

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**PREFERENCIA DE PLANTA HOSPEDERA Y POTENCIAL
BIÓTICO DE *TRIALEURODES VAPORARIORUM* Y *BEMISIA
TABACI* EN TOMATE Y PIMIENTO**

por

María Eugenia LORENZO LARREGUI

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de Magíster
en Ciencias Agrarias opción Ciencias
Vegetales

Montevideo

Uruguay

Julio 2013

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Lic. Carlos Bentancourt, Ing. Agr. (MSc) Gabriela Grille, Lic. (PhD) Martín Bollazzi y Lic. Gonzalo Martínez, el 27 de junio de 2013. Autora: Ing. Agr. María Eugenia Lorenzo. Director: Dr. Cesar Basso, Co-director: Dr. Olivier Bonato.

AGRADECIMIENTOS

Dr. Cesar Basso por la dirección del trabajo, por su valiosa orientación en la redacción, su confianza, y enseñanzas.

Dr. Olivier Bonato por la orientación y sugerencias al trabajo y procesamiento del análisis estadístico.

Al tribunal por sus valiosos aportes que ayudaron a enriquecer éste trabajo.

Ing. Agr. MSc. Gabriela Grille y al Ing. Agr. José Buenahora, por su colaboración y sugerencias en el desarrollo del trabajo, apoyo y consejos.

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – INIA Salto Grande y a la Estación Experimental San Antonio – EEFAS de la Facultad de Agronomía por la financiación y aporte de sus instalaciones.

Compañeros del Programa Protección Vegetal de INIA y EEFAS, por su colaboración y apoyo en la realización de tareas, mantenimiento y producción de plantas, en especial a: Carmen Estelda, Verónica Galván, Juan Amaral.

A mi familia por su apoyo incondicional y por su paciencia a la vez.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN -----	II
AGRADECIMIENTOS -----	III
RESUMEN -----	VII
SUMMARY -----	VIII
1. INTRODUCCIÓN -----	1
1.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA -----	3
1.1.1. <u>El cultivo de tomate y pimiento</u> -----	3
1.1.2. <u>Insectos plaga del cultivo de tomate y pimiento</u> -----	6
1.1.2.1. El complejo de moscas blancas (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i>) -----	7
1.1.2.2. Clasificación taxonómica -----	7
1.1.2.3. Origen y Distribución -----	8
1.1.2.4. Hospederos -----	11
1.1.2.5. Daños -----	11
1.1.2.6. Diferencias morfológicas entre ambas especies -----	13
1.1.2.7. Biología de las moscas blancas -----	15
1.1.3. <u>Selección y reconocimiento del hospedero por los insectos herbívoros</u> -----	17
1.1.3.1. Selección y reconocimiento del hospedero por parte de las moscas blancas -----	19
1.1.4. <u>La planta hospedera y su efecto sobre el potencial biótico de las moscas blancas</u> -----	21
1.1.5. <u>El efecto combinado de la planta hospedera y la temperatura sobre la duración de desarrollo, longevidad y fecundidad</u> -----	24
1.2 OBJETIVOS -----	26
1.2.1. <u>Objetivo general</u> -----	27

1.2.2. <u>Objetivos específicos</u> -----	27
1.3. HIPÓTESIS -----	27
2. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> -----	28
2.1. COLONIA DE INSECTOS -----	28
2.2. COLONIA DE PLANTAS HOSPEDERAS -----	29
2.3. ESTUDIO DE LA PREFERENCIA DE <i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i> EN TOMATE Y PIMIENTO -----	30
2.4. ESTUDIO DE LA EXPRESIÓN DEL POTENCIAL BIÓTICO -----	32
2.4.1. <u>Duración de desarrollo</u> -----	32
2.4.2. <u>Estudio de la longevidad y fecundidad de las hembras</u> -----	35
2.4.3. <u>Parámetros demográficos</u> -----	35
2.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO -----	35
3. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> -----	37
3.1. ESTUDIO DE LA PREFERENCIA DE <i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i> EN TOMATE Y PIMIENTO -----	37
3.2. ESTUDIO DE LA EXPRESIÓN DEL POTENCIAL BIÓTICO -----	40
3.2.1. <u>Duración del desarrollo preimaginal</u> -----	40
3.2.2. <u>Tasa de supervivencia preimaginal</u> -----	43
3.2.3. <u>Relación de sexos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i></u> -----	45
3.2.4. <u>Longevidad de las hembras de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i></u> -----	45
3.2.5. <u>Fecundidad de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i></u> -----	46
3.2.6. <u>Parámetros demográficos</u> -----	49
4. <u>CONCLUSIONES</u> -----	52
5. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> -----	53
6. <u>ANEXO:</u> (Preferencia de planta hospedera y potencial biótico de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i> en tomate y pimiento) -----	66

RESUMEN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es la segunda especie hortícola cultivada bajo cubierta en orden de importancia en la zona norte de Uruguay luego del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Las “moscas blancas” *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotipo Q y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) son las plagas más importantes para estos cultivos, mientras la primera se encuentra en forma abundante y exclusiva sobre pimiento, la segunda coloniza todos los demás cultivos protegidos plantados en la zona. Con el objetivo de comprobar las razones de esta diferente distribución se realizó un estudio de preferencia y de manifestación del potencial biótico de estos aleyrodidos en dichas plantas hospederas. Para ello se evaluó la preferencia en la oviposición considerando el número de adultos de cada mosca blanca posados sobre cada planta hospedera a 1, 6, 24, 48 y 72 horas luego de realizada la suelta, y el número de oviposturas y desarrollo ninfal al cabo de los 10 y 28 días; y se determinó la expresión del potencial biótico de los insectos en su interacción con dichas plantas, determinando duración de desarrollo, supervivencia, longevidad, fecundidad y principales parámetros demográficos (R_0 , r_m , T). Las dos especies de mosca blanca mostraron patrones diferentes de preferencia por sus plantas hospederas. Los adultos de *T. vaporariorum* prefirieron el tomate para la oviposición frente al pimiento y esa diferencia se incrementó durante el desarrollo ninfal, al tiempo que un mayor número de adultos de *B. tabaci* se dirigió a pimiento frente a tomate, la diferencia entre hospederos se mantuvo estable en el tiempo y solo presentó diferencias significativas a los 28 días a favor de pimiento. Por otra parte, mientras pimiento afectó negativamente la expresión biótica de *T. vaporariorum*, *B. tabaci* pudo desarrollarse sobre ambos hospederos. Estos resultados indican que existen razones biológicas que explican la diferente distribución de las dos especies en los cultivos, pero serían convenientes nuevos estudios para conocer por qué *B. tabaci* no se encuentra sobre tomate, cuando potencialmente podría estarlo como sucede en muchos países. La capacidad de transmitir virus de *B. tabaci* en este último cultivo significa un riesgo que puede modificar la realidad fitosanitaria en la región hortícola de Salto si una colonización fuerte del mismo se produce.

Palabras claves: tiempo de desarrollo, selección del hospedero, parámetros demográficos, *Lycopersicon esculentum*, *Capsicum annuum*

HOST PLANT PREFERENCE AND BIOTIC POTENTIAL OF *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* IN TOMATO AND PEPPER

SUMMARY

Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) is the second horticultural species grown under cover in order of importance in the north of Uruguay after tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Whiteflies *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype Q and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) are major pests for these crops, but whereas the former is abundantly and almost exclusively on the pepper, the latter colonizes all other protected crops planted in the area. In order to ascertain the reasons for this different distribution is conducted a study the preference and demonstration of biotic potential these whiteflies in these host plants. We evaluated preference of oviposition in trials microplot by considering the number of whitefly adults on each host plant a 1, 6, 24, 48 and 72 hours after of the release, and the number oviposition and nymphal development after 10 and 28 days, and we determined the expression of the biotic potential of insects in their interaction with these plants, determining development period, oviposition period, longevity, fecundity and main demographic parameters (R_0 , r_m , T). The two whitefly species showed different patterns of preference for their host plants. Adults of *T. vaporariorum* chose tomatoes for oviposition versus bell pepper and this difference increased during nymphal development, while a greater number of adults of *B. tabaci* is directed bell pepper versus tomato, but the difference between hosts remained stable over time, and only significant differences at 28 days for pepper. Moreover, while negatively affected the expression pepper biotic *T. vaporariorum*, *B. tabaci* could develop on both hosts. These results indicated that there are biological reasons that explain the different distribution of the two species in crops, but further studies would be desirable to know why *B. tabaci* on tomato is not where it could be potentially as in many countries worldwide. The ability to transmit virus *B. tabaci* in the latter crop means a risk that can alter reality horticultural plant in the region of strong colonization jump if the same.

Keywords: development time, host selection, demographic parameters, *Lycopersicon esculentum*, *Capsicum annuum*.

1. INTRODUCCIÓN

En la zona hortícola de Salto (Uruguay) existe un sistema productivo donde coinciden espacialmente durante prolongados períodos del año los cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y pimiento (*Capsicum annuum* L.) junto a un complejo de insectos plaga, entre los cuales se destacan las moscas blancas *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae).

Las condiciones de cultivo bajo invernadero ofrecen temperaturas favorables al crecimiento, reproducción y sobrevivencia de estas plagas, siendo más intensa su actividad y sus daños cuando la temperatura se incrementa (Rodríguez y Del Pozo, 2003). Existen grandes dificultades para controlarlas debido básicamente a su corto ciclo de vida, su gran potencial reproductivo, el elevado número de generaciones al año, el amplio rango de plantas hospederas, su ubicación en el envés de la hoja que las protege de las aplicaciones de insecticidas químicos y su gran capacidad para desarrollar resistencia a éstos (Byrne y Bellows, 1991).

Los daños de las moscas blancas consisten en la reducción de la fotosíntesis de la planta, la disminución de la calidad de la producción al favorecer la proliferación de fumagina (*Capnodium* spp.) sobre hojas y frutos producto de la excreción de mielecilla, y la transmisión de virus que afectan las plantas y pueden provocar grandes pérdidas en los rendimientos (Bellotti y Vargas, 1986).

En su interacción con los cultivos, *B. tabaci* se encuentra fundamentalmente en el cultivo de pimiento (y muy escasamente en tomate), mientras que *T. vaporariorum* coloniza comúnmente tomate y otros cultivos protegidos. El desconocimiento de la explicación de esta situación justificó estudiar la asociación de esos fitófagos y dos de sus principales plantas hospederas cultivadas en el sistema productivo de Salto, para comprobar si existían razones biológicas de la actual distribución de las especies en los cultivos. Además, dado que es reciente la invasión de *B. tabaci* a esa región existe interés por conocer si potencialmente esta especie es de alto riesgo para tomate, tal como

sucede en otros países de la región. Esta situación de producirse podría cambiar toda la realidad fitosanitaria de esa zona hortícola.

Para conocer las razones de esta distribución de especies en los hospederos se estudió la preferencia de *T. vaporariorum* y *B. tabaci* al momento de la oviposición cuando tenían acceso a tomate y pimiento, y la expresión de su potencial biótico en esos hospederos mediante la estimación de la duración de desarrollo, el período de oviposición, la longevidad, la fecundidad y los principales parámetros demográficos.

Si bien las moscas blancas constituyen un pequeño grupo de hemípteros sumamente polífago, ellas presentan preferencia por ciertas plantas hospederas donde desarrollan su mayor potencial biótico expresado en sus rasgos biológicos (Bonato et al., 2007). Las moscas blancas reconocen a las plantas hospederas a través de estímulos visuales, olfativos, gustativos y táctiles (van Lenteren y Noldus, 1990), y la percepción de los compuestos químicos de la planta les permiten identificar su ubicación, disponibilidad y calidad (Singer, 2000). La preferencia que las hembras tienen por las plantas para su alimentación y/o oviposición está determinada por la calidad y cantidad de nutrientes, compuestos volátiles, metabolitos secundarios, fenología, dureza de los tejidos y defensas mecánicas (Singer, 2000; Costa et al., 2009). Estas características de las plantas también influyen sobre el potencial biótico de las moscas blancas (Yano, 1989).

Todo programa de manejo sanitario de los cultivos debe basarse en un conocimiento adecuado de las asociaciones de organismos vegetales y fitófagos de modo de conocer las interacciones que explican la repartición de sus poblaciones. La estimación de los parámetros del ciclo de vida de los insectos proporciona las herramientas básicas para, entre otros, comprender los cambios en el estatus y en el riesgo de las especies plagas.

1.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.1. El cultivo de tomate y pimiento

El tomate y el pimiento pertenecen a la familia Solanaceae, la cual comprende unas 2.500 especies de plantas esparcidas por todo el mundo y, especialmente, en América tropical. Son fundamentalmente hierbas o arbustos, y muchas de sus especies tiene un gran valor para el ser humano por sus propiedades alimentarias; tales como la papa, el tomate, el pimiento y la berenjena (Smith, 1994).

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es originario de América del Sur. De acuerdo con “The tomato in America” de Smith (1994), el tomate se originó muy probablemente en las tierras altas de la costa occidental de ese continente. Aunque investigaciones posteriores han precisado que ésta y otras hortalizas se cultivaron en forma continua por las culturas que florecieron en los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) desde tiempos preincaicos, se considera a México como su centro de domesticación. Con la llegada de los españoles al continente americano el tomate se expandió a Europa y de ahí a todo el mundo, por lo que actualmente es parte de la dieta de múltiples regiones y culturas.

El pimiento (*Capsicum* spp.) es de gran importancia mundial por su amplia difusión y gran importancia económica, siendo el quinto cultivo hortícola en superficie cultivada y el octavo según su producción total (Nuez, 1996). En el año 2008, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el cultivo de pimiento verde alcanzó una producción a nivel mundial de 28 millones de toneladas, producidas en 1,8 millones de hectáreas (FAO, 2011).

El género *Capsicum* es originario del continente americano y comprende alrededor de 25 especies, de las cuales cinco son cultivadas (Smith, 1966). Se identifica a México como su centro de origen.

En Uruguay se cultivan hortalizas en todo el territorio, aunque la producción comercial se concentra fundamentalmente en dos zonas: Sur (Montevideo, Canelones y San José) y Litoral Norte (Salto y Bella Unión) (Figura 1).

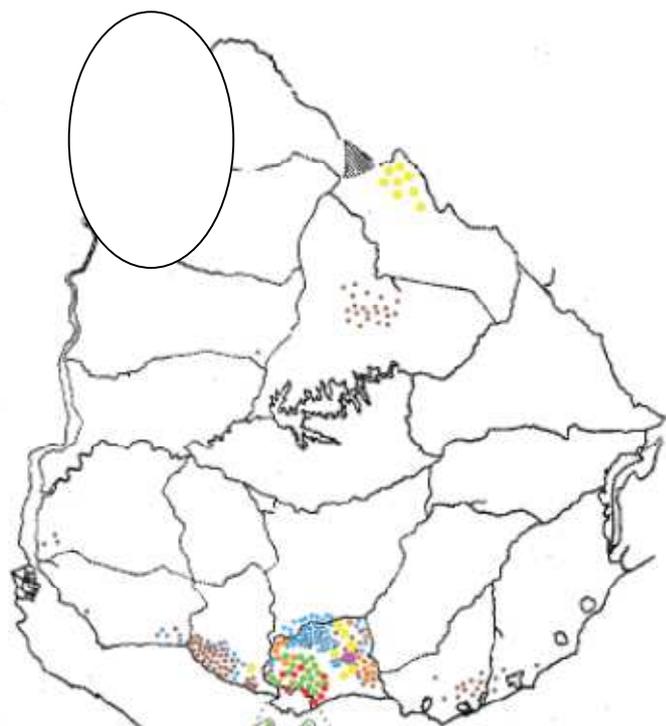


Figura 1. Cultivos hortícolas en Uruguay (en círculo se indica la zona de producción en el Litoral Norte). Cada punto equivale a 100 hectáreas (DIEA-MGAP, 2009).

DIEA, Dirección Estadísticas Agropecuarias; MGAP, Ministerio Ganadería, Agricultura y Pesca

De las diversas hortalizas que se cultivan en el país, el tomate es la más importante, tanto por el valor de su producción como por la demanda de mano de obra que genera, lo que lo hace figurar como el principal producto hortícola, mientras que el pimiento es el segundo cultivo en el Litoral Norte. Las técnicas de producción son muy variables, destacándose su plantación bajo condiciones de invernadero con el fin de obtener un mayor rendimiento, tanto en cantidad como en calidad del fruto (DIEA-MGAP, 2012). Este sistema de producción facilita la regulación parcial o total de

algunos factores de crecimiento que afectan el desarrollo del cultivo, tales como humedad, temperatura, riego, radiación solar y nutrición, entre otros.

El sector hortícola en nuestro país se encuentra orientado prioritariamente hacia el mercado de productos frescos donde destina la mayor parte de la producción. Según datos de la última encuesta de DIEA-MGAP (2012), la producción total de hortalizas en la zafra 2009/10 alcanzó las 177.000 toneladas, de las cuáles 112.000 toneladas correspondieron a la zona sur (63%) y 65.000 toneladas (37%) a la zona norte. Solo el 4% de la producción se destinó a la industria, mientras que el 96% restante se consumió principalmente en “fresco” en el mercado doméstico. La horticultura del litoral norte ocupa 2.055 hectáreas aproximadamente, de las cuales sólo 393 hectáreas (4%) están protegidas con invernáculos (Gráfico 1). Sobre la producción total cultivada en invernáculos, el 61 % corresponde a tomate (147 hectáreas) y pimiento (116 hectáreas) (Gráfico 2), evidenciando la importancia que tienen estos dos cultivos para los productores locales. De la producción total de los cultivos protegidos, que alcanzó una producción anual de 41.000 toneladas, el tomate aportó 22.000 toneladas y el pimiento 12.000 toneladas (Cuadro1).

Cuadro 1: Cultivos protegidos en el Litoral Norte de Uruguay. Número de productores, superficie, producción y rendimiento total y por cultivo (zafra 2009/10).

	Productores(N°)	Superficie (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
Total	369	393	41.119	
Tomate	236	149	22.321	149,8
Pimiento	234	130	12.533	96,4
Frutilla	133	60	2.406	40,1
Zapallito	103	32	2.441	76,3
Berenjena	21	6	613	102,2
Pepino	12	2	185	92,5
Melón	14	4	291	72,8
Otros	26	11	329	

Fuente: MGAP/ DIEA-DIGEGRA. Encuesta Hortícola Litoral Norte 2010. ha: hectáreas, N°: número de productores, t: toneladas.

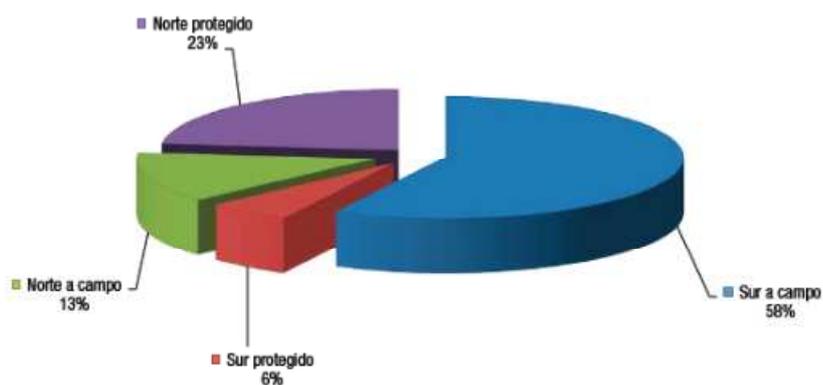


Gráfico 1. Producción hortícola según zona y modalidad productiva (zafra 2009/10)

Fuente: MGAP/ DIEA-DIGEGRA. Encuesta Hortícola Litoral Norte 2010.

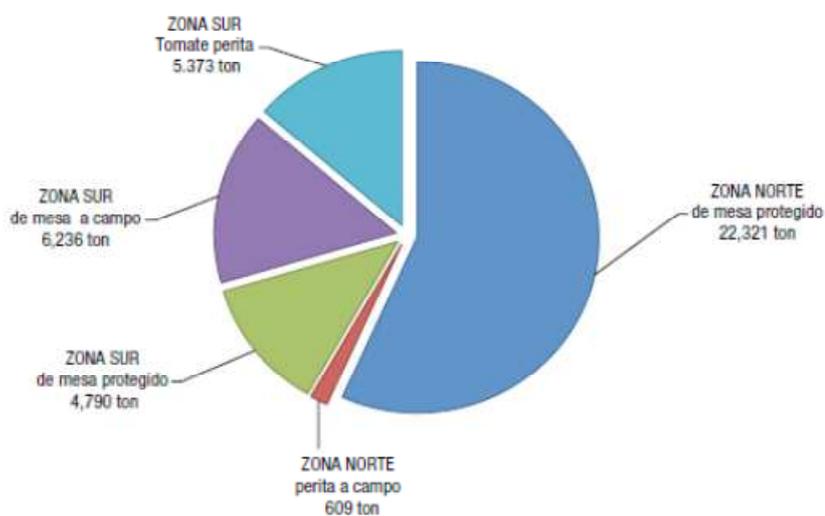


Gráfico 2. Tomate: producción por zona según tipo y modalidad productiva (zafra 2009/10). Fuente: MGAP/ DIEA-DIGEGRA. Encuesta Hortícola Litoral Norte 2010.

1.1.2. Insectos plaga del cultivo de tomate y pimiento

Existe una gran variedad de artrópodos plaga atacando el cultivo de tomate y pimiento. Entre las plagas mayores, es decir las que han coevolucionado con el cultivo y que causan pérdidas en el rendimiento, están los ácaros (Acarina), los trips (Thysanoptera), las polillas (Lepidoptera) y las moscas blancas (Hemíptera) (Soto et al., 1999).

1.1.2.1. El complejo de moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*)

En Uruguay, estas plagas comenzaron a ser detectadas con más asiduidad en los cultivos protegidos del norte del país a comienzos de la década de los noventa (Bernal y Buenahora, 1996). Inicialmente, se trataba solo de *T. vaporariorum*, conocida como la “mosca blanca de los invernáculos”, especie cosmopolita que ataca una gran diversidad de plantas hortícolas. A partir del año 1997 se comienza a observar un incremento en la densidad y agresividad de las moscas blancas en los cultivos protegidos; y en 1999 un nuevo aleyrodido, *B. tabaci* conocida como la “mosca blanca del tabaco”, es citado por primera vez en Uruguay a partir de una colecta sobre pimiento y malezas circundantes en Bella Unión (Grille y Basso, 2001) y posteriormente en Salto en el año 2002 (Rodríguez y Del Pozo, 2003). Estudios posteriores indicaron que dicha especie se encontraba en forma muy abundante sobre pimiento, y muy escasamente (conjuntamente con *T. vaporariorum* que predominaba) en tomate y zapallito (*Cucúrbita pepo* L.), y en cultivos consociados de pimiento con tomate o berenjena (*Solanum melongena* L.) o pepino (*Cucumis sativus* L.), y tomate con chaucha (*Phaseolus vulgaris* L.) (Grille et al., 2003).

González Zamora y Gallardo (1999) reportaron diferencias en lo que respecta a los hospederos de las dos especies, quienes mencionan que en los cultivos hortícolas de la provincia de Almería (España) se encuentran presentes las dos especies en melón (*Cucumis melo* L.), tomate, chaucha y berenjena, mientras que en pimiento sólo se halla *B. tabaci*.

1.1.2.2. Clasificación taxonómica

Las moscas blancas pertenecen al orden Hemiptera, super-familia Aleyrodoidea, familia Aleyrodidae; hasta ahora se han descrito 1.156 especies de esta familia y cuenta con 126 géneros (Castillo, 1996).

La familia se divide en dos subfamilias Aleurodicinae y Aleyrodinae, los miembros de esta última son los más evolucionados y sus ninfas se caracterizan por presentar secreciones cerasas largas y dorsales, de color transparente, amarillo o negro, y alimentarse principalmente de plantas herbáceas (Caballero, 1992). En América hay por lo menos 30 especies de Aleyrodinae, siendo las más importantes en términos económicos *B. tabaci* y *T. vaporariorum* (Caballero, 1992).

Las moscas blancas se caracterizan por ser insectos diminutos de 1 a 2 mm de longitud que se asemejan a pequeñas moscas (de ahí su nombre común), los adultos de ambos sexos son alados y las alas están cubiertas con un polvillo blanco (Byrne y Bellows, 1991). Difieren mucho de las moscas verdaderas (orden Diptera) dado que tienen cuatro alas, aparato bucal pico-suctor y metamorfosis incompleta. Su clasificación está basada en las características morfológicas del cuarto estadio ninfal o “pupa”, como el orificio vasiforme, opérculo, línula, surcos traqueales, setas caudales y setas dorsales (Caballero, 1992).

1.1.2.3. Origen y distribución

El origen geográfico de las “moscas blancas” es muy controvertido (Byrne y Bellows, 1991), pero la mayoría de las especies del género *Trialeurodes* se atribuyen al continente americano (Vet et al., 1980), pudiendo ser Brasil o México los lugares de origen (Castresana, 1989; Byrne y Bellows, 1991).

Westwood describe a *T. vaporariorum* en 1856 y supone que su aparición en Inglaterra en ese año proviene de una importación de orquídeas desde México (van Lenteren y Noldus, 1990). Esta especie se ha convertido en cosmopolita, con una amplia distribución que comprende cinco continentes: Asia, Europa, América, Oceanía y África (Russel, 1980; Soto, 1997).

Bemisia tabaci fue originalmente observada en tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en Grecia (Byrne y Houck, 1990) y descrita como *Aleyrodes tabaci* (Gennadius, 1889). En el continente americano fue colectada por primera vez en 1897 sobre *Ipomoea batatas* (L.) en Estados Unidos, donde se describió como *Aleyrodes inconspicua* Quaintance (Quaintance citado por Oliveira et al., 2001). Debido a la variación morfológicas que sufre este aleyrodido de acuerdo con el hospedero donde ha sido encontrado, se le han dado 22 nombres, los cuales hoy se consideran sinónimos de la especie *B. tabaci*. Algunos científicos sugieren que puede ser originaria de África tropical, desde donde se dispersó a Europa y Asia, y fue posteriormente introducida al Neotrópico principalmente por el transporte de material vegetal (Brown y Bird, 1992; Campbell et al., 1993). Sin embargo, otros investigadores aseguran que esta especie puede ser nativa de India o Pakistán, donde se ha encontrado la mayor diversidad de especies de sus enemigos naturales (Brown et al., 1995).

Actualmente *B. tabaci* es una especie distribuida globalmente y se encuentra presente en todos los continentes con excepción de la Antártida (Martin et al., 2000; Oliveira et al., 2001). Se extiende en un amplio rango de sistemas agrícolas, desde subtropicales hasta tropicales, pero también se da en áreas de climas templados (Oliveira et al., 2001).

Se caracteriza por presentar una gran plasticidad genética, lo cual es demostrado por las siguientes evidencias: grandes variaciones morfológicas de las ninfas (las formas inmaduras pueden adaptar su morfología a las características físicas de la planta hospedante), capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas rápidamente debido a la brevedad de su ciclo de vida y partenogénesis arrenotóquica (Byrne y Bellows, 1991), existencia de varias razas o biotipos asociados con hospederos específicos y gran capacidad de adaptación a nuevas zonas geográficas (Brown, 1990; Brown y Bird, 1992).

Asimismo, la especie *B. tabaci* comprende un complejo de razas (Bethke et al., 1991) o biotipos morfológicamente idénticos que solo se distinguen por sus características biológicas y genéticas o, según ciertos autores, un complejo de especies

(Perring et al., 1993, Bellows et al., 1994). El término biotipo aplicado a los insectos se usa para distinguir entre dos o más poblaciones morfológicamente similares o indistinguibles, pero que difieren entre ellas en cuanto a la preferencia de planta hospedera, tiempo de desarrollo, resistencia a insecticidas u otras características de importancia biológica o ecológica (Bush citado por Morales y Cuellar, 2006).

Esta especie de mosca blanca es la que está actualmente presentando mayores problemas en la agricultura en general, probablemente por esa capacidad de desarrollar biotipos, que le ha permitido adaptarse a condiciones nuevas o que le eran adversas, atacar cultivos que antes no atacaba y en muchos casos adquirir resistencia a muchos insecticidas (Caballero, 1992). *Bemisia tabaci*, además, alberga como la mayoría de los pico-suctores el simbiote primario *Portiera aleyrodidarum* Thao y Baumann probablemente implicado en el complemento del régimen alimentario de su hospedero (Baumann citado por Vavre et al., 2001).

Los biotipos de *B. tabaci* se han distinguido en base a su ubicación geográfica, a los hospederos que ataca, a características morfológicas y a esterasas marcadoras (Brown et al., 1995). Hasta 1992 se habían reportado los biotipos B, C, D y F (Brown et al., 1995), pero de acuerdo con Perring (2001) la especie constaría con 19 razas o biotipos documentados (denominados con letras, en secuencia, desde la A hasta la S), de los cuales al menos seis están en América (Brown, 1993; Brown et al., 1995). Los más difundidos son el A (biotipo “original” en América), el B (originario de Europa) y el Q (localizado en la cuenca del mar Mediterráneo).

En Uruguay, muy recientemente se ha determinado que los individuos de *B. tabaci* colectados en el país pertenecen al biotipo Q (Grille et al., 2011). Estos autores también lo señalan para zonas de la Argentina. En otras regiones del mundo la primera caracterización de este biotipo se realizó en muestras del sur de España y Portugal (Guirao et al., 1997); investigaciones posteriores demostraron que este biotipo está presente también en Túnez (Chermitti et al., 1997), Israel (Monci et al., 2000) y Egipto (De Barro et al., 2000, Simón et al., 2003). Las poblaciones pertenecientes a este biotipo

se caracterizan por presentar un alto potencial biótico en comparación con otros biotipos (incluyendo el B) y un alto grado de resistencia a los insecticidas (Bonato et al., 2006).

1.1.2.4. Hospederos

Trialeurodes vaporariorum es sumamente polífaga, al punto que se la ha registrado sobre 898 especies de plantas de 121 familias y 469 géneros (Xu et al., 1994). Existe una preferencia por ciertos hospederos hortícolas, donde desarrolla su mayor potencial biótico expresado en una mayor longevidad y fecundidad, como son berenjena, pepino, tomate y pimiento (citadas en orden decreciente de preferencia) (Onillon, 1977; van Boxtel et al., 1978; van de Merendok y van Lenteren, 1978).

En Uruguay se encuentra sobre un gran número de especies vegetales que incluyen cultivos hortícolas protegidos como tomate, berenjena, chaucha, melón, zapallito, pepino y, en menor grado, pimiento, y también diversas malezas y plantas ornamentales (Grille et al., 2003).

Por su parte, *B. tabaci* se alimenta de más de 600 especies de plantas cultivadas y silvestres (Mound y Halsey, 1978), comprendidas en 74 familias, incluyendo hortalizas, plantas ornamentales, cultivos industriales y malas hierbas. Entre los hospederos atacados se encuentran comúnmente plantas que pertenecen a las familias Cruciferae, Cucurbitaceae, Solanaceae, Leguminosae, entre otras (Brown, 1993). A causa de su alto grado de polifagia y su capacidad de transmitir una gama relativamente alta de virus de plantas, el biotipo Q es considerado actualmente como particularmente peligroso (Muñiz, 2000; Navas-Castillo et al., 2000).

1.1.2.5. Daños

Producto de su alimentación las moscas blancas causan daños directos e indirectos sobre sus plantas hospederas (Bellotti y Vargas, 1986). Los primeros se originan por la irritación mecánica en los tejidos debido a la penetración de los estiletes, la succión de savia y la introducción de saliva con toxinas en las plantas provocando un problema fisiológico denominado TIR (Tomato Irregular Ripening) (Bellotti y Vargas,

1986). Estos daños, dependiendo de la magnitud de la población del insecto, provocan un debilitamiento mayor o menor de la planta, afectando el crecimiento y la capacidad de producción de ésta, y la calidad del producto final. A ello se suma los daños indirectos provocados por la mielecilla excretada por estos insectos en el proceso de su alimentación, la cual sirve como medio de crecimiento a un complejo de hongos del género *Capnodium* spp. (Capnodiaceae) conocido como “fumagina”, que causa un efecto adverso en la fotosíntesis de la planta al impedir la llegada de la luz a la superficie foliar (Bellotti y Vargas, 1986) y disminuye la calidad de los frutos comercializables (Torres et al., 2007).

Otro daño indirecto se produce por la capacidad de las moscas blancas de transmitir virus a las plantas (Bellotti y Vargas, 1986) que causan más de 40 enfermedades de las hortalizas en todo el mundo (Mau y Kessing, 2002). *Bemisia tabaci* es vector de varios tipos de virus y causante de algunas alteraciones fitotóxicas (Brown y Bird, 1992; Brown, 1994; Perring, 2001). Transmite virus pertenecientes a por lo menos cuatro géneros, de los cuales los begomovirus (Begomovirus, Geminiviridae) son el grupo más importante de patógenos que causan pérdidas significativas en cultivos alimenticios e industriales en agro-ecosistemas tropicales y subtropicales a nivel mundial (Morales y Anderson 2001; Oliveira et al., 2001). América Latina es la región más afectada en términos del número total de begomovirus transmitidos por las moscas blancas, número de cultivos atacados, pérdidas en rendimiento y el área agrícola perturbada por estos patógenos (Morales y Anderson, 2001). Además de los begomovirus, *B. tabaci* trasmite virus de los géneros Carlavirus, Ipomovirus (Potyviridae) y Crinivirus (Closteroviridae) (Wintermantel, 2004).

Bemisia tabaci se ha convertido en la principal plaga de los cultivos de tomate de la Región de Murcia desde la introducción en España en 1992 del virus de la cuchara del tomate TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) (Moriones et al., 1993). Este virus está restringido principalmente a los tejidos del floema y los adultos durante su alimentación pueden transmitirlo en forma persistente y circulativa de plantas enfermas a plantas sanas (Wintermantel, 2004). Si bien esta especie de mosca blanca es transmisora

de un gran número de begomovirus, un caso particular es el del virus del rizado amarillo de la hoja del tomate (TYLCV). Dicho virus tiene la capacidad de desplazar a muchos virus nativos y es muy perjudicial porque causa aborto floral, disminuyendo severamente la producción de frutos (Brown, 1994). Además del TYLCV, el tomate puede ser infectado por más de otros 60 begomovirus (Rodríguez- López et al., 2011).

De acuerdo a reportes de Bernal et al. (2009) se ha detectado en el litoral norte de Uruguay (Salto y Bella Unión) la presencia de begomovirus o geminivirus en tomate y pimiento transmitidos por *B. tabaci*. Si bien los begomovirus en esa zona del país están ampliamente distribuidos, su incidencia es muy baja (no más del 1 %) en los diferentes predios de producción.

En contraste con el gran número de virus transmitidos por *B. tabaci*, solo se han encontrado unos pocos transmitidos por *T. vaporariorum*, todos dentro del género Crinivirus y transmitidos en forma semi-persistente (Wintermantel, 2004). En efecto, *T. vaporariorum* es vector del virus del “falso amarillamiento de la remolacha” transmitido también en lechuga y pepino en Holanda y Francia (Dorst et al., 1983) y el TICV (Tomato Infectious Chlorosis Virus) que puede provocar grandes pérdidas en los rendimientos (Liu et al., 1996).

1.1.2.6. Diferencias morfológicas entre ambas especies de moscas blancas

Según Caballero (1992) existen algunas características del adulto y del pupario que son sencillas de observar y permiten diferenciar ambas especies de mosca blanca.

Adultos: Los adultos son insectos pequeños, con patas, antenas y dos pares de alas bien desarrolladas; su cuerpo es de color amarillo y está cubierto de un polvo blanco que le da al insecto un aspecto harinoso. Incluso acuña el nombre de Aleyrodidae por esta causa (αλεύρων = harina) (Bellotti y Vargas, 1986).

Los adultos de las dos especies son muy similares en su aspecto a primera vista, aunque los de *B. tabaci* tienen un color ligeramente más amarillo y su tamaño es algo menor (Rodríguez y Del Pozo, 2003). Los adultos de *B. tabaci* miden aproximadamente 1 mm de longitud, mientras que los adultos de *T. vaporariorum* miden algo más de 1,2

mm de longitud. Si bien las hembras en general son algo más grandes que los machos en ambas especies, el tamaño no es un criterio muy seguro para diferenciar el sexo. El mejor criterio es observar en el macho dos apéndices en el extremo abdominal denominados “claspers” los cuales hacen ver el abdomen más alargado y fino que el de la hembra, el cual es más grueso y achatado (Bellotti y Vargas, 1986) (Figura 2).



Figura 2. Adultos de *Bemisia tabaci* (macho a la izquierda, hembra a la derecha)

Cuando los adultos están en reposo se encuentran situados en la cara inferior de las hojas, con las alas dispuestas en forma de tejado sobre el dorso del cuerpo, dejando al descubierto la cabeza y el tórax. En el caso de *B. tabaci* coloca sus alas más en tejado contra su abdomen, con un ángulo aproximado de 45° con la superficie de la hoja (Figura 3, F) (Rodríguez y Del Pozo, 2003).

Pupa o pupario: El dorso del pupario puede ser más o menos convexo o elevado debido al desarrollo interno del adulto, lo que distingue a *B. tabaci* de *T. vaporariorum*. En el caso de la primera, la superficie dorsal es convexa en el centro, permaneciendo bajas las áreas marginales, en la segunda, el dorso es plano y su relieve sobre el sustrato se eleva con unos márgenes rodeados por una empalizada cérica transparente. Los ojos aparecen como dos manchas rojas fácilmente visibles, lo cual es otra característica distintiva de *B. tabaci* que la diferencia de *T. vaporariorum* (Rodríguez y Del Pozo, 2003).

En *B. tabaci* el pupario tiene aspecto dorsal sin forma ovoide, con setas cortas y presencia de surco caudal; mientras que en *T. vaporariorum* presenta margen con forma ovoide, con setas y secreciones largas, y sin presencia de surco caudal (Figura 3).

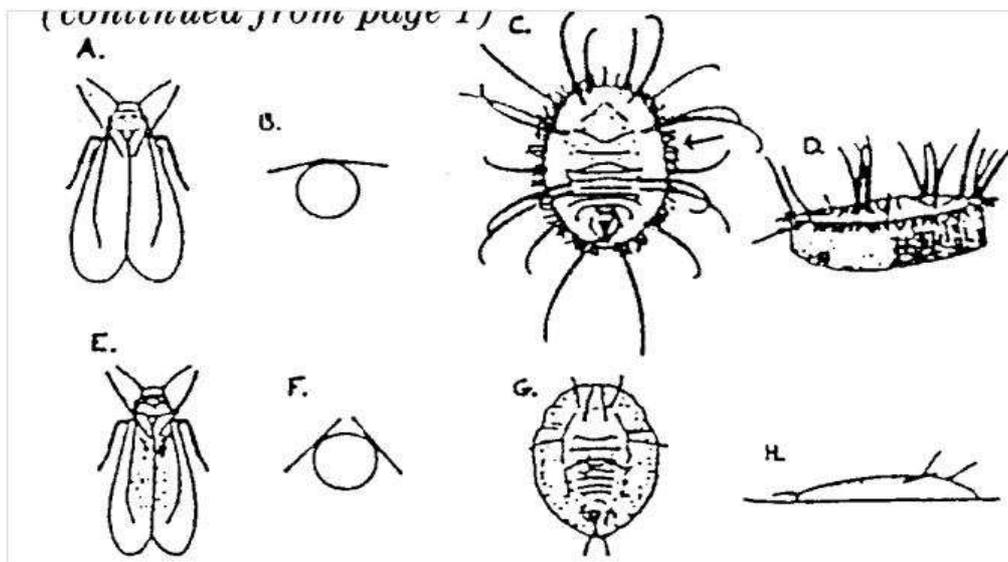


Figura 3. Adultos y puparios de *T. vaporariorum* (A- D) y *B. tabaci* (E- H). Tomado de Sanderson y Ferrentino (1989).

1.1.2.7. Biología de las moscas blancas

Las hembras adultas de *T. vaporariorum* sobre plantas de tomate viven de 30 a 40 días a una temperatura de 25°C, al tiempo que los machos poseen una longevidad un poco menor, pero estas características varían considerablemente en función de la temperatura y de sus plantas hospederas (Byrne y Bellows, 1991).

Los adultos empiezan a alimentarse a los pocos minutos de emerger y a las dos o cuatro horas las hembras puede comenzar a oviponer. Las hembras vírgenes colocan huevos viables pero generalmente ocurre la cópula y las hembras son fertilizadas (Byrne y Bellows, 1991).

Las especies de mosca blanca presentan una metamorfosis de tipo neometabolía, que incluye estados diferenciados: huevo, ninfa, pre-pupa, pupa (o pupario) y adulto. A su vez el estado de ninfa tiene tres estadios (I, II y III). Existen algunas discrepancias en

la utilización del término pupa, Nechols y Tauber (1977) indicaron que el cuarto estadio no es una verdadera pupa, ya que ocurre alimentación durante la primera parte de este estadio y la formación del adulto ocurre en la última parte sin una muda “pupal” aparente.

Los huevos son de forma oval y se fijan al vegetal en sentido vertical a través de una corta prolongación (pedicelo); la hembra deposita preferentemente los huevos en el envés de las hojas. Los mismos se disponen de manera aislada, en grupos irregulares o en semicírculos, los cuales traza a modo de abanico con su abdomen sin moverse del sitio, pues no abandona su actividad de alimentarse mientras los pone (Byrne y Bellows, 1991). En general, la disposición de los huevos es circular cuando ocurre sobre hojas glabras, y no uniforme si se depositan sobre superficies pubescentes. Pueden o no estar recubiertos por una secreción cerosa blanca; la hembra alcanza a depositar más de 350 huevos, siendo normal una ovipostura de 150 huevos durante toda su vida (Lacasa y Contreras, 1995), si bien la tasa de oviposición varía mucho con la especie y se ve afectada por las condiciones ambientales y la planta hospedera (Byrne y Bellows, 1991).

La ninfa de primer estadio (N1) es de color blanco verdoso y posee tres pares de patas bien desarrolladas, que le permiten desplazarse desde su emergencia hasta que encuentra un lugar propicio para fijarse y alimentarse. Una vez fijada se produce la muda transformándose en ninfa de segundo estadio (N2) para lo cual atrofia las antenas y las patas. En el tercer estadio (N3) aumenta el tamaño, el cuerpo es oval y el margen ondulado. Durante los tres primeros estadios la ninfa se alimenta succionando jugo de la planta. En el cuarto y último estadio ninfal (N4) o pupa no es necesaria la ingesta de alimento, adquiere un color verde-amarillento y se hacen visibles los ojos rojos. El adulto sale de la pupa por una incisión que realiza en forma de “T” (Lacasa y Contreras, 1995).

La reproducción puede ocurrir con o sin cópula, las hembras son capaces de reproducirse por partenogénesis arrenotoca donde sólo producen descendencia masculina (Byrne y Bellows, 1991; Mau y Kessing, 2002). Ello fue corroborado por Bonato et al. (2006) sobre plantas de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.).

Las poblaciones de mosca blanca pueden mantenerse activas durante todo el año cumpliendo generaciones sucesivas; en invierno con bajas temperaturas las poblaciones son menos abundantes, se desarrollan más lentamente, cesa la oviposición y aumenta la mortalidad de los primeros estadios ninfales y de los adultos (Stenseth citado por Castresana, 1989). Las condiciones climáticas son los factores más importantes que influyen en la dinámica poblacional, representando alrededor del 51% de las variaciones en los niveles poblacionales (Seif, 1981).

1.1.3. Selección y reconocimiento del hospedero por insectos herbívoros

Las plantas no son solo fuente de alimento para los insectos fitófagos, sino que también les proporcionan refugios, sitios de oviposición y apareamiento. Por esta razón la localización y aceptación de una planta hospedera es un proceso clave en la vida de cualquier insecto herbívoro, ya que de ello depende su supervivencia y la de su progenie (Singer, 2000). En este proceso, existe una relación estrecha entre la planta y el insecto, por un lado se encuentran los estímulos (físicos y químicos) provenientes de las plantas (vólatiles, químicos de contacto, texturas, colores, etc) y por otro las estructuras especializadas (sénsulos) de los insectos, presentes en antenas, partes bucales, ojos y tarsos que le permiten percibir dichos estímulos y de esta manera encontrar a su hospedero (Bernays y Chapman, 1994; Schoonhoven et al., 2005).

El comportamiento de selección de los insectos fitófagos, de acuerdo con Visser (1988), contempla dos fases: la búsqueda de la planta hospedera y su reconocimiento. La búsqueda de hospederos se relaciona con las acciones del insecto inducidas por características de la planta. El insecto es capaz de percibir sustancias volátiles producidas por la planta (aleloquímicos) (Visser, 1988). La percepción de estos compuestos químicos le permite al insecto localizar su ubicación, disponibilidad y calidad (Singer, 2000). El reconocimiento se refiere a la decisión del insecto por alimentarse y/u ovipositar en una planta hospedera y dejar la planta no hospedera (Visser, 1988). La preferencia o aceptación de la planta por la hembra para su alimentación y/o sitio adecuado de oviposición estaría determinada por las

características que las plantas presentan en calidad y cantidad de nutrientes (néctares, polen, aminoácidos, entre otros), compuestos volátiles, metabolitos secundarios, fenología, dureza de los tejidos y defensas mecánicas (Singer, 2000; Costa et al., 2009). Dicha elección le permite a la hembra alimentarse apropiadamente o le provee las condiciones adecuadas para el desarrollo de su progenie (Courtney y Kibota citado por Costa et al., 2009). Dicho de otro modo, la preferencia de oviposición puede ser identificada como el orden jerárquico de elección de plantas hospederas por las hembras para oviponer cuando varias especies de plantas se ofrecen al mismo tiempo (Thompson, 1988).

El proceso de selección y aceptación de una planta hospedera por un insecto herbívoro depende, entonces, de la percepción de las características (señales) de la planta hospedera y su respuesta comportamental a éstas, modulado por el estado fisiológico del insecto (Bernays y Chapman, 1994; Schoonhoven et al., 2005). Para poder localizar y seleccionar una planta hospedera, la mayoría de los insectos realizan una búsqueda activa que requiere un gasto de energía por parte del insecto, por lo tanto debe optimizar este proceso mediante una eficiente percepción y reconocimiento de los estímulos provenientes de la planta, a este proceso se le denomina forrajeo óptimo (Matthews y Matthews, 2009). El forrajeo óptimo para un insecto herbívoro debe ser un balance entre el gasto de energía al desplazarse en búsqueda de alimento, los riesgos que corre, los costos de detoxificar sustancias nocivas en las plantas y la calidad nutricional de las plantas seleccionadas. El forrajeo óptimo tiene el potencial de influir en la elección de la planta hospedera porque muchos insectos fitófagos no solo usan a las plantas para la alimentación de su progenie, sino también como recurso para los adultos (Stephen y Krebs, 1986). En las interacciones planta-insecto la teoría de oviposición óptima, es decir, la hipótesis de preferencia-performance también forma patrones de preferencia de hospederos (Jaenike, 1978). La hipótesis de preferencia-performance (Jaenike, 1978) predice que la preferencia de oviposición se correlaciona con la idoneidad del hospedero para el desarrollo de la descendencia (supervivencia de la descendencia y posterior potencial de fecundidad del adulto), porque las hembras buscan

maximizar sus fitness ovipositando en hospederos de alta calidad. Por lo tanto, muchas veces, en la búsqueda de una óptima oviposición y alimentación se dan conflictos en la satisfacción de las necesidades de los insectos fitófagos (Scheirs et al, 2000). De acuerdo con estos autores es más probable que la teoría de la oviposición óptima determine la preferencia de hospederos en los insectos con estados juveniles sedentarios.

1.1.3.1. Selección y reconocimiento del hospedero por parte de las moscas blancas

Dado que los estados inmaduros de las moscas blancas poseen una capacidad de dispersión muy limitada y restringida al primer estadio ninfal, la progenie es casi completamente dependientes de la elección del hospedero adecuado por parte de la hembra (van Lenteren y Noldus, 1990; Costa et al., 2009). Dicha elección está condicionada por la vista (Prokopy y Owens, 1983), el olfato (Mound, 1962, van Lenteren y Noldus, 1990), el sabor (Visser, 1988), la forma y estructura de la hoja (van Lenteren y Noldus, 1990) y su color (Mau y Kessing, 2002), además de su calidad, composición química y edad (Walker y Perring, 1994). En ese sentido, Chu et al. (1995) entienden que la preferencia de los sitios de oviposición por *B. tabaci* se ve influenciada por la gravedad, la luz y sus interacciones con la estructura de la hoja, así como por las condiciones ambientales y los enemigos naturales. También ha sido señalada la pubescencia de la hoja como un rasgo morfológico muy importante en la determinación de la preferencia de oviposición (Butler y Henneberry, 1984). Este rasgo ha sido muy estudiado en adultos de *B. tabaci* por estos autores, quienes verificaron que el número de adultos en plantas con hojas lisas era bastante menor que en plantas con hojas semi-glabras o pubescentes. Butler y Henneberry (1984) señalan que las especies de plantas con hojas pilosas son preferidas a las de hojas lisas hasta cierto nivel en que la vellosoidad comienza a interferir con la alimentación y la adhesión de los huevos a la epidermis. En esa dirección, McAuslane (1996) informa de una correlación positiva entre vellosoidad y tasa de oviposición de *B. tabaci* en soja (*Glycine max* L.).

Por lo general las hembras muestran preferencia a oviponer sobre la misma planta en la cual se desarrollaron previamente (Courtney y Kibota, 1990 citado por

Costa et al., 2009) o en plantas que por su calidad de nutrientes permitan el mejor desarrollo de su descendencia (Costa et al., 2009). La selección del sitio de oviposición y alimentación se realiza después de aterrizar y explorar (Verschoor y van Lenteren, 1978) y tiene un fuerte efecto en la distribución de la población (Xu et al., 1994) y en el desarrollo posterior (Bentz y Larew, 1992). La selección del hospedero por parte de las moscas blancas se relaciona con las diferencias en el contenido de nitrógeno y agua de la planta hospedera, y estos factores en *T. vaporariorum* causan un aumento en la puesta de huevos (Jauset et al., 1998). Estos elementos son indicadores de la calidad nutricional de la planta (Xu et al., 1994), existiendo una estrecha relación entre la preferencia y el adecuado desarrollo de la progenie (van Lenteren y Noldus, 1990; Castañe y Albajes, 1994). Estudios de simulación han señalado que la frecuencia de oviposición parece ser uno de los factores que más influye en la tasa de crecimiento de la población (Yano, 1989).

Una vez que las moscas blancas entran en una zona con plantas hospederas, la mayoría de las especies responden al color como una señal para seleccionar los lugares de aterrizaje para alimentarse y oviponer (Mound, 1962; Coombe, 1982). En el aterrizaje *T. vaporariorum* responde a la luz en una longitud de onda de aproximadamente 550nm (verde/amarillo de la planta) (Coombe, 1982), al tiempo que la forma, la estructura y los olores de la hoja no juegan un papel en la búsqueda inicial del hospedero (Woets y van Lenteren, 1976). Lo mismo es cierto para *B. tabaci* (van Lenteren y Noldus, 1990). Asimismo, otros autores evaluando la respuesta a los olores en ensayos de laboratorio con olfatómetro “Y” y a campo demostraron que el olor juega un papel de menor importancia en la orientación y el aterrizaje (Coombe, 1982).

Aparentemente, sólo después de visitar y explorar directamente al hospedero con su estilete la mosca blanca puede detectar la calidad del mismo como sustrato adecuado para la alimentación y reproducción (Verschoor y van Lenteren, 1978). La selección que efectúan los adultos sólo se da una vez que el insecto se encuentra sobre la planta hospedera y la ha probado, no existiendo una selección previa, ya que se posa sobre una planta debido a la atracción que ejercen los colores claros sobre los adultos

(Verschoor y van Lenteren, 1978). El sondeo de los tejidos de la planta después del aterrizaje de los adultos es considerado como un paso importante para la selección de la planta hospedera (Lei et al., 1999) siendo la penetración del estilete en la hoja un proceso complejo similar al utilizado por los áfidos (Hemiptera, Aphididae). En la pared anterior de la faringe se encuentra el órgano cribiforme cuya función es la de testar la savia del floema (Hargreaves citado por Byrne y Bellows, 1991). Al parecer, algunas decisiones relativas a la calidad de la planta hospedera se hacen antes de que la hoja sea totalmente penetrada (Byrne y Bellows, 1991). Esto indica que es necesario un intervalo de tiempo mínimo para obtener información sobre la selección del hospedero que, de acuerdo con Verschoor y van Lenteren (1978), es de 48 horas desde la liberación a la elección definitiva de la planta.

Autores como Blua et al. (1994) señalan que la capacidad de las moscas blancas para oviponer en hospederos deficientes, cuando los mejores no están disponibles, puede ayudar a expandir el rango de hospederos en áreas donde éstas han sido recientemente introducidas.

1.1.4. La planta hospedera y su efecto sobre el potencial biótico de las moscas blancas

Existen características de los vegetales que influyen en la expresión del potencial biótico de los fitófagos (desarrollo, supervivencia, fecundidad) (Mau y Kessing, 2002). Entendido potencial biótico como la capacidad de expresión máxima que tienen los insectos para reproducirse y sobrevivir en condiciones dadas.

Las plantas hospederas tienen efectos importantes sobre el crecimiento y desarrollo, la mortalidad y la tasa de fecundidad de las moscas blancas que afectan su dinámica poblacional (Yano, 1988). Según varias investigaciones, los hospederos resistentes o la no preferencia de alimentación ejerce efectos adversos, especialmente relacionados con la biología de las moscas (antibiosis), mediante un aumento en el período de desarrollo, mortalidad de estadios inmaduros, reducción en el tamaño o peso

de los individuos o de la fecundidad, alteración de la proporción sexual o disminución en la longevidad del insecto (Beck, 1965; Coudriet et al., 1985; Berlinger, 1986; Lara, 1991).

La calidad de la planta hospedera sobre el potencial biótico de *T. vaporariorum* ha sido determinada por Verschoor y van Lenteren (1978), van Sas et al. (1978) y van de Merendonk y van Lenteren (1978). Estos autores, estudiando la atracción de la planta hospedera y sus efectos sobre la mortalidad, la oviposición de los adultos y el desarrollo de la descendencia, determinan que el orden de clasificación de las plantas con respecto a su idoneidad para actuar como hospederos de esta mosca blanca es el siguiente: berenjena, pepino, tomate y pimiento (en orden decreciente), mientras que melón y gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) presentan una aptitud similar a la de tomate y pepino respectivamente.

Ello concuerda con lo reportado por Doo-Hyung et al. (2009) quienes señalan a la berenjena, sobre la base del desempeño de las moscas blancas en la planta (parámetros de tabla de vida) como uno de los hospederos más adecuados para el desarrollo de las dos especies de mosca blanca. Asimismo, indican que los adultos de *T. vaporariorum* muestran una marcada preferencia por esta planta, sin embargo, el grado en que los adultos de *B. tabaci* prefieren a la berenjena no está claro. Para Coudriet et al. (1985) el desarrollo de *B. tabaci* sobre lechuga (*Lactuca saliva* L.), pepino, berenjena, y zapallo (*Cucurbita máxima* Duchesme) se produce en un período 30 % menor que en brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) o zanahoria (*Daucus carota* L.).

Kakimoto et al. (2007) indican un tiempo de desarrollo más corto y una mayor supervivencia de individuos de *B. tabaci* cuando son criados sobre plantas de berenjena, pepino y pimiento en comparación con aquellos criados sobre tomate. Por otra parte, la fecundidad, la tasa de oviposición diaria y los valores de la tasa crecimiento poblacional (r_m) disminuyen según el siguiente orden de hospederos: berenjena, pepino, pimiento y tomate; con lo cual sugieren que la berenjena es la planta hospedera más adecuada para la población de *B. tabaci* y el tomate la menos adecuada.

Por otra parte, Iida et al. (2009) comparando los efectos de las plantas hospederas (pepino, tomate, pimiento, repollo (*Brassica oleracea* L. var *capitata* L.), berenjena y poroto en la tasa de eclosión y supervivencia y el tiempo de desarrollo en dos biotipos de *B. tabaci* (B y Q) encuentran diferencias claras entre ellos. Estos autores indican que la tasa de supervivencia de las ninfas del biotipo B fue solo del 6,1% cuando fueron criadas sobre pimiento, lo cual se contradice con el resultado de Kakimoto et al. (2007) donde la tasa de supervivencia encontrada para este biotipo desde huevo a adulto fue de 79,2%. En cambio, para Iida et al. (2009) la tasa de supervivencia encontrada para el biotipo Q sobre pimiento fue superior al 70%, mucho más alta que la tasa encontrada para el biotipo B que fue 6,1%, con lo cual concluyen que el pimiento es un hospedero adecuado para el desarrollo de *B. tabaci* biotipo Q. Con estos resultados, los autores concluyen que el biotipo Q tiene un mayor potencial para utilizar una gama más amplia de especies de plantas como hospederas que el biotipo B.

Para *T. vaporariorum*, varias investigaciones indican que los adultos de esta especie sobre plantas de pimiento muestran sondeos muy cortos, pasando mucho tiempo parados o caminando pero no alimentándose y, al mismo tiempo, un alto porcentaje de ellos rechaza la planta sin llegar a ingerir sustancias del floema (Janssen et al., 1989; Lei et al., 1999). Los datos sugieren una fuerte resistencia de la planta de pimiento (antixenosis), basada en factores presentes en las capas superficiales de la epidermis y/o en tejidos del mesófilo (Lei et al., 1999). Estos factores de resistencia en la superficie de la hoja pueden ser físicos, químicos o ambos. Asimismo, Janssen et al. (1989) en estudios con *T. vaporariorum* sobre pimiento demuestran que el rechazo de la planta hospedera para la alimentación ocurre unos pocos minutos luego de que la mosca adulta penetra su estilete, período de tiempo en el que se presume que el mismo no penetra más allá de la epidermis.

Adicionalmente, estudios morfológicos realizados con esta misma especie sobre diferentes hospederos (tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), pepino, haba (*Vicia faba* L.) y poroto) indicaron que, en general, son necesarios de 10 a 15 minutos para que el estilete pueda llegar al floema y que estas pruebas de sondeo son el proceso clave que

determina la selección de la planta hospedera y, por lo tanto, la composición química de la cera en la superficie de la hoja podría jugar un papel importante (Xu et al., 1994).

1.1.5. El efecto combinado de la planta hospedera y la temperatura sobre la duración de desarrollo, la longevidad y la fecundidad

La disponibilidad de alimento y la temperatura son los factores ecológicos más importantes que influyen sobre la longevidad de los adultos. Con una alimentación adecuada y entre ciertos umbrales térmicos, la longevidad es más larga a temperaturas más bajas (Byrne y Bellows, 1991).

En algunos países de América Central y del Caribe se han determinado diferentes duraciones del ciclo de vida de las dos especies de mosca blanca de acuerdo a la época del año y al tipo de planta hospedera donde se desarrollan (Zachirsson y Poveda, 1992; Hilje y Arboleda, 1993; Alvarez et al. citado por Morillo y Marcano, 1997). Según van Lenteren y Noldus (1990) la tasa de crecimiento de las moscas blancas, que incorpora el tiempo de desarrollo, la supervivencia y la fecundidad, refleja la conveniencia de la planta hospedera.

Hendi et al. (1985) señalaron que el período de desarrollo (huevo-adulto) de *B. tabaci* fue de 20 días sobre plantas de tomate a la temperatura de 25°C, al tiempo que para esta misma temperatura Salas (citado por Morillo y Marcano, 1997) reportó una duración del estado de huevo de 7,28 días y del ciclo total de 22,26 días. Por su parte, Bonato et al. (2006) indicaron que el tiempo de desarrollo de *B. tabaci* sobre plantas de tomate varió de 56 días (a 17°C) a 25,6 días (a 25°C) con un umbral térmico mínimo de 10,2°C. Asimismo estos autores señalaron que la temperatura óptima para el desarrollo fue de 32,5°C, la fecundidad total varió entre 105 (a 21°C) y 41 huevos/hembra (a 35°C), y la longevidad disminuyó con el aumento de la temperatura siendo de 22 días a 25°C.

No obstante, Yang y Chi (2006) indicaron para esta especie, también sobre plantas de tomate y a la misma temperatura, que el tiempo medio de desarrollo encontrado para el estado de huevo fue de 6,5 días, una duración del período ninfal de

14 días, una longevidad de los adultos de 14,5 días y una fecundidad de las hembras de 114 huevos/hembra. Los parámetros demográficos reportados fueron: tasa de crecimiento poblacional (rm) de $0,1469\text{ d}^{-1}$, tiempo medio generacional (T) de 28,4 días y tasa reproductiva (Ro) 63,8 huevos/hembra. Esos resultados se aproximaron a los de Morillo y Marcana (1997) quienes determinaron que el tiempo de desarrollo del estado de huevo fue de 5,87 días, el estado de ninfa tuvo una duración que varió desde 12,87 a 14,96 días, todo el ciclo del insecto (desde huevo a adulto) se completó en 32,32 días y la fecundidad osciló alrededor de los 69 huevos/hembra.

Según reportes para España de González Zamora y Gallardo (1999), se puede decir que *B. tabaci* se reproduce perfectamente sobre pimiento en un amplio rango de temperaturas, alcanzando el máximo potencial reproductivo a los 25 °C, donde el tiempo medio de desarrollo de huevo a adulto fue de 19,78 días. Este resultado fue similar al hallado por Muñiz y Nombela (1997) de 20 días.

Por su parte Coudriet et al. (1985) estudiando a *B. tabaci* sobre pimiento obtuvieron un tiempo de desarrollo algo superior de 23,4 días (a 25 °C), la longevidad media de las hembras de 14,13 días, un número medio de huevos por hembra que varió desde 60,47 a 88,24. La estimación de los parámetros demográficos, rm y Ro presentaron valores de 0,152 y 71,92, respectivamente, comparables a los encontrados por Tsai y Wang (1996) sobre tomate y por Powell y Bellows (1992) en algodón (*Gossypium herbaceum* L.) y pepino a 25,5°C.

Ahn et al. (2001) indicaron para *B. tabaci* un período de desarrollo desde huevo a adulto bajo condiciones constantes de temperatura (25°C) de 28,1 días en pimiento y 21,2 días en tomate. La longevidad de los adultos en pimiento fue de 14 días, y la fecundidad de 103,3 huevos/hembra. Mientras que la tasa de incremento natural (rm) fue de 0,196, y la tasa neta reproductiva (Ro) de 97,33 huevos/hembra para pimiento y para tomate el rm encontrado fue de 0,165 y el Ro de 106,1.

Para el caso de *T. vaporariorum* desarrollándole sobre plantas de tomate la duración reportada del estado de huevo fue 6,86 días, del primer instar ninfal 3,5 días, del segundo instar ninfal 2,36 días, del tercer instar ninfal 2,78 días, del cuarto instar

ninfal inicial 3,62 días, del cuarto instar ninfal de transición 2,22 días y del cuarto instar ninfal final 3,66 días, resultando un período preimaginal total de 25 días a 25 °C (Byrne y Bellows, 1991). Estos valores se aproximan a los de Zarabi et al. (2008) quienes señalaron para esa temperatura (25°C) y sobre la misma planta hospedera (tomate) una duración del ciclo total de 25,5 días y Soto et al. (1999) quienes revelaron que el desarrollo de huevo a adulto demora 26,4 días a 24°C (huevo 8,89 días, N1 3,75 días, N2 2,54 días, N3 3,59 días, N4 3,89 días y la prepupa 3,74 días).

Estos datos no coinciden con lo reportado por López et al. (1999) para esta mosca blanca sobre la misma planta hospedera y bajo las mismas condiciones de temperatura (25°C), donde el tiempo de desarrollo para los distintos estadios (en días) fue: huevo-N1 = 6,2; N2 = 4,29; N3 = 3,37; N4 = 2,64; prepupa = 1,32; pupa = 2,18, y adulto = 20,05 días.

Otros autores citan los siguientes tiempos de desarrollo para *T. vaporariorum* sobre tomate: Burnett (1949) una duración del desarrollo total de 24,8 días a 24°C, van de Merendonk y van Lenteren (1978) 24 días a esa misma temperatura, Vet et al. (1980) 24,4 días a 25°C, próximo a lo encontrado por Gerk et al. (1995) 25 días a 25 °C. Mientras que Gu et al. (2006) indican que el tiempo necesario para completar una generación a 25 °C es de 22,1 días y la tasa de supervivencia del 86,2%.

A pesar de que *B. tabaci* tiene una capacidad reproductiva 4 veces mayor a *T. vaporariorum*, existen evidencias experimentales que a temperaturas cercanas a los 20°C, *T. vaporariorum* tiene un ciclo de vida más corto y tasas de fecundidad y supervivencia mayores a *B. tabaci*. La situación es inversa con temperaturas más altas cercanas a 30°C donde *B. tabaci* supera a *T. vaporariorum* (Tsueda y Tsuchida, 1998).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Determinar la preferencia y los efectos de las plantas de tomate y pimiento sobre los parámetros biológicos de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* que puedan

explicar la diferente distribución de estas moscas blancas sobre los dos cultivos en la región hortícola de Salto.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Describir las relaciones de preferencia y sus efectos sobre la expresión del potencial biótico de dos especies de mosca blanca (*T. vaporariorum* y *B. tabaci*) y dos plantas hospederas (tomate y pimiento) en la región hortícola de Salto.
2. Obtener los primeros conocimientos sobre la biología de *B. tabaci* y mejorar la información disponible sobre *T. vaporariorum* en Uruguay.
3. Valorar el riesgo de *B. tabaci* sobre el cultivo de tomate teniendo en cuenta que se trata de una especie de reciente invasión a la región.

1.3 HIPÓTESIS

Como hipótesis de este estudio se plantea que las diferencias constatadas en la distribución de dos especies de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*) en la región hortícola de Salto con relación a dos de sus plantas hospederas (tomate y pimiento) se debe a razones biológicas, tales como diferencias en la preferencia y en la capacidad de expresión biótica de estos insectos cuando están asociados a dichas plantas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con los objetivos y comprobar la hipótesis de este estudio se comparó la preferencia y la expresión del potencial biótico (duración, tasa de sobrevivencia preimaginal, relación de sexos, longevidad, fecundidad y los parámetros demográficos) de *B. tabaci* y *T. vaporariorum* en dos de sus plantas hospederas (tomate y pimiento).

Para ello fue necesario disponer de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) como sustento para la cría. Las actividades se llevaron a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) - Salto Grande y de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de Salto (EEFAS), en el período comprendido entre marzo y diciembre de 2011.

2.1. COLONIA DE INSECTOS

Los individuos de *B. tabaci* y *T. vaporariorum* utilizados en los estudios fueron obtenidos de colonias mantenidas en la EEFAS sobre plantas de tabaco (Figura 4). Estas colonias se integraron y reforzaron periódicamente con individuos colectados en cultivos hortícolas comerciales de tomate y pimiento ubicados próximos a la ciudad de Salto (Uruguay) (33° 00' Sur, 56° 00' Oeste). Las colonias se multiplicaron durante tres generaciones sobre tabaco antes de extraer los individuos para los experimentos.



Figura 4: Adultos de *Trialeurodes vaporariorum* sobre plantas de tabaco

2.2. COLONIA DE PLANTAS HOSPEDERAS

La elección de tabaco como planta hospedera de las moscas blancas se basó en estudios previos realizados en Uruguay, donde berenjena, tabaco y ruda aparecieron como las más apropiadas para la cría de *T. vaporariorum*, y tabaco se destacó por su rusticidad (Pascal et al., 2003). La elección de tabaco también provee de individuos no condicionados a los hospederos en estudio. Las plantas fueron multiplicadas a partir de semillas (Virginia, cv K-326) provenientes de un cultivo comercial en la zona norte del país. La rutina consistía en su producción mensual en almacigueras de plástico de 26 cm de largo por 18,5 cm de ancho por 8 cm de profundidad en un sustrato de tierra y turba. Luego, eran trasplantadas en forma individual a macetas de 21 cm de diámetro (7 litros de capacidad) (Figura 5), con el agregado de dos fertilizantes (15-15-15 y urea). Cuando las plantas alcanzaron un desarrollo de 6 a 8 hojas se consideraron adecuadas para la cría de las moscas blancas. Las mismas fueron mantenidas bajo condiciones de invernadero a una temperatura de 24-25°C y humedad relativa del 60%.

Cabe destacar que las dos especies de mosca blanca tienen un comportamiento biológico similar sobre tabaco, de modo que los estudios fueron iniciados con ambas especies en iguales condiciones.



Figura 5: Planta de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en maceta plástica

Los cultivares de las plantas hospederas utilizados en este estudio fueron tomate cv “Elpida” y pimiento cv “Bilano”, suministrados por los productores de la zona y/o producidos por los técnicos de la estación experimental INIA Salto Grande. Las plantas crecieron individualmente en macetas plásticas de 20 cm de diámetro y 10 cm de profundidad, bajo condiciones controladas (temperatura 25°C y humedad relativa 70 %) en un invernadero de plástico, hasta que alcanzaron un tamaño de 20-30 cm y fueron utilizadas para los estudios (Figura 6).



Figura 6: A, plantas de tomate B, plantas de pimiento

2.3. ESTUDIO DE LA PREFERENCIA DE *T. vaporariorum* y *B. tabaci* POR TOMATE Y PIMIENTO

La preferencia de las moscas blancas adultas por tomate y pimiento se estudió por medio de un experimento “incondicional”, debido a que éstas no tuvieron acceso o experiencia previa con las plantas hospederas.

El estudio fue realizado en un invernadero de vidrio bajo condiciones controladas de temperatura (17-24 °C) y humedad relativa (60-70%), donde plantas de tomate y pimiento exentas de moscas blancas fueron colocadas con una disposición de 6 x 6 (Figura 7). Las plantas de tomate de 9 semanas de edad, aproximadamente 33 cm de altura y de pimiento de 11 semanas de edad y aproximadamente 31 cm de altura se dispusieron en el invernadero a 20 cm de separación, y de forma intercalada. Allí fueron liberados simultáneamente adultos de las dos especies de mosca blanca. Para ello un

centenar de moscas blancas (de 1 día de edad y de ambos sexos) fueron recogidas en bolsas plásticas desde la colonia de cría multiplicada en las plantas de tabaco y depositadas entre las plantas, en varios puntos, en el piso de la microparcela. Se permitió que las moscas adultas se aclimataran durante 30 minutos a las condiciones del ensayo antes de abrir las bolsas para que se produjera su salida.

Cuando se cumplieron 1, 6, 24, 48 y 72 horas luego de la liberación se contó el número de adultos en el envés de las hojas de cada planta. Para ello se levantó con cuidado las hojas tratando de perturbar lo menos posible a los insectos. Teniendo en cuenta que el número de huevos colocados en las plantas hospederas no es un buen indicador de la tasa de supervivencia (Costa et al., 1991) se realizó un posterior recuento de ninfas y pupas a los 10 y 28 días de liberados los adultos a fin de evaluar el establecimiento efectivo de los individuos que llegaban a las plantas. Para estos conteos se seleccionaron 10 plantas al azar de tomate y pimiento, de las cuales se extrajeron 3 hojas ubicadas cada una en el estrato superior, medio e inferior de las plantas a fin de contabilizar en laboratorio, con la ayuda de un microscopio estereoscópico (Nikon SMZ 1B- X 35) el número de oviposiciones y la presencia de estados inmaduros (ninfas I, II, III y puparios). Las observaciones se realizaron en un círculo de 2,5 cm de diámetro extraído con un sacabocado en la zona media de la hoja en pimiento y de un folíolo en el caso del tomate.

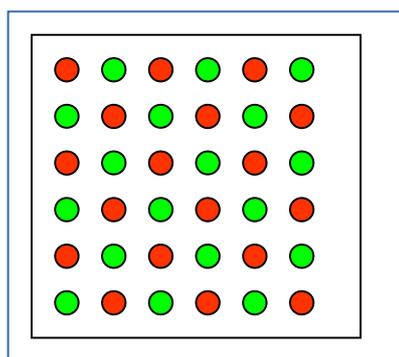


Figura 7: Microparcela de 6 x 6 plantas intercaladas de tomate y pimiento dispuestas cada 20cm. ● Tomate ● Pimiento

2.4. ESTUDIO DE LA EXPRESIÓN DEL POTENCIAL BIÓTICO

2.4.1. Duración del desarrollo

Para estudiar la duración del desarrollo de las moscas blancas se extrajeron adultos de *T. vaporariorum* y *B. tabaci* de las colonias de cría mantenida sobre plantas de tabaco y se los colocaron sobre las plantas hospederas (tomate y pimiento) para que ovipusieran durante 24 horas a una temperatura de 25°C. Esta temperatura fue elegida por estar comprendida según Wang y Tsai (1996) dentro del rango óptimo de desarrollo de estos insectos que se ubica entre 20 y 30°C. Luego de pasadas 24 horas los adultos fueron retirados con una aspiradora manual y las plantas introducidas en dos cámaras de crecimiento (KOXKA modelo MEC-185/F) a temperatura constante de $25 \pm 5^\circ\text{C}$, 4000 lux, fotoperíodo 16L:8O y $70 \pm 10\%$ de humedad relativa (Figura 8). Las moscas blancas fueron retiradas de las plantas para detener su oviposición, y de esa manera garantizar que todos los huevos tuvieran aproximadamente la misma edad.



Figura 8: Cámaras de crecimiento con las plantas de tomate (estante superior) y de pimiento (estante inferior)

Sobre las hojas de las plantas fueron seleccionados 20 huevos según especie de planta y de mosca blanca, lo que dio lugar al seguimiento de 80 individuos. Debido al efecto de la edad de la hoja en los distintos parámetros biológicos los individuos fueron seleccionados todos sobre hojas medias. Los mismos se cubrieron individualmente con cajitas plásticas de 3 cm de diámetro y 2 cm de altura ('clip cages') siguiendo la metodología aplicada por Grille (2011) (Figura 9). Los insectos así seleccionados fueron diariamente observados con lupa manual (10 X) registrando el desarrollo ninfal desde la eclosión del huevo hasta la formación de los puparios (presencia de ojos rojos).



Figura 9: Foto de "clip cage" en hojas de tomate

La supervivencia de cada estadio fue calculada empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Supervivencia estadio} = \frac{\text{N}^\circ \text{ individuos entran estadio } (i + 1)}{\text{N}^\circ \text{ individuos entran estadio } i} \times 100$$

Posteriormente, los puparios fueron trasladados a placas de petri de 10 cm de diámetro hasta la emergencia de los adultos. Una vez emergidos los adultos fueron sexados bajo microscopio estereoscópico Nikon SMZ 1B- x 35 para determinar la proporción de sexos. Para ello se examinó el extremo abdominal dado que en el macho se ven dos apéndices denominados “claspers” los cuales hacen ver el abdomen más alargado y fino que el de la hembra, el cual es más grueso y achatado (Bellotti y Vargas, 1986) (Figura 10).

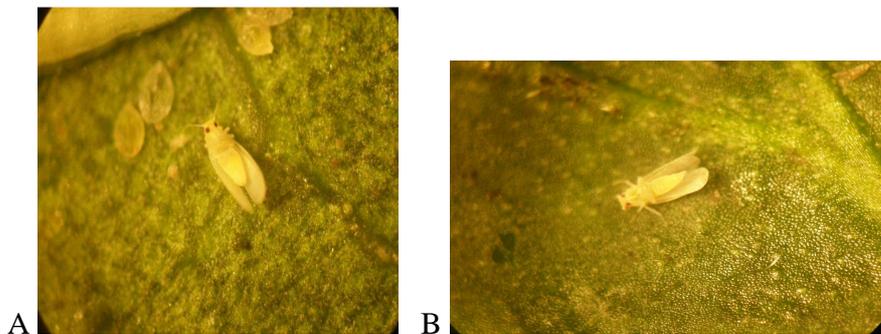


Figura 10: Adultos de *B. tabaci*. A: hembra, B: macho

2.4.2. Estudio de la longevidad y fecundidad de las hembras

El protocolo utilizado para obtener las ninfas y permitirles desarrollarse hasta adulto fue similar al aplicado al estudio de duración del desarrollo. A las 2 horas del comienzo de la emergencia de los adultos se seleccionaron hembras utilizando un microscopio estereoscópico (Nikon SMZ 1B- x 35). Las mismas fueron colocadas individualmente en ‘clip cages’ en hojas de tomate y pimiento junto con dos machos, y se dispusieron en cámaras de crecimiento a $25 \pm 5^\circ\text{C}$, 4000 lux, fotoperíodo 16L: 8O y $70 \pm 10\%$ de humedad relativa. Tan pronto como se constató que la hembra comenzó a colocar huevos el macho fue retirado.

Posteriormente, y con una frecuencia de dos días los círculos de las hojas cubiertos por los “clip cages” fueron cortados y las hembras trasladadas a un nuevo

foliolo (hojas medias). Este cambio se realizó para reducir la influencia de la edad de la hoja en la producción de huevos de cada hembra. Diariamente se contabilizó, bajo microscopio estereoscópico el número de huevos presentes en cada foliolo hasta que se produjo la muerte de la hembra. Aquellas hembras que murieron en las primeras 24 horas o no pusieron huevos durante su vida no se utilizaron en los cálculos.

2.4.3. Parámetros demográficos

Se calculó la tasa neta de reproducción (R_0), el tiempo medio generacional (T), la tasa intrínseca de crecimiento natural (r_m) utilizando el programa desarrollado por Hulting et al. (1990) en el que los parámetros se calculan utilizando el método recomendado por Birch (1948). El programa, basado en procedimientos Jackknife's, da un desvío estándar de cada parámetro calculado y, por lo tanto, permite la comparación estadística de los valores (Bonato et al., 2007).

2.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar donde se analizaron las características en estudio: duración de desarrollo, sobrevivencia preimaginal, longevidad y fecundidad de las hembras, y preferencia de los adultos por la planta hospedera.

Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) unifactorial para testar el efecto de las especies de planta en la duración de desarrollo de los estadios preimaginales, tiempo total de desarrollo (huevo-adulto), sobrevivencia, y fecundidad y longevidad de las hembras de *B. tabaci* y *T. vaporariorum*. Cuando el resultado del ANOVA indicaba una diferencia significativa, las medias fueron comparadas con el test de Student Newman-Keuls (SNK) ($\alpha= 0,05$). Para evaluar la preferencia de las moscas adultas por la planta hospedera las proporciones fueron comparadas utilizando un test z ($\alpha= 0,05$). Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el software XLSTAT (2010. 1.01).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ESTUDIO DE LA PREFERENCIA DE *T. vaporariorum* y *B. tabaci* POR TOMATE Y PIMIENTO

La distribución relativa de los adultos de mosca blanca en las dos plantas hospederas varió en el período inmediato a su liberación (1, 6 y 24 horas). Posteriormente, se estableció un orden que se mantuvo en los controles a las 48 y 72 horas, cuando el número de adultos de *T. vaporariorum* sobre plantas de tomate fue mayor al de *B. tabaci* sobre plantas de pimiento ($Z=1,96$, $p<0,001$) (Figura 11).

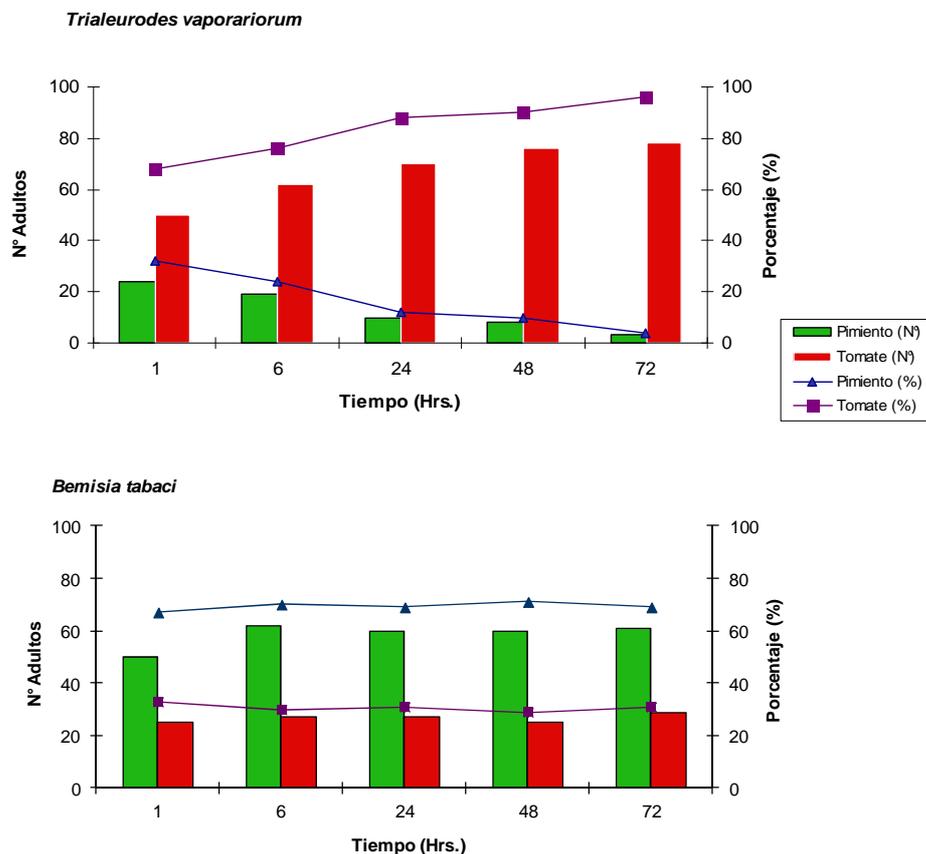


Figura 11: Número medio y porcentaje de adultos de *Trialeurodes vaporariorum* y de *Bemisia tabaci* observados en plantas de tomate y pimiento para cada tiempo de observación

Las dos especies de mosca blanca presentaron preferencia en relación a sus hospederos, sin embargo, el patrón de preferencia de las dos especies fue muy diferente. El porcentaje de adultos de *T. vaporariorum* en tomate fue mayor al del pimiento para todos los períodos de observación ($p < 0,001$), y se incrementó en el tiempo mientras se redujo en pimiento (Figura 11A). Por su parte, se observó un mayor porcentaje de adultos de *B. tabaci* en plantas de pimiento que de tomate en todo el estudio, pero, a diferencia de lo ocurrido con *T. vaporariorum*, esa diferencia se mantuvo constante en el tiempo (Figura 11B). Ello estaría indicando un traslado de la población de *T. vaporariorum* de pimiento a tomate con el paso del tiempo, mientras que la población de *B. tabaci* presentó una preferencia por pimiento que se mantuvo estable en ese hospedero. Así es que al cabo de la primera hora de observación el 68% de los adultos de *T. vaporariorum* se observaron sobre las plantas de tomate, valor que llegó al 96% a las 72 horas; por su parte, los adultos de *B. tabaci* se ubicaron en un 67% sobre pimiento en la primera hora, valor que se mantuvo prácticamente estable hasta las 72 horas.

Estos resultados indicarían que los adultos de *B. tabaci* aceptaron la planta de tomate como hospedero después de sondear los tejidos vegetales y no modificaron la decisión que inicialmente tomaron guiados por señales visuales (colores claros) y olfativas, ya que el número de adultos se mantuvo constante en el tiempo sobre este hospedero. Esta apreciación se basa en lo reportado por Verschoor y van Lenteren (1978) y Lei et al. (1999), quienes indicaron que solo después de visitar y explorar directamente al hospedero con su estilete la mosca blanca puede detectar la calidad del mismo como sustrato adecuado para la alimentación y reproducción.

El número de individuos inmaduros (huevos, ninfas y pupas) de *T. vaporariorum* y *B. tabaci* por planta contabilizado en los conteos realizados a los 10 y 28 días de la introducción de los adultos en la microparcela varió según la especie y la planta hospedera (Cuadro 3). Un mayor número de huevos de *T. vaporariorum* se registró a los 10 días sobre tomate comparado con pimiento ($F_{7,71} = 88,48$; $p < 0,001$), mientras que no existieron diferencias para *B. tabaci* entre ambas plantas ($p = 0,504$). A los 28 días, la oviposición de ambas moscas blancas estuvo influida por la planta

hospedera, siendo mayor en tomate que en pimiento para *T. vaporariorum* ($p < 0,001$) y lo contrario para *B. tabaci* ($p = 0,004$), aunque en el caso de la primera de las moscas blancas fue mayor la diferencia numérica de los huevos depositados entre las dos plantas hospederas (casi 14 veces más huevos en tomate que en pimiento para *T. vaporariorum* frente a casi el doble de huevos de *B. tabaci* en pimiento con relación a tomate) . La suma de ninfas y pupas depositados sobre las dos plantas hospederas solo fue diferente a los 28 días ($F_{7,71} = 73,31$; $p < 0,001$), manteniéndose la misma relación entre especies de moscas blancas y hospederos que para huevos. Cuando se analizó el total de individuos inmaduros se confirmaron las diferencias ($F_{7,71} = 78,68$; $p < 0,001$), las cuales fueron similares a cuando se consideró solo el número de huevos.

Cuadro 3. Número medio de huevos, ninfas y pupas de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* en plantas de tomate y pimiento a los 10 y 28 días de liberados los adultos.

<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	10 días		28 días	
	Tomate	Pimiento	Tomate	Pimiento
Huevos	81,8 a	4,7 b	32,9 a	2,4 b
Ninfas + Pupas	2,9 a	0 a	73,6 a	2,2 b
Total	110,8 a	4,7 b	106,5 a	4,6 b
<i>Bemisia tabaci</i>				
Huevos	41,5 a	44,1 a	14,9 b	26,2 a
Ninfas + Pupas	2,7 a	4,7 a	37,4 b	44,6 a
Total	44,2 a	48,8 a	52,3 b	70,8 a

Dentro de la misma fila, las cifras seguidas de letras distintas son significativamente diferentes ($p < 0,001$) cuando se comparan los valores entre sí por período de muestreo (a los 10 y a los 28 días).

En resumen, el tomate resultó ser el hospedero preferido por *T. vaporariorum* en comparación con pimiento tanto por los adultos al momento de la oviposición y como

en el posterior desarrollo ninfal. Al tiempo que para *B. tabaci* la preferencia por pimiento sobre tomate solo se constató en el desarrollo preimaginal a los 28 días. Dado que el número de huevos colocados no es un buen indicador de la tasa de supervivencia (Costa et al., 1991) los resultados obtenidos a los 28 días permitieron evaluar mejor el establecimiento de las poblaciones.

3.2 ESTUDIO DE LA EXPRESIÓN DEL POTENCIAL BIÓTICO

3.2.1 Duración del desarrollo preimaginal

Se encontró un efecto de la planta hospedera sobre la duración de desarrollo preimaginal de las dos especies de mosca blanca ($F_{3, 52} = 17,135$, $p < 0,001$). La duración preimaginal de *T. vaporariorum* cuando se desarrolló sobre tomate (22,44 días) fue más corta que sobre pimiento (26,05 días), al tiempo que, por el contrario, *B. tabaci* alcanzó el estado adulto más rápidamente sobre pimiento (19,12 días) que sobre tomate (22,69 días). Estos resultados concuerdan con lo afirmado por Kakimoto et al. (2007) quienes indicaron que *B. tabaci* presenta un tiempo de desarrollo más corto sobre pimiento que sobre tomate.

En el análisis por planta hospedera no se encontraron diferencias en la duración de desarrollo preimaginal de las dos especies de mosca blanca en tomate ($p = 0,757$), al tiempo que sobre pimiento *B. tabaci* presentó la menor duración y *T. vaporariorum* la mayor ($p < 0,001$). En ambos aleyrodidos la duración de huevo más los dos primeros estadios ninfales ocuparon aproximadamente la mitad del ciclo preimaginal total (Cuadro 4).

El efecto de la planta hospedera sobre el desarrollo preimaginal de *B. tabaci* fue coincidente con lo reportado por Coudriet et al. (1985) (sin especificar biotipo), quienes afirman que el tiempo necesario para completar el desarrollo de huevo a adulto es influenciado por la planta de la que se alimenta la ninfa.

Cuadro 4: Duración del desarrollo preimaginal en días (media seguida del desvío estándar entre paréntesis) de *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* sobre dos plantas hospederas a 25 °C

	<i>Bemisia tabaci</i>		<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	
	Tomate (n=20)	Pimiento(n=20)	Tomate (n=20)	Pimiento(n=20)
Huevo	6,31 (1,14) a	6,18 (1,29) a	6,56 (1,03) a	6,75 (1,28) a
N1	3,63 (1,20) ab	2,94 (0,90) b	4,12 (1,02) a	3,88 (0,99) ab
N2	4,06 (1,06) a	2,59 (0,62) b	2,86 (0,68) b	3,25 (1,04) b
N3	3,50 (1,15) a	2,65 (0,61) a	2,81 (0,66) a	3,50 (0,76) a
N4 + Pupa	5,19 (0,91) bc	4,76 (1,03) c	5,93 (0,73) b	8,62 (2,00) a
Huevo- Adulto	22,69 (2,87) b	19,12 (1,65) c	22,43 (2,10) b	26,05 (2,27) a

N1: primer estadio ninfal; N2: segundo estadio ninfal; N3: tercer estadio ninfal; N4: cuarto estadio ninfal; n = número inicial de huevos. Dentro de la misma fila, las cifras seguidas de letras distintas son significativamente diferentes ($p < 0,001$).

El tiempo de desarrollo preimaginal registrado para estas especies de mosca blanca en el presente estudio fue similar al mencionado por Muñiz y Nombela (1997; 1998) trabajando sobre las mismas plantas hospederas y a la misma temperatura. Los individuos de *B. tabaci* mostraron una duración total del ciclo preimaginal sobre tomate muy próxima a lo reportada por Salas (1993) y por Drost et al. (1998) de 22,2 días y por Ahn et al. (2001) de 21,2 días trabajando a 25°C, y algo inferior a la indicada por Bonato et al. (2007), quienes señalan una duración de 25,6 días a la misma temperatura.

En el caso de pimiento, la duración de desarrollo fue muy similar a la reportada por González Zamora y Gallardo (1999) de 19,78 días y por Muñiz y Nombela (1997) de 20 días. Coudriet et al. (1985) obtuvieron un tiempo de desarrollo algo superior (23,4 días) y Ahn et al. (2001) señalaron 28,1 días a 25°C. Coudriet et al. (1985) a 30°C obtuvieron una duración de desarrollo de *B. tabaci* sobre pimiento de 19,78 días, valor

similar al registrado en el presente estudio pero a 25°C. Esta semejanza en los resultados obtenidos a 25 y 30°C es encontrada también en otros trabajos, tales como Powell y Bellows (1992) y Wagner (1995) trabajando sobre plantas de algodón. Sin embargo, otros autores reportan diferencias en la duración del ciclo entre ambas temperaturas, como Butler et al. (1983) en algodón y Wang y Tsai (1996) en berenjena. No es fácil comparar los tiempos de desarrollo alcanzados sobre otros cultivos por otros autores debidos a diferencias en la metodología, condiciones del ensayo, material vegetal y especie/biotipo utilizados.

Por su parte, la duración del período preimaginal de *T. vaporariorum* sobre plantas de tomate obtenida en este estudio resultó similar a lo reportado por Gu et al. (2006) de 22,1 días a 25 °C, y algo inferior a la señalada por Nechols y Tauber (1977), Byrne y Bellows (1991) y Gerk et al. (1995) de 25 días a 25°C, por Zarabi et al. (2008) de 25,5 días a 25°C y por Soto et al. (1999) de 26,4 días a 24°C.

La duración del estado de huevo no presentó diferencias significativas sobre las dos plantas hospederas ($p = 0,723$) y fueron próximas a las reportadas para aproximadamente las mismas condiciones por diversos autores (van Lenteren y Noldus 1990, Sánchez et al., 1997, González Zamora y Gallardo, 1999, López et al., 1999). De acuerdo con Sánchez et al. (1997) el estado de huevo es quizás el menos afectado por la planta hospedera, ya que en ese período el insecto no se alimenta de la planta. No obstante, no deben descartarse los efectos de microclima consecuencia de la arquitectura de cada especie hospedera, lo cual sugiere que el sustrato (especie de planta x edad de la hoja) podría afectar la duración del período de huevo (Sánchez et al., 1997).

No se encontraron diferencias ($F_{3, 52} = 23,74$, $p = 0,672$) en el tiempo de desarrollo de machos y hembras de ambas especies de mosca blanca, lo cual concuerda con lo reportado por Enkegaard (1990) para *B. tabaci* sobre poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) a diferentes temperaturas.

3.2.2. Tasa de supervivencia preimaginal

La tasa de sobrevivencia de los estadios ninfales de las dos especies de mosca blanca fue diferente según la planta hospedera ($F= 18,33$; $p<0,001$). La mayor mortalidad ocurrió en el primer estadio (N1) pero también en el último estadio (N4 + pupa) para las dos especies de mosca blanca y sobre ambos hospederos (Cuadro 5). Resultados similares fueron encontrados por Powell y Bellows (1992) y Wang y Tsai (1996) con mayores mortalidades (50 a 60%) tanto en el primer y como en el último estadio. Si bien la supervivencia de cada especie está sujeta a las condiciones ambientales (temperatura, humedad, planta hospedera), en general sufre una caída en las ninfas de primer estadio estabilizándose luego al disminuir los riesgos de mortalidad cuando las ninfas se fijan al hospedero (Ravinovich, 1980).

Cuadro 5: Supervivencia (expresada como porcentaje) de cada uno de los estadios de desarrollo de *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* sobre plantas de tomate y pimiento

	<i>Bemisia tabaci</i>		<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	
	Tomate(n=20)	Pimiento(n=20)	Tomate(n=20)	Pimiento(n=20)
Huevo	95,0	98,9	97,9	96,6
N1	77,5	96,5	92,2	38,5
N2	94,0	97,2	98,3	78,3
N3	92,3	94,4	94,6	86,7
N4 + P	79,1	93,4	97,2	55,4
Huevo-Adulto	80,0 a	85,0 a	80,1 a	40,2 b

N1: primer estadio ninfal; N2: segundo estadio ninfal; N3: tercer estadio ninfal; N4: cuarto estadio ninfal; n= número inicial de huevos. Dentro de la misma fila, las cifras seguidas de letras distintas son significativamente diferentes ($p<0,001$).

La tasa de supervivencia (huevo-adulto) de *B. tabaci* sobre plantas de tomate no varió de la alcanzada sobre pimiento, lo cual difiere de lo reportado por Kakimoto et al. (2007) quienes señalan diferencias a favor de éste último. En cambio, sí se encontraron diferencias para *T. vaporariorum*, para la cual la tasa de supervivencia se redujo a la mitad si se comparan los individuos que se desarrollaron sobre pimiento con los que se alimentaron en tomate ($p < 0,001$). Este resultado posiciona a *B. tabaci* como un buen competidor en ambas especies y plantea una desventaja competitiva importante para *T. vaporariorum* en pimiento.

La tasa de supervivencia estimada para *B. tabaci* sobre ambos hospederos y para *T. vaporariorum* sobre plantas de tomate fue elevada si se tiene en cuenta el rango amplio de valores que citan Byrne y Bellows (1991) para distintas especies de aleyrodidos (10 a 93%). Si se considera solo a *T. vaporariorum* la tasa de supervivencia sobre plantas de tomate es próxima a los valores hallados por Woets y van Lenteren (1976) y por van de Merendonk y van Lenteren (1978) (78,9 y 78,8%, respectivamente), aunque fue menor al 88% medido por van Sas et al. (1978) y al 86,2% reportado por Gu y Sun (2006). Del mismo modo, la tasa de supervivencia obtenida con *B. tabaci* sobre plantas de tomate y pimiento fue menor a la registrada por van Sas et al. (1978) para estos dos cultivos (98 y 99%, respectivamente). Hay que considerar a la supervivencia como un factor importante para el desarrollo de una población, ya que la capacidad de un artrópodo para desarrollarse sobre un determinado hospedero depende en gran medida de cuántos individuos sobreviven para reproducirse sobre éste (González Zamora y Gallardo, 1999).

3.2.3 Relación de sexos de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*

La proporción de sexos de las moscas blancas que llegaron al estado adulto no fue diferente en los dos hospederos ($p = 0,540$). En promedio, la relación hembra: macho fue de 1,58:1 para *B. tabaci* y de 1,44:1 para *T. vaporariorum*, lo cual coincide con lo reportado por Butler et al. (1983), López-Ávila (1986) y Sánchez et al. (1997). Esa

diferencia a favor de las hembras tendría importancia en el desarrollo de las poblaciones del insecto debido a que favorecería la tasa de natalidad (Sánchez et al., 1997).

3.2.4 Longevidad de las hembras de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*

Los hembras de *B. tabaci* fueron más longevas cuando provinieron de individuos que cumplieron su desarrollo preimaginal sobre pimiento que sobre tomate ($F_{3, 76} = 145,277$; $p < 0,001$) (Cuadro 6). Sobre ambos hospederos la longevidad fue superior a los 14 días reportados por Coudriet et al. (1985) y por Ahn et al. (2001). Debe tomarse en cuenta que en estas diferencias puede haber una influencia de la variedad de la planta hospedera utilizada en los estudios.

Por el contrario, *T. vaporariorum* exhibió una mayor longevidad cuando se desarrolló sobre plantas de tomate que sobre pimiento, con valores similares a los reportado por van de Merendonk y van Lenteren (1978) que señalan una longevidad en tomate de 24 días a 24°C.

Cuando se comparó por hospedero, el análisis indicó que sobre tomate la longevidad de *T. vaporariorum* fue mayor a la de *B. tabaci* ($p < 0,001$), al tiempo que sobre pimiento se dio lo contrario, con una mayor longevidad de las hembras de *B. tabaci* ($p < 0,001$).

Cuadro 6: Longevidad en días (media seguida del desvío estándar entre paréntesis) de hembras de *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* en tomate y pimiento a 25 °C

<i>Bemisia tabaco</i>				<i>Trialeurodes vaporariorum</i>			
Tomate		Pimiento		Tomate		Pimiento	
n	Media	N	Media	N	Media	n	Media
17	18,90 (3,94) a	18	21,39 (3,27) b	18	23,67 (2,40) c	28	8,61 (1,10)d

n= número de hembras. Las cifras seguidas de letras distintas son significativamente diferentes (SNK, $p < 0,05$).

3.2.5 Fecundidad de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*

La fecundidad (entendida como el número total de huevos puestos por una hembra durante su vida) y la fecundidad diaria fueron mayores en los individuos de *T. vaporariorum* que cumplieron el desarrollo preimaginal sobre plantas de tomate que de aquellos que cumplieron su desarrollo sobre pimiento ($F_{3, 77} = 230,678$; $p < 0,001$; Cuadro 7); al tiempo que se obtuvo lo contrario para *B. tabaci* que presentó mayores valores cuando el desarrollo preimaginal tuvo lugar sobre pimiento que cuando los individuos se desarrollaron sobre tomate. Los valores de fecundidad para esta última especie sobre pimiento se encontraron dentro del rango señalado por Coudriet et al. (1985) (60,47 a 88,24 huevos/hembra) y por Muñiz y Nombela (1997) (66,53 a 226,20 huevos/hembra a 25°C) según la variedad de pimiento y el biotipo de mosca blanca.

Por su parte, los valores de fecundidad de *T. vaporariorum* y *B. tabaci* desarrollados sobre tomate resultaron inferiores a los reportados por Yang y Chi (2006) de 114 huevos/hembra y por Bonato et al. (2007) de 105 huevos/hembra para la primera y la segunda especie respectivamente. Estas diferencias podrían atribuirse al biotipo de mosca blanca, la variedad de la planta hospedera utilizada y la edad de la hoja. Si bien la fecundidad es normalmente muy variable y dependiente de la edad y la temperatura (Enkegaard, 1990), los datos obtenidos corroboran que la misma es también afectada por la especie de planta hospedera acorde a lo comprobado por Liu y Oetting (1994) para *B. tabaci*.

En el caso de *T. vaporariorum* sobre plantas de pimiento, el 30% de las hembras no ovipusieron y la fecundidad de las hembras fértiles fue la más baja (4,5 huevos/hembra) de todas las combinaciones.

Cuadro 7: Fecundidad total y diaria por hembra en días (media seguida del desvío estándar entre paréntesis) de *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* en tomate y pimiento a 25°C

	<i>Bemisia tabaci</i>		<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	
	Tomate (n=17)	Pimiento (n=18)	Tomate (n=18)	Pimiento (n=28)
Fecundidad(huevos/hembra)	53,71(11,55)a	85,68(22,37)b	121,5(20,16)c	4,50 (2,17) d
Fecundidad diaria (huevos/hembra)	2,89 (0,49) a	4,23 (0,59) b	5,12 (0,64)c	0,52 (0,23) d

n = número de hembras. En la misma fila, las cifras seguidas de letras distintas son significativamente diferentes ($p < 0,001$).

Si bien no hay que olvidar que en esta respuesta pueden estar confundidos los efectos de fertilidad de las hembras con su aceptación del sustrato para oviponer, los resultados corroboran la preferencia que muestran los adultos para oviponer sobre determinados hospederos que proveen las condiciones adecuadas para su alimentación y el desarrollo de su progenie, como ha sido señalado entre otros por Courtney y Kibota citado por Costa et al. (2009).

Las hembras de ambas especies de mosca blanca comenzaron a oviponer dentro de las 24 horas siguientes a su emergencia, por lo cual no se constató un período prolongando de pre-oviposición. Esta situación es similar a la registrada por Tsai y Wang (1996) y diferente a lo señalado por Enkegaard (1990) referido a *B. tabaci* biotipo B cuando reporta un período de 2 a 4 días dependiendo de la temperatura. Asimismo, Powell y Bellows (1992) y Drost et al. (1998) citan períodos de entre 1 y 6 días para el biotipo A. Drost et al. (1998) corroboran que el período de pre-oviposición varía con los biotipos del complejo *B. tabaci* y decrece, en general, con el aumento de la temperatura.

Si bien en nuestro estudio se encontraron diferencias estadísticas en los parámetros biológicos de *B. tabaci* biotipo Q a favor de su desarrollo sobre pimiento

comparado con tomate, cabe destacar que esta especie fue capaz de desarrollarse adecuadamente también sobre esta última planta hospedera. El hecho de que los individuos testados de esta especie pertenezcan al biotipo Q remiten a Iida et al. (2009) cuando señalaron que dicho biotipo presenta un mayor potencial para utilizar una gama más amplia de especies hospederas que el biotipo B, siendo capaz de reproducirse adecuadamente sobre repollo, pimiento, tomate, berenjena y poroto.

Posiblemente la menor tasa de oviposición encontrada en *B. tabaci* sobre tomate en comparación con pimiento pueda estar influida por la pubescencia de la hoja de tomate según lo reportado por Butler y Henneberry (1984) y por McAuslane (1996). Estos autores demostraron que esta mosca blanca prefiere las hojas pilosas a las lisas hasta que la vellosidad comienza a interferir con la alimentación y la adhesión de los huevos.

En el caso de *T. vaporariorum* la menor tasa reproductiva obtenida en individuos desarrollados sobre plantas de pimiento comparado con tomate coincide con lo reportado por van de Merendonk y van Lenteren (1978), quienes determinaron que el pimiento era la planta hospedera menos apropiada para el desarrollo de esta especie de mosca blanca cuando estudiaron el efecto de la planta hospedera sobre la mortalidad, la oviposición de los adultos y el desarrollo de la descendencia.

3.2.6. **Parámetros demográficos**

Se encontró un efecto significativo de la planta hospedera sobre los tres parámetros demográficos calculados para *T. vaporariorum* y *B. tabaci*: la tasa neta de reproducción (R_0) ($F_{3, 75} = 20.793$, $p < 0,001$), el tiempo medio generacional (T) ($F_{3, 75} = 10.824$, $p < 0,001$) y la tasa intrínseca de crecimiento natural (r_m) ($F_{3, 75} = 177.574$, $p < 0,001$). Similares resultados fueron obtenidos por Yano (1989) y Romanow et al. (1991) para los mismos parámetros. Los cálculos de nuestro estudio confirmaron mejores valores de estos parámetros (mayor R_0 y r_m , y menor T) para *B. tabaci* sobre pimiento que sobre tomate y lo contrario para *T. vaporariorum*. Hay que destacar que

hay diferencias mayores entre los valores de los parámetros según las plantas hospederas en el caso de esta última especie que para *B. tabaci* (Cuadro 8).

Cuadro 8: Parámetros demográficos de *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* en tomate y pimiento a 25 °C (media seguida del desvío estándar entre paréntesis)

	<i>Bemisia tabaci</i>		<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	
	Tomate (n = 17)	Pimiento (n = 18)	Tomate (n = 18)	Pimiento (n = 28)
R_0 (huevos/hembra)	41,97 (0,98) c	73,38 (1,34) b	93,51(1,76) a	1,73 (0,04) d
r_m (día ⁻¹)	0,12 (0,001) c	0,15 (0,001) a	0,15 (0,001) b	0,02 (0,001) d
T (días)	29,36 (0,07) c	28,16 (0,06) d	30,43 (0,06) b	31,24 (0,03) a

R_0 = tasa neta reproducción, r_m = tasa de incremento de la población, T = duración media de una generación, n = número hembras. Dentro de la misma fila, las cifras seguidas de letras distintas son significativamente diferentes ($p < 0,001$).

Los valores de r_m y R_0 de *B. tabaci* sobre plantas de pimiento son próximos a los reportados por Coudriet et al. (1985), Tsai y Wang (1996) y González Zamora y Gallardo (1999) sobre tomate y por Powell y Bellows (1992) sobre algodón y pepino a 25,5°C. Al tiempo que los valores de r_m calculados para *B. tabaci* creciendo en plantas de tomate fueron cercanos a los reportados por Yang y Chi (2006) a 25°C. En cambio, el valor de R_0 resultó bastante inferior al encontrado por otros investigadores, siendo de 106,1 huevos /hembra para Ahn et al. (2001) y de 63,8 huevos/hembra para Yang y Chi (2006). Manzano y van Lenteren (2009) determinaron un r_m de 0,061 y un R_0 de 127 huevos/hembra para *T. vaporariorum* en variedades de poroto a 25°C, valores de R_0 más altos a los obtenidos en el presente estudio con esta especie de mosca blanca desarrollándose sobre plantas de tomate.

El tiempo medio generacional coincide en líneas generales con los resultados obtenidos por otros autores, tales como Coudriet et al. (1985), Tsai y Wang (1996), Ahn

et al. (2001) y Yang y Chi (2006). Aunque el tiempo generacional está muy relacionado con la duración del desarrollo, expresa mejor la relación temporal del insecto con la planta, puesto que incluye la longevidad del adulto y su secuencia reproductiva. El estudio de las tablas de vida es esencial para entender la dinámica de una población.

La clasificación jerárquica de la calidad de las dos plantas hospederas determinado por la estadística de la tabla de vida de las dos moscas blancas (Cuadro 8) coincidió completamente con la de preferencia de hospederos determinado por la prueba de selección incondicional (Figura 11), lo cual estaría indicando que existe una relación entre la preferencia por los hospederos en una situación de elección y el comportamiento biológico de ambas especies de mosca blanca.

Como se ha dicho precedentemente, *B. tabaci* es un grave problema para el cultivo de tomate en numerosos países provocando grandes pérdidas de rendimiento no solo debidas a la transmisión de virus sino a pérdidas de calidad comercial de los frutos a través de la inyección de sustancias tóxicas que provocan desórdenes fisiológicos. Los resultados de este estudio indican que existen razones biológicas que explicarían la diferente repartición de las dos especies de mosca blanca en los cultivos hortícolas de pimiento y tomate, pero que no impedirían que *B. tabaci* colonizara este último. Serían necesarios nuevos estudios para conocer por qué dicha especie se encuentra muy escasamente sobre tomate en nuestro país, y las posibilidades de que aumente su abundancia sobre ese cultivo, lo cual llevaría a una profunda modificación de la realidad fitosanitaria del mismo.

4. **CONCLUSIONES**

- 1 Las dos especies de moscas blancas, *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*, presentes en la región hortícola de Salto mostraron diferentes preferencias y capacidades de expresión de sus potenciales bióticos en su asociación con dos de sus plantas hospederas (tomate y pimiento).
- 2 Cuando pueden elegir entre plantas de tomate y pimiento, los adultos de *T. vaporariorum* se posaron mayoritariamente en tomate, y casi la totalidad de aquellos que inicialmente fueron a pimiento se trasladaron hacia el otro hospedero. Por su parte, si bien *B. tabaci* prefirió pimiento, las poblaciones de esta especie instaladas en ambos hospederos permanecieron numéricamente estables en el tiempo.
- 3 *Bemisia tabaci* fue capaz de desarrollarse, reproducirse y sobrevivir en forma adecuada sobre ambos hospederos, mientras que *T. vaporariorum* presentó una prolongada duración preimaginal y una muy baja sobrevivencia, longevidad y fecundidad sobre pimiento, lo cual se reflejó negativamente en sus parámetros demográficos.
- 4 La capacidad demostrada por *B. tabaci* de desarrollarse sobre plantas de tomate justificaría un seguimiento pormenorizado de las poblaciones de las dos moscas blancas sobre ese cultivo en la región hortícola de Salto, de modo de poder detectar tempranamente un cambio en la abundancia relativa de esas plagas sobre tomate que permitiera prever un alto riesgo fitosanitario relacionado a *B. tabaci*.
- 5 A partir del conocimiento adquirido sobre las interacciones de las dos plantas hospederas y los dos herbívoros sería conveniente realizar estudios para conocer las causas del estado de situación y su posible evolución.

5. **BIBLIOGRAFÍA**

- Ahn KS, Lee KY, Choi MH, Kim JW, Kim GH. 2001. Effect of temperatura and host plant on development and reproduction of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Hmoptera: Aleyrodidae). Korean Journal of Applied Entomology 40: 203-209.
- Beck SD. 1965. Resistance of plants to insects. Annual Review of Entomology 10: 207-232.
- Bellotti AC, Vargas O. 1986. Mosca blanca del cultivo de la yuca: Biología y control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 34p.
- Bellows TS, Perring TM, Gill RJ, Headrick DH. 1994. Description of a species of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of the Entomological Society of America 87: 195-206.
- Bentz JA, Larew HG. 1992. Ovipositional preference and nymphal performance of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) on *Dendranthema grandiflora* under different fertilizer regimes. Journal Economic Entomology 85: 514–517.
- Berlinger M J. 1986. Host plant resitence to *Bemisia ernaltabaci*. Agriculture Ecosystems and Environment 17: 69-82.
- Bernal R, Buenahora J, Paullier J, Maeso D, Arboleda J, Campelo E, Falero M, Nuñez S, Leoni C, Vicente E, Vilaró F, Spina W, Manzioni A, Rodríguez G, Pereira G, González M, Jiménez G. 2009. Hacia una agricultura responsable y sustentable. Serie Actividades de Difusión, 579: 4-6.
- Bernal R, Buenahora J. 1996. Variedades y sanidad de tomate bajo invernadero. INIA, Salto Grande. Programa de Horticultura. Serie Actividades de Difusión, 116:23-28.
- Bernays EA, Chapman RF. 1994. Host-plant selection by phytophagous insects. Chapman-Hall, N.Y. 312pp.
- Bethke JA, Paine TD, Nuessly GS. 1991. Comparative biology, morpho-metrics and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. Annals of the Entomological Society of America 84: 407-411.

- Birch LC. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology* 17: 15-26.
- Blua J, Perring T, Nuessly G, Duffus J, Toscano N. 1994. Seasonal cropping pattern effects on abundance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) and incidence of Lettuce Infections Yellow Virus. *Environmental Entomology* 23: 1422-1427.
- Bonato O, Lurette A, Vidal C, Fargues J. 2007. Modelling temperature-dependent bionomics of *Bemisia tabaci* (Q-biotype). *Physiological Entomology* 32: 50-55.
- Bonato O, Abdelslam K, Fargues J. 2006. Mise en évidence expérimentale de la parthénogenèse arrhénotoque chez *Bemisia tabaci* biotype Q (Homoptera: Aleyrodidae). *Annales de la Société entomologique de France* 42: 255-256.
- Brown JK, Frohlich DR, Rosell R. C. 1995. The sweetpotato or silverleaf whitefly: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annual Review of Entomology* 40: 511-534.
- Brown JK. 1994. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. *FAO Plant Protection Bulletin*. 42 (1-2): 3-32.
- Brown JK. 1993. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. En: *Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*. Hilje L.; Arboleda O. (eds.). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. p 1-9.
- Brown JK, Bird J. 1992. Whitefly transmitted geminivirus in the Americas and Caribbean Basin: Past and Present. *Plant Disease* 76: 220-225.
- Brown JK. 1990. An update on the whitefly- transmitted geminivirus in the Americas and the Caribbean Basin. *FAO Plant Protection Bulletin* 39: 5-23.
- Burnett T. 1949. The effect of temperature on an insect host-parasite population. *Ecology* 30: 113-133.
- Butler GD, Henneberry TJ. 1984. *Bemisia tabaci*: Effect of cotton leaf pubescence on abundance. *The Southwestern Entomologist* 9: 91-94.
- Butler GD, Henneberry TJ, Clayton TE. 1983. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): development, oviposition, and longevity in relation to temperature. *Annales de la Société entomologique de France* 76: 310-313.

- Byrne DN, Bellow TS. 1991. Whitefly biology. Annual Review of Entomology 36: 431- 457.
- Byrne DN, Houck, M.A. 1990. Morphometric identification of wing polymorphism in *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of the Entomological Society of America 83: 487-493.
- Caballero R. 1992. Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) from Central America and Colombia, including slide-mounted pupal and field keys for identification, field characteristics, hosts, distribution, natural enemies, and economic importance. M.Sc. Thesis. Kansas State University, Manhattan, Kansas. 201p.
- Campbell BC, Duffus JE, Bau-Mann P. 1993. Determining whitefly species. Science 261: 1333.
- Castañe C, Albajes R. 1994. Mortality of immature stages of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) on *Regal Geranium*, *Pelargonium X domesticum*. Environmental Entomology 23: 1443-1449.
- Castillo J. 1996. Moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) y sus enemigos naturales sobre cultivos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Colombia. Tesis (maestría) Universidad del Valle, Cali, Colombia. 174 p.
- Castresana L. 1989. La mosca blanca de los invernaderos. Horticultura 44: 48-59.
- Chermitti B, Braham M, Alonso C, Beitia F, Cenis JL. 1997. Sur la présence en Tunisie des biotypes 'B' et 'non-B' de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) et de leurs parasitoides associés. Bulletin OILB/SROP 20: 108-113.
- Chu CC, Henneberry TJ, Cohen AC. 1995. *Bemisia argentifolii* (Homoptera, Aleyrodidae): host preference and factors affecting oviposition and feeding site preference. Environmental Entomology 24: 354-360.
- Coombe PE. 1982. Visual behaviour of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*. Physiological Entomology 7: 243-251.
- Costa JF, Cosio W, Cardenas M, Yábar E, Gianoli E. 2009. Preferencia de la polilla de la Quinoa: *Eurysacca melanocampta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) por dos variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), en ensayos de olfatometria. Chilean Journal of Agricultural Research 69: 71-78.

- Costa H, Brown H, Byrne J. 1991. Life history traits of the whitefly, *Bemisia tabaci* (Homóptera: Aleyrodidae) on six virus-infected or healthy plant species. *Environment Entomology* 20:1102-1107.
- Coudriet DL, Prabhaker N, Kishaba AN, Meyerdirk DE. 1985: Variation in developmental rate on different hosts and overwintering of sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology* 14: 516-519.
- De Barro PJ, Driver F, Trueman JWH, Curran J. 2000. Phylogenic relationship of world populations of *Bemisia tabaci* (Gennadius) using ribosomal ITS1. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 16: 29-36.
- Doo-Hyung L, Nyrop JP, Sanderson JP. 2009. Attraction of *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia argentifolii* to eggplant, and its potential as a trap crop for whitefly management on greenhouse poinsettia. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 133: 105–116.
- Dorst HJ, Van Huijberts N, Bos L. 1983. Yellow of glasshouse vegetables transmitted by *Trialeurodes vaporariorum*. *Netherlands Journal of Pathology* 89: 347-386.
- Drost YC, van Lenteren JC, van Roermund HJW. 1998. Life- history of different biotypes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in relation to temperature and host plant: a selective review. *Bulletin of Entomological Research* 88: 219-229.
- Enkegaard A. 1990. Age- specific fecundity and adult longevity of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) on poisettia (*Euphorbia pulcherrima*) at different temperatures. *SROP/WPRS Bulletin XIII/5*: 55-60.
- FAO. 2011. FAOSTAT. Base de datos estadísticos. [En línea]. Consultado Junio 2012.
Disponibile en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Gerk AO, Vilela EF, Pires CSS, Eiras AE. 1995: Biometría e ciclo de vida da mosca branca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) e aspectos da orientacao do seu parasitoide *Encarsia formosa* Gahan. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 24: 89-97.
- González Zamora JE, Gallardo JM. 1999. Desarrollo y capacidad reproductiva de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleirodidae) en pimiento a 3 temperaturas. *Boletín Sanidad Vegetal, Plagas* 25: 3-11.

- Grille G. 2011. Preferencia y desarrollo de *Encarsia formosa* y *Encarsia lycopersici* (Hymenoptera, Aphelinidae) con relación a los instares ninfales de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera, Aleyrodidae). Tesis Maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59p.
- Grille G, Buenahora J, Gauthier N, Basso C, Bonato O. 2011. First report of the Q biotype of *Bemisia tabaci* in Argentina and Uruguay. *Phytoparasitica* 39: 235-238.
- Grille G, Basso C, Buenahora J. 2003. Preferencia de la mosca blanca *Bemisia sp.* sobre cultivos hortícolas de la zona de Salto. In: Congreso Nacional de Horticultura (9°, 2003, Salto, Uruguay). p.31.
- Grille G, Basso C. 2001. Relevamiento de especies de “moscas blancas” y sus parasitoides en cultivos de interés hortícola en Uruguay. In: Congreso Nacional de Horticultura (8°, 2001, Salto, Uruguay). p53.
- Gu Y, Sun L. 2006. Life Table of Experimental Population of White House Fly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). *Journal of Laiyang Agricultural College (Natural Science)*. 2006-02.
- Guirao P, Beitia F, Cenis JC. 1997. Biotype determination of Spanish populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research* 87: 587-593.
- Hendi A, Abdel-Fattah MI, El-Sayed A. 1985. Biological study on the white-fly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera, Aleyrodidae). *Bulletin of the Entomological Society of Egypt* 65: 101-108.
- Hilje L, Arboleda O. 1993. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Serie Técnica. Informe Técnico No.205. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 66 p.
- Hulting FL, Orr DB, Obrycki JJ. 1990. A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *Florida Entomologist* 73: 601-612.
- Iida K, Kitamura T, Honda K. 2009. Comparison of egg-hatching rate, survival rate and development time of the immature stage between biotypes B and Q of *Bemisia tabaci*

- (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) on various agricultural crops. *Applied Entomology and Zoology* 44: 267–273.
- Jaenike J. 1978. On optimal oviposition behaviour in phytophagous insects. *Theoretical Population Biology* 14: 350-356.
- Janssen JAM, Tjallingii WF, van Lenteren JC. 1989. Electrical recording and ultrastructure of stylet penetration by the greenhouse whitefly. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 52: 69-81.
- Jauset AM, Sarasúa MJ, Avilla J, Albajes R. 1998. The impact of nitrogen fertilization of tomato on feeding site selection and oviposition by *Trialeurodes vaporariorum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 86: 175-182.
- Kakimoto K, Inoue H, Yamaguchi T, Ueda S, Honda K, Yano E. 2007. Host plant effect on development and reproduction of *Bemisia argentifolii* Bellows et Perring (*B. tabaci* [Gennadius] B-biotype) (Homoptera: Aleyrodidae). *Applied Entomology and Zoology* 42: 63–69.
- Lacasa A, Contreras J. 1995. Las plagas. En: Nuez F. (Ed.). *El cultivo del tomate*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 385-467.
- Lara FM. 1991. Principles of Insect Plant Resistance. 2ed. Ícone, São Paulo, SP, Brazil. p.31, 52-53.
- Lei H, van Lenteren JC, Tjallingii WF. 1999. Analysis of resistance in tomato and sweet pepper against the greenhouse whitefly using electrically monitored and visually observed probing and feeding behaviour. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 92: 299–309.
- Liu TX, Stansly PA; Chortyk OT. 1996. La actividad insecticida de los ésteres de azúcares naturales y sintéticos contra *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 89, 1233-1239.
- Liu TX, Oetting RD. 1994. Oviposition preference of *Bemisia tabaci* (Gennadius) on eight species of greenhouse grown plants. *Journal of Agricultural Entomology* 11: 177-179.
- López-Ávila A. 1986. Natural enemies. En: Cock, M.J.W. (ed). *Bemisia tabaci a literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography*. Ascot, UK; CAB. International Institute of Biological Control. pp. 27-35.

- López SN, Viscarret MM, Botto EN. 1999. Selección de la planta hospedera y ciclo de desarrollo de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) sobre zapallito (*Cucurbita maxima* Duch; Cucurbitales: *Cucurbitaceae*) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.; Tubiflorales: *Solanaceae*). Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 25: 21-29.
- Manzano MR, van Lenteren JC. 2009. Life history parameters of *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) at different environmental conditions on two bean cultivars. Neotropical Entomology 38: 452-458.
- Martin JH, Mifsud D, Rapisarda C. 2000. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and Mediterranean basin. Bulletin of Entomological Research 90: 407-448.
- Matthews RW, Mattheews J. 2009. Insect Behavior. (2nd edition). Springer. 514pp.
- Mau RFL, Kessing JLM. 2002. *Bemisia tabaci* (Gennadius). Disponible en: http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/b_tabaci.htm
- McAuslane HJ. 1996. Influence of leaf pubescence on ovipositional preference of *Bemisia argentifolii* (Homoptera, Aleyrodidae) on soybean. Environmental Entomology 25: 834-841.
- MGAP/DIEA-DIGEGR (Dirección de Estadísticas Agropecuarias- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca). 2012. Encuesta Hortícola Litoral Norte, Zafra 2009-2010. [En línea]. Consultado Julio 2013. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/diea/Encuestas>
- Monci F, Navas-Castillo J, Cenis JL, Lacasa A, Benazoun A, Moriones E. 2000. Spread of tomato yellow leaf curl virus-Sar from the Mediterranean basin: presence in the Canary Islands and Morocco. Plant Disease 84: 490.
- Morales FJ, Cuellar ME. 2006. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Colombiana de Entomología 32:1-9.
- Morales FJ, Anderson PK. 2001. The emergence and dissemination of whitefly-transmitted geminiviruses in Latin America. Archives of Virology 146: 415-441.
- Morillo FE, Marcana B. 1997. Estudio del desarrollo de la mosca blanca en diferentes genotipos de tomate. Agronomía Tropical 47:271-286.

- Moriones E, Arnó J, Accotto GP, Noris E, Cavallarin L. 1993. First report of tomato yellow leaf curl virus in Spain. *Plant Disease* 77: 953.
- Mound LA, Hasley SH. 1978. *Whitefly of the World: a Systematic Catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with Host Plant and Natural Enemy Data*. British Museum of Natural History and John Wiley and Sons, New York, NY. 340pp.
- Mound LA. 1962. Studies on the olfaction and colour sensitivity of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 5: 99-104.
- Muñiz M. 2000. Desarrollo del biotipo B de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889)(Homoptera: Aleyrodidae) en tres variedades de pimiento a temperaturas constantes. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 26:605-618.
- Muñiz M, Nombela G. 1998: Host preference, pupal production and sex ratio of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on three varieties of *Capsicum annuum*. En: Hanafi A. (Ed.). *Integrated Production and Protection (IPP) in horticultural crops*. pp. 473-479.
- Muñiz M, Nombela G. 1997. Development, oviposition and female longevity of two biotypes of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on three varieties of *Capsicum annuum* L. *SROP-WPRS Bulletin* 20: 143-146.
- Navas-Castillo J, Camero R, Bueno M, Moriones E. 2000. Severe Yellowing outbreaks in tomato in Spain associated with infections of Tomato chlorosis virus. *Plant Disease* 84: 835-837.
- Nichols JR, Tauber MJ. 1977. Age specific interaction between the greenhouse whitefly and *Encarsia formosa*, influence of host on the parasite's oviposition and development. *Environmental Entomology* 6: 143-149.
- Noldus LPJJ, Xu R, Eggenkamp-Rotteveel Mansveld MH, van Lenteren JC. 1986. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera, Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera, Aleyrodidae): XX: Analysis of spatial distribution of greenhouse whiteflies in a glasshouse. *Journal of Applied Entomology* 102: 484-498.
- Nuez Viñals F, Gil Ortega R, Costa García J. 1996. *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. 607pp.

- Oliveira MRV, Henneberry TJ, Anderson P. 2001. History, current status, and collaborative research projects for *B. tabaci*. *Crop Protection* 20: 709-723.
- Onillon J.C. 1977. Aspectos de la ecología de algunos aleuródidos. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 3: 175-198.
- Pascal C, Basso C, Grille G, Franco J. 2003. Evaluación del tabaco, *Nicotiana tabacum* L., falsa Mandioca, *Manihot grahamii* H., ruda, *Ruta graveolens* L., estrella federal, *Euphorbia pulcherrima* W. y berenjena, *Solanum, melongena* L., como plantas hospederas para la cría de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). *Revista Chilena de Entomología* 29: 81-88.
- Perring TM. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection* 20: 725-737.
- Perring TM, Cooper AD, Rodriguez RJ, Farrar RJ, Bellows CA. 1993. Identification of whitefly species by genomic and behavioral studies. *Science* 259: 74-77.
- Powell DA, Bellows TS. 1992. Preimaginal development and survival of *Bemisia tabaci* on cotton and cucumber. *Environmental Entomology* 21: 359-363.
- Prokopy RJ, Owens ED. 1983. Visual Detection os Plants by Herbivorous Insects. *Annual Review Entomology* 28: 337-364.
- Ravinovich J E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. Compañía Editorial Continental. S.A. México. 313 pp.
- Rodríguez Dos Santos A, Del Pozo Nuñez EM. 2003. Alternativa para el manejo de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood en tomate orgánico en Uruguay. *Boletín Sanidad Vegetal, Plagas* 29: 211-218.
- Rodríguez-López MJ, Garzo E, Bonani JP, Federes A, Fernández-Muñoz R, Moriones E. 2011. Whitefly Resistance Traits Derived from the Wild Tomato *Solanum pimpinellifolium* Affect the Preference and Feeding Behavior of *Bemisia tabaci* and Reduce the Spread of *Tomato yellow leaf curl virus*. *The American Phytopathological Society. Virology* 101: 1191- 1201.
- Romanow LR, de Ponti OMB, Mollema C. 1991. Resistance in tomato to the greenhouse whitefly: analysis of population dynamics. *Entomologia experimentalis et applicata* 60: 247-259.

- Russel L. 1980 Host and distribution of five species of Homoptera: Aleyrodidae. *Annals of the Entomological Society of America* 56: 149-153.
- Salas J, Mendoza O, Alvarez C, Parra A. 1993. Biología de la mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (Homóptera : Aleyrodidae). En: V Congreso Latinoamericano y XIII Venezolano de Entomología. Porlamar, Nueva. Esparta, Venezuela. Jul. 4-8 Resúmenes. 276 p.
- Sánchez A, Geraud-Pouey F, Esparza D. 1997. Biología de la mosca blanca del tabaco, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) y potencial para desarrollar sus poblaciones sobre cinco especies de plantas hospederas. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 14: 193-206.
- Sanderson J, Ferrentino G. 1989. Whitefly biology and management in the greenhouse. *Long Island Horticulture News*. Noviembre, 1989. 1-4pp.
- Scheirs J, De Bruyn L, Verhagen R. 2000. Optimization of adult performance determines host choice in a grass miner. *Proceedings of the Royal Society Lond. B.* 267: 2065-2069.
- Schoonhoven LM, van Loon JJA, Dicke M. 2005. *Insect plant biology*. (2nd edición). Oxford University Press, USA. 421pp.
- Seif AA. 1981. Seasonal fluctuation of adult population of the whitefly, *Bemisia tabaci*, on cassava. *Insect Science and its Application* 1: 363-364.
- Simón B, Cenis JL, Demichelis S, Rapisarda C, Caciagli P, Bosco D. 2003. Survey of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Italy with the description of a new biotype (T) from *Euphorbia characias*. *Bulletin of Entomological Research* 93: 259-264.
- Singer MC. 2000. Reducing ambiguity in describing plant-insect interactions: "preference", "acceptability" and "electivity". *Ecological Letters* 3:159-162.
- Smith PG. 1966. Los ajíes cultivados del Perú, N. C. University, Agricultural misión to Perú, Bulletin 306p.
- Smith, A.F. 1994. *The tomato in America: early, history, culture and cookery*. Columbia, SC, University of South Carolina Press. 224p.

- Soto A, Apablaza J, Norero A, Estay P. 1999. Requerimientos térmicos de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Ciencia e Investigación Agraria 26: 37-42.
- Soto A. 1997. Requerimientos térmicos de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) y de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae), y parasitismo de ésta sobre la plaga. Tesis de grado. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 97p.
- Stephens DW, Krebs JR. 1986. Foraging theory. Princeton University. Press.
- Thompson JN. 1988. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. Entomologia Experimentalis et Applicata 47: 3-14.
- Torres LC, Souza B, Amaral BB, Tanque R. 2007. Biología e Não Preferência para Oviposição por *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Cultivares de Algodoeiro. Neotropical Entomology 36: 445-453.
- Tsai JH, Wang K. 1996. Development and reproduction of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on five host plants. Environmental Entomology 25: 810-816.
- Tsueda H, Tsuchida K. 1998. Differences in spatial distribution and life history parameters of two sympatric whiteflies, the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) and the silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring), under greenhouse and laboratory conditions. Applied Entomology and Zoology 33: 379-383.
- van Boxtel W, Woest J, van Lenteren JC. 1978. Determination of host-plant quality of eggplant (*Solanum melongena* L.), Cucumber (*Cucumis sativus* L.), Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) and Paprika (*Capsicum annuum* L.) for the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera, Aleyrodidae). Medicine Faculty Landbouww Rijksuniv Gent 43: 397-408.
- van de Merendok S, van Lenteren JC. 1978. Determination of mortality of greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) eggs, larvae, y pupae on four host-plant species: eggplant (*Solanum melongena* L.), Cucumber

- (*Cucumis sativus* L.), Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.), and Paprika (*Capsicum annum* L.). Medicine Faculty Landbouww Rijksuniv Gent, 43: 421-429.
- van Lenteren JC, Noldus LP. 1990. Whitefly plant relationship: behavioral and ecological aspects. En: Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management (D. Gerling ed.). Intercept, Andover, Hants, UK, pp. 47–89.
- van Sas J, Woets J, van Lenteren JC. 1978. Determination of host- plant quality of gherkin (*Cucumis sativus* L.), melon (*Cucumis melo* L.) y gerbera (*Gerbera jamesonii* H.) for the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijkuniversiteit Gent 43: 409- 420.
- Vavre F, Dedeine F, Quillon M, Fouillet P, Fleury F, Bouletreau M. 2001. Within –species diversity ok Wolbachia induced cytoplasmic incompatibility in haplodiploid insects. Evolution 55, 1710-1714.
- Verschoor- van der Poel PJG, van Lenteren JC. 1978. Host plant selection by the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijkuniversiteit Gent 43: 287-296.
- Vet LEM, van Lenteren JC, Woets J. 1980. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). IX – A review of the biological control of the greenhouse whitefly with suggestions for future research. Zeitschrift für angewandte Entomologie 89: 442-454.
- Visser JH. 1988. Host-plant finding by insects: orientation, sensory input and search patterns. Journal of Insect Physiology. 34: 259-268.
- Wagner TL. 1995: Temperature-dependent development, mortality, and adult size of sweetpotato whitefly biotype B (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton. Environmental Entomology 24: 1179-1188.
- Walker GP, Perring TM. 1994. Feeding and oviposition behavior of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) interpreted from AC electronic feeding monitor waveforms. Annals of the Entomological Society of America 18: 363-374.

- Wang K, Tsai JH. 1996. Temperature effect on development and reproduction of silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America* 89: 375-384.
- Wintermantel WM. 2004. Progress on management and control of criniviruses in tomato. *Archives of Virology* 150: 2287-2298.
- Woets J, van Lenteren JC. 1976. The influence of the host plant on the greenhouse whitefly and its parasite *Encarsia formosa*. *Bulletin OILB/SROP* 4: 151-164.
- Xu R, Zhang Y, Ma W. 1994. The probing and feeding process of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood. *Insect Science* 1: 67-76.
- Yang TC, Chi H. 2006. Life Tables and Development of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) at Different Temperatures. *Journal of Economic Entomology* 3: 691-698.
- Yano E. 1989. Factors affecting population growth of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 33: 122-127.
- Yano E. 1988. The population dynamic of the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) and the parasite *Encarsia formosa* Gahan. *Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea. Series A* 2: 143-200.
- Zachirsson B, Poveda J. 1992. Las moscas blancas en Panamá. *In: Hilje, L.; Arboleda, O.* (eds). *Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe.* CATIE. Turrialba, Costa Rica. Informe Técnico No 205. (Serie técnica).
- Zarabi M, Movasagui S, Alemany N, Salehi B. 2008. Bio-ecological comparative studies of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homo.: Aleyrodidae) on cucumber and tomato. XXIII International Congress of Entomology. Durban South Africa.