

UCH-FC
B. Ambiental
V 473
C. 1

FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



COMPETENCIA INTERESPECÍFICA ENTRE ÁFIDOS, UN
ACERCAMIENTO COMO TÁCTICA DE APOYO PARA MANEJO
INTEGRADO DE PLAGAS

Seminario de Título
Entregado a la
Universidad de Chile
En Cumplimiento Parcial de los Requisitos
Para Optar al Título de
Biólogo con Mención en Medio Ambiente.



DIEGO ANTONIO VERA MORENO

Director Seminario de Título: Dr. Hermann Niemeyer Marich

Mayo, 2007
Santiago - Chile



**“COMPETENCIA INTERESPECÍFICA ENTRE ÁFIDOS, UN
ACERCAMIENTO COMO TÁCTICA DE APOYO PARA MANEJO
INTEGRADO DE PLAGAS”**

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Biólogo con Mención en Medio Ambiente.

DIEGO ANTONIO VERA MORENO

Dr. Hermann Niemeyer Marich
Director Seminario de Título

Comisión de Evaluación Seminario de Título

Dr. Rodrigo Medel Contreras
Presidente Comisión

Dra. Audrey Grez
Correctora



Santiago de Chile, _____ 2007.

A Dios, a mis padres, a mis Hermanos,
a mi hijo Diego
y a mi Amada esposa Claudia.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Hermann la oportunidad, a Fondecyt y a todos en el laboratorio de Química Ecológica que de una u otra forma siempre me apoyaron y ayudaron. Al Hugo, la Marce, la claudia y el Dany.

Agradezco infinitamente a Ruby Olivares que gracias a su apoyo, entrega de conocimientos y principalmente su gran disposición, esto no hubiera sido posible.

Agradezco a los "Cabros" que sin duda hicieron más grato este proceso.

A mis Padres y Hermanos por su amor y apoyo incondicional.

Y finalmente a mi Suegra, Hijo y mi esposa Claudia por ayudarme a llevar a cabo este sueño.



INDICE DE CONTENIDOS



1 INTRODUCCION	1
• 1.1 Manejo Integrado de Plagas (MIP)	1
• 1.2 Competencia Interespecífica	4
2 OBJETIVOS	8
• 2.1 Objetivo General	8
• 2.2 Objetivos Específicos	8
• 2.3 Hipótesis	8
3 MATERIALES Y METODOS	9
• 3.1 Experimento 1a	9
• 3.2 Experimento 1b	10
• 3.3 Experimento 1c	11
• 3.4 Experimento 2	12
4 RESULTADOS	14
• 4.1 Experimento 1a	14
• 4.2 Experimento 1b	14
• 4.3 Experimento 1c	15
• 4.4 Experimento 2	16
5 DISCUSION.....	17
6 BIBLIOGRAFIA.....	20
7 FIGURAS.....	26
• Figura 1.....	26
• Figura 2.....	27
• Figura 3.....	28
• Figura 4.....	29
• Figura 5.....	30
• Figura 6.....	31
• Figura 7.....	32
• Figura 8.....	33
8 TABLAS.....	34
• Tabla 1	34
• Tabla 2	34
• Tabla 3	34
• Tabla 4	35
• Tabla 5	35
• Tabla 6	35
• Tabla 7	36

RESUMEN

El desarrollo del Manejo Integrado de Plagas (MIP) ha llevado a la búsqueda de nuevas alternativas de control de plagas con el fin de utilizar todas las herramientas disponibles, sin recurrir tempranamente a los pesticidas. Sobre esta base se propone la utilización de la competencia entre insectos fitófagos, como una alternativa que podría integrarse dentro de los planes del MIP. Se utilizó como sistema modelo los áfidos *M. persicae* s.str. y *M. persicae nicotianae* y el hospedero *Capsicum annum* L., para determinar la presencia de competencia entre los taxones y como ésta puede variar por distintos factores como ubicación inicial sobre el hospedero o el tipo de morfo de los áfidos al momento de interactuar. Bajo condiciones de laboratorio se obtuvo la Tasa Neta de Reproducción (R) y el número de áfidos sobre el hospedero en ausencia/presencia del otro taxón, además de evaluar la selección de hospederos previamente infestados. Los resultados muestran que estos taxones presentarían competencia entre si y preferencia por distribuirse en la zona inferior y brote al momento de interactuar. La selección de plantas por parte de *M. persicae nicotianae* no fue modificada por la pre-infestación por *M. persicae* s.str. Los resultados mostrados sugieren que la competencia interespecífica podría ser utilizada para diseñar tácticas de manejo de áfidos en el marco del sistema de MIP. Aunque, se requieren otros experimentos de laboratorio y de campo para ampliar el conocimiento sobre esta interacción.

INTRODUCCION

1.1 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

En la década del 1950 se concibe el concepto de Control Integrado, cuando Smith & Allen (1954) y luego Stern *et al* (1959), lo definen como una estrategia que combina métodos químicos y biológicos en el control de plagas. Esta definición, al cabo de unos años, creció en complejidad considerando otros factores que la llevaron a un concepto más general: “el Control Integrado de Plagas es un sistema de manejo de poblaciones plagas que utiliza todas las técnicas adecuadas, en forma compatible, para reducir dichas poblaciones y mantenerlas por debajo de aquellos niveles capaces de causar daño económico” (Smith & Reynolds 1966).

A partir de esta definición, nace una serie de otras definiciones que aportaron más detalles al concepto central que hoy día conocemos como Manejo Integrado de Plagas (MIP), y que se puede resumir como una estrategia de control que busca el conocimiento acabado del comportamiento y desarrollo de las plagas a controlar, tanto en sus ciclos de crecimiento, como la relación que establecen con su medio y otros individuos que formen parte de éste (Bajwa & Kogan 2002). La estrategia busca maximizar el efecto de los enemigos naturales y otras prácticas como control cultural, químico, uso de plantas resistentes o una combinación de ellos, con una mínima perturbación al medio ambiente (Romero 2004) y obtener las mayores ventajas de cada método de control empleado. Bajo este esquema, el uso de productos químicos está permitido sólo cuando el nivel de la plaga supera un umbral de daño previamente establecido (Gerding 1993; Kogan 1998; Pérez Moreno 2003).

Si bien desde hace mucho tiempo se ha pensado que el uso de todas las alternativas disponibles contra una determinada plaga es la única forma de lograr resultados positivos y duraderos (Clavijo 2000), la aplicación de pesticidas para el control de plagas ha mostrado ser una opción rápida y eficaz frente a otras formas de control, pero que ha tenido, entre otros efectos negativos, la disminución de insectos

benéficos como parasitoides, depredadores y otros enemigos naturales que mantienen controladas “de forma natural” dichas poblaciones (Wisniewska & Prokopy 1997; VanDriesche *et al.* 1998; Atanassov *et al.* 2003; Musser & Shelton 2003). Además, se ha generado la resistencia de los insectos a muchos de estos productos (Bylemans 2000; Sauphanor *et al.* 2000; De Lane *et al.* 2001; Shearer & Usmani 2001; Espinosa *et al.* 2002).

La implementación de nuevas tácticas en manejo de plagas ha tenido resultados variables en todo el mundo (Way & Van Edmen 2000), pero gracias a las tácticas de fácil aplicación y que disminuyen considerablemente el impacto de las plagas (Gerding 1993; Dent 2000), se han obtenido resultados exitosos en toda clase de cultivos, (Venkata *et al.* 2000; Connell 2002; Gaul *et al.* 2002; Johnson *et al.* 2002; Olson & Buchner 2002; Reid 2002) siendo las más comunes: el control biológico (Van Driesche & Bellows 1996; Hanks *et al.* 2000; Pultar *et al.* 2000; Atanassov *et al.* 2003), confusión sexual (Pree *et al.* 1994; El-Sayed *et al.* 1999; Brown & Il'ichev 2000; Zada *et al.* 2004) o sencillamente la incorporación de nuevos controles culturales a los huertos (Stavisky *et al.* 2002). Estas experiencias exitosas han validado el uso de estas nuevas alternativas, al comparar estos resultados con los obtenidos por manejos tradicionales en huertos con diferentes grados de infestación de plagas (Murrell & Lo 1998; Borchert & Walgenbach 2000; Leake 2000; Sallai *et al.* 2000; Trimble *et al.* 2001; Atanassov *et al.* 2003).

A través de estos sistemas integrados se ha logrado:

- Reducir en forma importante la aplicación de pesticidas (Kabashima *et al.* 1998; Shaw *et al.* 2000; Trimble *et al.* 2001; Mulder *et al.* 2002), reduciendo los costos en la producción (Blomefield & Barnes 2000; Sikora *et al.* 2002)
- Elevar considerablemente la proporción beneficio/costo, lográndose relaciones de hasta 145/1 (Gutiérrez *et al.* 1999).

- v. 4
- Indirectamente, ventajas socio-económicas (ERBIC 1998) y efectos positivos sobre la vida silvestre y el medio ambiente en general, al reducir el uso de productos químicos (Hoddle 2003).

Es así como el MIP se ha consolidado como sistema productivo. Sus fundamentos principales, los cuales constituyen la base de la estrategia (Andrews & Quezada 1989; Ripa & Vargas 1990; Dent 2000), se basan en:

- El agroecosistema como un sólo sistema.
- La comprensión de la biología y ecología de los organismos involucrados.
- El monitoreo y el uso de umbrales de daño económico (NDE).
- El control natural como tácticas indispensable.
- El uso de todas las tácticas compatibles posibles.
- El cultivo debe ser el enfoque central.

Uno de los grandes aportes de los investigadores fue la introducción del término umbral de daño económico (NDE), como el nivel de la plaga donde la medida de control se justifica económicamente (Flint & Gouveia 2001). Para poder determinar el NDE y verificar el impacto de la medida de control, se hace indispensable estimar de alguna manera los niveles o densidades poblacionales de las plagas en los cultivos. Esto dificultó la aplicación real del concepto, manteniéndose por mucho tiempo teórico y abstracto, dada la imposibilidad de monitorear las poblaciones de las plagas en los cultivos en forma precisa y económica. Con el desarrollo científico y tecnológico, específicamente en el área de la estadística y la computación (hardware y software), el monitoreo para recolección de información de plagas en el campo se ha hecho realidad. Es así como en los últimos años en la literatura han aparecido cada vez más trabajos que

proponen métodos de monitoreo de plagas y su validez a nivel de campo (Dent & Walton 1997; O'Rourke *et al.* 1998; Simmons, *et al.* 1998; Badenhausser & Lerin 1999; Dent 2000; Geiger & Daane 2001), convirtiéndolo en una herramienta valiosa para el MIP (Ripa 1997).

La gran importancia que representa el monitoreo para el MIP, es que mediante inspecciones periódicas se obtiene una visión más exacta del nivel de cada plaga, sus enemigos naturales y los focos de ésta al interior del huerto (Dent 2000). Considerando esto, las decisiones referidas al momento de la aplicación de pesticidas, por ejemplo, se pueden tomar en forma más oportuna y con mayor seguridad, evaluando si son realmente necesarias y si se deben realizar en algunos sectores o en la totalidad del agroecosistema (Ripa & Vargas 1990; Dent 2000).

Competencia Interespecífica

La competencia es definida como una interacción generada por la utilización de un recurso común que se encuentra disponible en cantidades limitadas, y que como resultado reduce la sobrevivencia, crecimiento y/o reproducción de alguna de las poblaciones interactuantes (Begon *et al.* 1996; Calow 1999; Chase *et al.* 2002).

La competencia entre individuos de una misma especie (competencia intraespecífica) ocurre sólo en poblaciones que han alcanzado niveles muy elevados en cantidad de individuos, situación en la cual la competencia por alimento y espacio, limitará el crecimiento poblacional y mantendrá a la población en un nivel que los recursos puedan soportar (Clavijo 2000). La competencia intraespecífica ha sido considerada por Milne (1957) como el único factor perfectamente densodependiente y responsable de evitar que las poblaciones alcancen magnitudes tan grandes que puedan conducir a la extinción de las mismas por agotamiento de todos los recursos existentes.

Cuando la competencia se da entre individuos de diferentes especies (competencia interespecífica), a diferencia de la anterior, puede manifestarse a niveles moderados de población (Clavijo 2000), y en insectos fitófagos es, en la mayoría de los casos, asimétrica (Faeth 1986; Karban 1986; Denno *et al.* 1995), por lo que una de las poblaciones interactuantes es afectada en mayor proporción que la otra.

Dentro de la competencia interespecífica encontramos principalmente: competencia directa y competencia mediada por el recurso. En la competencia directa, los organismos se enfrentan directamente, de tal modo que restringen o impiden a otros el acceso a los recursos y por consecuencia obtienen una mayor cantidad de éstos (Begon *et al.* 1996). En la competencia mediada por el recurso todos los organismos tienen la oportunidad de acceder a ellos, pero al utilizarlos cada organismo disminuye su disponibilidad o altera su calidad para otros organismos (Karbon & Myers 1989; Begon *et al.* 1996; Karban & Baldwin 1997). Un ejemplo de esto es la competencia mediada por una planta hospedera, en donde insectos fitófagos al alimentarse del hospedero o de alguna parte de éste, modifican la calidad de este recurso, incluso inducen respuestas por parte del hospedero que afectan posteriormente a otros insectos (Denno *et al.* 2000). Estos cambios afectan negativamente el desempeño final de las especies de insectos que se alimentan de este mismo recurso, ya sea especies coexistentes, con distinta ubicación sobre la planta o segregadas temporalmente unas de otras (Moran & Whitham 1990; Inbar *et al.* 1995; Gianoli 2000; Petersen & Sandström 2001; Gonzáles *et al.* 2002).

En general, estos cambios pueden deberse a modificaciones en la composición normal del floema del hospedero (Olmstead *et al.* 1997, Petersen & Sandström 2001), inducción de la producción de defensas deletéreas (Moran & Whitham 1990, Inbar *et al.* 1999), modificación del flujo normal del floema por los tejidos de la planta (Inbar *et al.* 1995) o cambios en la composición de los compuestos volátiles repelentes de la planta que impedirían el establecimiento de otros insectos que llegarían después (Bernasconi *et al.* 1998). Así, la presencia de un áfido puede reducir la calidad del floema del

hospedero y afectar el posterior desempeño de otras especies (Petersen & Sandström 2001). La inducción de respuestas en la planta por parte de una especie de insecto, puede producir competencia en detrimento de la otra especie (competencia asimétrica) (Invar *et al.* 1999; Denno *et al.* 2000).

Desde el punto de vista práctico, la competencia intraespecífica es de escaso o ningún valor en términos de manejo de plagas, puesto que entrará en acción a niveles de población tan elevados que la harán ineficiente para nuestros propósitos de evitar daños de significación económica (Clavijo 2000). Por otro lado, la competencia interespecífica presenta algunas características que nos permitiría teorizar sobre la posibilidad de incluirla en planes de manejo integrado de plagas de insectos, por ejemplo, pudiendo reemplazar una especie plaga por otra – aunque también plaga-, pero que sea más fácil de controlar, ya sea porque posea una menor capacidad de daño o una mayor factibilidad de control (Clavijo 2000). La probabilidad de utilizarla como herramienta es alta, dado que la competencia interespecífica ocurre comúnmente entre insectos fitófagos, por ejemplo entre áfidos (Imbar *et al.* 1995; Rochat *et al.* 1999; Williams *et al.* 1999; Gianoli 2000; Petersen & Hunter 2001; Gonzáles *et al.* 2002; Hazell *et al.* 2005), y juega un importante papel en la estructuración de comunidades de estos insectos (Damman 1993; Denno *et al.* 1995).

En esta tesis realizaré una aproximación del posible uso de relaciones competitivas entre insectos fitófagos como una táctica más de control de plagas en el marco del manejo integrado de plaga. El sistema modelo de estudio consistió en los áfidos *Myzus persicae* s.str. y su subespecie *Myzus persicae nicotianae*, y el pimentón (*Capsicum annum* L.), planta hospedera común para ambos áfidos en condiciones de laboratorio. Expondré cómo bajo distintas condiciones iniciales se obtienen diferentes resultados de competencia, condiciones que se presentan de alguna manera en el campo y que finalmente podrían ser utilizadas para desarrollar planes de manejo de plagas.

Myzus persicae s.str., es un áfido generalista, plaga, cuyo hospedero primario es *Prunus persica* L., pero que además posee más de 400 especies de plantas de más de 40

familias como hospederos secundarios, sobre las cuales se reproduce por partenogénesis (van Emden *et al.* 1969; Weber 1986; Bernays & Chapman 1994; Blackman & Eastop 2000). Por otro lado, *Myzus persicae nicotianae* (Blackman & Eastop 2005), es una importante plaga de las plantaciones de tabaco en el mundo (Blackman 1987), aunque también ha sido detectada ocasionalmente sobre otros hospederos tales como especies del género *Capsicum*, *Sesamum*, *Orobanche*, *Brassica* y *Sisymbrium* (Blackman 1987). En condiciones de laboratorio, ambos taxones tienen buen desempeño sobre pimentón. Son fáciles de manipular y se diferencian físicamente uno del otro. Son especies fitófagas y en estas condiciones presentan relaciones competitivas por interferencia y una eventual competencia por explotación (por consumo del recurso), las cuales se presentan de forma asimétrica, siendo *Myzus persicae nicotianae* el perjudicado mayormente (Tapia 2006).

OBJETIVOS

GENERAL

- ✓ Realizar una aproximación a la utilización de interacciones ecológicas, específicamente la competencia interespecífica, como una nueva táctica de ayuda en control de plagas en el marco de un sistema de manejo integrado de plagas.

ESPECIFICOS

- ✓ Determinar que tipo de competencia exhiben los áfidos al encontrarse ambos taxones sobre el hospedero, bajo distintas condiciones iniciales.
- ✓ Determinar la existencia de preferencias espaciales de ambos taxones estando juntos y/o separados, sobre el hospedero.
- ✓ Evaluar la selección de hospederos pre-infestados con *M. persicae* s.str. por parte de alados de *M. persicae nicotianae*.

HIPOTESIS

- ✓ Hipótesis 1: Si ambos taxones arriban al mismo tiempo a la planta hospedera se establecerá una competencia, directa o mediada por la planta, donde uno de los taxones actuará como competidor dominante desplazando al otro.
- ✓ Hipótesis 2: La llegada de un taxón al hospedero pre-infestado por el otro taxón, se verá afectada, prefiriendo hospederos sin pre-infestar sobre los pre-infestados.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron dos taxones de áfidos (*M. persicae* s.str. y *M. persicae nicotianae*) mantenidos sobre pimentón. Se utilizaron adultos ápteros de 9 días de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*, y adultos alados de 4 días de *M. persicae nicotianae*. La cantidad de días elegidos respectivamente aseguraba que todos estaban en condiciones de generar descendencia. El número de áfidos iniciales fue elegido con el fin de procurar que al final de los días de experimentación se obtuviera una cantidad de áfidos lo suficientemente alta como para que se produjera interacción entre ellos, pero que también permitiera el conteo final.

Los experimentos se desarrollaron en condiciones controladas de temperatura ($21 \pm 1^\circ \text{C}$) y fotoperíodo (14:10 L:D).

Experimento 1a:

Para determinar la intensidad de la competencia que se produce al interactuar ambos taxones de distinto morfo, se infestaron dos hojas alternas consecutivas (entre hojas nº 7 a nº 9, numeradas en sentido de la raíz al ápice del vegetal) de una planta de pimentón de 12 hojas, con áfidos adultos sincronizados de ambos taxones, de acuerdo a los siguientes tratamientos:

- i) 5 áfidos ápteros de *M. persicae* s.str. en cada una de las hojas seleccionadas.
- ii) 5 áfidos alados de *M. persicae nicotianae* en cada una de las hojas seleccionadas.
- iii) 5 áfidos ápteros de *M. persicae* s.str. en una hoja y 5 áfidos alados de *M. persicae nicotianae* en la otra.

La utilización de morfos distintos simula las condiciones de campo cuando es la época de dispersión con insectos alados y los tratamientos i) y ii) son controles.

Se trabajó con 20 réplicas por tratamiento y transcurridos 10 días se contabilizó el número total de individuos de cada taxón. Se calculó la tasa neta de reproducción (R) para cada taxón. Los datos se analizaron con un ANDEVA de dos vías y pruebas *a posteriori* de Tukey, cuyos factores a analizar fueron el taxón y la coexistencia (ausencia/presencia del otro taxón). El R fue calculado según la siguiente fórmula:

$$R = \sqrt[t]{\frac{N_t}{N_0}}$$

R = Tasa neta de reproducción.

t = Número de días a observar.

N_t = Número de áfidos después de t días.

N_0 = Número de áfidos inicial.

Experimento 1b:

Para determinar la intensidad de la competencia que se produce al interactuar morfos iguales de ambos taxones, se ubicaron inicialmente en zonas distintas sobre el hospedero, en donde la llegada de cada taxón a zonas distantes entre si podría eventualmente ser causante de competencia mediada por el hospedero. Para esto se infestaron plantas de pimentón de 12 hojas con áfidos adultos sincronizados de ambos taxones ubicados por separado en distintas partes de la planta: en la parte inferior (hoja n° 1) y en la parte superior (hojas n° 10), de acuerdo a los siguientes tratamientos:

- i) 5 áfidos ápteros de *M. persicae* s.str. en la parte superior,
- ii) 5 áfidos ápteros de *M. persicae nicotianae* en la parte inferior,
- iii) 5 áfidos ápteros de *M. persicae* s.str. en la parte inferior,
- iv) 5 áfidos ápteros de *M. persicae nicotianae* en la parte superior,

- v) 5 áfidos ápteros de *M. persicae* s.str. en la parte superior y 5 áfidos ápteros de *M. persicae nicotianae* en la parte inferior, y
- vi) 5 áfidos ápteros de *M. persicae* s.str. en la parte inferior y 5 áfidos ápteros de *M. persicae nicotianae* en la parte superior.

Los tratamientos i), ii), iii) y iv) son los controles.

Se trabajó con 20 réplicas por tratamiento y transcurridos 10 días se contabilizó el número de individuos de cada taxón sobre cada hoja de la planta. Para un análisis se calculó la tasa neta de reproducción (R) de cada taxón y para un segundo análisis se agruparon los tratamientos de un mismo taxón (sin coexistencia) y el número de áfidos fue comparado en tres ubicaciones sobre la planta: zona de los brotes (brotes, flores y retoños) zona inferior (hojas 1 a 6 contadas desde la raíz hacia el ápice) y la zona superior (hojas 7 a 12 contadas desde la raíz hacia el ápice). Los datos se analizaron según su naturaleza con un ANDEVA de dos vías paramétrico o no-paramétrico (prueba de Scheirer-Ray-Hare) y pruebas *a posteriori* de Tukey, siendo los siguientes análisis: 1) posición inicial sobre el hospedero y coexistencia, 2) taxón y coexistencia y 3) partes del hospedero y coexistencia.

Experimento 1c:

Para determinar si existe competencia directa bajo iguales condiciones iniciales se infestaron plantas de pimentón de 12 hojas con áfidos adultos de ambos taxones colocados sobre la misma hoja, de acuerdo a los siguientes tratamientos:

- i) 5 áfidos ápteros de *M. persicae* s.str. y 5 áfidos ápteros de *M. persicae nicotianae*,
- ii) 10 áfidos ápteros de *M. persicae* s.str., y
- iii) 10 áfidos ápteros de *M. persicae nicotianae*.

Tratamientos ii) y iii) son controles.

De igual forma se trabajó con 20 réplicas por tratamiento y transcurridos 10 días se contabilizó el número de individuos de cada taxón sobre cada hoja de la planta. Para un análisis se calculó la tasa neta de reproducción (R) de cada taxón y para un segundo análisis el número de áfidos fue comparado en tres ubicaciones sobre la planta: zona de los brotes (brotes, flores y retoños) zona inferior (hojas 1 a 6 contadas desde la raíz hacia el ápice) y la zona superior (hojas 7 a 12 contadas desde la raíz hacia el ápice). Los datos se analizaron según su naturaleza con un ANDEVA de dos vías paramétrico o no-paramétrico (prueba de Scheirer-Ray-Hare) y pruebas *a posteriori* de Tukey, siendo los siguientes análisis: 1) el taxón y la coexistencia y 2) partes del hospedero y la coexistencia.

Experimento 2:

Para determinar si existe competencia mediada por el hospedero se infestaron plantas de pimentón de 12 hojas por periodos de 10 y 20 días con 5 áfidos adultos ápteros de *M. persicae* s.str. Terminado el periodo de infestación se contabilizó el número de áfidos y se procedió a la remoción de éstos con un pincel. Al día siguiente, se revisaron nuevamente las plantas pre-infestadas, para corroborar que no existía ningún áfido. Como control se dispusieron plantas de la misma edad que las plantas infestadas, pero sin infestación. Para evaluar la elección del hospedero por *M. persicae nicotianae*, se ubicaron en las esquinas de una caja, de armazón de madera y paredes de tul, 2 plantas pre-infestadas y 2 plantas control, y en el centro una placa con 10 áfidos alados de *M. persicae nicotianae*. La cantidad de plantas fueron seleccionadas así para encontrar todos los áfidos al momento de ver su ubicación y 10 áfidos corresponde al mayor número que nos permitía la producción de alados en las colonias. Transcurridas 24 h se contabilizó el número de áfidos que se encuentran sobre las plantas y en el resto de la caja. La prueba estadística utilizada fue un ANDEVA de dos vías no-paramétrico (prueba de Scheirer-Ray-Hare) y pruebas *a posteriori* de Tukey, siendo los factores a

analizar días de tratamientos (10 o 20 días) y la infestación previa (pre-infestados/sin pre-infestar).

RESULTADOS

Experimento 1a:

Bajo condiciones iniciales de disposición de áfidos sobre hojas alternas consecutivas del hospedero y de interacción entre ápteros *M. persicae* s.str. y alados de *M. persicae nicotianae*, se encontró que la tasa neta de reproducción (R) fue afectada significativamente por el factor taxón ($F_{1,76} = 31,45$, $p < 0,001$) siendo mayor la de *M. persicae* s.str. y por el factor coexistencia ($F_{1,76} = 6,40$, $p = 0,01$), pero no hubo interacción significativa entre estos factores ($F_{1,76} = 1,33$, $p = 0,25$) (Tabla 1). No se encontraron diferencias significativas en los valores de R en coexistencia con el otro taxón en la prueba a posteriori para *M. persicae* s.str. y para *M. persicae nicotianae*, sin embargo para *M. persicae* s.str. se obtuvo un $p = 0,052$, lo que hace marginal el resultado (Fig. 1).

Experimento 1b:

Bajo condiciones iniciales de disposición de áfidos en la parte inferior y/o superior del hospedero y de interacción entre ápteros *M. persicae* s.str. y *M. persicae nicotianae*, se encontró que tanto para *M. persicae* s.str. como para *M. persicae nicotianae*, el análisis del efecto de los factores posición inicial ($H_{1,76} = 0,79$, $p = 0,38$; $H_{1,76} = 0,12$, $p = 0,72$ respectivamente), coexistencia ($H_{1,76} = 0,86$, $p = 0,36$; $H_{1,76} = 0,29$, $p = 0,59$ respectivamente), y la interacción de estos factores ($H_{1,76} = 0,62$, $p = 0,43$; $H_{1,76} = 3,64$, $p = 0,06$ respectivamente) no arrojó diferencias significativas entre los valores de R (Tabla 2).

Al analizar el efecto taxón y coexistencia, independiente de la ubicación inicial, se encontró que sólo el factor taxón tiene efecto significativo sobre los valores de R ($H_{1,156} = 4,34$, $p = 0,04$), siendo mayor en *M. persicae* s.str. A pesar de que se observó un aumento en el valor de R de *M. persicae* s.str. cuando se encontraba con *M. persicae nicotianae* respecto a cuando se encontraba solo sobre la planta, éste no fue significativo (Fig. 2) (Tabla 3).

Tanto *M. persicae* s.str. como *M. persicae nicotianae* presentaron diferencias significativas en el número de áfidos por el factor partes del hospedero (zona superior, zona inferior y zona de brotes) ($H_{2,234} = 12,38$, $p < 0,001$; $H_{2,234} = 21,51$, $p < 0,001$ respectivamente). También se encontró un efecto significativo de la interacción de los factores partes del hospedero y coexistencia ($H_{2,234} = 24,74$, $p < 0,001$; $H_{2,234} = 5,91$, $p = 0,01$ respectivamente) (tabla 4). *Myzus persicae* s.str. no presentó preferencias por ninguna de las zonas cuando se encontraba solo, pero al interactuar con *M. persicae nicotianae* se situó mayormente en la zona inferior (Fig. 3). En cuanto a *M. persicae nicotianae*, éste ocupó mayoritariamente las zonas inferior y de brotes cuando se encontraba solo. Este efecto se vio modificado cuando interactuó con *M. persicae* s.str., distribuyéndose mayormente en la zona inferior (Fig. 4).

Experimento 1c:

Bajo condiciones iniciales de disposición de áfidos sobre la misma hoja del hospedero y de interacción entre ápteros *M. persicae* s.str. y *M. persicae nicotianae*, los factores taxón y coexistencia, se encontró que el factor taxón tiene efecto significativo sobre los valores de R ($H_{1,76} = 15,62$, $p < 0,001$) al igual que la interacción entre los factores taxón y coexistencia ($H_{1,76} = 15,93$, $p < 0,001$) (Tabla 5). Los valores de R para *M. persicae* s.str. disminuyeron significativamente cuando creció junto a *M. persicae nicotianae*, en cambio éste último no mostró variaciones en los valores de R cuando se encontraba solo, comparado a cuando se encontraba interactuando con *M. persicae* s.str. (Fig. 5).

Tanto *M. persicae* s.str. como *M. persicae nicotianae* presentaron diferencias significativas en el número de áfidos por el factor partes del hospedero (zona superior, zona inferior y zona de brotes) ($H_{2,114} = 7,29$, $p < 0,001$; $H_{2,114} = 34,54$, $p < 0,001$ respectivamente). También se encontró un efecto significativo de la interacción de los factores partes del hospedero y coexistencia ($H_{2,114} = 16,16$, $p < 0,001$; $H_{2,114} = 20,81$, $p < 0,001$ respectivamente) (Tabla 6). *Myzus persicae* s.str. presentó un mayor número de individuos en la zona inferior cuando se encontraba solo; al interactuar con *M. persicae*

nicotianae, se observó un mayor número de individuos en la zona de los brotes (Fig. 6). El número de individuos de *M. persicae nicotianae* cuando se encontraba solo fue igual en las tres zonas, pero al interactuar con *M. persicae* s.str. se distribuyó también mayoritariamente en la zona de los brotes (Fig. 7).

Experimento 2:

Durante el conteo final, se encontraron áfidos tanto en las plantas hospederas como dispersos en las paredes de la caja de tul. No se observó efecto global de la pre-infestación ($H_{1,76} = 0,05$, $p > 0,05$); el efecto del tiempo de tratamiento fue significativo, siendo mayor las plantas seleccionadas de 10 días de tratamiento que la selección de aquellas de 20 días de tratamiento ($H_{1,76} = 6,05$, $p < 0,05$) (Fig. 8) (Tabla 7). Se encontró diferencias significativas en el número de áfidos que seleccionaron las plantas control de 10 o 20 días, encontrándose mayor cantidad de áfidos en las de 10 días (Fig. 8).

DISCUSION

Los resultados sugieren la existencia de competencia entre *M. persicae* s.str. y *M. persicae nicotianae*, pero los experimentos no dejan claro si es competencia directa o a través de cambios producidos en el hospedero, dado que sólo se observó el R y número de áfidos en etapas tempranas de la interacción, ya que efectos más notorios se observan a 30 días de interactuar (Tapia 2006), y además que en ningún caso se registraron cuantitativamente los cambios que pudo sufrir el hospedero. Se observaron preferencias de distribución por determinadas zonas del hospedero (inferior y brotes) cuando se encontraban interactuando y la pre-infestación con individuos de *M. persicae* s.str. no afectó la selección de *M. persicae nicotianae* entre hospederos con y sin pre-infestación.

Como se puede ver en los resultados obtenidos, la tasa neta de reproducción (R) y la distribución de áfidos sobre el hospedero, varían por factores tales como la posición inicial sobre la planta o la presencia del otro taxón. Así, en presencia simultánea de ambos taxones disminuyó el crecimiento poblacional de *M. persicae* s.str., pero no el de *M. persicae nicotianae* cuando la ubicación inicial es sobre la misma hoja (Fig. 5). Al analizar la distribución en distintas partes del hospedero, se observa que ambos taxones en coexistencia se ubicaron mayoritariamente en la zona de brote (Fig. 6 y 7). El efecto de la ubicación inicial sobre el crecimiento poblacional desaparece si los taxones ocupan distintas hojas del hospedero (Fig. 1 y 2), aunque para *M. persicae* s.str. fue marginal en el Experimento 1a, al observar los resultados del Experimento 1b, la separación de la ubicación inicial es mayor y aquí claramente el R no es influenciado por este factor. Esto nos sugiere que talvez la competencia inicial es directa y no mediada por el hospedero (claro que hay que tener en cuenta que los morfcs utilizados no eran los mismos para estos dos experimentos).

También se puede ver que el morfo del áfido al momento de interactuar influye sobre la tasa neta de reproducción. Así, los ápteros de *M. persicae* s.str. obtienen un R

significativamente mayor que los alados de *M. persicae nicotianae* (Fig. 1), pero cuando ambos taxones son ápteros no muestran diferencia alguna (Fig. 5), tal vez producto de la especialización de cada morfo, en donde la función de los alados sea sólo llegar a un hospedero y comenzar la colonización y la de los ápteros formar las colonias.

Finalmente, mientras más cercanos entre sí se encuentran inicialmente los taxones sobre el hospedero, aumenta el efecto negativo sobre el R de *M. persicae* s.str.; así, cuando se colocan los taxones en la parte superior/inferior (y viceversa) del hospedero, *M. persicae* s.str. prácticamente no cambia su R respecto a cuando se encuentra solo (Fig. 2), pero al disponer ambos taxones sobre la misma hoja, disminuye significativamente el R de *M. persicae* s.str. comparado a cuando está solo (Fig. 5).

En el experimento de selección de hospedero, si bien las pre-infestaciones de *M. persicae* s.str. no producen diferencias significativas en la selección por parte de *M. persicae nicotianae*, sí puede inducir cambios en la fisiología de la planta, cambios que afectaran el posterior desempeño y final asentamiento de *M. persicae nicotianae* (observaciones posteriores).

Las características que se presentan cuando se produce competencia entre insectos fitófagos, tales como los áfidos, y los cambios generados sobre el hospedero pueden ser utilizados para generar tácticas de control de plagas (Messina *et al.* 2002), o como apoyo a otras formas de manejo en el marco del MIP. Así, la asimetría en los efectos negativos sobre uno de los competidores, los efectos a bajas densidades poblacionales, los cambios inducidos en el hospedero que afectan el posterior desempeño de especies, la ubicación del mejor competidor en partes del cultivo no importantes económicamente, o el hecho de que el mejor competidor sea más fácil de controlar, o no sea portador de virus para el cultivo, obrarían en beneficio del agricultor. Otra característica importante es que la competencia no obliga, a diferencia del control natural por parasitoides por ejemplo, a introducir un nuevo agente al sistema como medio de control.

De esta forma, la utilización de la competencia interespecífica podría ser útil para manejar plagas, pero dado que los efectos de la interacción siempre van acompañados de modificaciones sobre hospedero (o cultivo), ya que están compitiendo por este recurso, debería ser utilizada junto a otras formas de control, de lo contrario finalmente el cultivo sería dañado y los propósitos de manejo no se cumplirían.

Otra razón de la utilidad de la competencia interespecífica en MIP es que el monitoreo se realiza obligatoriamente, por lo tanto mucha de la información que se requiere esta disponible, tan sólo se debe analizar y utilizar tomando en cuenta los efectos de los distintos tipos de competencia interespecífica que se presenten y canalizarla para este fin, por lo que la implementación de esta nueva herramienta no implica incurrir en grandes gastos económicos.

Finalmente, si bien los experimentos aquí desarrollados no son suficientes para afirmar que la competencia interespecífica es apropiada para utilizarla como una táctica más dentro del MIP, sí nos permite dar cuenta de la diversidad de factores que pueden influir en los resultados finales de la interacción y que pueden ser aprovechados para este fin, por lo tanto es preciso desarrollar más trabajos de este tipo, tanto de laboratorio como de campo, en los que se evalúe las interacciones entre insectos fitófagos plagas con el objetivo de poder incorporarlas a esquemas de MIP. Es importante notar que la información recolectada en los monitoreos de campo es importante en relación a las interacciones que pudieran producirse en los propios cultivos y podría ser canalizada hacia el manejo en el sentido expuesto.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrews, K. y J. Quezada 1989.** Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Departamento de Protección Vegetal, El Zamorano, Honduras. 623 p.
- Atanassov, A., P. Shearer y G. Hamilton 2003.** Peach pest management programs impact beneficial fauna abundance and *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) egg parasitism and predation. *Environmental Entomology* 32: 780-788.
- Badenhausser, I. y J. Lerin 1999.** Binomial and numerical sampling for estimating density of *Baris coerulescens* (Coleoptera: Curculionidae) on oilseed rape. *Journal of Economic Entomology* 92: 875-885.
- Bajwa, W. y M. Kogan 2002.** Compendium of IPM Definitions (CID), What is IPM and how is it defined in the Worldwide Literature? IPPC Publication No. 998, Integrated Plant Protection Center (IPPC), Oregon State University, Corvallis, USA.
- Begon, M., J.L. Harper y C.R. Townsend 1996.** Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell. Oxford. 1068 pp.
- Bernasconi, M.L., T.C. Turlings, L. Ambrosetti, P. Bassetti y S. Dorn 1998.** Herbivore-induced emissions of maize volatiles repel the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 87: 133-142.
- Bernays, E.A. y R.F. Chapman 1994.** Host-plant selection by phytophagous insects. Chapman & Hall. New York. 312 pp.
- Blackman, R.L. 1987.** Morphological discrimination of a tobacco-feeding form from *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) and a key to new world *Myzus* subgenus *Nectarosiphon* species. *Bulletin of Entomological Research* 77: 713-730.
- Blackman, R.L. y V.F. Eastop 2005.** Taxonomic issues. En: Aphids as crop pests. van Emden, H.F. & Harrington, R. (eds). CABI Publishing.
- Blackman, R.L. y V.F. Eastop 2000.** Aphids on the World's Crops: An Identification Guide, 2nd edn. Wiley-Interscience, Chichester, UK.
- Blomefield, T. y B. Barnes 2000.** Integrated Control of Oriental Fruit Moth, *Grapholita molesta*, on peaches using a Spray-date Prediction Model. *Acta Horticulturae (ISHS)* 525: 161-168.
- Borchert, D. y J. Walgenbach 2000.** Comparison of pheromone-mediated mating disruption and conventional insecticides for management of tufted apple bud moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology* 93: 769-776.
- Brown, D. y A. Il'ichev 2000.** The potential for the removal of Organo-phosphate Insecticides from Stone-fruit production in the Goulburn Valley, Australia. *Acta Horticulturae* 525: 85-92.
- Bylemans, D. 2000.** Recent experiences and opinions on Rosy Apple Aphid control in IPM managed orchards. *Acta Horticulturae (ISHS)* 525: 291-298.
- Calow, P. 1999.** Blackwell's Concise Encyclopedia of Ecology. Blackwell Science.
- Chase, J.M., P.A. Abrams, J.P. Grover, S. Diehl, P. Chesson, R.D. Holt, S.A. Richards, R.M. Nisbet y T.J. Case 2002.** The interactions between predation and competition: a review and synthesis. *Ecology Letters* 5: 302-315.

- Clavijo, S. 2000. Fundamentos de Manejo de Plagas. <http://www.redepapa.org/practicasculturalesred3.html>.
- Connell, J. 2002. Leading Edge of Plant Protection for Almond. *HortTechnology* 12: 619-622.
- Damman, H. 1993. Patterns of interaction among herbivore species. En: Stamp, N.E. & Casey, T.M. (eds). *Caterpillars*. Chapman & Hall. New York. pp. 132-169.
- De Lane, F., J. Hong, W. Shearer y L. Brattsten 2001. Sex-related differences in the tolerance of Oriental fruit moth (*Grapholita molesta*) to organophosphate insecticides. *Pest Management Science* 57: 827-832.
- Denno, R.F., M.S. McClure y J.R. Ott 1995. Interspecific interactions in phytophagous insects: competition reexamined and resurrected. *Annual Review of Entomology* 40: 297-331.
- Denno, R.F., M.A. Peterson, C. Gratton, J. Cheng, G.A. Langellotto, A.F. Huberty y D.L. Finke 2000. Feeding-induced changes in plant quality mediate interspecific competition between sap-feeding herbivores. *Ecology* 81: 1814-1827.
- Dent, D. 2000. *Insect Pest Management*, 2nd Edition. CAB International, Wallingford, UK.
- Dent, D. y M.P. Walton 1997. *Methods in Ecological and Agricultural Entomology*. CAB International, Oxon-UK.
- El-Sayed, A., M. Bengtsson, S. Rauscher, J. Löfqvist y P. Witzgall 1999. Multicomponent sex pheromone in codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology* 28: 775-779.
- ERBIC. Research plan :(TECHNICAL ANNEXE OF PROJECT FAIR5-CT97-3489, Final Version 15.12.1997) 1998. <http://honeybee.helsinki.fi/MMSBL/MAEL/Hankkeet/ERBIC/index.htm>.
- Espinosa, P., P. Bielza, J. Contreras y A. Lacasa 2002. Insecticide resistance in field populations of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in Murcia (south-east Spain). *Pest Management Science* 58: 967-971.
- Faeth, S.H. 1986. Indirect interactions between temporally separated herbivores mediated by the host plant. *Ecology* 67: 479-494.
- Flint, M.L. y P. Gouveia 2001. *IPM in Practice: principles and methods of integrated pest management*. University of California, Stetewide IPM Project, ANR, Publication 3418, Oakland – USA.
- Gaul, S., K. McRae y E. Estabrooks 2002. Integrated pest management of *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae) in lowbush blueberry using vegetative field management. *Journal of Economic Entomology* 95: 958-965.
- Geiger, C.A. y K.M. Daane 2001. Seasonal movement and distribution of the grape mealybug (Homoptera: Pseudococcidae): Developing a sampling program for San Joaquin Valley. *Journal of Economic Entomology*. 94: 291-301.
- Gerding, M. 1993. Manejo Integrado de Plagas y Control Biológico: Herramientas de la Agricultura Sustentable. *IPA Quilimapu* 57: 42 – 44.
- Gianoli, E. 2000. Competition in cereal aphids (Homoptera: Aphididae) on wheat plants. *Environmental Entomology* 29: 213-219.

- Gonzales, W.L, E. Fuentes-Contreras y H.M. Niemeyer 2002.** Host plant and natural enemy impact on cereal aphid competition in a seasonal environment. *Oikos* 96: 481-491.
- Gutierrez, A.P., L.E. Caltagirone y W. Meikle 1999.** Evaluation of results: economics of biological control. Pp 243-252. En: Bellows, T. S. y Fisher, T. W. eds. *Handbook of Biological Control*. Academic Press, San Diego, California, USA..
- Hazell, S.P., D.M. Giwnn, S. Ceccarelli y M.D.E. Fellowes 2005.** Competition and dispersal in the pea aphid: clonal variation and correlations across traits. *Ecological Entomology* 30: 293-298.
- Hoddle, M.S. 2003.** Keynote presentation. Classical biological control of arthropods in the 21st century. En: 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods. Honolulu, Hawaii, USA, January 14-18, 2002. (USDA Forest Service FHTET-03-05. June 2003). 481 p.
- Hanks, L., J. Millar, T. Paine y C. Campbell 2000.** Classical biological control of the australian weevil *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) in California. *Environmental Entomology* 29: 369-375.
- Inbar, M., A. Eshel y D. Wool 1995.** Interspecific competition among phloem-feeding insects mediated by induced host-plant sinks. *Ecology* 76: 1506-1515.
- Inbar, M., H. Doostdar, G.L. Leibee y R.T. Mayer 1999.** The role of plant rapidly induced responses in asymmetric interspecific interactions among insect herbivores. *Journal of Chemical Ecology* 23: 1961-1979.
- Johnson, D., B. Lewis, B. McCraw, B. Carroll, B. Jarvis, K. Striegler, B. Boozer, P. Mulder, W. Foshee, J. McVay y R. Mizell 2002.** Development and implementation of a peach integrated pest management program in the southern USA. *Acta Horticulturae (ISHS)* 592: 681-688.
- Kabashima, J., T. Paine y R. Redak 1998.** Successful strategies for reducing pesticide use in the landscape: examples from California. *HortTechnology* 8: 150-153.
- Karban, R. 1986.** Interspecific competition between folivorous insects on *Erigeron glaucus*. *Ecology* 67: 1063-1072.
- Karban, R. y I.T. Baldwin 1997.** *Induces responses to herbivory*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Karban, R. y J.H. Myers 1989.** *Induces plant responses to herbivory*. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20, 331-348.
- Kogan, M. 1998.** *Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments*. *Annual Review of Entomology*. 43: 243 - 270.
- Leake, A. 2000.** The development of integrated crop management in agricultural crops: comparisons with conventional methods. *Pest Management Science* 56: 950-953.
- Messina, F.J., R. Taylor, y M.E. Karren. 2002.** Divergent responses of two cereal aphids to previous infestation of their host plant. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 103: 43-50.
- Milne, A. 1957.** Theories of natural control of insect populations. *Cold Spring Harb. Symp. quant. Biol.* 22:253-266.
- Moran, N.A. y T.G. Whitham 1990.** Interspecific competition between root-feeding and leaf-galling aphids mediated by host-plant resistance. *Ecology* 71: 1050-1058.

- Mulder, P., B. Jervis y B. McCraw 2002. Efficacy of peach IPM programs with and without organophosphate. *Acta Horticulturae* (ISHS) 592: 695-698.
- Murrell, V. y P. Lo 1998. Control of Oriental fruit moth (*Grapholita molesta*) on Golden Queen peaches. Proceedings of the 51st New Zealand Plant Protection Conference 1998, pp: 189-94.
- Musser, F. y A. Shelton 2003. Bt Sweet corn and selective insecticides: impacts on pests and predators. *Journal of Economic Entomology* 96:71-80.
- Olson, W. y R. Buchner 2002. Leading Edge of Plant Protection for Walnut. *HortTechnology* 12: 615-618.
- Olmstead, K.L., R.F. Denno, T.C. Morton y J.T. Romeo 1997. Influence of *Prokelisia planthoppers* on the amino acid composition and growth of *Spartina alterniflora*. *Journal of Chemical Ecology* 23: 303-321.
- O'Rourke, P.K., E.C. Burkness, y W.D. Hutchison 1998. Development and validation of a fixed-precision sequential sampling plan for aster leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) in carrot. *Environmental Entomology*. 27: 1463-1468.
- Pérez Moreno, I. 2003. Fundamentos Teóricos del Manejo Integrado de Plagas. <http://entomologia.rediris.es/aracnet/6/entapl/index.htm>
- Petersen, M. y M. Hunter 2001. Variation in the outcome of competition between two aphid species on pecan: plants matter more than predators. *Oikos* 92: 107-118.
- Petersen, M.K. y J.P. Sandström 2001. Outcome of indirect competition between two aphid species mediated by responses in their common host plant. *Functional Ecology* 15: 525-534.
- Pree, D., R. Trimble, K. Whitty, y P. Vickers 1994. Control of oriental fruit moth by mating disruption in the Niagara Peninsula, Ontario. *Canadian Entomologist* 126: 1287-1299.
- Pultar, O., F. Kocourek, J. Beránková, J. Stará, J. Kuldová, y I. Hrdý 2000. Codling moth management by means of pheromone stations with *Cydia pomonella* granulosus virus. *Acta Horticulturae* 525: 477-480.
- Reid, W. 2002. Current pest management systems for pecan. *HortTechnology* 12: 633-639.
- Ripa, R. 1997. Manejo integrado de plagas. *ChileHortofrutícola* 44: 17 - 27.
- Ripa, R. y R. Vargas 1990. Monitoreo de Plagas. *IPA La Platina* 59: 42 - 47.
- Rochat, J., F. Vanlerberghe-Masutti, P. Chavigny, R. Boll y L. Lapchin 1999. Inter-strain competition and dispersal in aphids: evidence from a greenhouse study. *Ecological Entomology* 24: 450-464.
- Romero, F. 2004. Manejo Integrado de Plagas: las Bases, los Conceptos, su Mercantilización. Universidad autónoma de Chapingo, México.
- Sallai, P., J. Lantos, M. Molnár, I. Kajati, T. Bubán, F. Inántszy, and I. Eke 2000. Developments of integrated fruit production in Hungary. *Acta Horticulturae* 525: 57-64.
- Sauphanor, B., V. Brosse, J. Bouvier, P. Speich, A. Micoud y C. Martinet 2000. Monitoring resistance to diflubenzuron and deltamethrin in French codling moth populations (*Cydia pomonella*). *Pest Management Science* 56: 74-82.

- Sikora, E., J. Kemble, G. Zehnder, W. Goodman, M. Andrianifahanana, E. Bauske, y J. Murphy 2002. Using On-farm Demonstrations to Promote Integrated Pest Management Practices in Tomato Production. *HortTechnology* 12 (3): 485-488.
- Simmons, C.L., L.P. Pedigo y M.E. Rice 1998. Evaluation of seven sampling techniques for wireworms (Coleoptera: Elateridae). *Entomology* 27: 1062 -1068.
- Shaw, P., J. Walker, C. Wearing y S. Bradley 2000. Integrated Fruit Production for New Zealand Pipfruit: Pest Management. *Acta Horticulturae (ISHS)* 525:79-84.
- Shearer, P. y K. Usmani 2001. Sex-related response to organophosphorus and carbamate insecticides in adult Oriental fruit moth, *Grapholita molesta*. *Pest Management Science* 57: 822-826.
- Smith, R. y W. Allen 1954. Insect control and the balance of nature. *Scientific American* 190: 38-43.
- Smith, R. y H.T. Reynolds 1966. Principles, definitions and scope of integrated pest control. *Proceedings FAO Symposium on Integrated Pest Control, Rome, Italy.* pp 11-17.
- Stavisky, J., J. Funderburk, B. Brodbeck, S. Olson y P. Andersen 2002. Population Dynamics of *Frankliniella* spp. and Tomato Spotted Wilt Incidence as Influenced by Cultural Management Tactics in Tomato. *Journal of Economic Entomology* 95: 1216-1221.
- Stern, V.M., R.F. Smith, R. Van den Bosch y K.S. Hagen 1959. The integrated control concept. *Hilgardia* 29: 81-101.
- Tapia, D. 2006. Competencia entre *Myzus persicae* sensu stricto y *Myzus persicae nicotianae*. Tesis de Magíster en Ciencias Biológicas con Mención en Ecología y Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.
- Trimble, R., D. Pree, y N Carter 2001. Integrated Control of Oriental Fruit Moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Peach Orchards Using Insecticide and Mating Disruption. *Journal of Economic Entomology* 94: 476-485.
- Van Driesche, R.G. y T.S. Bellows 1996. *Biological Control*. New York: Chapman Hall; 539 p.
- Van Driesche, R., J. Mason, S. Wright y R. Prokopy 1998. Effect of Reduced Insecticide and Fungicide Use on Parasitism of Leafminers (Phyllonorycter spp.) (Lepidoptera: Gracillariidae) in Commercial Apple Orchards. *Environmental Entomology* 27: 578-582.
- van Emden H.F., V.F Eastop, R.D. Hughes y M.I. Way 1969. The ecology of *Myzus persicae*. *Annual Review of Entomology* 14:197-270.
- Venkata, G., P Reddy y A. Guerrero 2000. Pheromone-based integrated pest management to control the diamondblack moth *Plutella xylostella* in cabbage fields. *Pest Management Science* 56: 882-888.
- Way, M. y H. Van Edmen 2000. Integrated pest management in practice – pathways towards successful application. *Crop Protection* 19: 81-103.
- Williams, I.C., W. Van der Werf, A.M. Dewar y A.F.G. Dixon 1999. Factors affecting the relative abundance of two coexisting aphid species on sugar beet. *Agricultural and Forest Entomology* 1: 119-125.
- Weber, G 1986. Ecological genetics of host plant exploitation in the green peach aphid, *Myzus persicae*. *Entomología Experimentalis et Applicata* 40 : 161-168.

Wisniewska, J. y R Prokopy 1997. Pesticide effect on faunal composition, abundance, and body length of spiders (Araneae) in apple orchards. *Environmental Entomology* 26: 763-776.

Zada, A., E. Dunkelblum, M. Harel, F. Assael, S. Gross y Z. Mendel 2004. Sex pheromone of the citrus mealybug *Planococcus citri*: synthesis and optimization of trap parameters. *Journal of Economic Entomology* 97: 361- 368.

FIGURAS

Figura 1

Experimento 1a: Tasa neta de reproducción (R) de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*, en ausencia y presencia del otro taxón (coexistencia), transcurridos 10 días. Inicialmente los áfidos fueron dispuestos solos y en interacción entre ápteros *M. persicae* s.str. y alados de *M. persicae nicotianae* sobre hojas alternas consecutivas del hospedero. Las barras blancas representan ausencia del otro taxón y las barras negras presencia del otro taxón. Letras minúsculas distintas denotan diferencias significativas. Las letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre taxones. No diferencias significativas en coexistencia esta representado por ns. Las comparaciones estadísticas se realizaron con un ANDEVA de dos vías y pruebas *a posteriori* de Tukey.

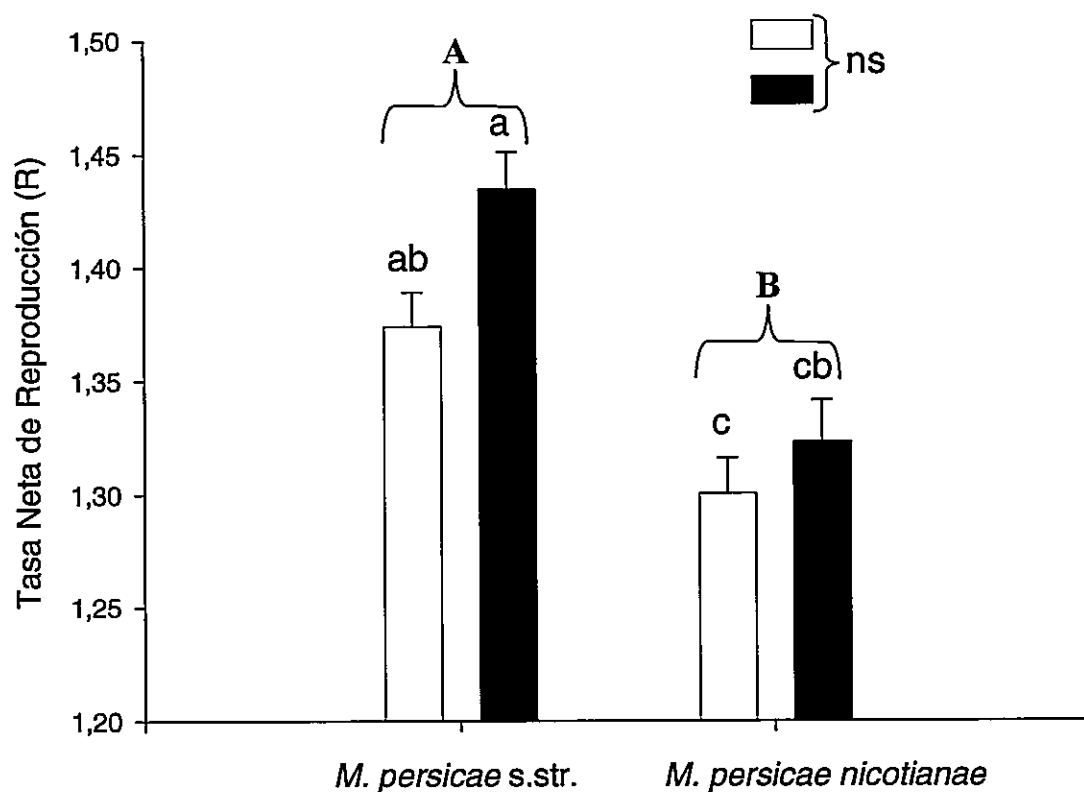


Figura 2

Experimento 1b: Tasa neta de reproducción (R) de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*, en ausencia y presencia del otro taxón (coexistencia), transcurridos 10 días. Inicialmente los áfidos fueron dispuestos en la parte inferior y/o superior del hospedero y en interacción entre ápteros de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*. Las barras blancas representan ausencia del otro taxón y las barras negras presencia del otro taxón. Letras minúsculas distintas denotan diferencias significativas. Las letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre taxones. Las comparaciones estadísticas se realizaron con un ANDEVA de dos vías no-paramétrico (prueba de Scheirer-Ray-Hare) y pruebas a posteriori de Tukey.

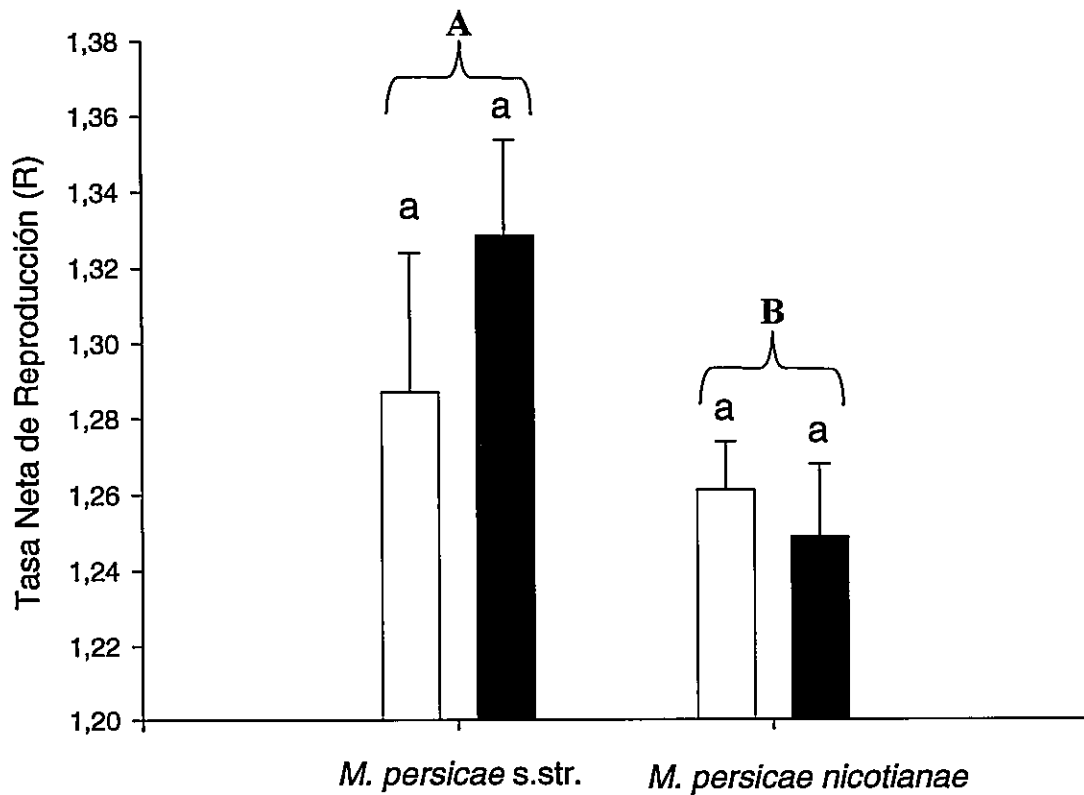


Figura 3

Experimento 1b: Número de áfidos de *M. persicae* s.str. según partes del hospedero (zona de brote, zona superior y zona inferior), en ausencia o presencia de *M. persicae nicotianae* (coexistencia), transcurridos 10 días. Inicialmente los áfidos fueron dispuestos en la parte inferior y/o superior del hospedero y en interacción entre ápteros de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*. Las barras blancas indican la zona de brote, las barras grises la zona superior y las barras negras zona inferior. Letras distintas denotan diferencias significativas. El análisis estadístico realizado fue un ANDEVA de dos vías no-paramétrico (prueba de Scheirer-Ray-Hare) y pruebas *a posteriori* de Tukey.

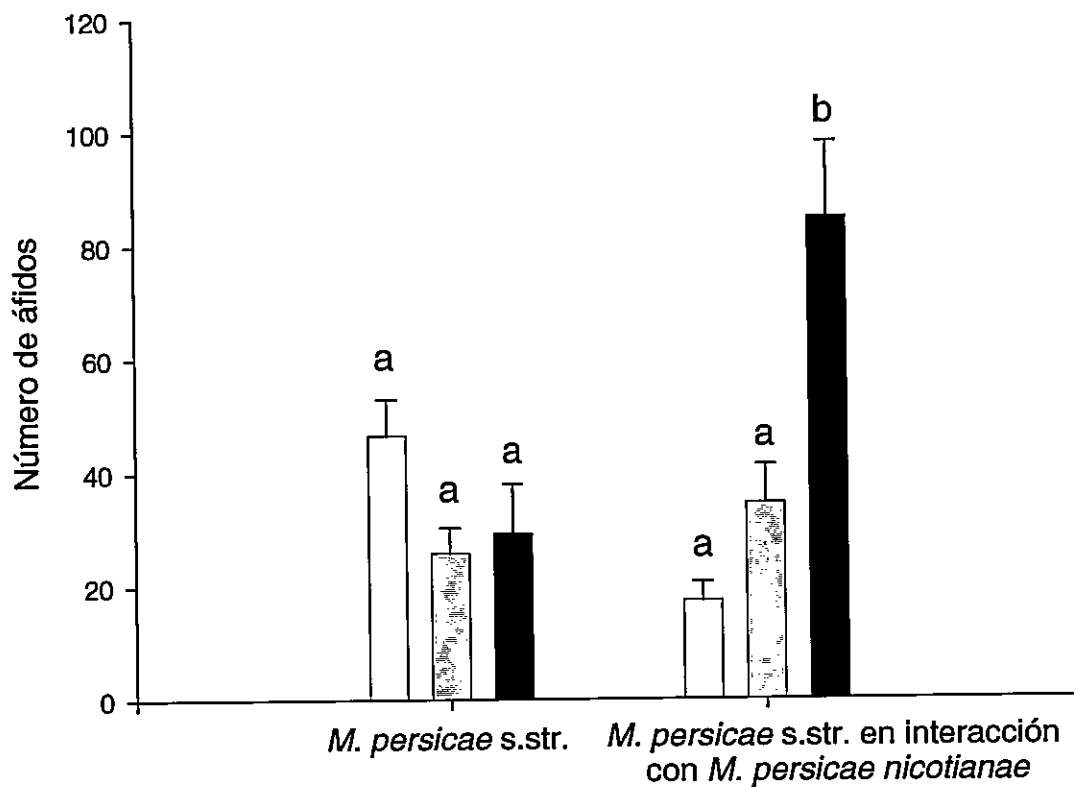


Figura 4

Experimento 1b: Número de áfidos de *M. persicae nicotianae* según partes del hospedero (zona de brote, zona superior y zona inferior), en ausencia o presencia de *M. persicae* s.str. (coexistencia), transcurridos 10 días. Inicialmente los áfidos fueron dispuestos en la parte inferior y/o superior del hospedero y en interacción entre ápteros de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*. Las barras blancas indican la zona de brote, las barras grises la zona superior y las barras negras la zona inferior. Letras distintas denotan diferencias significativas. El análisis estadístico realizado fue un ANDEVA de dos vías no-paramétrico (prueba de Scheirer-Ray-Hare) y prueba *a posteriori* de Tukey.

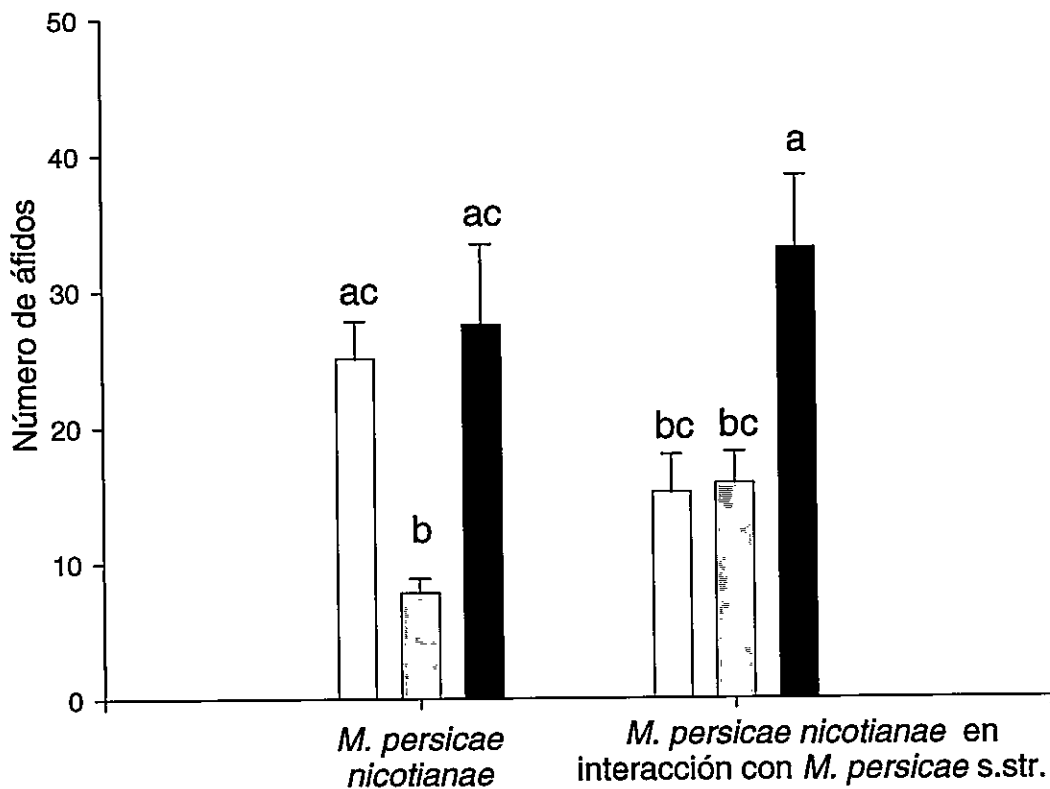


Figura 5

Experimento 1c: Tasa neta de reproducción (R) de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*, ubicados inicialmente sobre la misma hoja, en presencia y ausencia del otro taxón (coexistencia), transcurridos 10 días. Inicialmente los áfidos fueron dispuestos sobre la misma hoja del hospedero y en interacción entre ápteros de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*. Las barras blancas representan ausencia del otro taxón y las barras negras presencia del otro taxón. Letras distintas expresan diferencias significativas. Las comparaciones estadísticas se realizaron con un ANDEVA de dos vías no-paramétrico (prueba de Scheirer-Ray-Hare) y pruebas *a posteriori* de Tukey.

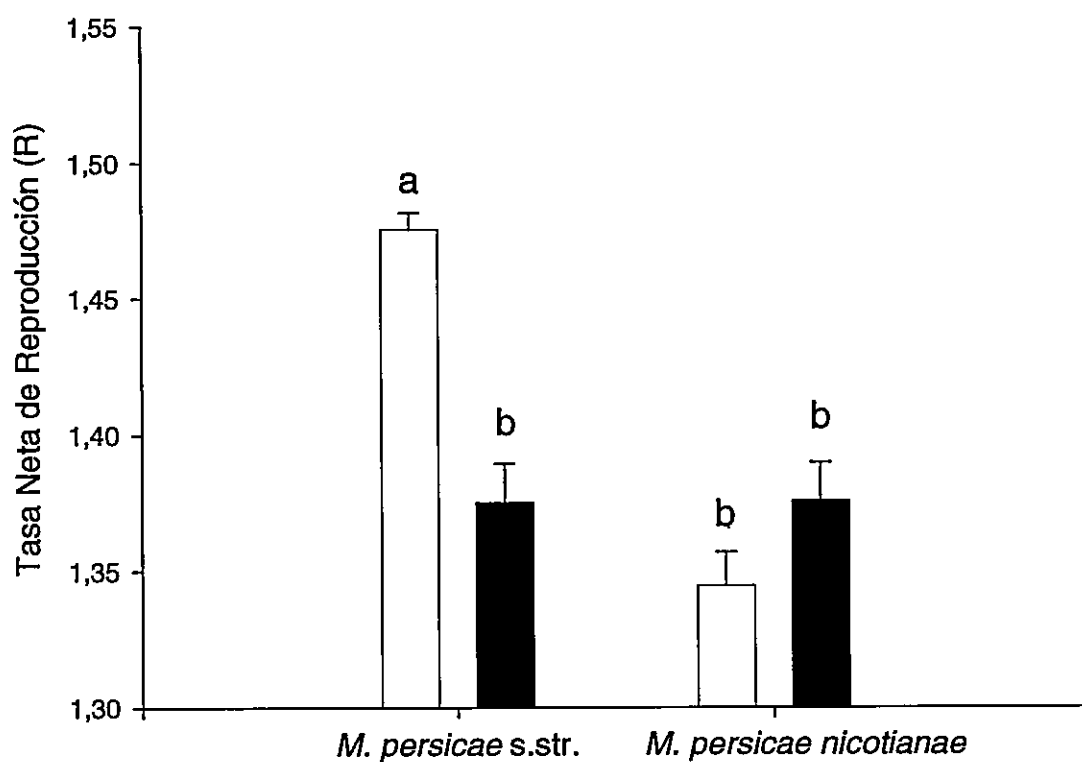


Figura 6

Experimento 1c: Número de áfidos de *M. persicae* s.str. según su ubicación final sobre el hospedero (zona de brote, zona superior y zona inferior), en ausencia o presencia de *M. persicae nicotianae* (coexistencia), transcurridos 10 días. Inicialmente los áfidos fueron dispuestos sobre la misma hoja del hospedero y en interacción entre ápteros de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*. Las barras blancas indican la zona de brote, las barras grises la zona superior y las barras negras la zona inferior. Distintas letras denotan diferencias significativas. El análisis estadístico realizado fue un ANDEVA de dos vías no-paramétrico (prueba de Scheirer-Ray-Hare) y prueba *a posteriori* de Tukey.

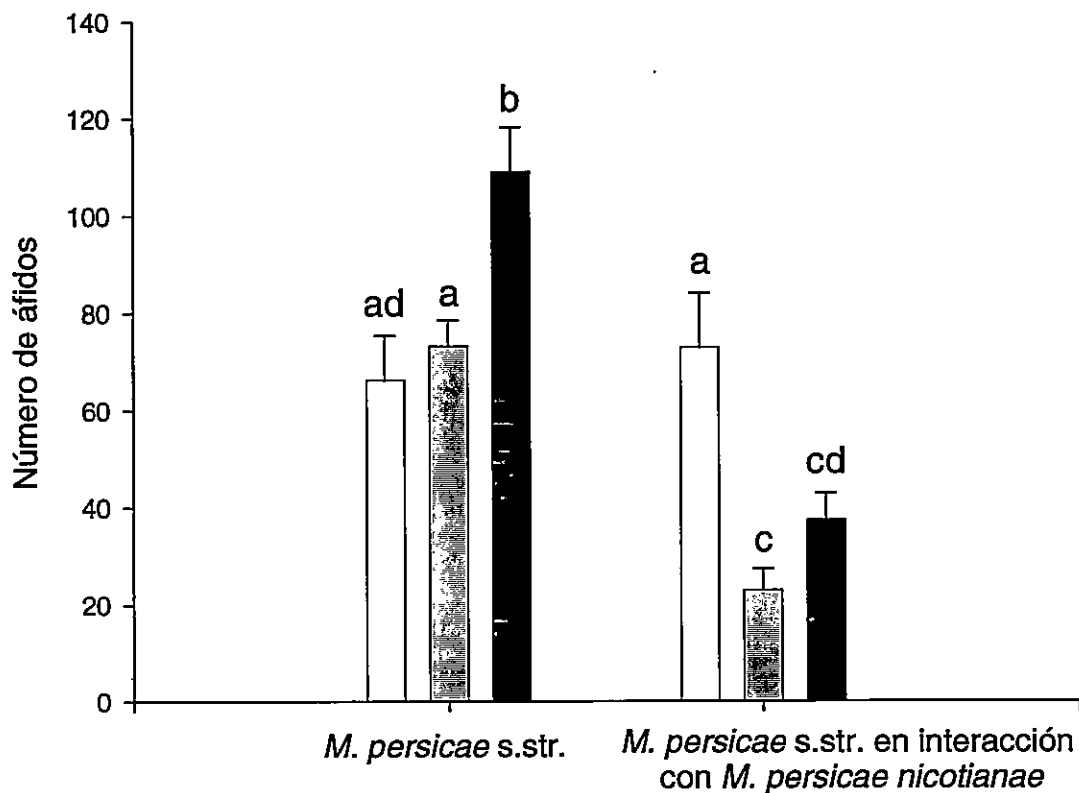


Figura 7

Experimento 1c: Número de áfidos de *M. persicae nicotianae* según su ubicación final sobre el hospedero (zona de brote, zona superior y zona inferior), en ausencia o presencia de *M. persicae* s.str. (coexistencia), transcurridos 10 días. Inicialmente los áfidos fueron dispuestos sobre la misma hoja del hospedero y en interacción entre ápteros de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*. Las barras blancas indican la zona de brote, las barras grises zona superior y las barras negras la zona inferior. Distintas letras denotan diferencias significativas. El análisis estadístico realizado fue un ANDEVA de dos vías no-paramétrico (prueba de Scheirer-Ray-Hare) y pruebas *a posteriori* de Tukey.

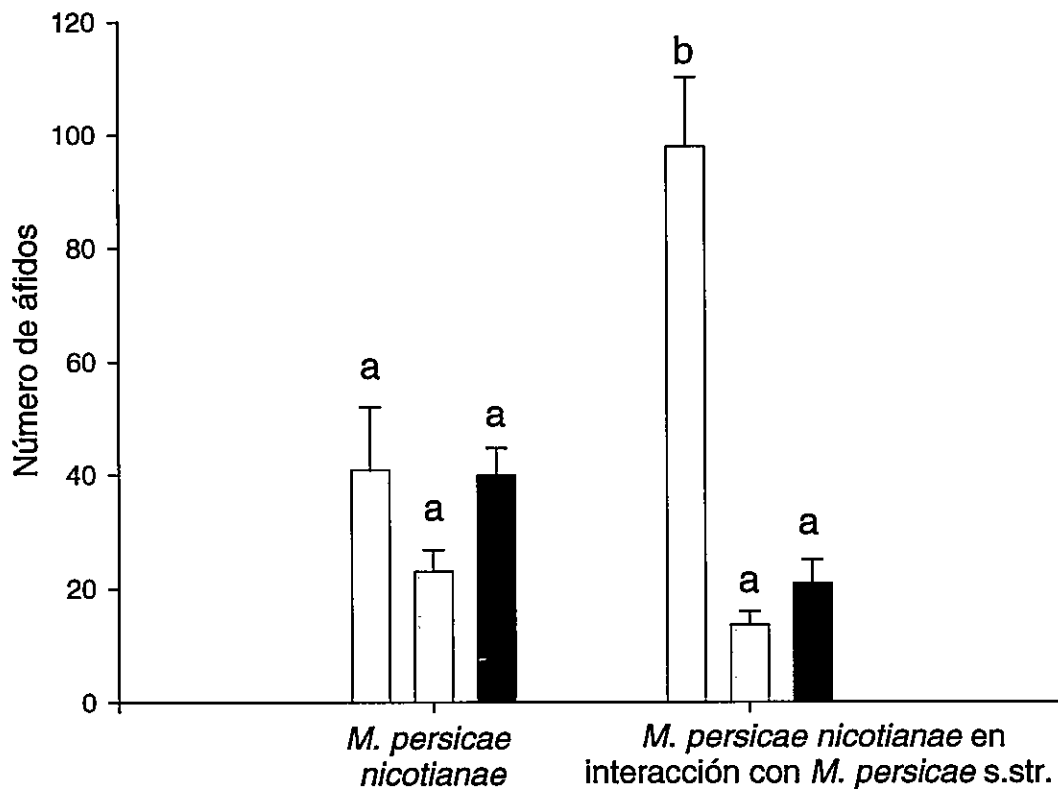
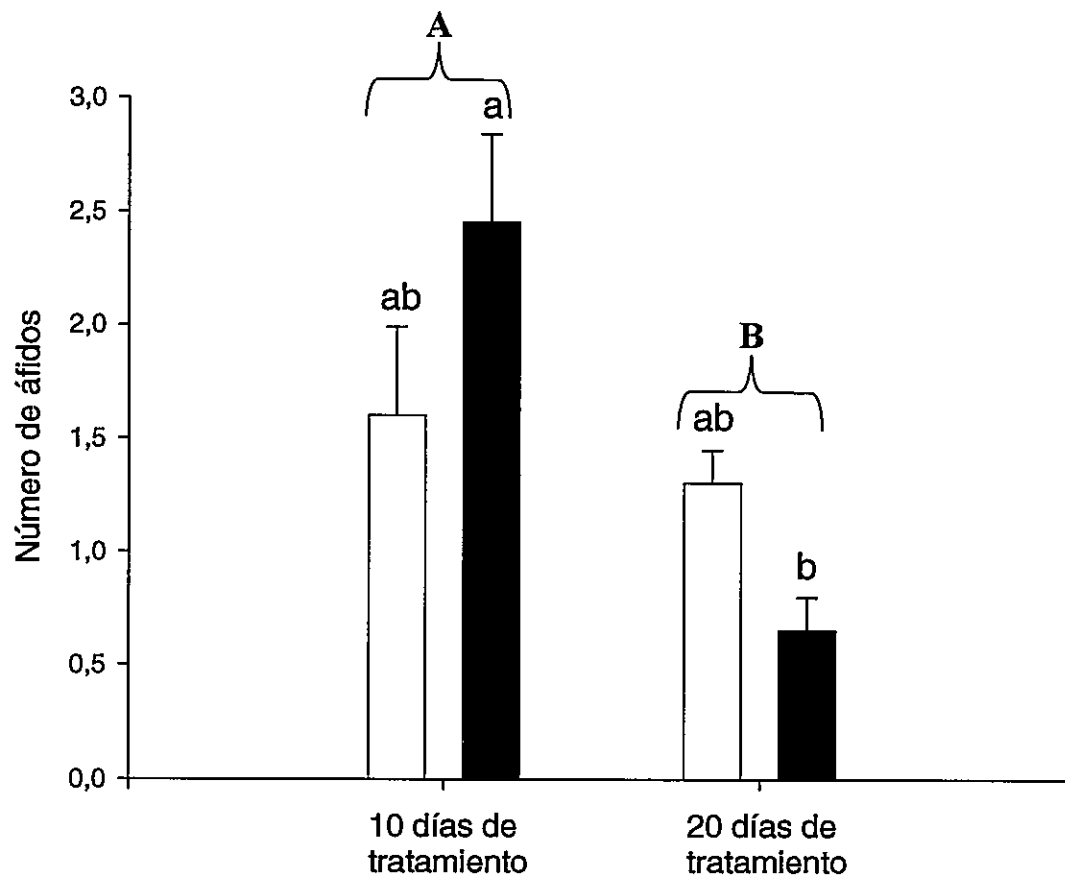


Figura 8

Experimento 2: Número de áfidos alados de *M. persicae nicotianae* sobre plantas con distintos periodos de pre-infestación con *M. persicae* s.str. (10 o 20 días). Las barras blancas representan las plantas pre-infestadas y las barras negras las plantas sin infestación previa. Letras minúsculas distintas denotan diferencias significativas. Las letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre días de tratamiento. El análisis estadístico realizado fue un ANDEVA de dos vías no-paramétrico (prueba de Scheirer-Ray-Hare) y pruebas *a posteriori* de Tukey.



TABLAS

Tabla 1.

Tabla de ANDEVA para el análisis obtenido del Experimento 1a, al analizar los factores taxón y coexistencia sobre la tasa neta de reproducción entre *M. persicae* s.str. y *M. persicae nicotianae*.

Factores	gl	MS	F	p
Taxón (1)	1	0,17	31,45	<0,001
Coexistencia (2)	1	0,04	6,40	0,01
Interacción (1 x 2)	1	0,01	1,33	0,25
Residual	76	<0,01		
Total	79	<0,01		

Tabla 2.

Tabla de Scheirer-Ray-Hare para el análisis obtenido del Experimento 1b, al analizar los factores coexistencia y posición inicial sobre la tasa neta de reproducción para *M. persicae* s.str. y para *M. persicae nicotianae*.

Factores	<i>M. persicae</i> s.str.				<i>M. persicae nicotianae</i>			
	gl	MS	H	P	gl	MS	H	p
Coexistencia (1)	1	0,03	0,86	0,36	1	0,003	0,29	0,59
Posición inicial (2)	1	0,03	0,79	0,38	1	0,001	0,12	0,72
Interacción (1 x 2)	1	0,03	0,62	0,43	1	0,03	3,64	0,06
Residual	76	0,04			76	0,01		
Total	79	0,04			79	0,01		

Tabla 3.

Tabla de Scheirer-Ray-Hare para el análisis obtenido del Experimento 1b, al analizar los factores taxón y coexistencia sobre la tasa neta de reproducción entre *M. persicae* s.str. y *M. persicae nicotianae*.

Tabla Scheirer-Ray-Hare

Factores	gl	MS	H	P
Taxón (1)	1	0,11	4,34	0,04
Coexistencia (2)	1	0,01	0,32	0,57
Interacción (1 x 2)	1	0,01	1,12	0,29
Residual	156	0,03		
Total	159	0,03		

Tabla 4.

Tabla de Scheirer-Ray-Hare para el análisis obtenido del Experimento 1b, al analizar los factores coexistencia y partes del hospedero sobre el número de áfidos de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*.

Factores	<i>M. persicae</i> s.str.				<i>M. persicae nicotianae</i>			
	gl	MS	H	P	gl	MS	H	p
Coexistencia (1)	1	8.272	2,84	0,09	1	93	0,15	0,70
Partes del hospedero (2)	2	18.009	12,36	<0,001	2	6.832	21,51	<0,001
Interacción (1 x 2)	2	36.006	24,74	<0,001	2	1.876	5,91	0,003
Residual	234	2.475			234	573		
Total	239	2.910			239	635		

Tabla 5.

Tabla de Scheirer-Ray-Hare para el análisis obtenido del Experimento 1c, al analizar los factores taxón y coexistencia sobre la tasa neta de reproducción entre *M. persicae* s.str. y *M. persicae nicotianae*.

Factores	gl	MS	H	P
Taxón (1)	1	0,08	15,62	<0,001
Coexistencia (2)	1	0,02	4,44	0,03
Interacción (1 x 2)	1	0,09	15,93	<0,001
Residual	76	<0,01		
Total	79	<0.01		

Tabla 6.

Tabla de Scheirer-Ray-Hare para el análisis obtenido del Experimento 1c, al analizar los factores coexistencia y partes del hospedero sobre el número de áfidos de *M. persicae* s.str. y de *M. persicae nicotianae*.

Factores	<i>M. persicae</i> s.str.				<i>M. persicae nicotianae</i>			
	gl	MS	H	P	gl	MS	H	p
Coexistencia (1)	1	44.198	21,88	<0,001	1	2.698	1,63	0,20
Partes del hospedero (2)	2	7.364	7,29	<0,001	2	28.434	34,54	<0,001
Interacción (1 x 2)	2	16.326	16,17	<0,001	2	17.133	20,81	<0,001
Residual	114	1.305			114	895		
Total	119	2.019			119	1.646		

Tabla 7.

Tabla de Scheirer-Ray-Hare para el análisis obtenido del Experimento 2, al analizar los factores infestación previa y días de tratamientos (10 o 20 días) sobre el número de alados de *M. persicae nicotianae*.

Factores	gl	MS	H	P
Infestación previa (1)	1	0,20	0,05	0,82
días de tratamientos (10 o 20 días) (2)	1	22,05	6,05	0,02
Interacción (1 x 2)	1	11,25	3,09	0,08
Residual	76	3,35		
Total	79	3,65		