópteros (Bentancourt & Scatoni, 2010). La utilización de depredadores polífagos para el control biológico ha aumentado en los últimos años, debido a que presentan la capacidad de alimentarse de varias especies plaga (Castañé et al., 2009). La estabilidad de la interacción depredador/presa refiere a la persistencia de los mismos a un nivel medio de abundancia, debido a que el número de presas fluctuará al ser restringida por la población de depredadores, la cual a su vez puede aumentar y desequilibrar la relación (Gullan & Cranston, 2014).

Un grupo importante de depredadores que ha sido utilizado en control biológico está constituido por chinches del orden Hemíptera, al cual pertenece *T. cucurbitaceus*. Estas especies han demostrado capacidad de alimentarse de otras potencialmente plagas tanto en estadios ninfales como adulto (Montiel, 2019).

2.5 Orden Hemiptera

Los hemípteros presentan una gran variabilidad en tamaños, apariencia, modos de vida, donde el rasgo en común es el aparato bucal pico suctor utilizado para penetrar el tejido vegetal y succionar líquidos (Albajes et al., 1999). Las alas anteriores son hemiélitros o membranosas, a veces apérgaminadas, siendo las anteriores mayores a las posteriores (Bentancourt et al., 2009). Son hemimetábolos, presentan metamorfosis incompleta (Bentancourt et al., 2009). Existen 3 subórdenes: Auchenorrhyncha, Sternorrhyncha y Heteróptera (Bentancourt & Scatoni, 2010).

Las especies terrestres pueden ser fitófagas alimentándose de estructuras vegetales como brotes, hojas, frutos, entre otras. También las hay depredadoras o hematófagas que se alimentan de sangre de animales (Bentancourt & Scatoni, 2010).

Los fitófagos son insectos que se alimentan del tejido vegetal provocando daños directos e indirectos al favorecer la acción de otros patógenos (Albajes et al., 1999). El daño directo es mecánico y producto de la inserción del estilete en el tejido vegetal, la succión de savia y la inyección de saliva con toxinas (Castañé et al., 2009). El daño indirecto es el papel que cumplen como vectores de virus durante su alimentación y mediante la secreción de mielecilla que permite el desarrollo de fumagina (Bentancourt & Scatoni, 2010).

Los depredadores hemípteros, en particular la familia Miridae, han incrementado su relevancia en los últimos años (Robledo et al., 2009). A esta familia pertenecen diversas chinches zoofitófagas con capacidad de depredar diversas plagas de cultivos comerciales (Robledo et al., 2009).

2.5.1 Familia Miridae

Miridae es un taxón que corresponde a la familia más grande dentro del suborden Heteroptera, con aproximadamente 10.000 especies. Han aumentado su importancia debido a la utilización de especies depredadoras en el control biológico de plagas (Ferreira et al., 2001).

Los adultos varían en tamaño y apariencia, la longitud varía desde 1 mm hasta 15 mm dependiendo de la especie, su forma es elongada a ovoide y la

cabeza es triangular, generalmente prognata (Bentancourt et al., 2009). Los ojos son alargados y el ocelo está presente únicamente en la subfamilia Isometopinae, las antenas presentan cuatro segmentos y los hemiélitros son distintivos, con el *corium* dividido en un cúneo triangular y una membrana apical con una o dos células desiguales divididas por una corta vena longitudinal, una característica que es apomórfica para míridos (Ferreira et al., 2015).

El ciclo de vida generalmente no presenta una duración mayor a seis semanas y normalmente presentan cinco estadios ninfales, aunque puede variar entre tres y seis (Ferreira et al., 2015). Presentan postura endofítica, insertando los huevos en el tejido vegetal (Ferreira et al., 2015). Se alimentan de sustancias líquidas, aunque en muchos casos son depredadores de insectos (Bentancourt & Scatoni, 2010).

La familia Miridae pertenece a la superfamilia Miroidea, y se encuentra dividida en 8 subfamilias: Bryocorinae, Cylapinae, Deraeocorinae, Isometopinae, Mirinae, Orthotylinae, Phylinae y Psallopinae (Schuh, 2002-2013).

Se ha reportado la colonización de míridos en 69 familias de plantas, siendo las principales familias hospederas: Fabaceae, Gramineae, Asteraceae y Orchidaceae (Ferreira et al., 2001). A su vez, 31 familias fueron hospedantes de dos o más géneros de Miridae, siendo las más importantes Fabaceae, Asteraceae, Solanaceae, Malvaceae, Gramineae, Convolvulaceae y Euphorbiaceae (Ferreira et al., 2001).

La mayoría de los estudios sobre míridos han sido realizados para especies que se desarrollan naturalmente y son utilizadas en control biológico en Europa; centrando la investigación sobre 4 especies: *Dicyphus tamaninii* (Hemiptera: Miridae), *Dicyphus hesperus* (Hemiptera: Miridae), *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) y *Nesidiocoris tenuis*. (Hemiptera: Miridae) (Castañé et al., 2011). Todos pertenecen a la subfamilia Dicyphinae al igual que *T. cucurbitaceus*, que es la especie presente y utilizada en América del sur (Burla, 2010; López et al., 2012; Orozco et al., 2012).

2.5.1.1 Hábitos alimenticios de los míridos

Los míridos presentan una alimentación zoofitófaga, pueden alimentarse de plantas así como de presas en la misma etapa de desarrollo (Castañé et al.,

2011). El comportamiento zoofitófago puede representar un riesgo y deben determinarse las condiciones que favorecen el posible daño, así como evaluar los beneficios de la liberación del depredador (Castañé et al., 2009).

Son depredadores polípagos, se pueden alimentar de diversos insectos plaga frecuentes en los cultivos de tomate, como mosca blanca (Calvo et al., 2009), polilla del tomate, áfidos y arañuela roja (Castañé et al., 2011). En el cultivo de tabaco, se logró evaluar interacciones existentes entre plagas del cultivo e insectos benéficos de la familia Miridae, encontrando especies polípagas capaces de controlar más de una especie plaga al mismo tiempo (Ohashi & Urdampilleta, 2003).

Liberar enemigos naturales específicos puede ser costoso y difícil de establecer debido a la dependencia con la población plaga (Robledo et al., 2009). Los enemigos naturales zoofitófagos pueden establecerse con mayor facilidad y ejercer un control sobre las plagas más persistentes, debido a que sus recursos alimenticios son variados (Araya & Cáceres, 2018). Sin embargo, ante la ausencia o baja disponibilidad de presas, su principal fuente de alimentación pasará a ser el cultivo presente, pudiendo provocar pequeñas manchas, cicatrices, deformaciones, puntuaciones en frutos, anillos necróticos en tallos, pecíolos y pedúnculo de la flor (Arnó et al., 2009; Calvo et al., 2009; Lucas & Alomar, 2002; Sánchez & Lacasa, 2008). Si bien los enemigos naturales utilizados en programas de control biológico se alimentan frecuentemente de plantas, es raro que el daño pueda resultar en pérdidas significativas de rendimiento (Castañé et al., 2011).

Los depredadores necesitan agua para realizar su digestión e inyectar enzimas digestivas dentro de la presa, las cuales son secretadas desde sus glándulas salivales (Bentancourt et al., 2009). El agua también es necesaria para su mantenimiento fisiológico, provocando la necesidad de obtener cantidades importantes que adquieren principalmente de los tejidos vegetales (Castañé et al., 2011). La adquisición de agua parece ser una función primaria, en donde la fitofagia tiene un rol central, por lo tanto, alimentarse de la planta puede considerarse esencial más que facultativo (Castañé et al., 2011).

Los daños causados por fitofagia pueden ser atribuidos a la acción mecánica de la alimentación, produciendo heridas cuando penetran los tejidos vegetales con la inserción del estilete (Hori, 2000). En otros casos, el daño puede ser el resultado de procesos químicos, donde las células afectadas mueren por

las enzimas salivares inyectadas (Hori, 2000). Otro tipo de daño es el causado por la alimentación del insecto sobre los tejidos vasculares de las plantas, siendo inusual para la mayoría de los míridos, pero, por ejemplo, *Nesidiocoris tenuis* se alimenta principalmente en los haces vasculares de las plantas de tomate (Wheeler, 2000). Por último, la fitofagia también puede producir desbalances hormonales, induciendo respuestas en la planta como abscisión de órganos y/o deformaciones (Hori, 2000).

Los síntomas de fitofagia dependen de la especie que interacciona con la planta, pero suelen ser similares o con pequeñas diferencias. Por ejemplo, *Dicyphus tamaninii* causa manchas pequeñas, cicatrices, deformaciones y puntuaciones en frutos inmaduros de tomate (Alomar & Albajes, 1996; Lucas & Alomar, 2002), mientras que *N. tenuis* produce anillos necróticos en tallos y pecíolos, aborto de flores y frutos pequeños y reducción en el crecimiento de tallos y hojas (Arnó et al., 2009; Calvo et al., 2009; Sánchez & Lacasa, 2008). La presencia de halos blancuzcos en frutos de tomate también ha sido reportada como síntoma por Calvo y Urbaneja (2003).

El nivel de daño en el cultivo también se ha relacionado con la densidad de depredadores y la abundancia de la presa (Arnó et al., 2006; Arnó et al., 2009; Calvo et al., 2009). De igual forma se han reportado diferencias en el comportamiento de míridos de acuerdo a sus necesidades nutricionales, preferencias por presas, plantas hospederas, estado de desarrollo y etapa de desarrollo del cultivo (Calvo et al., 2009; Castañé et al., 2011; Lucas & Alomar, 2002; Silva et al., 2016). Cultivares de tomate con fruta más chica fueron más susceptibles al aborto de flores producto de la fitofagia de *N. tenuis* comparado con cultivares de fruta más grande y alargada (Ingels et al., 2022). A mayor contenido total de azúcares, sodio, cloro, azufre y cobre la aparición de anillos necróticos fue menor; en forma opuesta, el potasio, calcio, fósforo y magnesio se relacionaron positivamente con la presencia de anillos necróticos (Ingels et al., 2022).

La presencia de daños significativos en el cultivo de tomate ha mostrado correlación positiva con la relación depredador/presa alta (Arnó et al., 2009). Las puntuaciones en frutos realizadas por *D. tamaninii* tienden a disminuir con la presencia de la presa, demostrando la preferencia de la zoofagia sobre la fitofagia (Castañé et al., 2011; Lucas y Alomar, 2002). Mientras que *N. tenuis* muestra un nivel de daño diferencial de acuerdo al estado de desarrollo, donde la cantidad de

anillos necróticos se relacionan más a la abundancia de ninfas presentes que a los adultos (Arnó et al., 2009; Calvo et al., 2009; Sánchez, 2009) y se correlaciona inversamente con la abundancia de presas (Arnó et al., 2009).

Otro factor determinante del nivel de daño es el tiempo de duración de la interacción, donde daños provocados por *N. tenuis* durante las primeras 4 semanas muestran lesiones que desaparecen luego de varios días (Arnó et al., 2006) y no presentan efectos negativos para el crecimiento de la planta (Arnó et al., 2009). Sin embargo, cuando la interacción fue mayor a 6 semanas, la alimentación del insecto provocó una reducción significativa en el crecimiento general de la planta y en el rendimiento (número y peso de frutos de tomate) (Arnó et al., 2009).

Adicionalmente, la ubicación del mírido sobre la planta determinará dónde existe mayor probabilidad de encontrar lesiones por fitofagia, qué órganos afecta y su posible influencia sobre el crecimiento general de la planta y rendimiento (Alomar, 1994; Arnó et al., 2009). *N. tenuis* tiende a mostrar un comportamiento de agruparse en la parte superior de la planta (Arnó et al., 2009) mientras que *D. tamaninii* y *Macrolophus caliginosus* presentan una distribución más concentrada en la parte media de la planta de tomate (Alomar, 1994).

La fitofagia no tiene únicamente efectos negativos. En épocas donde el nivel de presas sea bajo en el cultivo, debido a condiciones ambientales o al control de enemigos naturales, los míridos pueden sobrevivir por períodos cortos de tiempo gracias a la fitofagia (Naranjo & Gibson, 1996). El cambio activo de fuente de alimento entre fitofagia y depredación, en función de la densidad de la presa, incrementa la estabilidad del mírido en el sistema (Castañé et al., 2011; Lalonde et al., 1999). Un bajo nivel de daño en el cultivo asociado a los míridos, no debería ser una problemática para su utilización en comparación con los beneficios obtenidos por control de plagas y reducción en la aplicación de insecticidas (Castañé et al., 2011).

Asimismo, se ha observado que la alimentación de los miridos puede desencadenar mecanismos de defensa en la planta, como ejemplo, emisión de volátiles que atraen enemigos naturales y/o repelen otros herbívoros (Pérez-Hedo et al., 2018; Silva et al., 2022). La fitofagia de *N. tenuis* y *M. pygmaeus* puede inducir mecanismos de defensa en la planta de tomate que son activados a través de la promoción en la síntesis de ácido abscísico (ABA) y ácido jasmónico (JA)

(Pérez-Hedo et al., 2018; Naselli et al., 2016). La alimentación de los míridos sobre la planta puede modificar la ubicación y localización de las plagas y enemigos naturales, induciendo en la planta la síntesis y liberación de volátiles en respuesta a la misma (Pérez-Hedo et al., 2018). Estos semioquímicos liberados, denominados volátiles vegetales inducidos por herbívoros (HIPVs), pueden atraer enemigos naturales, repeler herbívoros y alertar plantas vecinas (Paré & Tumlinson, 1997). Plantas expuestas a individuos de *N. tenuis* fueron comparadas con plantas sin daños provenientes del mírido, obteniendo una clara preferencia de la mosca blanca para atacar plantas que no fueron dañadas por el depredador; así mismo las plantas expuestas a los míridos fueron más atractivas para el parasitoide *Encarsia formosa* respecto a las no expuestas (Naselli et al., 2016). Plantas de tomate expuestas a *Macrolophus basicornis* fueron más atractivas para el parasitoide *Encarsia inaron* respecto a aquellas no expuestas, mientras que el número de huevos de *Tuta absoluta* y *Bemisia tabaci* depositados en el tejido vegetal fueron significativamente reducidos cuando las plantas fueron expuestas previamente al mírido (Silva et al., 2022). Pérez-Hedo et al. (2018) identificaron los HIPVs involucrados en la respuesta de defensa inducida en tomate por *M. pygmaeus* y *N. tenuis*. Seis volátiles de hoja verde y salicilato de metilo, producidos por la planta cuando los depredadores se alimentaron de ella, fueron repelentes de *B. tabaci* y atrayentes de *E. formosa* (Pérez-Hedo et al., 2018). El acetato de octilo, cuya presencia fue significativa solamente cuando *M. pygmaeus* realizó perforaciones en la planta, fue atrayente para *T. absoluta* y repelente para *E. formosa* (Pérez-Hedo et al., 2018).

2.5.1.2 Tribu Dicyphini

La tribu Dicyphini, a la que pertenece *Tupiocoris cucurbitaceus*, se caracteriza por presentar individuos con forma del cuerpo alargada, frágiles y con apéndices moderadamente largos a largos (Cassis, 1984). El color de base es variado desde pálido a negro, si es pálido hay con frecuencia marcas contrastantes rojas, marrones o negras; la setación es simple, los ojos sobresalen y las antenas son filiformes con setas regularmente distribuidas (Cassis, 1984). Las tibias son lineales, las delanteras tienen un peine tibial distal ventral, con hileras de espinas, y las tibias medias y posteriores usualmente presentan púas erectas y robustas (Ferreira et al., 2015). La reproducción es sexual, las hembras

portan un ovipositor retráctil que utilizan para la puesta de huevos en el tejido de las plantas (Burla, 2010).

Las especies de la tribu Dicyphini más estudiadas para control biológico corresponden con aquellas de aparición natural en Europa. Por lo que, la mayoría de los reportes sobre comportamiento, capacidad de predación y posibles daños de fitofagia son sobre especies que pertenecen a la misma familia de *T. cucurbitaceus* (Miridae) y serán utilizados para la comparación con el comportamiento obtenido en el presente ensayo experimental.

Dicyphus hesperus tiene la capacidad de preda mosca blanca, arañuela roja y trips (Shipp & Wang, 2006). De acuerdo con estos autores, el daño producido por el depredador en la planta de tomate consiste en la formación de manchas en el fruto, caracterizadas como puntuaciones rodeadas por un área amarillenta-blanquecina. Sin embargo, McGregor et al. (2000) hallaron un daño potencial bajo en la fruta, debido a que *D. hesperus* tuvo preferencia por las hojas frente al fruto de tomate.

Dicyphus tamaninii tiene la capacidad de preda moscas blancas, áfidos, arañuela roja, mosca minadora, huevos de lepidópteros y trips (Castañé et al., 2009; Sengonca et al., 2003). En tomate, puede causar daños en el fruto cuando ha logrado controlar las poblaciones de la plaga, provocando lesiones visibles en la fruta verde, pequeñas manchas, cicatrices y deformaciones (Alomar & Albajes, 1996). El número de puntuaciones por alimentación provocadas por *D. tamaninii* en el fruto disminuyó ante la presencia de hojas, así como la presencia de presa (Castañé et al., 2009; Sengonca et al., 2003). En experimentos y cultivos comerciales de tomate a campo y en invernáculos, los daños asociados al mírido aparecieron cuando la abundancia del depredador fue elevada y las poblaciones de mosca blanca fueron controladas (Gabarra et al., 1988).

Mouratidis et al. (2022) evaluaron la competencia de 3 especies de *Dicyphus* con *Nesidiocoris tenuis* y encontraron que el preestablecimiento de *Dicyphus* en tomate redujo el crecimiento poblacional de *N. tenuis* liberado posteriormente en un 90%, comparado con aquellos que fueron liberados y crecieron sin competidores. En laboratorio, comprobaron la existencia de predación intragremial recíproca entre especies de *Dicyphus* y *N. tenuis* en ausencia de presas. Yao et al. (2022) observaron que el número total de míridos (adultos + ninfas) y adultos de *N. tenuis* fue significativamente menor cuando *N.*

tenuis y *M. pygmaeus* fueron liberados en combinación, respecto a cuando *N. tenuis* fue liberado individualmente. El número de flores sin daños se incrementó significativamente cuando parte de los individuos de *N. tenuis* fueron reemplazados por *M. pygmaeus* (Yao et al., 2022). Por su parte, el número de anillos necróticos se redujo con la liberación combinada (*N. tenuis* + *M. pygmaeus*) (Yao et al., 2022). La liberación combinada de míridos que compiten entre sí, puede ser una medida a adoptar para aquellos que alcanzando poblaciones altas resultan perjudiciales al cultivo, como ha sido el caso de *N. tenuis* en Europa (Arnó et al., 2009).

Nesidiocoris tenuis tiene la capacidad de alimentarse de mosca blanca y huevos de lepidópteros (Arnó et al., 2009; Castañé et al., 2009); así mismo puede alimentarse de los diferentes órganos aéreos del tomate, pero tiene preferencia por las hojas superiores y la yema apical (Castañé et al., 2011). La alimentación de ninfas y adultos produce diferentes tipos de daños, incluyendo anillos necróticos en tallos, brotes, pecíolos y flores; aborto de flores y frutitos, reducción en el crecimiento de tallos y hojas que provocan un retraso en el crecimiento de las plantas (Arnó et al., 2009; Calvo et al., 2009; Sánchez y Lacasa, 2008). Se observó una relación inversa entre la abundancia de presa y la cantidad de anillos necróticos y flores abortadas, aunque nunca provocaron reducciones significativas en el rendimiento (Calvo et al., 2009, Castañé et al., 2011). El daño provocado por el mírido fue observado con alta densidad del depredador y baja presencia de la plaga, también estuvo relacionado con la duración de la interacción depredador/planta (Arnó et al., 2009). Cuando la interacción *N. tenuis*/hospedero fue mayor a 6 semanas (en ausencia de plaga), la fitofagia provocó alteraciones en el crecimiento de la planta y en la cantidad y calidad del rendimiento, afectando el largo de hojas, número de racimos y número y tamaño de frutos (Castañé et al., 2011).

Macrolophus pygmaeus es un depredador polífago que ha sido reportado como efectivo controlador de diversas plagas que afectan cultivos protegidos (tomate, pepino), principalmente mosca blanca, áfidos, minadores de hoja, arañuela roja y trips (Arnó et al., 2009; Castañé et al., 2009; Mohd Rasdi et al., 2009). Existen pocos reportes de daños en planta de tomate a causa de este depredador. Se han observado lesiones únicamente en condiciones experimentales con elevadas poblaciones del depredador y baja densidad de

presa, que consistían en pequeñas marcas de alimentación sobre órganos vegetativos y frutos (Castañé et al., 2011).

Tupiocoris cucurbitaceus es una especie de la familia Miridae cuya aparición ha sido reportada en varios países de Sudamérica (Carvalho & Afonso, 1977). Este depredador presenta una gran diversidad de hospederos, principalmente de las familias Solanaceae y Cucurbitaceae (Ferreira et al., 2001); además de una gran capacidad para el control de diversas plagas presentes en cultivos comerciales hortícolas (López et al., 2012, López et al., 2019; Orozco et al., 2012), surgiendo un interés por su estudio e inclusión en sistemas productivos.

2.6 *Tupiocoris cucurbitaceus*

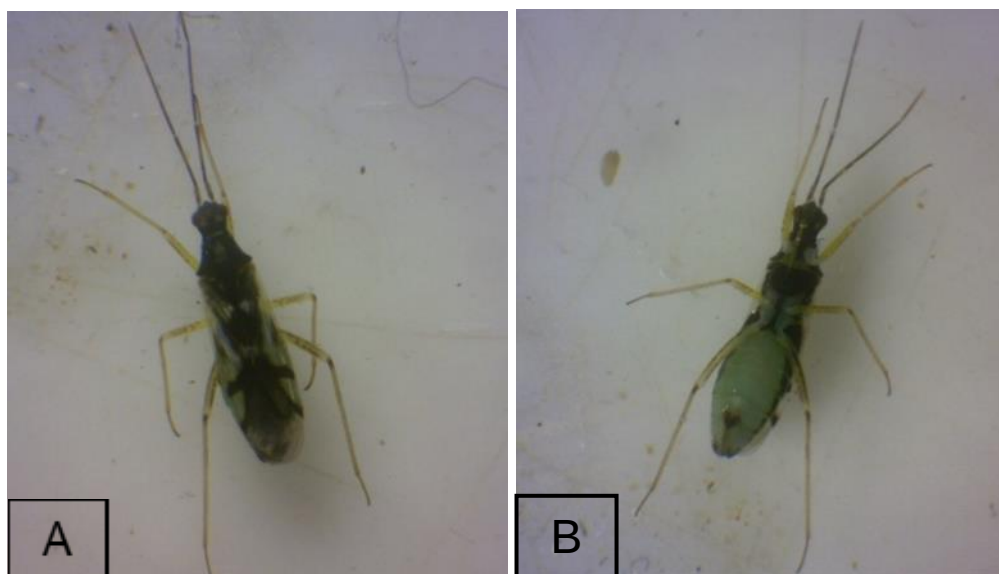
2.6.1 Características

Tupiocoris cucurbitaceus es un insecto perteneciente al orden Hemiptera, familia Miridae y tribu Dicyphini (Cassis, 1984). Comparte la característica de poseer alas anteriores de tipo hemiélitros y el otro par de alas membranosas (Burla, 2010).

Las características morfológicas del género *Tupiocoris* fueron descritas por Cassis (1984) como: insectos macrópteros, frágiles, generalmente pequeños. Su longitud del cuerpo varía de 2,05 a 5,25 mm. El color de base, con frecuencia, es marrón o negro grisáceo a negro, con marcas amarillas. El cuerpo se encuentra uniformemente cubierto con setas cortas y sub erectas. La cabeza puede ser de color marrón o negro grisáceo y su cuerpo es amarillo a marrón pálido. No presentan ocelos, los ojos son rojizos y presentan manchas oculares en torno a estos. Las antenas se insertan cerca de la altura media de los ojos siendo el extremo apical frecuentemente amarillo y el resto oscuro. El aparato bucal es pico-suctor. El pronoto es trapezoidal con collar estrecho y el escutelo convexo de coloración marrón o negro grisácea, presentando con frecuencia ángulos laterales amarillos. Las hembras tienen el collar de color blanco dorsalmente y negro ventralmente, mientras que el macho tiene el collar de color negro visto dorsalmente (Figura 1).

Figura No. 1

Hembra adulta de Tupiocoris cucurbitaceus, A: vista dorsal y B: vista ventral



Son esencialmente depredadores y tienen un desarrollo hemimetábolo, presentando estado de huevo, cinco estadios de ninfa y adulto (Burla, 2010; López et al., 2012; Orozco et al., 2012).

El ciclo de vida se completa en alrededor de 24 días con la presencia de mosca blanca (*T. vaporariorum* o *B. tabaci*), a temperatura de 25 °C y sobre planta de tomate o tabaco (López et al., 2012; Orozco et al., 2012). Mientras que, el desarrollo embrionario de *T. cucurbitaceus* a 25 °C, en tomate y tabaco fue de 9,6-9,8 días y en ambos casos se suplementó con ninfas de mosca blanca (Orozco et al., 2012).

Las hembras tienen postura endofítica, introduciendo los huevos dentro del tejido vegetal (Cassis, 1984). Desarrolladas a 25 °C, sobre plantas de tabaco y alimentadas con huevos de *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae), las hembras lograron una oviposición de 3 a 7 huevos/día, contabilizando una puesta de 74-205 huevos en el total de su vida adulta (Burla et al., 2014).

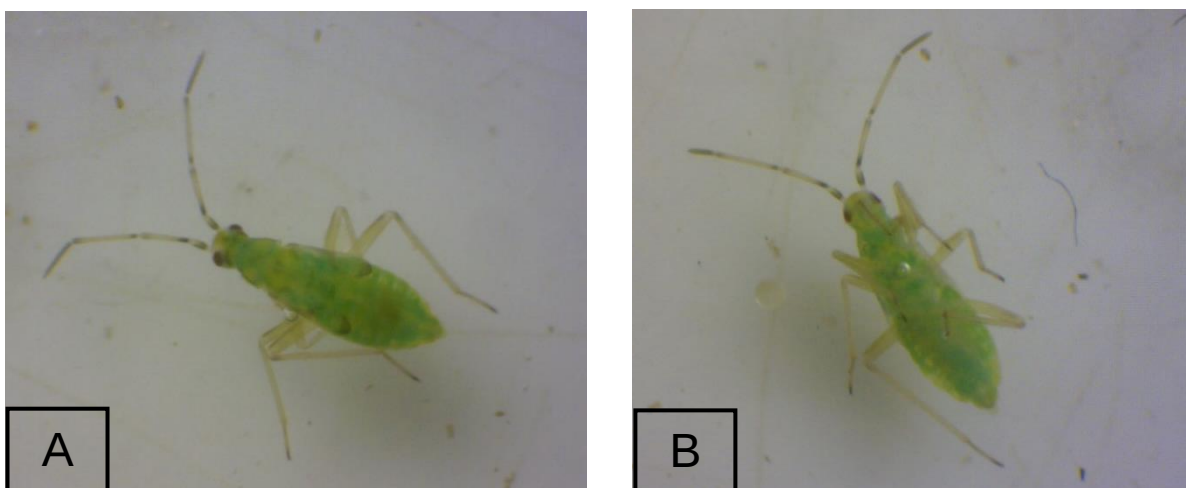
La longevidad de las hembras aumenta en presencia de presas, pero difiere según la especie predada, siendo mayor cuando se alimentaron de ninfas de *T. vaporariorum* (25 días) respecto a aquellas alimentadas con huevos de *S. cerealella* (14 días) (López et al., 2012). Datos similares obtuvo Strassera (2021), quien reporta una longevidad para la hembra de 18-25 días, cuando la planta

hospedera fue tomate, a 25 °C y las hembras fueron alimentadas con ninfas de mosca blanca.

El estado de ninfa presenta 5 estadios, donde existe una evolución en la coloración, apéndices y alas; siendo los dos primeros estadios ninfales ápteros, el tercero comienza con el desarrollo de los esbozos alares, mientras que en el cuarto y quinto presentan un mayor desarrollo y visibilidad (Figura 2) (Cassis, 1984). Adquieren tonos verdosos más oscuros con cada muda hasta llegar a la fase adulto donde resalta su color negro y alas completamente desarrolladas (Polack et al., 2017).

Figura No. 2

Ninfa IV de Tupiocoris cucurbitaceus, A: Vista dorsal y B: Vista ventral



El tiempo de desarrollo de las ninfas de *T. cucurbitaceus* a 24 °C en cámara de crecimiento, fue similar cuando el hospedero era tomate o tabaco, pero era dependiente de la presencia de presa (Orozco et al., 2012). El desarrollo y actividad de *T. cucurbitaceus* disminuye drásticamente en ausencia de la presa y solamente el 5 % de las ninfas emergidas llegaron al estado de adulto con un desarrollo lento y tamaño corporal menor respecto a adultos emergidos en plantas con suministro de ninfas de *B. tabaci* (Orozco et al., 2012). También es importante la especie presa para el desarrollo de las ninfas, demostrado en el estudio de López et al. (2012) en el que se observó un enlentecimiento en el desarrollo cuando fueron alimentadas con huevos de *Sitotroga cerealella* en lugar de ninfas de mosca blanca.

2.6.2 Alimentación

Los depredadores zoofitófagos, como *T. cucurbitaceus*, pueden alimentarse de más de un nivel trófico, pudiendo incluso utilizar plantas como fuente de alimento para sobrevivir y persistir en el ambiente (Castañé et al., 2011). La fitofagia es realizada de forma ocasional, funcionando como complemento a los recursos alimenticios obtenidos de presas que representa su principal fuente de nutrientes (Araya & Cáceres, 2018; Strassera, 2021). Tienen la capacidad de alimentarse de ambos recursos (presas y plantas) por conmutación trófica, permitiéndoles sobrevivir en ausencia de presas (Cohen, 1996). Presentan adaptaciones bioquímicas, morfológicas y fisiológicas, como la producción de enzimas y compuestos de desintoxicación o la modificación del aparato bucal, que le permiten alimentarse de ambas fuentes (Coll & Guershon, 2002; Labbé, 2005; Snyder & Yves, 2003).

La característica de predación es utilizada como mecanismo de control biológico, reduciendo el nivel poblacional de las plagas presentes en el cultivo de tomate con su liberación (Polack et al., 2017). *T. cucurbitaceus* se alimenta de ninfas de mosca blanca preferentemente, aunque ante su escasez, puede preñar huevos y larvas pequeñas de *Tuta absoluta*, ninfas de *Myzus persicae* y adultos de *Tetranychus urticae* (López et al., 2012).

Un bajo nivel poblacional del insecto plaga podría influir en la preferencia de alimentación de *T. cucurbitaceus* hacia la fitofagia dada la dificultad por encontrar a su presa. Se ha reportado para míridos de la misma familia la necesidad de alimentarse de tejido vegetal para completar sus necesidades nutricionales o requerimientos hídricos (Castañé et al., 2011). Sin embargo, en el caso de *T. cucurbitaceus*, la actividad fitófaga, si bien puede ocurrir en etapas tempranas del ciclo de desarrollo, no logra satisfacer las necesidades alimenticias para su desarrollo ninfal, por lo que, la depredación resulta esencial para su establecimiento (Orozco et al., 2012).

López et al. (2019) observaron una mayor capacidad de depredación sobre *B. tabaci* por parte de hembras adultas de *T. cucurbitaceus*, predando 38 ninfas de mosca blanca en 24 h; mientras que ninfas de primeros estadios de *T. cucurbitaceus* presentaron la menor capacidad de predación, consumiendo 15 ninfas de mosca blanca en el mismo período. Burla et al. (2014) registraron que *T. cucurbitaceus*, durante un ciclo de vida total, presentó la capacidad de preñar

732 huevos de *T. vaporariorum* cuando el hospedero fue tabaco y 712 huevos cuando fue tomate.

López et al. (2019) también evaluaron la capacidad de depredación de *T. cucurbitaceus* sobre otras plagas de tomate, como *T. absoluta*, *M. persicae* y *T. urticae*. Comportamientos de depredación similares observaron para el consumo de huevos de *T. absoluta*, donde las hembras de *T. cucurbitaceus* fueron las más voraces (147 huevos/24 h) y las ninfas de primeros estadios las menos voraces (27 huevos/24 h). Respecto del consumo de larvas de *T. absoluta*, estos autores no hallaron diferencias significativas entre estados ni sexo de *T. cucurbitaceus* con un consumo promedio de 3 larvas por día. Nuevamente, las hembras de *T. cucurbitaceus* presentaron una capacidad de predación mayor de ninfas de *M. persicae* (19 ninfas en 24 h) respecto de las ninfas pequeñas de la chinche (7 ninfas de *M. persicae* en 24 h) (López et al., 2019). En el caso de *T. urticae*, obtuvieron resultados similares de predación para los diferentes estados y sexos de *T. cucurbitaceus*, la capacidad de predación fue de 27,75 arañuelas adultas por depredador, tanto para ninfas como adultos (López et al., 2019). Los resultados obtenidos demuestran la capacidad de controlador biológico que tiene la especie, pudiendo alimentarse y sobrevivir con diferentes plagas como presa.

La diferencia en capacidad de predación, puede estar asociada al tamaño de presa como también al valor nutricional aportado por la fuente de alimento, existiendo un mayor consumo cuando los huevos de la presa son de menor tamaño, al igual que existe una preferencia por las larvas más pequeñas (López et al., 2019). En requerimientos, las ninfas de *T. cucurbitaceus* presentan necesidad de nutrientes para crecimiento y mantenimiento; mientras que las hembras adultas presentan mayor requerimiento nutricional para el mantenimiento, fecundación, formación de huevos y oviposición (López et al., 2012).

La presencia de alguna especie presa parece ser determinante para la estabilización de *T. cucurbitaceus* y mejorar su capacidad de control biológico (Burla, 2010). En el establecimiento a campo, sería necesario sincronizar la introducción del mírido con la presencia de la plaga, o en caso contrario (de ausencia de presa) colocar fuentes alternativas de alimento (ej. huevos de *E. kuehniella*) que favorezcan su establecimiento y desarrollo (López et al., 2019; Orozco et al., 2012). El establecimiento debe ser temprano y no esperar la detección de niveles poblacionales elevados de mosca blanca para la

introducción; además de realizar prácticas conservacionistas que favorezcan su desarrollo (Del Pino & Polack, 2011).

Polack et al. (2017) reportan que en los ensayos realizados con *T. cucurbitaceus* no observaron daños en el cultivo de tomate atribuibles al mírido. Su comportamiento sería similar a las especies de *Macrolophus*, para las que Castañé et al. (2011) describió daños como marcas de alimentación pequeñas y poco frecuentes tanto en órganos vegetativos como reproductivos.

2.6.3 Efecto de la dieta sobre el desarrollo del depredador

La supervivencia, longevidad y fecundidad de los depredadores varía en función de la calidad nutricional de la dieta (Greco & Rocca, 2020). El desarrollo de *T. cucurbitaceus* presenta una relación directa con su fuente de alimento. Así, cuando la chinche fue alimentada con presas, el estadio ninfal se acortó y el estado de adulto se prolongó (Burla et al., 2014). La máxima duración del ciclo de *T. cucurbitaceus* (ninfa + adulto) fue de 36 días y se obtuvo con el agregado de *T. vaporariorum* sobre tomate; la mínima duración fue 25 días con la alimentación fitófaga sobre tabaco (Burla, 2010). Entre dietas zoófagas no hubo diferencias significativas, tanto las ninfas alimentadas con *E. kuehniella* como con *T. vaporariorum*, lograron reducir el desarrollo ninfal de manera similar (Burla et al., 2014). En dietas fitófagas hubo diferencias significativas respecto al hospedero, siendo 18,3 días cuando la ninfa se alimentó de tomate y 20,78 días cuando se alimentó de planta de tabaco (Burla, 2010). Ninfas de *T. cucurbitaceus* alimentadas con *T. urticae* no lograron completar el desarrollo, todas murieron antes de alcanzar el IV estadio ninfal (Cuello & López, 2021). En pruebas a campo mediante el uso de jaulas de exclusión, se observó una disminución en el número de individuos de *T. urticae* con la presencia del mírido respecto al control, demostrando la capacidad de predación, pero sugiere que la arañuela roja presenta un bajo valor nutricional para el depredador, debido a la incapacidad de completar el desarrollo (Cuello & López, 2021).

Con la inclusión de presas, la mortalidad de ninfas de *T. cucurbitaceus* se redujo y la supervivencia de los adultos aumentó (Burla et al., 2014). Resultados similares se obtuvieron con la esperanza de vida, los fitófagos presentaron una esperanza de vida al momento de eclosión de la ninfa I de 14 y 13 días, los alimentados con *E. kuehniella* de 23 y 29 días, mientras que los

alimentados con *T. vaporariorum* tuvieron 34 y 35 días, siempre sobre tabaco y tomate, respectivamente (Burla, 2010).

2.6.4 Plantas hospederas del depredador

Tupiocoris cucurbitaceus presenta un amplio rango de hospederos, tanto para alimentación como oviposición, desarrollándose en especies de la familia Solanaceae, Asteraceae, Cucurbitaceae y Geraninaceae, incluyendo especies salvajes y cultivadas (Ferreira et al., 2001; Logarzo et al., 2005; Ohashi & Urdampilleta, 2003).

Tienen una preferencia por desarrollarse en plantas con pubescencia, principalmente Solanáceas y Cucurbitáceas, porque su superficie les provee mayor protección y suficiente agua disponible para los huevos que están insertos en el tejido vegetal (Agustí & Gabarra, 2009). Se ha reportado su presencia sobre: *Solanum lycopersicum* (tomate), *Solanum tuberosum* (papa), *Nicotiana tabacum* (tabaco), *Cucurbita* sp., *Phaseolus vulgaris* (poroto), *Pelargonium hortorum* (malvón), *Rubus* sp., *Eupatorium hecatanthum* (DC.) (Asteraceae), *Adesmia* sp (Logarzo et al., 2005). Ferreira et al. (2001) observaron la presencia de *T. cucurbitaceus* sobre *Lycopersicon esculentum*. Polack et al. (2017) observaron la presencia natural de *T. cucurbitaceus* en invernáculos productivos y experimentales donde no se utilizaron insecticidas, destacando a su vez, que la presencia de mosca blanca fue baja. Se logró un control eficaz en aquellos donde el nivel promedio de *T. cucurbitaceus* (ninfa + adulto) fue superior a 1,5 individuos por planta y la relación depredador/presa superior a 1 (Polack et al., 2017).

La planta hospedera es uno de los factores determinantes de la tasa de desarrollo del insecto, además de la dieta y otros factores ambientales como la temperatura y humedad relativa (Mohd Rasdi et al., 2009). Los nutrientes provenientes del hospedero, permiten incrementar la longevidad, reproducción y capacidad de predación de los míridos (Naranjo & Gibson, 1996). Son importantes para el desarrollo de los huevos y las ninfas previo a que la capacidad de predación se intensifique en la etapa adulta (Naranjo & Gibson, 1996). También influye en la duración del ciclo y persistencia del insecto en el sistema (Mohd Rasdi et al., 2009).

Biondi et al. (2016) observaron que la utilización de otras plantas hospederas de *N. tenuis* acompañando al cultivo de tomate puede disminuir el número de anillos necróticos causados por la chinche. Cuando las plantas de tomate fueron emparejadas con plantas de *Sesamum indicum* (L.) (Pedaliaceae), el número de anillos necróticos en tomate se redujo significativamente. A su vez, observaron que *N. tenuis* produjo una mayor progenie en *S. indicum* que en la planta de tomate. También describieron una mayor capacidad de predación sobre la plaga (control biológico) en plantas de tomate cuando fueron emparejadas con *Dittrichia viscosa* L. (Asteraceae). La especie *S. indicum* por sí provee una fuente de alimento alternativa y lugar de oviposición para *N. tenuis*, pudiendo favorecer el establecimiento del mírido al principio del cultivo (Biondi et al., 2016). El 99.67 % de las ninfas lograron alcanzar el estado adulto alimentándose únicamente de la planta *S. indicum*, demostrando que esta especie vegetal presenta un gran potencial para ser utilizada como sustrato en la crianza de *N. tenuis* sin la adición de fuentes de alimento alternativas (Biondi et al., 2016). También pueden ser utilizadas como plantas trampa, si se colocan cercanas a cultivos que están por finalizar el ciclo, cuando la población del mírido es alta y es probable la ocurrencia de daño en el cultivo (Arnó et al., 2009).

Para el establecimiento del mírido, pueden utilizarse plantas banco (ej. cultivo de tabaco), que deben cumplir con las características de no ser fuente de herbívoros y patógenos. Además, no deben ser preferidas como hospederas por el mírido frente al cultivo comercial, para que luego de su establecimiento colonicen las plantas donde es de interés realizar el control biológico (Strassera, 2021). Las plantas banco ofrecen refugio, sitios de oviposición y presas alternativas a los depredadores; se colocan dentro del cultivo y permiten el establecimiento de los enemigos naturales previo a la llegada de las plagas (Díaz et al., 2020). Burla et al. (2022) realizaron un estudio en busca de plantas complementarias al cultivo de tomate que puedan ser refugio de *T. cucurbitaceus*. Comprobaron una mayor presencia del depredador en las plantas acompañantes *Smilax connata* (*Smilax*) y *Nicotiana glauca* (tabaco) que sobre el cultivo de tomate; aun así, el control sobre mosca blanca se mantuvo. Se reportó la presencia de *T. cucurbitaceus* en malezas que rodeaban el invernáculo, como *Senecio jacobinae* (Asteraceae), *Cleome sp.* (Capparaceae) y *Solanum elaeagnifolium* (Solanaceae); pudiendo incrementar la capacidad de refugio del sistema (Burla et al., 2022).

Ampliar la gama de especies refugio permitiría lograr una estabilidad de la especie en el predio, favorecer el aumento poblacional y aumentar el control sobre plagas presa (Burla, 2010). Sin embargo, Sánchez et al. (2022), utilizando a *Lagenaria siceraria* como planta acompañante en el cultivo de tomate, encontraron que no siempre incrementar la diversidad de hospederos aumenta la eficacia en el control biológico. *L. siceraria* resultó buen hospedero para el desarrollo de *Dicyphus argensis*, pero redujo el número de míridos sobre la planta de tomate. A su vez, la mosca blanca logró multiplicarse en la planta acompañante, resultando en un incremento de la plaga sobre el tomate respecto al cultivo sin planta acompañante (Sánchez et al., 2022).

2.6.5 Liberaciones por aumento inoculativo de *Tupiocoris cucurbitaceus*

El establecimiento natural de *T. cucurbitaceus* en invernáculos hortícolas es impredecible, pudiendo colonizar tarde en relación al ciclo del cultivo o ingresar en cantidades insuficientes para el control eficaz de las plagas objetivo (Strassera, 2021). Por ello, se realizan inoculaciones artificiales de individuos obtenidos en cría masiva, realizando las liberaciones en el momento óptimo y en la cantidad necesaria (Strassera, 2021).

Pérez-Hedo y Urbaneja (2016) reportaron que para el control biológico realizado con *N. tenuis*, la inoculación en la etapa de vivero provee un buen control sobre *T. absoluta* y ha sido satisfactoriamente empleado en la mayoría de las áreas cultivadas de tomate en Almería, España. De este modo, se trasplanta el tomate cuando la oviposición del mírido ya ha ocurrido y se instalan plantines con huevos del depredador en sus tejidos. Sin embargo, Robledo et al. (2009) recomiendan la liberación de *N. tenuis* a las 3-4 semanas posteriores de realizado el trasplante, a una dosis de 0,5-1 individuo por planta con el agregado de huevos de *E. kuehniella* como fuente de alimento alternativa. Si el número de individuos del zoofitófago es muy alto, puede provocar daños en el cultivo, por ello la inoculación requiere posterior monitoreo para el control de la interacción (Pérez-Hedo & Urbaneja, 2016). La suelta debe realizarse sobre las zonas donde sea más probable la entrada de mosca blanca, cerca de los bordes del invernáculo y los huevos de *E. kuehniella* deben ser ubicados en las zonas cercanas a la liberación (Robledo et al., 2009).

Polack et al. (2017) evaluaron la instalación de *T. cucurbitaceus* en el cultivo de tomate para lograr la mayor eficacia, ajustaron el momento de liberación, composición de individuos, dosis (individuos/m²) y suplementación alimentaria. La liberación pretrasplante resultó ser la más eficaz, por la estabilización temprana de la población de *T. cucurbitaceus*; además se utilizaron dosis menores y la distribución en el cultivo fue la más homogénea. La suplementación más eficiente la obtuvieron con huevos de *E. kuehniella* colocados sobre la planta. La liberación fue de 0,6 individuos/m², introducidos en plantas de mayor tamaño denominadas banco, donde además colocaron la suplementación alimentaria. En todas las parcelas observaron menor presencia de mosca blanca respecto al testigo, tanto cuando predominó *T. vaporariorum* como cuando fue *B. tabaci*, demostrando la capacidad del mío de controlar ambas especies de mosca blanca.

Objetivos

Objetivo general

Comprobar si existe daño y pérdida de rendimiento en el cultivo de tomate causado por la fitofagia de *Tupiocoris cucurbitaceus* ante la escasez de presa.

Objetivos específicos

- Describir las lesiones causadas por *T. cucurbitaceus* en órganos vegetativos y reproductivos de la planta de tomate.
- Monitorear la evolución de la población de *T. cucurbitaceus* a partir de diferentes densidades de liberación del depredador en condiciones de escasez de presa.
- Conocer la distribución de *T. cucurbitaceus* en la planta de tomate.
- Comparar la altura, número de hojas, número y peso de frutos obtenido en plantas de tomate con diferentes densidades iniciales de *T. cucurbitaceus*

Hipótesis

La fitofagia ejercida por *Tupiocoris cucurbitaceus* en condiciones de escasez de presa, provoca lesiones sobre órganos vegetativos y/o reproductivos de la planta de tomate que repercuten negativamente en su rendimiento.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Producción de plantines de tomate

Los plantines de tomate crecieron en condiciones controladas, con 16 horas de luz y 25 ± 5 °C, sembrados sobre almacigueras.

Se utilizó semilla certificada correspondiente a la variedad Elpida F1, de la empresa Enza Zaden. El sustrato utilizado correspondió a tierra abonada y los plantines fueron regados diariamente, mediante aspersión, con la utilización de mochila.

La siembra fue realizada el 6 de setiembre. Cuando las plantas desarrollaron 3 hojas y alcanzaron los 10 cm de altura aproximadamente, fueron trasplantadas a macetas plásticas de 9 cm de diámetro. Una vez desarrollaron 6-7 hojas completamente expandidas y alcanzaron 40-50 cm de altura (aproximadamente dos meses y medio desde la siembra), fueron trasplantadas a macetas de 30 cm de diámetro y ubicadas en las jaulas del ensayo.

3.2 Cría del depredador, *Tupiocoris cucurbitaceus*

La cría de *T. cucurbitaceus* fue realizada sobre plantas de la variedad Elpida en una habitación climatizada a 25 ± 5 °C y los individuos fueron alimentados 3 veces/semana con huevos de *E. kuehniella*. Se utilizaron 6 jaulas de cría, introduciendo 8 plantas de tomate en cada una. Las jaulas consistían en una estructura de madera recubiertas con tela *voile*, las dimensiones de la base fueron 60x60 cm y 1,5 m de altura, disponiendo de un cierre a lo largo que permite la manipulación de las plantas de tomate y los míridos (Figura 3).

Figura No. 3

*Jaulas de cría de *Tupiocoris cucurbitaceus* en laboratorio*



Para la introducción en el ensayo, los adultos del depredador fueron separados de las jaulas de cría, dejando únicamente las ninfas para la obtención de adultos jóvenes. La separación se realizó utilizando un aspirador manual, extrayendo los adultos y colocándolos en las jaulas de *voile* armadas para la circunstancia con el objetivo de mantener la cría. Las ninfas del depredador permanecieron en las jaulas de cría por aproximadamente 20 días a fin de poder extraer adultos jóvenes, asegurando el mayor período de longevidad posible y una edad similar al ser introducidos en el ensayo.

3.3 Relación sexual de individuos de *T. cucurbitaceus* en sala de cría

Se caracterizó la población de adultos de *T. cucurbitaceus* en la sala de cría con el objetivo de conocer la relación sexual hembra/macho presente, para ser utilizados posteriormente en el ensayo. Se capturaban 5 adultos de *T. cucurbitaceus* y se los colocaba en tubos de ensayo tapados con película de *film*, mediante la observación con lupa se distinguía el sexo de cada individuo observando la presencia o no del ovipositor, finalmente se etiquetaba el recipiente con la relación sexual correspondiente. Se realizaron dos conteos de adultos, el primero fue el 24/11/2022 y el segundo fue el 18/04/2023.

3.4 Infestación con diferentes densidades de *Tupiocoris cucurbitaceus*

El objetivo fue caracterizar y evaluar la severidad del daño causado por diferentes densidades de *T. cucurbitaceus* sobre la planta de tomate ante la ausencia de presas, durante una estación de verano. Los tratamientos corresponden a la densidad del mírido liberada por planta fueron:

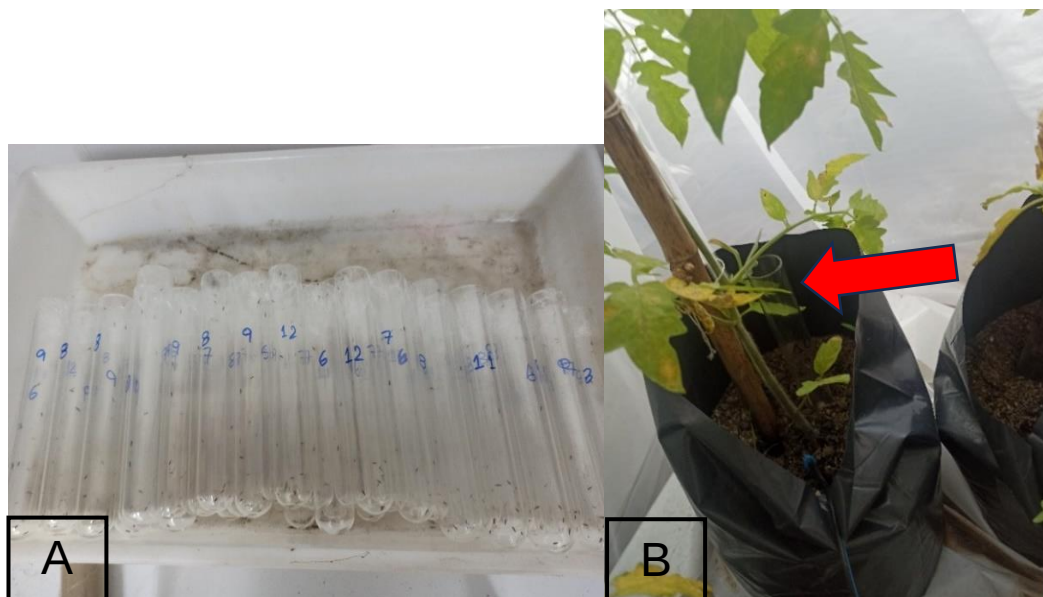
- Tratamiento 1: 0 individuos/planta
- Tratamiento 2: 5 individuos/planta
- Tratamiento 3: 10 individuos/planta
- Tratamiento 4: 25 individuos/planta

El ensayo fue realizado desde el 9/12/2022 hasta el 27/04/2023.

La proporción liberada fue 4:1 hembra/macho. Los tubos se etiquetaban con el número de individuos y la relación sexual M:H, posteriormente se los colocaba en las jaulas del ensayo y se destapaban para la suelta de los depredadores (Figura 4B).

Figura No. 4

*Tubos de ensayo con adultos de *Tupiocoris cucurbitaceus*. A: listos para la liberación, B: disposición sobre las plantas en las jaulas del invernadero*



Se realizó un diseño en bloques completamente al azar, debido a diferencias existentes de radiación y temperatura según la localización de la jaula en el invernáculo. Cada tratamiento fue repetido en tres ocasiones. En el invernáculo experimental se distribuyeron jaulas de *voile* de dimensiones 1 x 1 x 2,20 m. Dentro de cada jaula se colocaron 4 plantas de tomate correspondientes a un mismo tratamiento, finalizando con 3 jaulas y 12 plantas por tratamiento (Figuras 5 y 6).

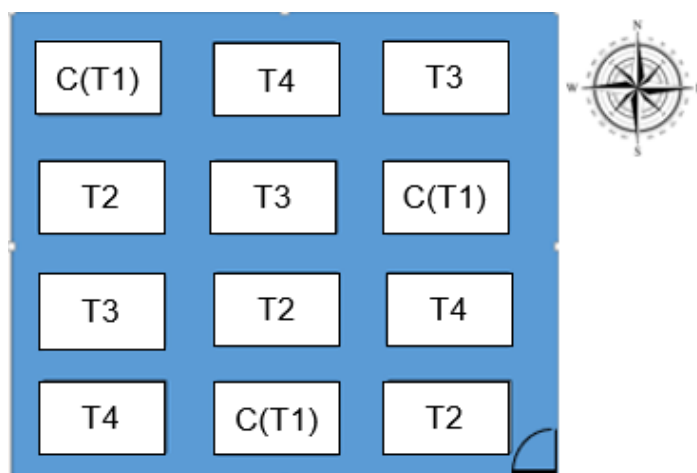
Figura No. 5

Estructura y disposición de jaulas en el invernadero del ensayo



Figura No. 6

Distribución física de las jaulas y sus tratamientos correspondientes en el invernáculo



La cantidad de individuos liberados correspondió a cada tratamiento y permanecieron hasta la finalización del experimento. La introducción de los móridos fue realizada el 9/12/2022. Posteriormente a la liberación, se introdujeron huevos de *E. kuehniella* como suplemento alimenticio para favorecer el establecimiento inicial del mórido. Para estimar la cantidad de huevos a ser introducidos en cada jaula se siguió el método propuesto por Agustí y Gabarra (2009) para la cría masiva de *D. tamaninii*. Se aplicó el doble de huevos a fin de asegurar el establecimiento de *T. cucurbitaceus* (40 huevos de *E. kuehniella*/individuo/día), obteniendo las dosis para cada tratamiento indicadas en la tabla 1.

Tabla No. 1

Huevos de Ephestia kuehniella suministrados por tratamiento para la instalación de Tupiocoris cucurbitaceus

Tratamiento	Cantidad de huevos por jaula	Peso de huevos por jaula (g)	Cantidad de jaulas	Peso de huevos por tratamiento (g)
T1	0	0	0	0
T2	5600	0.140	3	0.420
T3	11200	0.280	3	0.840
T4	28000	0.700	3	2.100

Nota. 40.000 huevos de *E. kuehniella* pesan aproximadamente 1g (Agustí & Gabarra, 2009).

A los 7 días de haber sido liberados los móridos, se realizó la segunda introducción de huevos de *E. kuehniella* para la correcta instalación del mórido en el ensayo (Avilla et al., 2004; Calvo et al., 2009; Mollá et al., 2013), utilizando las mismas dosis (Tabla 1). Los huevos fueron adheridos a cartones y colocados sobre la zona media de las plantas (Figura 7).

Figura No. 7

*Disposición de huevos de *Ephestia kuehniella* en las plantas de tomate adheridos en cartones (indicados con las flechas)*



El riego fue instalado de forma automatizada. La jornada de riego fue diaria, realizándose una aplicación diurna y otra nocturna, con una duración de 15 minutos ambas. Los goteros utilizados fueron de 2 l/h.

La fertilización desde el cuajado del primer racimo hasta el cuajado del tercer racimo se realizó con 1g de Nitrato de K + 1 g de nitrato de Ca + 1 g de urea cada 3 plantas; aplicando una vez por semana. En el período desde cuajado del tercer racimo hasta la cosecha del segundo racimo, las dosis fueron de 1,5 g de nitrato de K + 1,5 g de nitrato de Ca + 1,5 g de urea cada 3 plantas; aplicando una vez por semana.

Se realizó un desbrote semanal de tallos secundarios, priorizando la formación del tallo principal, el cual se condujo con un tutor (caña). Al cuajar el 3er racimo se capó la planta, para que los fotoasimilados disponibles se distribuyeran en el crecimiento de los frutos. A partir del capado, se estimaron 45-60 días para la finalización del ensayo.

Para conocer la evolución de la población del mrido a lo largo del estudio se realizó un monitoreo semanal desde la semana posterior a su introducción y hasta la finalización del ensayo. Para cada observación semanal, se contabilizó la cantidad de individuos (adultos + ninfas) por estrato (inferior, medio y superior) en

2 plantas por jaula. Por lo que, la sumatoria de individuos de *T. cucurbitaceus* registrados para cada monitoreo, corresponde a los observados en 6 plantas/tratamiento.

El monitoreo de lesiones sobre órganos vegetativos y reproductivos se realizó quincenalmente desde el 24 de enero hasta el 18 de abril. Se realizaron observaciones de las lesiones producidas por el agente de control biológico, contabilizando y midiendo las marcas de alimentación provocadas por el mío. Para la observación de daños en órganos vegetativos, se extrajo un folíolo por estrato de la planta (superior, medio e inferior) de dos plantas por jaula cada tres semanas, para minimizar el impacto por manipulación. Para la observación de lesiones en órganos reproductivos, se analizaron los frutos una vez que alcanzaron la maduración y fueron cosechados.

El posible efecto de la fitofagia sobre el desarrollo y rendimiento de las plantas se analizó a través de características asociadas a los órganos vegetativos y reproductivos. En órganos vegetativos se midió altura y número de hojas al inicio y final de tratamiento para todas las plantas, buscando no interferir y evitar la escapatoria del mío. En órganos reproductivos se midió el número y peso de los frutos para todas las plantas, los cuales fueron cosechados una vez alcanzada la maduración, contabilizando hasta el tercer racimo para cada planta. El número se evaluó como la sumatoria total de frutos obtenidos para cada tratamiento y el peso como el promedio de los frutos (g) obtenidos para cada tratamiento.

3.5 Análisis estadístico

En el caso de las variables continuas (altura de la planta inicial y final; crecimiento de la planta; peso promedio del fruto/tratamiento) los datos fueron analizados mediante un análisis de la varianza (ANAVA) y las medias fueron comparadas por Test LSD (Least significant difference) de Fisher. Las variables discretas (número de individuos de *T. cucurbitaceus*/tratamiento/planta; número de hojas desarrolladas/planta; número de frutos/tratamiento) fueron analizadas a través de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, la cual fue realizada para cada fecha por separado y una vez de forma global. Para el análisis del número de individuos de *T. cucurbitaceus*/planta se excluyó el tratamiento control (T1), dado que los conteos siempre fueron cero. Se realizó una comparación de a pares entre las medias de los rangos de los tratamientos para buscar diferencias

significativas. En relación a la distribución de los individuos de *T. cucurbitaceus* en los diferentes estratos (superior, medio e inferior) de la planta, la variable analizada fue número de individuos de *T. cucurbitaceus*/estrato. El análisis de esta variable se realizó mediante el Modelo lineal generalizado mixto ajustando a una distribución Poisson con función sqrt, con el estrato como efecto fijo (Adhikari et al., 2023). Todos los análisis se realizaron con el programa *Infostat*.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Relación sexual de individuos de *Tupiocoris cucurbitaceus* en sala de cría

En el primer conteo se alcanzó una población de 870 individuos adultos de *T. cucurbitaceus* y una relación hembra/macho mayor a 3 (Tabla 2).

Tabla No. 2

Conteo de adultos y proporción sexual de Tupiocoris cucurbitaceus en sala de cría al 24/11/2022

Jaula	Hembra	Macho	Relación H/M	Total
1	114	22	5.2	136
2	188	98	1.9	286
3	114	43	2.7	157
4	73	39	1.9	112
5	64	34	1.9	98
6	68	13	5.2	81
			$\bar{X} = 3.1$	$\Sigma = 870$

En el segundo conteo, se obtuvo una población de 290 individuos adultos de *T. cucurbitaceus* y una relación hembra/macho levemente mayor a 2 (Tabla 3). Baños-Díaz et al. (2017) reportaron datos similares, con una relación entre sexos de 0,56 M/H para *N. tenuis*, alimentados con ninfas de mosca blanca.

Tabla No. 3

Conteo de adultos y proporción sexual de Tupiocoris cucurbitaceus en sala de cría al 18/04/2023

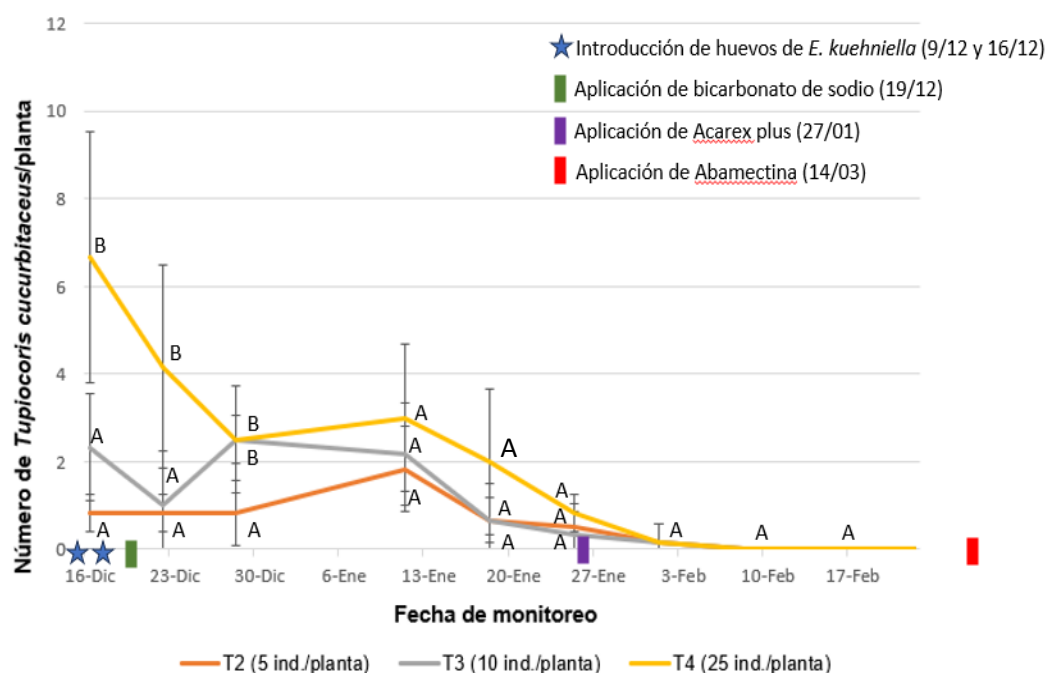
Jaula	Hembra	Macho	Relación H/M	Total
1	42	26	1.6	68
2	52	18	2.9	70
3	37	14	2.6	51
4	36	16	2.3	52
5	36	13	2.8	49
			$\bar{X} = 2.0$	$\Sigma = 290$

4.2 Monitoreo de individuos de *Tupiocoris cucurbitaceus* sobre plantas de tomate en invernadero experimental

La evolución de la población de *T. cucurbitaceus* en las plantas de tomate se presenta en la Figura 8.

Figura No. 8

Cantidad de individuos (adultos + ninfas) de *Tupiocoris cucurbitaceus* para cada tratamiento por planta según fecha de monitoreo (promedio $\pm$ error estándar).



Nota. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

En el monitoreo realizado el 16 de diciembre, se observó que el tratamiento 4 (25 adultos/planta) presentó diferencias significativas ($H=12,43$, $p=0,0013$) respecto al tratamiento 2 (5 individuos/planta) y al tratamiento 3 (10 adultos/planta). En el momento inicial la diferencia estaría explicada por el número de individuos liberado, con el transcurso de las semanas, el desarrollo poblacional dependió principalmente de la capacidad de *T. cucurbitaceus* para sobrevivir en las condiciones del ensayo. La introducción de huevos de *E. kuehniella* como alimento suplementario (9/12 y 16/12) permitió el establecimiento del mírido en las primeras semanas; posteriormente y en ausencia de presas la chinche estuvo condicionada a la fitofagia únicamente. El 19 de diciembre, se realizó una aplicación de bicarbonato de sodio para el control de oídio presente en la mayoría

de las jaulas con plantas de tomate, no se encontró referencias bibliográficas que estudien la interacción con el mrido; como si existen para ingredientes activos químicos (Polack et al., 2017).

En la evaluación del 22 de diciembre se observa únicamente diferencias significativas ($H=8,17$, $p=0,0124$) para el tratamiento 4 (T4) respecto al tratamiento 2 (T2) y 3 (T3); aunque se denota un descenso en el número de individuos para todos los tratamientos. La disponibilidad de huevos de *E. kuehniella* así como la calidad de los últimos huevos restantes, se redujo notablemente para la fecha mencionada.

En el muestreo del 28 de diciembre, el tratamiento 3 (T3) y 4 (T4) se diferencian significativamente ($H=7,63$, $p=0,0166$) del tratamiento 2 (T2), la insuficiencia alimenticia o competencia por el escaso suplemento alimenticio restante (huevos de *E. kuehniella*) comienzan a ser factores explicativos para la reducción en el número de individuos observados. Datos de Burla (2010) reportan que la longevidad de los adultos de *T. cucurbitaceus* aumentó a 23 días cuando fueron alimentados con ninfas de *T. vaporariorum* y disminuyó a 7 días cuando la dieta fue fitófaga, en ambos casos con tomate como hospedero. A su vez, las ninfas de *T. cucurbitaceus* presentan una mortalidad significativamente menor con dietas zoofitófagas (ninfas de *T. vaporariorum* + hojas de tomate) respecto a aquellas alimentadas con dietas fitófagas (hojas de tomate) (Burla, 2010). En la tercera semana de muestreo (28 diciembre), se obtuvo un número igual de individuos para T3 y T4.

En la evaluación del 11 de enero, se observaron ninfas lo cual explica un leve aumento en los niveles poblacionales del mrido para los tratamientos 2,3 y 4; siendo esta una nueva generación del depredador, descendientes de los primeros adultos liberados. El ciclo de *T. cucurbitaceus* a 25 °C y con disponibilidad de presas se completa en aproximadamente 24 días (López et al., 2012; Orozco et al., 2012). Es la primera fecha donde no se observan diferencias significativas entre los tratamientos. Desde la fecha mencionada en adelante, existe un descenso en el número de individuos monitoreados para todos los tratamientos evaluados. Al cumplirse un mes de la primera suelta del depredador, la sobrevivencia de los adultos de *T. cucurbitaceus* es baja y el número es representado por su descendencia. La longevidad de adultos de *T. cucurbitaceus*, a 25 °C y siendo tomate la planta hospedera, es de 14-25 días dependiendo de la presa ofrecida (López et al., 2012).

En el 18 de enero, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, en los tratamientos 2 y 3 se observa un descenso y estabilización de un número bajo de individuos, tendiendo a desaparecer en el corto plazo.

La ausencia de presas condicionó la sobrevivencia del mrido, obteniéndose un número similar de individuos para todos los tratamientos en el monitoreo del 25 de enero. Según Burla (2010), la longevidad de los adultos de *T. cucurbitaceus* es menor con una dieta fitófaga (tomate), por lo que, la disminución en el número de individuos luego de la aparición de ninfas (segunda generación) era de esperar que fuese en un tiempo acotado. El 27 de enero se realizó una aplicación de Acares plus para el control de *Tetranychus urticae*, cuyo principio activo es Hexitiazox, reportado con toxicidad 1 (mortalidad menor al 25 %) para pruebas realizadas con *Macrolophus* spp. y *N. tenuis* (Polack et al., 2017). Aunque en la fecha mencionada el número de *T. cucurbitaceus* ya era bajo, se priorizó que el impacto sobre ellos fuese mínimo.

A partir del monitoreo realizado el 8 de febrero y hasta la finalización del experimento, no se observaron individuos del mrido en ninguno de los tratamientos evaluados. La longevidad de la segunda generación fue corta, la ausencia de presas y/o suplemento alimenticio no permitió completar su ciclo de vida. Adicionalmente, en los meses de enero y febrero se registraron temperaturas mayores a 30 ± 10 °C dentro del invernáculo, lo cual podría haber aumentado la mortalidad de *T. cucurbitaceus*. Varios autores que estudiaron parámetros biológicos de otras especies de mridos respecto a la temperatura, registraron los valores de mortalidad más altos con temperaturas cercanas a 35 °C para *M. pygmaeus* (Perdikis & Lykouressis, 2002), *M. caliginosus* (Fauvel et al., 1987) y *D. tamaninii* (Sengonca et al., 2003). Con temperaturas de 40 °C o mayor, *N. tenuis* no se desarrolla y apenas se reproduce, además ninguna ninfa logra sobrevivir (Sánchez, 2009). La mortalidad aumenta y la fertilidad se reduce drásticamente para los mismos valores de temperatura (Sánchez, 2009).

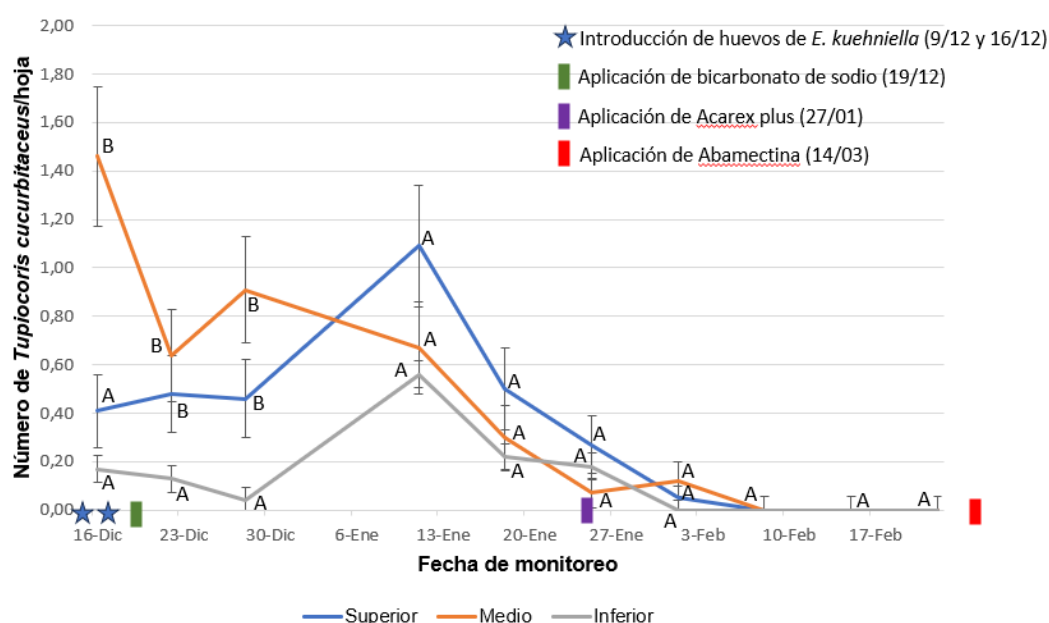
El 14 de marzo se realizó una última aplicación correspondiente a abamectina para el control de *Aculops lycopersici* y *T. urticae*. Para esa fecha ya no se observaban individuos de *T. cucurbitaceus*, por lo que la toxicidad del insecticida frente a organismos no blanco no fue una prioridad.

4.3 Distribución de *Tupiocoris cucurbitaceus* sobre la planta de tomate

Se observó la distribución del mírido *T. cucurbitaceus* en la planta de tomate según los diferentes estratos de la misma. Se encontró que existe una tendencia del mírido a hospedarse en la parte media-superior de la planta de tomate respecto al estrato inferior (Fig. 9).

Figura No. 9

*Distribución de *Tupiocoris cucurbitaceus* en la planta de tomate según estrato superior-medio-inferior*



Nota. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (Test DGC, $p < 0,05$) entre los tratamientos.

En la primera observación realizada el 16 de diciembre, se registró un número de individuos significativamente mayor ($H=12,43$, $p=0,0013$) sobre el estrato medio de la planta de tomate respecto al estrato bajo y alto. Los huevos de *E. kuehniella* suministrados como presa alternativa fueron colocados en dicho estrato, lo cual podría haber influido en el comportamiento inicial del mírido.

La disponibilidad de huevos de *E. kuehniella* fue baja o casi nula a partir de la observación del 22 de diciembre. Aun así, se observó un número significativamente mayor de depredadores ubicados sobre el estrato medio y superior respecto al estrato bajo ($H=8,17$, $p=0,0124$) para esa fecha.

En el monitoreo del 28 de diciembre, se observa un número de individuos significativamente mayor ($H=7,63$, $p=0,0166$) colonizando el estrato medio y

superior de la planta respecto al inferior. Representa una fecha donde aún el número de individuos de *T. cucurbitaceus* presentes en la jaula era elevado y la disponibilidad de huevos de *E. kuehniella* era nula, por lo que su normal comportamiento podría haberse observado para la fecha mencionada.

Desde el 11 de enero hasta el 27 de enero, el número de individuos no se diferenció significativamente respecto a la ubicación en la planta de tomate. Sin embargo, existe una tendencia a ubicarse en la parte media-superior de la planta.

A partir del 27 enero y hasta la finalización del ensayo, cuando el número de individuos monitoreados fue bajo, no se logró establecer una preferencia por su distribución en la planta. En otra evaluación experimental realizada sobre plantines de tomate con 30 días de crecimiento, 15 cm de altura, 3 hojas completamente expandidas y sin suplemento alimenticio ni presas; *T. cucurbitaceus* realizó un mayor número de puntuaciones sobre la zona media de la planta (L. Seijas, comunicación personal, 8 de setiembre, 2023). Presentando entonces una tendencia de ubicación similar a la reportada para otros míridos. *N. tenuis*, por ejemplo, suele hospedarse en la parte superior de la planta de tomate (Arnó et al., 2009) mientras que *D. tamaninii* y *M. caliginosus* se concentran en la parte media de la planta de tomate (Alomar, 1994).

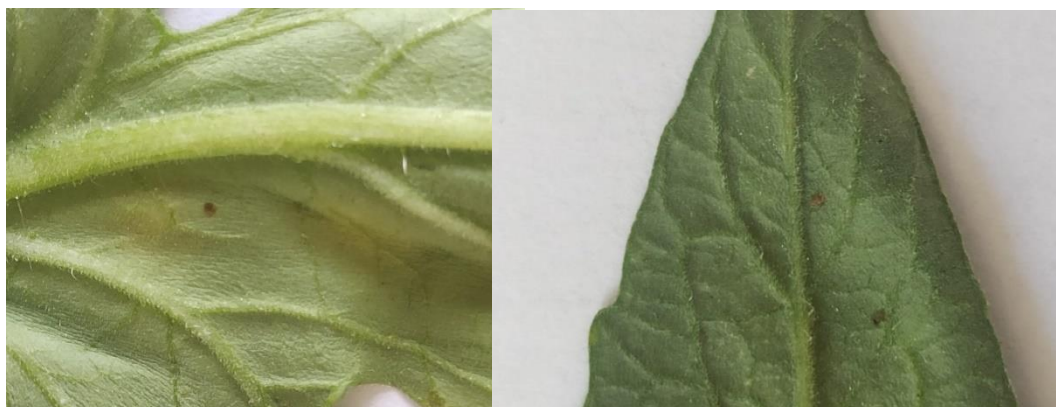
En relación con las aplicaciones de bicarbonato de sodio y Acares plus, no deberían presentar una interferencia sobre la ubicación del mírido en la planta dado que se realizaron aplicaciones de igual volumen y distribución uniforme sobre todas las plantas de cada jaula. En cuanto a la aplicación de Abamectina se realizó cuando no se registraban individuos de *T. cucurbitaceus* en las jaulas.

4.4 Lesiones de *T. cucurbitaceus* sobre folíolos de tomate

En los monitoreos realizados, se pudo observar que el daño por fitofagia causado por *T. cucurbitaceus* sobre los folíolos de tomate corresponden a manchas circulares de 0,5 a 1,2 mm de longitud, próximas a las nervaduras, producidas tanto en el haz como envés de las hojas y de coloración castaña hasta negra (Figura 10). Estas marcas causadas por fitofagia sobre los folíolos de tomate son similares a las observadas por Seijas (comunicación personal, 8 de setiembre, 2023), quien evaluó el daño provocado por densidades de 20 adultos de *T. cucurbitaceus* en plantines de tomate en ausencia de presas.

Figura No. 10

*Lesión de *Tupiocoris cucurbitaceus* sobre folíolo de tomate*



Tupiocoris cucurbitaceus presenta daños por fitofagia similares a los reportados para *D. tamaninii* (Alomar & Albajes, 1996; Lucas & Alomar, 2002) que corresponden a manchas pequeñas, cicatrices y deformaciones. No fueron observadas lesiones similares a los reportadas para *N. tenuis*, que provoca anillos necróticos en tallos y pecíolos (Arnó et al., 2009; Calvo et al., 2009; Sánchez & Lacasa, 2008).

En el transcurso del ensayo, la incidencia de las lesiones coincidió con la evolución del número de individuos del mírido en cada jaula; existiendo una mayor cantidad de folíolos atacados sobre las primeras semanas post-liberación y disminuyendo hacia la finalización del ensayo. Reportes similares se obtuvieron para *N. tenuis*, donde el daño ocasionado por esta especie sobre plantas de tomate estuvo directamente relacionado con la abundancia de individuos e inversamente relacionado a la disponibilidad de presas (Arnó et al., 2009; Calvo et al., 2009; Sánchez, 2009).

A partir de la observación del 8 de marzo, para el tratamiento 2, la cantidad de folíolos monitoreados se redujo a 12, debido a que una jaula correspondiente a este tratamiento fue retirada por la presencia del ácaro del bronceado, *Aculops lycopersici* en todas las plantas. En la tabla 4, se detalla la relación folíolo con lesiones de *T. cucurbitaceus*/folíolos monitoreados para cada fecha de observación.

Tabla No. 4

Relación de folíolos dañados/folíolos monitoreados según fecha de observación y tratamiento

Fecha	24-Ene	7-Feb	22-Feb	8-Mar	22-Mar	5-Abr	18-Abr
T2	0,5	0,33	0,22	0,11	0,08	0	0
T3	0,39	0,11	0,28	0,11	0,11	0,11	0
T4	0,5	0,39	0,22	0,17	0,17	0,11	0,06

En las observaciones realizadas, los individuos de *T. cucurbitaceus* tenían como fuente de alimento la planta de tomate. Se constataron lesiones sobre el tejido vegetal, demostrando un comportamiento similar al descrito por Castañé et al. (2011) para *N. tenuis*, donde la fitofagia cumple un rol esencial pese a la preferencia por zoofagia, extrayendo del vegetal el agua necesaria para su sobrevivencia. Para el resto de las observaciones, la única fuente de alimento fue la planta de tomate.

En todos los folíolos que presentaron lesiones, nunca se observó más de tres manchas por folíolo, siendo generalmente una. En una única ocasión, la lesión se observó sobre el pecíolo.

4.5 Daño de *T. cucurbitaceus* sobre órganos vegetativos de tomate

El primer parámetro evaluado fue la altura de las plantas, registrándose altura inicial, final y crecimiento para observar si existe un efecto de *T. cucurbitaceus* sobre estas características. La altura inicial de los plantines instalados fue 43,8 cm en promedio y no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que, en caso de existir diferencias para la altura final, el mayor efecto podría ser explicado por la incidencia del mírido. En la Tabla 5, se presentan las medias de altura final de las plantas de tomate para los diferentes tratamientos evaluados.

Tabla No. 5*Altura final (cm) de las plantas de tomate para cada tratamiento*

Tratamiento	n	Altura (cm)
T4	12	212.58 ± 3.93 A
T3	12	215.25 ± 3.93 A
T2	8	204.75 ± 4.81 A
T1 (c)	8	217.50 ± 4.81 A

Nota. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (Test LSD, $p < 0,05$) entre los tratamientos.

En la altura final de plantas, no se observó diferencia significativa entre tratamientos ($F=1,38$, $p=0,264$). La fitofagia de *T. cucurbitaceus* no presentó un efecto significativo sobre la variable mencionada. Sin embargo, resultados contrarios fueron hallados por Seijas (comunicación personal, 8 de setiembre, 2023), donde plantines de tomate con 30 días de crecimiento, 15 cm de altura inicial y 3 hojas completamente desarrolladas expuestos a 20 adultos de *T. cucurbitaceus* presentaron una altura final significativamente menor que aquellos plantines no expuestos a la fitofagia del depredador. Por lo que, quizás la interacción del mírido con el cultivo pueda presentar respuestas diferenciales de acuerdo al estado fenológico de la planta. Sería necesario entonces evaluar el momento óptimo de liberación, la densidad y estado de desarrollo de *T. cucurbitaceus* a introducir, buscando minimizar el impacto sobre el cultivo, pero a su vez permitiendo el establecimiento del depredador en el sistema productivo.

Tampoco se observaron diferencias significativas en el crecimiento de las plantas de tomate al analizarlo estadísticamente, se consideró la diferencia entre la altura final e inicial de las plantas (Tabla 6).

Tabla No. 6*Crecimiento de plantas de tomate (cm) para cada tratamiento*

Tratamiento	n	Crecimiento (cm)
T4	12	169.5 ± 4.3 A
T3	12	170.3 ± 4.3 A
T2	8	160.4 ± 5.2 A
T1 (c)	8	173.9 ± 5.2 A

Nota. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (Test LSD, $p < 0,05$) entre los tratamientos.

No fueron encontradas diferencias significativas entre tratamientos ($F = 1.24$, $p = 0.310$). Con este análisis descartamos un posible efecto de la altura inicial que hubiese podido incidir en la altura final, y reafirmamos que no existe un efecto de la fitofagia de *T. cucurbitaceus*, con las densidades liberadas, sobre dicha característica vegetativa. Reportes de Arnó *et al.* (2009) indican para *N. tenuis* que cuando la interacción del mírido con la planta de tomate en ausencia de presas fue mayor a 6 semanas, la alimentación del mírido provocó una reducción significativa en el crecimiento general de la misma. En nuestros experimentos, la interacción de *T. cucurbitaceus* con la planta de tomate superó las 6 semanas, pero los daños no redujeron significativamente el crecimiento de las plantas.

La siguiente variable registrada fue el número final de hojas desarrolladas por las plantas de tomate (Tabla 7).

Tabla No. 7*Número de hojas desarrolladas en las plantas de tomate para cada tratamiento*

Tratamiento	n	Nº hojas
T4	12	14.8 ± 1.03 A
T3	12	15.8 ± 1.48 A
T2	8	15.5 ± 1.07 A
T1 (c)	8	15.0 ± 1.07 A

Nota. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (Test LSD, $p < 0,05$) entre los tratamientos.

No se encontraron diferencias significativas en el número final de hojas entre tratamientos ($H = 2,92$, $p = 0,373$), no existiendo un efecto directo en el

número de hojas en la planta de tomate producto de la fitofagia de *T. cucurbitaceus*. Este trabajo, presenta efectos opuestos a los reportados por Arnó et al. (2009) para *N. tenuis*, cuya alimentación disminuyó el crecimiento vegetativo de la planta de tomate, tanto en el número de hojas como en la altura de la planta.

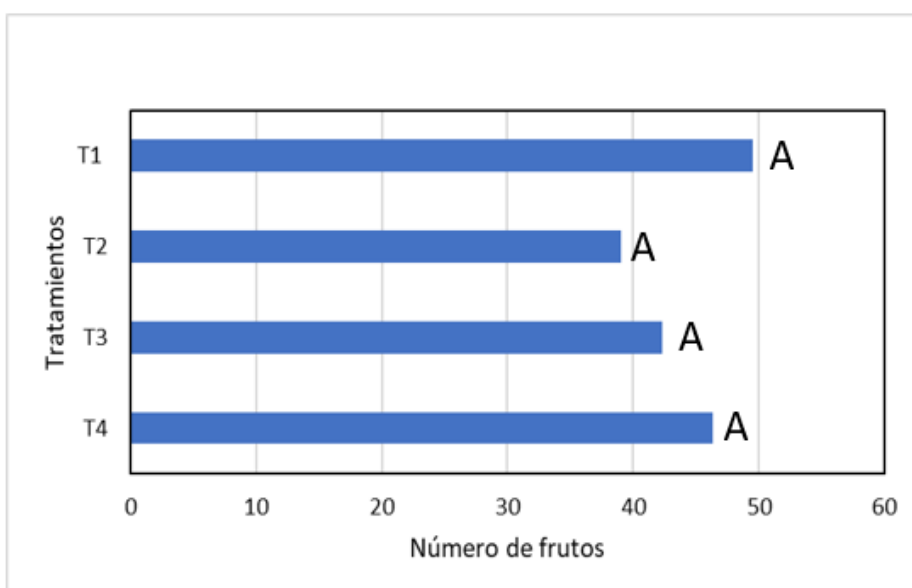
Las lesiones provocadas por *T. cucurbitaceus* (Figura 11) fueron mínimas y no alteraron el óptimo crecimiento y desarrollo de la planta de tomate, por lo que la fitofagia resultaría ser una alimentación complementaria, que presenta beneficios tanto para su establecimiento inicial (Lalonde et al., 1999) como para la obtención de agua (Castañé et al., 2011) necesaria para el depredador.

4.6 Daño del mírido sobre el rendimiento de la planta de tomate

Para explicar el rendimiento final del cultivo de tomate se consideraron dos variables: el número final de frutos desarrollados y el peso individual de cada uno. Los datos evaluados se detallan en la Figura 11.

Figura No. 11

Número total de frutos por tratamiento



Nota. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (Test LSD, $p < 0,05$) entre los tratamientos.

Para el número de frutos desarrollados no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos ($H = 1,28$, $p = 0,782$). El comportamiento de *T. cucurbitaceus* respecto al desarrollo de órganos reproductivos se asemeja a la mayoría de otras especies de míridos evaluadas como *D. tamaninii* (Alomar &

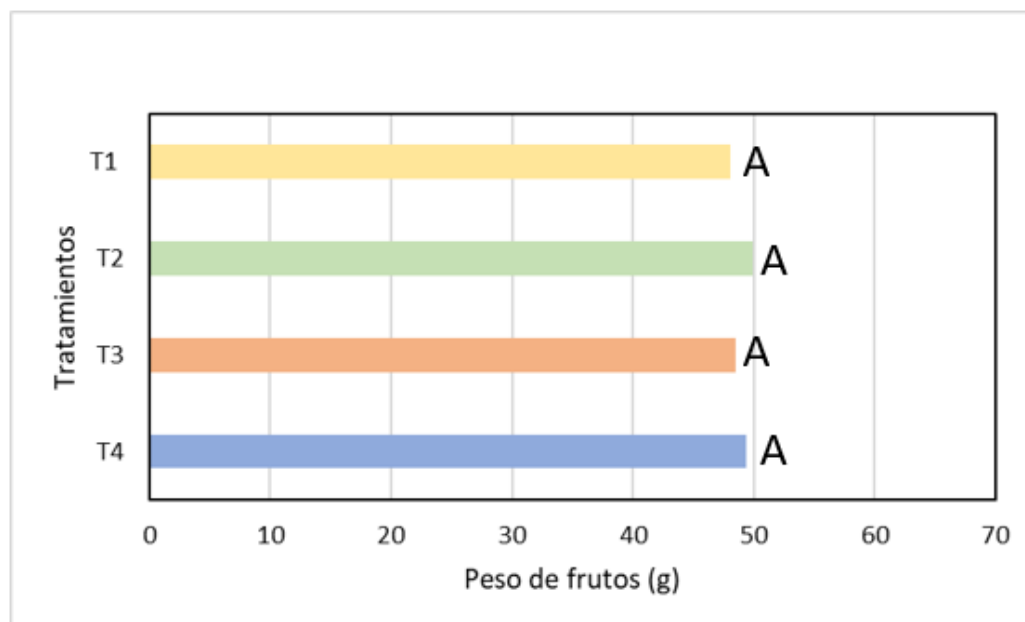
Albajes, 1996), *M. pygmaeus* (Castañé et al., 2011); en contraste al comportamiento reportado para *N. tenuis* quien provocó aborto de flores (Arnó et al., 2009).

En el experimento realizado, los individuos de *T. cucurbitaceus* sobrevivieron únicamente durante el desarrollo del primer racimo de tomate, no teniendo interacción directa con el posterior desarrollo del segundo y tercer racimo. La interacción de adultos y ninfas del depredador con el desarrollo del primer racimo de la planta de tomate ocurrió cuando el número de individuos monitoreados era bajo para todos los tratamientos, correspondiente al período del 1 enero al 10 febrero aproximadamente (Fig. 6). Por lo que, no pudo observarse daños directos de fitofagia sobre los frutos cosechados. En otra evaluación realizada por Seijas (comunicación personal, 8 de setiembre, 2023), el daño provocado por *T. cucurbitaceus* sobre frutos de tomate fue escaso y correspondió con marcas transparentes menores a 1 mm que se visibilizaron únicamente bajo lupa estereoscópica. No afectaron la calidad cosmética del fruto y ocurrieron en mayor proporción sobre el cáliz (L. Seijas, comunicación personal, 8 de setiembre, 2023). Reportes para otros míridos, indican que *M. pygmaeus* provoca marcas pequeñas y poco frecuentes sobre frutos de tomate (Castañé et al., 2011), *D. tamaninii* causa lesiones visibles sobre el fruto inmaduro atribuibles a pequeñas manchas, cicatrices y deformaciones (Alomar & Albajes, 1996) y *N. tenuis* provoca anillos necróticos y aborto de flores, aunque no se traduce en reducciones significativas del rendimiento (Calvo et al., 2009). A futuro, podría realizarse un ensayo similar al presentado en la tesis, pero introduciendo a los míridos una vez que se desarrollaron los racimos, evaluando el impacto directo que podría existir sobre el órgano reproductivo.

El otro parámetro evaluado fue el peso de frutos promedio por tratamiento (Figura 12).

Figura No. 12

Peso promedio del fruto (g) por tratamiento



Nota. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (Test LSD, $p < 0,05$) entre los tratamientos.

Para los diferentes tratamientos, se obtuvo una media de peso de frutos similar, no existiendo diferencias significativas entre ellos ($F = 0,06$, $p = 0,979$). En este sentido, al menos en las condiciones de este trabajo, *T. cucurbitaceus* presentó un comportamiento opuesto a *N. tenuis*, para el cual Arnó et al. (2009) reportaron disminuciones en el rendimiento de tomate, cuando la interacción del mírido y la planta superaba las 6 semanas de duración.

La lesión directa sobre frutos, si bien no fue observada, podría haberse distinguido únicamente sobre el primer racimo; por lo cual, se realizaron análisis estadísticos contemplando el efecto de los tratamientos para cada racimo (Tabla 8).

Tabla No. 8

Peso de fruto (g) promedio por racimo para cada tratamiento

Tratamiento	Racimo					
	1		2		3	
T4	63.0 ± 5.5	A	49.5 ± 5.3	A	38.2 ± 3.7	A
T3	50.7 ± 5.5	A	51.0 ± 5.4	A	43.7 ± 4.1	A
T2	59.4 ± 6.7	A	43.1 ± 6.7	A	45.9 ± 5.5	A
T1 (c)	56.2 ± 5.9	A	45.4 ± 6.2	A	40.7 ± 4.8	A

Nota. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas (Test LSD, $p < 0,05$) entre tratamientos dentro de cada columna (racimo).

Analizando el efecto de los tratamientos sobre cada racimo individualmente, no se observaron diferencias significativas entre peso de frutos (g) promedio para el racimo 1 ($F=0,88$, $p=0,452$), racimo 2 ($F=0,37$, $p=0,776$) ni racimo 3 ($F=0,59$, $p=0,619$). Incluso en el racimo 1, donde los mórídos tuvieron una interacción directa con los frutos, puede observarse una tendencia, aunque no significativa, a desarrollar frutos de mayor peso promedio en el tratamiento 4 (T4), correspondiente a jaulas donde se liberó la mayor cantidad de depredadores. Se observa también una disminución en el promedio de pesos entre racimos, debido probablemente a las temperaturas de los períodos en los cuales fueron desarrollados cada uno, siendo el primero en temperaturas de 24-28 °C y el tercero con temperaturas de 15-19 °C.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para el número de frutos (Figura 12) y peso de frutos (Figura 13), *T. cucurbitaceus* no produciría alteraciones en el rendimiento final del cultivo de tomate para las condiciones establecidas y densidades liberadas en este trabajo. En este sentido, mostró un comportamiento similar a *D. hesperus* que no produjo reducciones significativas del rendimiento de tomate con densidades de 20 individuos por planta y con baja disponibilidad de presas (Shipp & Wang, 2006). Por el contrario, difirió de lo reportado por Arnó et al. (2009) para *N. tenuis* con densidades similares a las liberadas en este ensayo, que sí produjo reducciones significativas en el rendimiento del cultivo de tomate, afectando tanto el número como el peso de frutos.

5 Consideraciones finales

5.1 Posibilidad de ocurrencia de daños por fitofagia de *Tupiocoris*

cucurbitaceus en condiciones productivas

El escenario de escasez de presas absoluta y densidades elevadas (20 adultos/planta) de *T. cucurbitaceus* tiene poca probabilidad de ocurrencia a nivel de campo. La primera razón, es que las liberaciones comerciales de míridos utilizadas corresponden a 1-1,5 individuos/planta (Polack et al., 2017; Robledo et al., 2009), su estabilización e incremento poblacional es lenta y ante ausencia de presas la población es esperable que tienda a establecerse en niveles poblacionales bajos. El segundo factor, es que *T. cucurbitaceus* no es un predador especialista (Araya & Cáceres, 2018; López et al., 2012), es decir, es capaz de alimentarse de varias especies potencialmente plagas cuya ausencia simultánea difícilmente ocurra en cultivos comerciales. Varios autores reportan que los míridos presentan una preferencia por la zoofagia en presencia de presas (Arnó et al., 2006; Castañé et al., 2011; Lucas & Alomar, 2002) y la fitofagia cumple un rol esencial pero complementario en la dieta (Castañé et al., 2011), reduciendo el daño potencial sobre el cultivo.

5.2 Potencial de *Tupiocoris cucurbitaceus* como agente de control

biológico

Tupiocoris cucurbitaceus presenta varias características que lo transforman en un agente de control biológico con buen potencial para ser utilizado en sistemas productivos. Presenta capacidad de control sobre huevos y ninfas de mosca blanca, huevos de *T. absoluta*, adultos de *T. urticae*, entre otros (Burla et al., 2014; López et al., 2012; Orozco et al., 2012); presentando diversas fuentes de alimento para sobrevivir, establecerse y reproducirse. La fitofagia no presenta riesgos sobre el óptimo desarrollo del cultivo y le permite sobrevivir en períodos cortos de escasez de presas. Tiene un amplio rango de hospederos, pudiendo desarrollarse sobre diferentes especies y familias botánicas (Burla, 2010); el tomate y tabaco resultan buenos para su establecimiento (Orozco et al., 2012). Su fertilidad es alta, la hembra puede depositar 70-205 huevos durante su vida (Burla, 2014).

Como aspectos negativos o debilidades para su utilización como agente de control biológico, se destaca el difícil establecimiento inicial (Strassera, 2021), deben liberarse en momentos iniciales del cultivo para favorecer el aumento poblacional durante el ciclo productivo (Polack et al., 2017). Con la inoculación, es necesario incluir fuentes de alimento suplementarias como huevos de *E. kuehniella* (Polack et al., 2017), debido a la poca abundancia de presas en el comienzo del cultivo; además la utilización de plantas hospederas complementarias pueden ser una buena herramienta para su establecimiento (Burla et al., 2022). El otro aspecto a considerar es la alta susceptibilidad que presentan frente a productos químicos, por lo que debe contemplarse el uso de principios activos específicos que presenten una toxicidad mínima para el mío (Polack et al., 2017).

6 CONCLUSIONES

- Las lesiones por fitofagia, en las densidades liberadas, son mínimas y no comprometen el crecimiento óptimo del cultivo de tomate; corresponden a pequeñas puntuaciones menores de 1 mm de coloración castaña a negra.
- En las condiciones de invernáculo experimental establecidas y las densidades de *T. cucurbitaceus* liberadas, no se observó pérdida de rendimiento para el cultivo de tomate.
- *T. cucurbitaceus* presenta una tendencia a ubicarse en la zona media-alta de la planta de tomate.
- La alimentación fitófaga no es suficiente para mantener a la población del mírido. En ausencia de presas, el establecimiento de *T. cucurbitaceus* sobre el cultivo de tomate se dificulta, la población se reduce y tiende a desaparecer en el corto plazo.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Adhikari, R., Seal, D. R., Schaffer, B., Liburd, O. E., Khan, R. A. (2023). Within-plant and within-field distribution patterns of Asian bean thrips and Melon thrips in Snap Bean. *Insects*, 14(2), Artículo e175. <https://doi.org/10.3390/insects14020175>
- Agustí, N., & Gabarra, R. (2009). Puesta a punto de una cría masiva del depredador polífago *Dicyphus tamaninii* Wagner (Hemiptera: Miridae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 35(2), 205-218. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Plagas/BSVP_35_02_205_218.pdf
- Albajes, R., Lodovica Gullino, M., Van Lenteren, J., & Elad, Y. (1999). *Integrated pest and disease management in Greenhouse crops*. Springer.
- Aldabe, L. (2000). *Producción de hortalizas en Uruguay*. Epsilon.
- Alomar, O. (1994). *Els mírids depredadors (Heteroptera: Miridae) en el control integrat en cultius de tomaquet* [Disertación doctoral]. Universitat de Barcelona.
- Alomar, O., & Albajes, R. (1996). Greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) predation and tomato fruit injury by the zoophytophagous predator *Dicyphus tamaninii* (Heteroptera: Miridae). En O. Alomar & R. N. Wiedenmann (Eds.), *Zoophytophagous Heteroptera: Implications for life history and integrated pest management* (pp. 55-177). Entomological Society of America.
- Araya, J. E., & Cáceres, R. (2018). Heterópteros míridos depredadores de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), en particular *Tupiocoris cucurbitaceus* (Spinola) observado en Chile central. *La Granja: Revista de Ciencias de La Vida*, 28(2), 6-19. <https://doi-org/10.17163/lgr.n28.2018.01>
- Arnó, J., Castañé, C., Riudavets, J., & Gabarra, R. (2009). Risk of damage to tomato crops by the generalist zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae). *Bulletin of Entomological Research*, 100, 105-115. <https://doi-org/10.1017/S0007485309006841>

- Arnó, J., Castañé, C., Riudavets, J., Roig, J., & Gabarra, R. (2006). Characterization of damage to tomato plants produced by the zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*. *IOBC/WPRS Bulletin*, 29(4), 249-254.
- Avilla, J., Albajes, R., Alomar, O., Castañé, C., & Gabarra, R. (2004). Biological control of whiteflies in protected vegetable crops. En M. P. Parrella & K. M. Heinz (Eds.), *Biological control of Arthropod pests in protected culture* (pp. 171-184). Ball Publishing.
- Baños-Díaz, H. L., Ruiz-Gil, T., del Toro-Benítez, M., Mirada Cabrera, I., & Martínez-Rivero, M. A. (2017). Desarrollo, reproducción y tablas de vida de *Nesidiocoris tenuis* Reuter empleando como presa estadios inmaduros de mosca blanca. *Revista de Protección Vegetal*, 32(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522017000200003
- Bentancourt, C. M., & Scatoni, I. B. (2001). *Enemigos naturales: Manual ilustrado para la agricultura y la forestación*. Hemisferio Sur.
- Bentancourt, C. M., & Scatoni, I. B. (2010). *Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay* (3a. ed. rev y ampl.). Hemisferio Sur.
- Bentancourt, C. M., Scatoni, I. B., & Morelli, E. (2009). *Insectos del Uruguay*. Universidad de la República.
- Berrueta, C., Borges, A., Giménez, G., Sentanaro, G., Lammers, M., Reheman, F., Soust, G., Rieppi, M., & Dogliotti, S. (2019). La producción de tomate bajo invernáculo en el sur de Uruguay: Caminos para reducir las brechas de rendimiento. *Revista INIA*, (58), 31-36. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13358/1/Revista-INIA-58-Setiembre-2019-p.31-36.pdf>
- Biondi, A., Zappalà, L., Mauro, A., Tropea Garzia, G., Russo, A., Desneux, N., & Siscaro, G. (2016). Can alternative host plant and prey affect phytophagy and biological control by the zoophytophagous mirid *Nesidiocoris tenuis*? *BioControl*, 61(1), 79-90. <https://doi.org.proxy/10.1007/s10526-015-9700-5>

- Burla, J. P. (2010). *Efecto de diferentes dietas fitófagas y zoofitófagas sobre las principales características biológicas de *Tupiocoris cucurbitaceus* (SPINOLA 1852) (Hemiptera: Miridae) y prospección de sus plantas refugio* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Burla, J. P., Arbulo, N., Aldabe, J., Fagúndez, C., & Castiglioni, E. (2022). Companion plants for conservative management of *Tupiocoris cucurbitaceus* (Spinola 1852) (Heteroptera: Miridae: Dicyphini) on greenhouse tomato crops. *Entomological Communications*, 4, Artículo e04028. <https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec04028>
- Burla, J. P., Grille, G., Lorenzo, M. E., Franco, J., Bonato, O., & Basso, C. (2014). Effect of different diets on the development, mortality, survival, food uptake and fecundity of *Tupiocoris cucurbitaceus* (Hemiptera: Miridae). *The Florida Entomologist*, 97(4), 1816-1824. <https://doi.org/10.1653/024.097.0458>
- Calvo, F. J., Bolckmans, K., Stansly P. A., & Urbaneja, A. (2009). Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato. *BioControl*, 54, 237-246. <https://doi.org/10.1007/s10526-008-9164-y>
- Calvo, J., & Urbaneja, A. (2003). *Nesidiocoris tenuis* (Het.: Miridae) en tomate: ¿Amigo o enemigo? *Almería en Verde*, 4, 21-23. <http://hdl.handle.net/20.500.11939/4120>
- Carvalho, J. C. M., & Afonso, C. R. S. (1977). Mirideos neotropicales, CCVIII: Sobre uma coleção enviada para estudo pela Academia de Ciencias da California (Hemiptera). *Revista Brasileira de Biologia*, 37, 7-16.
- Cassis, G. (1984). *A systematic study of the subfamily Dicyphinae (Heteroptera: Miridae)* [Disertación doctoral]. Oregon State University. https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/1q05ff581
- Castañé, C., Arnó, J., Gabarra, R., & Alomar, O. (2011). Plant damage to vegetable crops by zoophytophagous mirid predators. *Biological Control*, 59(1), 22-29. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.03.007>
- Castañé, C., Riudavets, J., & Alomar, O. (2009). El depredador generalista *Dicyphus tamaninii* en el control de poblaciones mixtas de mosca blanca y de trips en pepino de invernáculo. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*,

35(1), 29-37.

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Plagas%20FBSVP_35_01_29_37.pdf

Cohen, A. C. (1996). Plant feeding by predatory Heteroptera: Evolutionary adaptational aspects of trophic switching. En O. Alomar & R. N. Wiedenmann (Eds.), *Zoophytophagous Heteroptera: Implications for life history and integrated pest management* (pp. 1-7). Entomological Society of America.

Coll, M., & Guershon, M. (2002). Omnivory in terrestrial arthropods: Mixing plant and prey diets. *Annual Review of Entomology*, 47, 267-297.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145209>

Cuello, E. M., & López, S. N. (2021). Development and predation of *Tupiocoris cucurbitaceus* feeding on *Tetranychus urticae*. *Biocontrol Science & Technology*, 31(9), 990-996.
<https://doi.org/10.1080/09583157.2021.1898543>

Del Pino, M., & Polack, A. (2011). Viabilidad del control biológico de plagas del tomate en la zona hortícola de La Plata y alrededores. *Boletín Hortícola*, 48, 36-39.
https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/13411/mod_resource/content/0/TomateEnemigosNaturalesLP2011.pdf

Dent, D. (2000). *Insect pest management* (2^{da} ed.). CAB International.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9780851993409.0000>

Díaz, B. M., Andorno, A., & Fernández, C. (2020). Control biológico por conservación. En L. A. Polack, R. E. Lecuona, & S. N. López (Eds.), *Control biológico de plagas en horticultura: Experiencias argentinas de las últimas tres décadas* (pp. 113-139). INTA.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/143705/CONICET_Digital_Nro.13a9e4d9-8288-4a5e-80c9-e0036c662443_B.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Fauvel, G., Malausa, J. C., & Kaspar, B. (1987). Etude en laboratoire des principales caractéristiques biologiques de *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). *Entomophaga*, 32(5), 529-543.

- Ferreira, P. S. F., Henry, T. J., & Coelho, L. A. (2015). Plant bugs (Miridae). En A. R. Panizzi & J. Grazia (Eds.), *True bugs (Heteroptera) of the neotropics* (pp. 237-286). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9861-7_10.
- Ferreira, P., da Silva, E., & Coelho, L. (2001). Miridae (Heteroptera) fitófagos e depredadores de Minas Gerais, Brasil, com ênfase em espécies com potencial econômico. *Iheringia, Série Zoológica*, (91), 159-169. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212001000200022>
- Gabarra, R., Castañé, C., Bordas, E., & Albajes, R. (1988). *Dicyphus tamaninii* as a beneficial insect and pest in tomato crops in Catalonia, Spain. *Entomophaga*, 33(2), 219-228. https://www.academia.edu/80766476/Dicyphus_tamaninii_as_a_beneficial_insect_and_pest_in_tomato_crops_in_Catalonia_Spain?r=188240
- Gómez, D., & Paullier, J. (2015). *Control biológico de plagas: Guía docente*. INIA <http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/Guia%20Plagas.pdf>
- Greco, N., & Rocca, M. (2020). Depredadores. En L. A. Polack, R. E. Lecuona, & S. N. López (Eds.), *Control biológico de plagas en horticultura: Experiencias argentinas de las últimas tres décadas* (pp. 33-74). INTA. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/143705/CONICET_Digital_Nro.13a9e4d9-8288-4a5e-80c9-e0036c662443_B.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2014). *The insects: An outline of entomology* (5th ed.). Willey-Blackwell.
- Heimpel, G., & Mills, N. (2017). *Biological control: Ecology and applications*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781139029117>
- Hori, K. (2000). Possible causes of disease symptoms resulting from the feeding of phytophagous Heteroptera. En C. W. Schaefer & A. R. Panizzi (Eds.), *Heteroptera of economic importance*. CRC Press.
- Ingels, R., Bosmans, L., Pekas, A., Huysmans, M., & Moerkens, R. (2022). Preference and plant damage caused by *Nesidiocoris tenuis* on twenty-one commercial tomato cultivars. *Journal of Pest Science*, 95(4), 1577-1587. <https://doi-org/10.1007/s10340-022-01530-3>

- Labbé, R. (2005). *Intraguild interactions of the greenhouse whitefly natural enemies, predator Dicyphus hesperus, pathogen Beauveria bassiana and parasitoid Encarsia Formosa* [Tesis de maestría, CorpusUL]. Université Laval. <https://corpus.ulaval.ca/entities/publication/32590d65-e52a-4dfe-b164-d6988d326ec2>
- Lalonde, R. G., McGregor, R. R., Gillespie, D. R., & Roitberg, B. D. (1999). Plant-feeding by arthropod predators contributes to the stability of predator-prey population dynamics. *Oikos*, 87(3), 603-608. <https://doi.org/10.2307/3546827>
- Logarzo, G. A., Williams, L., & Carpintero, D. L. (2005). Plant bugs (Heteroptera: Miridae) associated with roadside habitats in Argentina and Paraguay: Host plant, temporal, and geographic range effects. *Annals of the Entomological Society of America*, 98(5), 694-702. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2005\)098\[0694:PBHMAW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2005)098[0694:PBHMAW]2.0.CO;2)
- López, L. M. (2016). *Manual técnico del cultivo de tomate Solanum lycopersicum*. INTA. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- López, S. N., Arce Rojas, F., Villalba, V., & Cagnotti, C. (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. <https://doi.org/10.1080/09583157.2012.705260>
- López, S. N., Orozco, A., Andorno, A., Cuello, E. M., & Cagnotti, C. L. (2019). Predatory capacity of *Tupiocoris cucurbitaceus* (Hemiptera Miridae) on several pests of tomato. *Bulletin of Insectology*, 72(2), 201-205. <https://doi.org/http://www.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol72-2019-201-205lopez.pdf>
- Lorenzo, M. E. (2013). *Preferencia de planta hospedera y potencial biótico de Trialeurodes vaporariorum y Bemisia tabaci en tomate y pimiento* [Tesis de maestría, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/1865>
- Lucas, E., & Alomar, O. (2002). Impact of *Macrolophus caliginosus* presence on damage production by *Dicyphus tamaninii* (Heteroptera: Miridae) on

- tomato fruits: Biological and microbial control. *Entomology*, 95(6), 1123-1129. <https://doi-org/10.1603/0022-0493-95.6.1123>
- McGregor, R. R.; Gillespie, D. R.; Park, C. G.; Quiring, D. M. J., & Foisy, M. R. J. (2000). Leaves or fruit? The potential for damage to tomato fruits by the omnivorous predator, *Dicyphus hesperus* Knight (Heteroptera: Miridae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95(3), 325-328. <https://doi.org/10.1023/A:1004041029312>
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2011). *Censo general agropecuario 2011*. MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/censo-general-agropecuario-2011>
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2017). *Encuestas hortícolas 2015-2016: Zonas Sur y Litoral Norte*. DIEA. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/encuestas-hortícolas-2015-2016-zonas-sur-litoral-norte-344>
- Mohd Rasdi, Z., Fauziah, I., Wan Mohamad, W., Syed Abdul, S., Che Salma, M., & Kamaruzaman, J. (2009). Biology of *Macrolophus caliginosus* (Heteróptera: Miridae) predator of *Trialeurodes vaporariorum* (Homóptera: Aleyrodidae). *International Journal of Biology*, 2(1), 63-70. <https://doi-org/10.5539/ijb.v1n2p63>
- Mollá, O., Alonso-Valiente, M., Suay, R., Beitia Crespo, F. J., & Urbaneja García, A. (2013). Estrategias de control de *Tuta absoluta*: En el cultivo de tomate mediante la liberación y conservación de *Nesidiocoris tenuis* en la Comunidad Valenciana. *Agricola Vergel: Fruticultura, horticultura, floricultura*, (365), 161-165.
- Montiel, R. (2019). *Estudio de hemípteros depredadores en cultivos de tomate del noreste de Buenos Aires, Argentina: ¿Posibles enemigos naturales de Tuta absoluta (Meyrick)?* [Tesis de maestría, Universidad de Buenos Aires]. Fauba digital. <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/maestria/2021montielrocio.pdf>
- Mouratidis, A., Leman, A., Poelman, E. H., & Messelink, G. (2022). *Dicyphus* predatory bugs pre-established on tomato plants reduce *Nesidiocoris*

- tenuis* population growth. *Journal of Pest Science*, 95(4), 1659-1670.
<https://doi.org/10.1007/s10340-022-01482-8>
- Naranjo, S. E., & Gibson, R. L. (1996). Phytophagy in predaceous Heteroptera: Effects on life history and population dynamics. En O. Alomar & R. N. Wiedenmann (Eds.), *Zoophytophagous Heteroptera: Implications for life history and integrated pest management*. Entomological Society of America.
- Naselli, M., Urbaneja, A., Siscaro, G., Jaques, J. A., Zappalà, L., Flors, V., & Pérez-Hedo, M. (2016). Stage-related defense response induction in tomato plants by *Nesidiocoris tenuis*. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(8), Artículo e1210. <https://doi.org/10.3390/ijms17081210>.
- Nicholls, C. I. (2008). *Control biológico de insectos: Un enfoque agroecológico*. Universidad de Antioquía. <https://archive.foodfirst.org/wp-content/uploads/2016/01/Control-biologico-de-insectos-un-enfoque-agroecolgico.pdf>
- Ohashi, D. V., & Urdampilleta, J. D. (2003). Interacción entre insectos perjudiciales y beneficiosos en el cultivo de tabaco de Misiones, Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 32(2), 113-124.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86432208>
- Orozco, A., Villalba, V., & López, S. N. (2012). Desarrollo de *Tupiocoris cucurbitaceus* (Hemiptera: Miridae) sobre *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en diversas hortalizas. *Fitosanidad*, 16(3), 147-153.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209126907004>
- Paré, P. W., & Tumlinson, J. H. (1997). De novo biosynthesis of volatiles induced by insect herbivory in cotton plants. *Plant Physiology*, 114(4), 1161-1167.
<https://doi.org/10.1104/pp.114.4.1161>.
- Perdikis, D. C., & Lykouressis, D. P. (2002). Life table and biological characteristics of *Macrolophus pygmaeus* when feeding on *Myzus persicae* and *Trialeurodes vaporariorum*. *Entomologic Experimentalis et Applicata*, 102, 261-272. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2002.00947.x>
- Pérez-Hedo, M., & Urbaneja, A. (2016). The Zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*: A successful but controversial biocontrol agent in

tomato crops. En A. R. Horowitz & I. Ishaaya (Eds.), *Advances in insect control and resistance management* (pp. 121-138). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-31800-4_7

Pérez-Hedo, M., Rambla, J. L., Granell, A., & Urbaneja, A. (2018). Biological activity and specificity of Miridae-induced plant volatiles. *BioControl*, 63(2), 203-213. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9854-4>

Polack, L. A., López, S. N., Silvestre, C., Viscarret, M., Andorno, A., del Pino, M., Peruzzi, G., Gómez, J., & Iezzi, A. (2017). *Control biológico en tomate con el mío Tuiocoris cucurbitaceus*. INTA.

<https://es.scribd.com/document/466848142/inta-control-biologico-en-tomate-con-tuiocoris-cucurbitaceus>

Robledo, A., van der Blom, J., Sánchez, J. A., & Torres, S. (2009). *Control biológico en invernaderos hortícolas*. FAECA.

Rubio, L., Gonzáles, M., Arruabarrena, A., Maeso, D., & Boiteux, L. (2013). Virus emergentes transmitidos por moscas blancas en cultivos de tomate. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Resultados experimentales en sanidad de tomate y morrón* (pp. 45-49).

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1832/1/128221141113140613.pdf>

Sánchez, F. (1994). *Control biológico de plagas en invernáculo*. Mundi-Prensa.

Sánchez, J. A. (2009). Density thresholds for *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) in tomato crops. *Biological Control*, 51(3), 493-498.

<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.09.006>

Sánchez, J. A., & Lacasa, A. (2008). Impact of the zoophytophagous plant bug *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) on tomato yield. *Journal of Economic Entomology*, 101(6), 1864-1870. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-101.6.1864>

Sánchez, J. A., del Pino, M., & Calvo, F. J. (2022). Increasing plant diversity does not always enhance the efficacy of omnivorous mirids as biocontrol agents. *Journal of Pest Science*, 95(4), 1557-1566.

<https://doi.org/10.1007/s10340-022-01526-z>

Schuh, R. T. (2002-2013). Family: Miridae. *On-line systematic catalog of plant bugs (Insecta: Heteroptera: Miridae)*. The American Museum of Natural

History.

<https://research.amnh.org/pbi/catalog/names.php?id=90008&v=1>

- Sengonca, C., Saleh, A., & Blaeser, P. (2003). Investigations on the potential damage caused to cucumber fruit by the polyphagous predatory bug *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera: Miridae) under different nutritional conditions. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 110(1), 59-65. <https://www.jstor.org/stable/43226872>
- Shipp, J. L., & Wang, K. (2006). Evaluation of *Dicyphus Hersperus* (Heteroptera: Miridae) for biological control of *Frankliniella Occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse tomato. *Journal of Economic Entomology*, 99(2), 414-420. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-99.2.414>
- Silva, D. B., Bueno, V. H. P., Calvo, F. J., & Van Lenteren, J. C. (2016). Do nymphs and adults of three Neotropical zoophytophagous mirids damage leaves and fruits of tomato? *Bulletin of Entomological Research*, 107(2), 200-207. <https://doi.org/10.1017/S0007485316000778>
- Silva, D. B., Hanel, A., Franco, F. P., de Castro Silva-Filho, M., & Bento, J. M. S. (2022). Two in one: The neotropical mirid predator *Macrolophus basicornis* increases pest control by feeding on plants. *Pest Management Science*, 78(8), 3314-3323. <https://doi.org/10.1002/ps.6958>
- Snyder, W. E., & Ives, A. R. (2003). Interactions between specialist and generalist natural enemies: Parasitoids, predators, and PEA Aphid biocontrol. *Ecology*, 84(1), 91-107. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2003\)084\[0091:IBSAGN\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2003)084[0091:IBSAGN]2.0.CO;2)
- Soto, A. (1997). *Requerimientos térmicos de Trialeurodes vaporariorum (Homoptera, Aleyrodidae) y de Encarsia formosa (Hymenoptera, Aphelinidae), y parasitismo de esta sobre la plaga* [Tesis de maestría]. Universidad Católica de Chile.
- Strassera, M. E. (2021). La potencialidad de *Tupiocoris cucurbitaceus* (Spinola) (Hemiptera: Miridae) como agente de biocontrol en la horticultura. *Cultivos Intensivos Bajo Cubierta*, 2(2), 18-23.

- Van Driesche, R. G., & Bellows Jr., T. S. (1996). *Biological control*. Chapman & Hall.
- Wan, F., Zhang, G., Liu, S., Luo, C., Chu, D., Zhang, Y., Zang, L., Jiu, M., Lü, Z., Cui, X., Zhang, L., Zhang, F., Zhang, Q., Liu, W., Liang, P., Lei, Z., & Zhang, Y. (2009). Invasive mechanism and management strategy of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B: Progress report of 973 program on invasive alien species in China. *Science in China. Series C, Life Sciences*, 52(1), 88-95. <https://doi-org/10.1007/s11427-008-0135-4>
- Whalon, M. E., Mota-Sanchez, D., & Hollingworth, R. M. (2008). Analysis of global pesticide resistance in arthropods. En M. Whalon, D. Mota-Sanchez, & R. Hollingworth (Eds.), *Global pesticide resistance in arthropods* (pp. 5-31). CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781845933531.0005>
- Wheeler, A. G. (2000). Predacious plant bugs (Miridae). En C. W. Schaefer & A. R. Panizzi (Eds.), *Heteroptera of economic importance* (pp. 657-693). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420041859>
- Yao, F. L., Monticelli, L. S., Boll, R., Konan, K. A. J., Thomine, E., Scala, M., Bearez, P., Qu, Y., Biondi, A., & Desneux, N. (2022). Combining mirid predators to reduce crop damage and sustain biocontrol in multi-prey systems. *Journal of Pest Science*, 95(4), 1645-1657. <https://doi.org/10.1007/s10340-022-01560-x>