

I. BIOLOGÍA Y CONTROL BIOLÓGICO DE LAS MOSCAS BLANCAS*

Aristóbulo López-Ávila¹

Durante los últimos 15 años las moscas blancas han pasado de ser plagas secundarias a ser las plagas de mayor importancia en un gran número de cultivos, tanto en campo abierto o bajo invernaderos alrededor del mundo. La gravedad de los daños ocasionados por esta plaga y la dificultad para controlarla han obligado a los investigadores y productores, a grandes esfuerzos en la búsqueda de alternativas para su manejo.

De las más de 1.200 especies de moscas blancas descritas en el mundo (Mound y Halsey 1978, Blink-Moenen y Mound 1990), solo unas pocas están registradas como plagas de importancia económica en cultivos. Dos o tres especies recientemente han adquirido tal importancia económica, que han llegado a ser consideradas como super-plagas en regiones como en California y otros lugares del sur de los Estados Unidos, y algunos países de la cuenca del Caribe y el Medio Oriente. *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius) hasta hace muy poco eran las dos especies de mayor importancia económica, pero a partir de los años 90, la que se consideraba como la raza de las poinsetias o biotipo de *B. tabaci* fue descrita como una nueva especie en California, con el nombre de *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring) (Perring *et al.*, 1993a) muy similar morfológicamente a *B. tabaci* pero con características de daño mucho más severas y responsabilidad por pérdidas de más de US\$ 500 millones por año, en la producción agrícola de USA durante los años 90 (Perring *et al.*, 1993b).

En Colombia, igual que en el resto del mundo, las moscas blancas empezaron a adquirir mayor importancia a comienzos de la década de los 90. De las cerca de 1.200

* Conferencia presentada en el Seminario Tecnológico sobre Mosca Blanca, Centro de Investigación Natama, Corpoica, Espinal-Tolima; 10 de noviembre de 2004.

1 Investigador Principal Programa de Investigación en Manejo Integrado de Plagas -MIP- Corpoica. Centro de Investigación Tibaitatá, Apartado Aéreo 240142 Bogotá, D.C. Email: alopez@corpoica.org.co

especies de moscas blancas registradas en el mundo por Mound y Halsey en 1978, solo tres especies se mencionan en Colombia, pero Saldarriaga y Posada (1993) presentan registros de 62 especies identificadas, infestando plantas cultivadas y silvestres y por lo menos otras 64 Aleyrodidos sin determinar que presentan registros de plantas hospedantes, lugar de ocurrencia y colector, la mayoría de ellas se encuentran en la Colección Taxonómica Nacional de Insectos "Luis María Murillo" en el Centro de Investigación Tibaitatá. Sin embargo, también en Colombia las especies que revisten importancia económica como plagas de los cultivos son relativamente pocas y solo recientemente han venido siendo estudiadas con algún detalle y profundidad en su biología, hábitos, enemigos naturales y búsqueda de alternativas para su control (Vargas *et al.*, 1995; García y López-Ávila 1997, 1998; Rodríguez y Cardona 2001; Quintero *et al.*, 2001; Cardona *et al.*, 2001; Rendón *et al.*, 2001; López-Ávila *et al.*, 2001; Rojas *et al.*, 2003; Manzano *et al.*, 2003; Alean *et al.*, 2004; Holguín y Bellotti 2004; Garzón 2004).

El control biológico se presenta como una de las alternativas más promisorias dentro de los programas de manejo integrado, soportado por los éxitos hasta ahora logrados y el avance en conocimiento básico sobre los tres principales grupos de enemigos naturales: parasitoides, depredadores y hongos entomopatógenos. Los estudios sobre estos agentes incluyen principalmente trabajos sobre biología, ciclos de vida y comportamiento de varias especies de parasitoides, depredadores e información amplia sobre hongos entomopatógenos (López-Ávila, 1986, 1988; López-Ávila *et al.*, 2001; Gerling, 1990; Polaszek *et al.*, 1992).

En este capítulo se revisa la información más reciente sobre los anteriores aspectos y se analizan las perspectivas para su implantación y uso en el manejo de los problemas de mosca blanca, con énfasis en las condiciones de Colombia.

1.1 MOSCAS BLANCAS: BIOLOGÍA Y HÁBITOS

A pesar del gran número de especies de mosca blancas descritas y de los registros en Colombia, las especies más frecuentes y de mayor importancia económica en los diferentes sistemas agrícolas en el país son *Bemisia tabaci* (incluido el biotipo B. descrita como *Bemisia argentifolii*), *Trialeurodes vaporariorum* y *Aleurotrachelus socialis* Bondar. Algunas otras especies son plagas tanto en cultivos anuales como en perennes, como la mosca lanuda *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) y la mosca negra *Aleurocanthus woglumi* Asby en cítricos pero poco han sido estudiadas y no se tiene información sobre su biología ni daños causados a los cultivos sobre los que se registran.

Bemisia tabaci es quizá una de las especies plaga más polífagas, registrada en gran número de cultivos de importancia económica y en más de 500 especies diferentes

de plantas (Greathead, 1986). En los diferentes cultivos, además del daño directo causado por la alimentación de ninfas y adultos es considerada la responsable de la transmisión de un amplio número de virus causantes de enfermedades y grandes pérdidas en los cultivos.

Por su parte la mosca blanca de los invernaderos *T. vaporariorum* también ha sido registrada en más de 250 especies de plantas y en la mayoría de cultivos de importancia económica, aunque no hay suficiente información sobre la transmisión de virus por esta especie; se cree que es la responsable de la transmisión de por lo menos cinco enfermedades virales entre las que sobresale el amarillamiento de venas de la papa. Entre las ocho especies de mosca blanca registradas en el cultivo de la yuca en Colombia, *A. socialis* es considerada la de mayor importancia económica pues en campos experimentales causa pérdidas en rendimiento hasta de un 97% (Alean *et al.*, 2004)

Resumiendo ampliamente la biología y ciclo de vida de las moscas blancas y con especial referencia a *B. tabaci* se tiene que:

- El huevo es de forma oval sub elíptico y delgado (en punta) hacia el extremo distal, amplio en la base provista de una especie de peciolo, que le sirve de anclaje, ya que la hembra al ovipositar introduce esa estructura en el tejido de la planta. Mide en promedio 0,211 mm de largo y 0,096 mm de ancho en la parte más ancha. Son puestos en el envés de las hojas, algunas veces en grupos en círculos o semicírculos, dependiendo de la textura de la superficie de la hoja, por la hembra que oviposita mientras gira alrededor de su estilete introducido en punto de alimentación. Los huevos recién puestos tienen un corion suave y amarillento brillante, cubiertos por un polvillo blanco proveniente de las alas de hembra. El período de incubación varía con la temperatura y la humedad, a 25°C y 75% de HR la duración del estado de huevo es de seis a siete días.

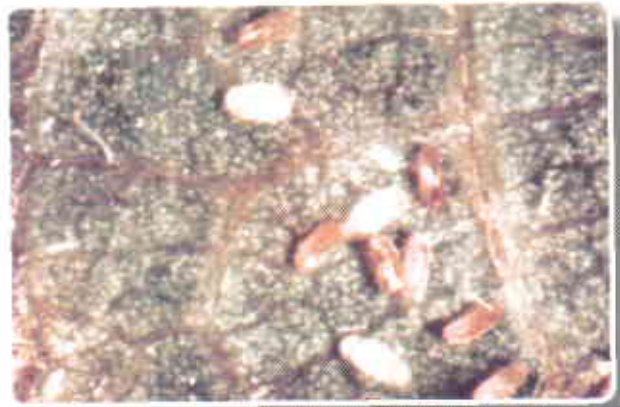


Figura 1.
Huevos y ninfas de *B. tabaci*.

- La ninfa pasa por cuatro instares y un estado conocido como pupa al final del cuarto instar. Una vez eclosionado el huevo emerge una pequeña ninfa que mide alrededor de 0,27 mm de largo, es móvil y se desplaza sobre la superficie de la hoja hasta que encuentra un lugar apropiado para alimentarse, introduce su pico y se fija allí donde transcurrirá el resto del estado



Figura 2.
Pupas de *A. socialis*.



Figura 3.
Ninfas y pupas de *B. tabaci*.

de ninfa sin volverse a desplazar. Los diferentes instares se diferencian principalmente por cambios en el tamaño y la acumulación de sustancias cerosas sobre su cuerpo. Una vez terminado el estado de ninfa, que bajo las condiciones mencionadas, dura de 15 a 17 días, emerge el adulto por una abertura dorsal en forma de "T" invertida.

- El adulto de la mosca blanca (*B. tabaci*) recién emergido presenta el cuerpo blando y una coloración blanco amarillento, pero después de unas pocas horas cambia a completamente blanco debido a la acumulación de polvo de cera sobre el cuerpo y las alas. El cuerpo de las hembras mide aproximadamente 1 mm de largo y el de los machos un poco menos. El adulto presenta dos pares de alas cubiertas de polvo de cera y que sobrepasan la longitud del cuerpo. La duración del estado adulto varía considerablemente de machos a hembras, siendo de

cinco a 15 días para los primeros y de cinco a 32 para las hembras en las condiciones antes descritas. Algunos estudios indican que una hembra es capaz de ovipositar hasta 300 huevos durante su vida y que los huevos de hembras vírgenes producen machos, mientras que las que han copulado dan origen a los dos sexos. En condiciones tropicales, *B. tabaci* puede tener de 11 a 15 generaciones por año.

1.2 DAÑO

Como ya se mencionó, las moscas blancas causan pérdidas económicas tanto por daño directo como indirecto. El daño directo es causado por las ninfas y adultos que

pican y extraen la savia de las plantas. Altras poblaciones alimentándose en el follaje pueden afectar los procesos fisiológicos de las plantas produciendo debilitamiento, amarillamiento, deformación del follaje y hasta defoliación. Como consecuencia de este daño puede presentarse una reducción seria en los rendimientos de cultivos como el algodón.

Los daños indirectos son producidos por diferentes causas. En primer lugar la acumulación sobre las diferentes estructuras de las plantas, de las secreciones azucaradas (miel de rocío) producidas tanto por las ninfas como por los adultos, favorece el crecimiento de la fumagina (hollín) que interfiere y reduce la fotosíntesis y otros procesos fisiológicos. En cultivos de hortalizas y frutales la fumagina ensucia los frutos y daña su calidad y en algodón las pérdidas en calidad por el manchado de la fibra y los problemas en las desmotadoras pueden llegar a ser el daño económico más grave causado por la mosca blanca.

1.3 PARASITOIDES

Los parasitoides son insectos que se desarrollan durante su estado larval en los tejidos de otros artrópodos a los cuales terminan matando. Varios trabajos han sido adelantados como contribución a aclarar la taxonomía y conocimiento de los parasitoides de las principales especies de moscas blancas (Viggiani & Mazzone 1979,1982, Viggiani & Battaglia 1983; Viggiani 1989; López-Ávila 1987; Gerling 1990; Polaszek *et al.*, 1992; López-Ávila *et al.*, 2001). Sin embargo, la información sobre las especies en el neotrópico es todavía escasa y pocos trabajos han sido realizados en la biología de las especies reportadas.

Gerling (1990) presenta la Tabla 1, en la que resume la posición taxonómica de los géneros de parasitoides que atacan moscas blancas y una clave para estos seis géneros. Polaszek *et al.*, 1992 proponen una clave para las especies del género *Encarsia* que atacan a *B. tabaci*.

De los seis géneros reportados (Tabla 1) como parasitoides de las moscas blancas, *Encarsia*, *Eretmocerus* y *Amitus*, son considerados como los más promisorios en los programas de control biológico de *T. vaporariorum* y *B. tabaci* y son los más estudiados en sus aspectos biológicos e interacciones planta-plaga-parasitoide, siendo por mucho *Encarsia formosa* Gahan, la especie mejor conocida y más estudiada.

1.3.1 *Encarsia*

Este género contiene más de 150 especies que se desarrollan como parasitoides en Diaspididae y Aleyrodidae (Viggiani & Mazzone, 1979), algunos en forma uniparental

TABLA 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS PARASITOIDES DE LAS MOSCAS BLANCAS (GERLING, 1990)

Género	Familia	Superfamilia	Observaciones
<i>Amitus</i>	Platygasteridae	Prototrupoidea	
<i>Azotus</i>	Aphelinidae	Chalcidoidea	
<i>Cales</i>	Aphelinidae	Chalcidoidea	
<i>Encarsia</i>	Aphelinidae	Chalcidoidea	Incluye: <i>Aleurodiphilus</i> , <i>Aspidiotiphagus</i> , <i>Prospaltela</i> y <i>Trichaporus</i>
<i>Eretmocerus</i>	Aphelinidae	Chalcidoidea	
<i>Euderomphale</i>	Eulophidae	Chalcidoidea	Incluye: <i>Aleurodiphagus</i> y <i>Cardiogaster</i>

y otras biparental. En ambos grupos las hembras se desarrollan como parasitoides primarios a partir de huevos diploides puestos dentro del cuerpo de las ninfas de mosca blanca preferiblemente en tercer y cuarto instar (López-Ávila, 1988). El huevo es himenopteriforme y flota dentro del cuerpo del huésped. Normalmente un huevo es depositado por cada huésped. Se ha encontrado que las hembras son capaces de discriminar entre huéspedes previamente parasitados y los no parasitados, sin embargo, en condiciones de confinamiento más de un huevo puede ser puesto en un sólo huésped, pero solo una larva se desarrolla completamente. La larva de *Encarsia* pasa por tres instares en su desarrollo, alimentándose de todo el contenido interno del cuerpo del huésped. Terminado el período larval el parasitoide descarga el meconio a lo largo del margen interior de la piel vacía del huésped. La pupa se forma llenando toda la cavidad del huésped, tomando la misma posición ventral de éste, pero terminado el periodo de pupa, el nuevo adulto gira a una posición dorsal para perforar un hueco de salida en la parte dorso anterior del huésped. La piel que cubre la pupa del parasitoide en algunas especies es marrón oscura o negra, aunque los adultos sean de color amarillo claro (*E. cibencis*) pero en otras especies esa cubierta es transparente. Igualmente algunas especies como *E. formosa* producen una melanización completa de la piel del huésped como en *T. vaporariorum* pero no lo hacen en otros huéspedes como *B. tabaci* (López-Ávila, 1988). En las especies biparentales, los machos se desarrollan como hiperparasitoides sobre larvas bien desarrolladas o pupas hembras de su propia especie o especies relacionadas (*E. adrianae* y *E. cibencis*).

1.3.2 *Eretmocerus*

Todas las especies conocidas en este género son endoparasitoides solitarios de ninfas de mosca blanca (Gerling, 1990). Los huevos son depositados debajo del cuerpo

de la ninfa y al hacer eclosión la larva en primer instar, penetra en el cuerpo del huésped. La larva de este parasitoides también pasa por tres instares en su desarrollo y se alimenta de los fluidos internos del huésped. No descarga meconia al final del período y las sustancias de desecho sólo son descargadas a la salida del adulto, que emerge por un hueco que hace en la parte anterodorsal de la piel vacía del huésped. Los machos se desarrollan como parasitoides primarios en un período más corto que las hembras. La mayoría de las especies conocidas son arrenotoquicas pero algunos casos de teliotoquia han sido registrados (Gerling, 1966).

1.3.3 *Amitus*

Los estudios con este género son un poco más escasos que en los dos anteriores. Algunas especies se desarrollan en forma gregaria con tres o cuatro adultos del parasitoides por cada huésped, pero las especies registradas atacando *T. vaporariorum* y *B. tabaci* son solitarias. *Amitus fuscipennis* (MacGown & Nebeker) es una especie estudiada en Colombia y considerada como uno de los enemigos naturales más promisorios para el control de *T. vaporariorum* en condiciones de campo. La hembra de *Amitus* deposita el huevo por debajo del cuerpo de la ninfa y la larva se desarrolla como endoparasitoides, pasando por tres instares, pupa dentro de la piel vacía del cuarto instar de la mosca blanca y la pupa está envuelta en una piel de color negro y no melanizada la piel huésped como lo hace *E. formosa*.

1.3.4 Longevidad y oogénesis

En cuanto a estos dos aspectos existe relativamente amplia información disponible, para varias especies en los tres géneros (Viggiani & Mazzone, 1978; Vet & Van Lenteren, 1981; López-Ávila, 1988). La longevidad del estado adulto está directamente relacionada con la fisiología de la reproducción. Las hembras en las especies proovigénicas viven poco tiempo mientras depositan la carga de huevos con la que emergen, mientras que en las especies sinovigénicas la longevidad es mayor. En general las hembras viven más tiempo que los machos y la longevidad está ampliamente relacionada con algunos aspectos como la cópula, la alimentación, la disponibilidad de huéspedes y las condiciones ambientales (temperatura) (Gerling 1990).

De los tres géneros aquí mencionados, las hembras de *Amitus*, son proovigénicas y viven solo unos pocos días, mientras que en *Encarsia* y *Eretmocerus* son sinovigénicas y la longevidad de las hembras sobrepasa los 20 días, a temperaturas al rededor de los 20 °C aumenta hasta más de 50 días a medida que la temperatura disminuye hasta los 14 °C. Durante este tiempo cada hembra es capaz de ovipositar más de 200 huevos, pero el período más fértil ocurre durante los primeros 20 días.

1.3.5 Huéspedes: Rango, alimentación e instar atacado

El rango de huéspedes ha sido particularmente estudiado para especies que atacan a *B. tabaci* y *T. vaporariorum*. (López-Ávila, 1986; Gerling, 1990) Un análisis de esos estudios muestra que ambas especies son atacadas por parasitoides locales que no se encuentran en sus áreas de origen; varios ejemplos son citados por Gerling (1990) que soportan las ventajas de las nuevas asociaciones. Sin embargo, en términos generales puede considerarse que el rango de huéspedes para cada especie de parasitoide es estrecho.

La fuente más común de proteína para los parasitoides adultos, son los fluidos del cuerpo del huésped, los cuales pueden ser obtenidos de diferentes maneras por las hembras. Jervis & Kidd (1986) hacen una revisión amplia de las formas como los parasitoides himenópteros se alimentan de sus huéspedes. Resumiendo este trabajo, ellos clasifican la forma como las avispas obtienen el alimento de acuerdo al daño que hacen al huésped en: destructivas y no destructivas y si la oviposición ocurre durante este proceso, en el mismo huésped o no, en concurrente y no concurrente. De acuerdo con las observaciones hechas en los grupos aquí incluidos, *Encarsia* y *Eretmocerus*, muestran hábito de alimentación sobre el huésped con las características de destructivo no concurrente, mientras que *Amitus* no ha sido observado alimentándose de sus huéspedes.

Para las especies que muestran el hábito de alimentarse en el huésped se ha observado que prefieren para la alimentación los instares del huésped que no son adecuados para oviposición, como en el caso de varias especies de *Encarsia* que prefieren para alimentarse el segundo instar (López-Ávila 1988).

Según Gerling (1990) la dinámica que relaciona la disponibilidad de los estados inmaduros de las moscas blancas y los hace más o menos adecuados para ser parasitados, está dada por:

1. La cantidad de nutrientes disponibles para el parasitoide se incrementa con el instar.
2. La mortalidad no biótica es mayor durante el primer instar, especialmente durante el estado de "crawler" y decrece considerablemente del segundo instar en adelante.
3. Aunque las ninfas en primer instar son las más pequeñas y por ello las más difíciles de localizar en una búsqueda al azar, su abundancia en una alta población de mosca blanca puede compensar esta desventaja. La posibilidad de ser encontrado por los parasitoides se incrementa del segundo al cuarto instar, que es el más grande.
4. La habilidad del huésped para resistir la parasitación se incrementa con el instar.
5. Los parasitoides pueden intervenir en la metamorfosis de la mosca blanca durante el cuarto instar para evitar la formación del adulto.

Frente a esta dinámica se ha observado, con pocas excepciones, que los parasitoides de las moscas blancas parasitan huéspedes que están entre el segundo instar ninfal y el estado de pupa. La mayoría de las especies de *Encarsia* prefieren para ovipositar el tercero y cuarto instar ninfal, mientras que *Eretmocerus* y *Amitus* prefieren el segundo y tercer instar.

1.4 DEPREDADORES

Los depredadores son organismos que se alimentan de otros organismos a los que se les denomina presas, y requieren más de un individuo de la presa para desarrollarse y llegar al estado adulto.

La información acerca de los depredadores de moscas blancas es bastante limitada comparada con los parasitoides. En cuanto a la composición taxonómica, Gerling (1990) analiza la información disponible para las seis especies más estudiadas de mosca blanca (Tabla 2). Especies depredadoras de mosca blanca han sido reportadas en cuatro órdenes de insectos y dos órdenes de arácnidos. Las familias que presentan mayor número de especies registradas son Coccinellidae que prevalecen en climas cálidos donde las plagas y los depredadores viven en campo abierto todo el año, el mayor número de depredadores de *B. tabaci* están en esta familia y en la familia Phytoseiidae del orden Acarina y es la única especie de mosca blanca sobre la cual hay registro de ácaros depredadores.

El mayor número de especies depredadoras de *T. vaporariorum* se encuentra registrado en el orden Hemiptera y han sido estudiadas en el Japón y Europa en condiciones de

TABLA 2. NÚMERO DE ESPECIES DEPREDADORAS REGISTRADAS ATACANDO LAS SEIS ESPECIES MÁS ESTUDIADAS DE MOSCA BLANCA (GERLING 1990)

Mosca blanca	Colp Cocc	Hemiptera		Diptera	Neuroptera		Acarina
		Anth	Mird		Con	Chry	Phytos
<i>Aleuricanthus woglumi</i>	16	-	-	2	-	-	-
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	7	-	-	-	-	-	-
<i>Bemisia tabaci</i>	10	1	-	2	1	7	12
<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	1	6	3	2	-	1	-
<i>Aleurolobus barodensis</i>	5	-	-	-	-	1	-
<i>Aleurodicus dispersus</i>	12	-	-	1	-	2	-

Anth=Anthocoridae; Chry=Chrysopidae; Cocc=Coccinellidae; Con=Coniopterigidae; Mird=Miridae; Phytos=Phytoseiidae.

invernadero. En Colombia la única especie sobre la cual se han adelantado estudios, es el coccinélido *Delphastus pusillus* (Leconte) (hay dudas sobre la correcta identificación de esta especie) la cual es considerada como bastante promisoría para planes futuros del control biológico de *T. vaporariorum* y *B. tabaci* (ICA, 1990; 1993).

1.4.1 Biología, rango de huéspedes y hábitos alimenticios

Debido a la poca disponibilidad de información solo se mencionan aquí algunos aspectos generales de la biología de los grupos de depredadores de moscas blancas. Las hembras depositan los huevos en los alrededores de la población de la presa. Las larvas de coccinélidos como *Delphastus pusillus*, anthocoridos, miridos, crisopas y ácaros son bastante móviles y se desplazan por toda la planta o entre plantas buscando su presa, mientras que las de otras especies como los dípteros y algunos coccinélidos, que tienen forma de babosa, se desplazan muy poco y permanecen generalmente en la misma hoja desde la eclosión del huevo hasta la formación de la pupa.

La mayoría de los depredadores consumen la presa en los estados de huevo y ninfa en diferentes instares. Pero algunas especies han sido registradas depredando adultos de las moscas blancas (Gerling, 1990). Tanto los estados inmaduros como el estado adulto de los coccinélidos, hemipteros y ácaros, presentan los mismo hábitos alimenticios. En general debido a la naturaleza polífaga de la mayoría de los depredadores, en su dieta incluyen diferentes especies de mosca blanca y también presas de otras familias e inclusive diferentes órdenes.

1.4.2 Eficiencia

La eficiencia de los depredadores es definida por el número de presas consumidas por día, bajo determinadas condiciones, la longevidad del depredador, la tasa de reproducción, la capacidad de desarrollo, el tipo de presa y la eficiencia de búsqueda. Todas estas características no pueden ser determinadas sino mediante estudios detallados de laboratorio y campo, que generalmente se ven complicados por una serie de dificultades debido a la diversidad de interacciones que se presentan en la relación planta-depredador-presa.

Se han adelantado estudios para determinar la eficiencia de los depredadores más comunes y promisorios de moscas blancas. Se ha trabajado principalmente en la determinación de las tasas de oviposición, la supervivencia en diferentes estados de la presa, la capacidad y eficiencia de búsqueda, éxito en superar las defensas de la presa etc. (Gerling 1990).

En general los ejemplos de estos estudios indican insuficiente información en los aspectos de ecología y comportamiento de los depredadores de moscas blancas.

Gerling (1990) indica algunas áreas en las cuales es necesario orientar las futuras investigaciones así:

1. Determinar todo el complejo de depredadores para cada especie de mosca blanca.
2. Conocer la biología de cada especie de depredador bajo condiciones controladas, incluyendo detalladas descripciones morfológicas de los diferentes estados.
3. Determinar todas las señales o claves que permitan al depredador localizar la presa.
4. Determinar los rangos de la presa que el depredador usa para su alimentación y otros tipos de sustancias necesarias para la sobrevivencia, mantenimiento y reproducción.
5. Determinar curvas de respuestas funcionales y respuestas numéricas, las cuales permiten conocer aspectos como: eficiencia y tiempo de manipulación o cambios en la fecundidad de acuerdo a la disponibilidad de la presa.

1.5 ENTOMOPATÓGENOS

Los entomopatógenos son microorganismos capaces de infectar y desarrollar una enfermedad en un insecto huésped al cual terminan matando. Además de los parasitoides y los depredadores en el grupo de los enemigos naturales de las moscas blancas, los entomopatógenos también presentan amplias perspectivas para el control biológico de esta plaga. En este grupo hasta ahora solo se conocen algunas especies de hongos, como controladores eficientes de moscas blancas.

Fransen (1990) hace una amplia revisión de la literatura existente en este campo y establece desde el punto de vista de su especificidad frente a las moscas blancas, dos grupos: las especies del género *Aschersonia* que son específicos y otro grupo de hongos donde existen varios géneros que atacan insectos de diferentes órdenes e inclusive que hiperparasitan otros hongos.

En el género *Aschersonia* se citan 23 especies que han sido encontradas en las regiones tropicales y subtropicales con tres especies promisorias en el control de las moscas blancas: *A. aleyrodis*, *A. goldiana* y *A. placenta*.

En el segundo grupo se encuentran 19 especies en varios géneros, entre las que sobresalen *Lecanicillium* (*Verticillium*) *lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana*.

Resumiendo ampliamente el modo de acción de los hongos, su relación con las moscas blancas y posibilidades en su control, tenemos que: los hongos germinan en la cutícula del insecto, penetran la piel y colonizan el interior del huésped. Las ninfas de las moscas blancas son generalmente más susceptibles a la infección que las pupas y los adultos. El éxito en la infección está estrechamente ligado con las condiciones climáticas como

la temperatura y la humedad principalmente. Los hongos pueden ser usados y son compatibles en planes de control integrado con otros enemigos naturales.

1.6 ESTADO DE DESARROLLO DEL CONTROL BIOLÓGICO DE MOSCAS BLANCAS EN COLOMBIA

A pesar de las amplias perspectivas que los enemigos naturales ofrecen para el control de las moscas blancas y la importancia económica actual de esta plaga en cultivos en campo abierto y cada día mayor en cultivos bajo invernadero, es muy poco lo que se ha avanzado en el conocimiento y manipulación de los agentes de control biológico en el país.

De acuerdo con la propia experiencia del autor y la escasa literatura que existe, se puede afirmar que ha habido algunos avances y hay perspectivas amplias en la incorporación de algunos enemigos naturales en el control de las moscas blancas en diferentes cultivos en el país. Durante el periodo comprendido entre 1998 a 2000 se llevó a cabo un proyecto de investigación conjunto entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, sobre moscas blancas en Colombia y Ecuador. En el desarrollo de dicho proyecto se adelantó el reconocimiento e identificación de los enemigos naturales de las principales especies de moscas blancas en diferentes cultivos y regiones de los dos países y se determinaron los agentes con mayor potencial para el control biológico de esas plagas y su distribución geográfica. Se identificaron los parasitoides *Encarsia nigricephala*, *E. pergandiella*, *E. formosa*, *E. hispida*, *E. strenua*, *E. pos. mineoi*, *Encarsia* sp., *Metaphycus* sp., *Eretmocerus californicus*, *Eretmocerus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) y *Amitus fuscipennis* (Hymenoptera: Platygasteridae); los depredadores *Delphastus pusillus*, *Hyperaspis festiva*, *Delphastus* sp., *Nephaspis* sp. (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris* sp. (Hemiptera: Lygaeidae), *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) y algunos arácnidos. Los aislamientos de hongos entomopatógenos se identificaron como: *Lecanicilium* (*Verticillium*) *lecanii*, *Fusarium* sp. y *Paecilomyces* sp. Estos hallazgos constituyen el primer registro en Colombia de cinco especies de parasitoides, tres de depredadores y un hongo entomopatógeno como enemigos naturales, potenciales controladores biológicos de mosca blanca. Los demás enemigos naturales mencionados en este trabajo, ya habían sido registrados en Colombia y algunos de ellos han sido evaluados contra mosca blanca (López-Ávila et al., 2001).

1.6.1 Parasitoides

Encarsia formosa Gahan especie introducida al país en varias oportunidades, se ha logrado establecer en cultivos bajo invernadero y aunque actualmente solo se produce

en pocas cantidades y no se comercializa, se han adelantado estudios en técnica de producción y existe una metodología ampliamente conocida, que puede ser fácilmente implementada para su utilización en cultivos bajo invernadero. Para campo abierto, el parasitoide presenta desventajas y no ha sido posible utilizarlo con éxito en ninguna parte del mundo. *Amitus fuscipennis* (MacGown & Nebeker) este parasitoide ha sido encontrado en varias regiones de país, parasitando *T. vaporariorum* en cultivos en campo y ha mostrado ser eficiente en el control de la plaga, siempre y cuando se le brinden condiciones favorables para el aumento de sus poblaciones nativas, tales como una baja presión de insecticidas y un adecuado manejo de socas de los cultivos. Hay estudios sobre su biología y comportamiento en condiciones de laboratorio, pero su manejo en condiciones de invernadero ha sido difícil.

1.6.2 Depredadores

De las diferentes especies de depredadores de moscas blancas mencionadas en esta revisión, *Delphastus pusillus* (LeConte) (Coleóptera: Coccinellidae) es quizá la única que aparece con alguna frecuencia en la literatura nacional (ICA, 1990; 1993) y sobre la que hay algunas investigaciones incipientes. Esta especie se ha encontrado ejerciendo su acción depredadora sobre poblaciones de *Bemisia tabaci* en climas cálidos a poca altura sobre el nivel del mar (Costa Caribe) en cultivos de tomate y plantas silvestres, y sobre *T. vaporariorum* a alturas considerables en los Andes en cultivos de habichuela y tomate (López-Ávila, 2001). A pesar de que se han adelantado varios estudios en laboratorio e invernadero con el coccinélido aquí mencionado como *Delphastus pusillus*, existen algunas dudas sobre la correcta identificación de esta especie, que se espera aclarar en el futuro inmediato.

1.6.3. Hongos entomopatógenos

Este es el grupo de enemigos naturales de las moscas blancas donde quizá existen las mejores perspectivas para un uso con buen éxito en planes de manejo integrado. Esto debido a características específicas y tecnología desarrollada en métodos de producción masiva del inóculo, facilidad de la formulación y forma de aplicación similar a la de los insecticidas químicos, lo cual le da ventajas en la adopción por parte de los agricultores. En el país se han adelantado algunos estudios con: *Archersonia aleyrodis*, *Lecanicillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus* para el control de moscas blancas, y se encuentran en la actualidad productos comerciales con base en las dos últimas especies.

1.7 CONCLUSIONES

Después de esta rápida revisión sobre el tema, tanto a nivel mundial como local, se puede concluir que aunque los avances son pocos las perspectivas son amplias en

el uso de los agentes de control biológico de las moscas blancas. Ante la amenaza que esta plaga representa para una amplia gama de cultivos y las enormes pérdidas económicas que está ocasionando en algunas de las áreas agrícolas más importantes del mundo, es necesario intensificar las investigaciones en los campos en los cuales el conocimiento todavía es insuficiente para dar respuesta y soluciones satisfactorias a esta problemática.

Las principales áreas en las cuales es necesario intensificar las investigaciones son:

- I. Reconocimiento de la composición faunística de los enemigos naturales.
- II. Clara identificación tanto de las especies plagas, como de los agentes a nivel tanto de especie como de ecotipos o razas.
- III. Conocimiento profundo de la biología y ecología de las especies promisorias.
- IV. Determinación de las técnicas tanto de producción masiva como de utilización, bajo condiciones climáticas diferentes y variables.
- V. Utilización de las técnicas modernas de la ingeniería genética en la manipulación de las características de las especies y razas para obtener mejores respuestas frente a factores adversos (humedad, temperatura, plaguicidas).
- VI. Obtención y manejo de información sobre dinámica de poblaciones y sus interacciones en los diferentes niveles tróficos, para la formulación de modelos matemáticos que conduzcan a la utilización óptima y eficiente de los enemigos naturales en el control de la plaga.

BIBLIOGRAFÍA

- Alean, I.; Morales, A.; Holguín, C. M. Bellotti, A. 2004. Patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de *Aleurotrachelus socialis* (Homóptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 30 no. 1 p. 29-36.
- Bink-Moenen, R.M.; Mound, L.A. 1990. Whiteflies: Diversity, biosystematics and evolutionary patterns. p. 1-12 En: Gerling D. (ed.) Whiteflies: their bionomics, pest status and management. Department of zoology, The George S. Wise faculty of life Science, Tel Aviv University, Israel. 348 p.
- Cardona, C.; Rendón, F.; García, J.; López-Ávila, A.; Bueno, J. M.; Ramírez, J. D. 2001. Resistencia a insecticidas en *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (Homóptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 27 no. 1-2 p. 33-38.

- Fransen, J. J. 1990. Natural Enemies of white flies: Fungi chapter 8, pp. 187-210 in: Gerling, D. (ed.) *Whiteflies their Bionomics, Pest status and management*. 348 pp.
- García, G. J.; López-Ávila, A. 1997. Evaluación de cepas nativas de *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas (Deuteromycete: Moniliales) en el control de la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homóptera: Aleyrodidae) *Revista Colombiana de Entomología (Colombia)* v. 23 no. 1-2 p. 25-30.
- García, G. J.; López-Ávila, A. 1998. Biología y hábitos alimenticios de *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae) depredador de moscas blancas. *Revista Colombiana de Entomología (Colombia)* v. 24 no. 3-4 p. 95-102.
- Garzón, M., I. 2004. Evaluación de un bioplaguicida a base de *Lecanicillium lecanii* aplicado con un equipo neumático, para el control de *Trialeurodes vaporariorum* (Homóptera: Aleyrodidae). Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 48 p. (Trabajo para optar el título de Ingeniero Agrónomo).
- Gerling, D. 1990. Natural Enemies of Whiteflies: predators and parasitoids. Chapter 7, pp.147-185.in: Gerling D. (Ed.) *Whiteflies: their Bionomics, Pest status and Management*, 348pp. Intercept. Andover, UK.
- Gerling, D. 1966. Studies with white fly parasites of southern California. II *Eretmocerus californicus* Howard (Hymenoptera: Aphelinidae). *Canadian Entomologist* 98, 1316-1329.
- Greathead, A. H. 1986. Host plant of *B. tabaci*. pp. 26-37 En: *Bemisia tabaci: A literature survey on the cotton whitefly with annotated bibliography*. (M.J.W. Cock, Ed.) Silwood Park CAB International institute of Biological control, Ascot, UK.
- Holguín, C.M.; Bellotti, A. 2004. Efecto de la aplicación de insecticidas químicos en el control de la mosca blanca *Aleurotrachelus socialis* (Homóptera: Aleyrodidae) en el cultivo de yuca *Manihot esculenta* Crantz. *Revista Colombiana de Entomología (Colombia)* v. 30 no. 1 p. 43-50.
- Instituto Colombiano Agropecuario, Sección Investigación Básica Agrícola -Entomología, Santafé de Bogotá (Colombia) 1993 "Diferencia significativa" *Notas Entomológicas (Colombia)* Marzo- Abril p. 14.
- Instituto Colombiano Agropecuario, Sección Investigación Básica Agrícola -Entomología, Santafé de Bogotá (Colombia) 1990. "Excelente Control". *Notas y Noticias Entomológicas (Colombia)*. Enero -Febrero p.1.

- Jervis, M. A. & Kidd, N. A. C. 1986. Host feeding strategies in Hymenoptera parasitoids, *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 61, 395- 434.
- López-Ávila, A. 1993. Avance y perspectivas del Control Biológico de las moscas blancas. En: XX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Memorias julio 13, 14, 15 y 16 de 1993, Cali Colombia p. 303-314.
- López-Ávila, A. 1988. A comparative study of four species of *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae) as potential control agents for *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homóptera: Aleyrodidae). Unpublished Ph.D. Thesis. University of London, 1-302.
- López-Ávila, A. 1987. Two new species of *Encarsia* Foerster (Hymenoptera: Aphelinidae) from Pakistan, associated with the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homóptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research*. 77, 425-430.
- López-Ávila, A. 1986. Natural enemies. Chapter 4, pp. 27-36 in: Cock, M.J.W. (Ed). *Bemisia tabaci*. A literature Survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. 121 pp. CAB International institute of Biological Control, Ascot, UK.
- López-Ávila, A., Cardona M., C.; García G., J.; Rendón, F.; Hernández, P. 2001. Reconocimiento e identificación de enemigos naturales de las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología (Colombia)* v. 27 no. 3-4 p. 137-141.
- Manzano, M. de R.; Van Lenteren, J.C.; Cardona, M. C. 2003. Comportamiento de búsqueda de *Amitus fuscipennis* (Hymenoptera: Platygasteridae): Tiempo de permanencia en la planta hospedera y actividad de búsqueda. *Revista Colombiana de Entomología (Colombia)* v. 29 no. 2 p. 121-126.
- Mound, L.A. and Halsey, S. H. 1978. *Whitefly of the World A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homóptera)* with host plant and natural enemy data. British Museum (Natural History). 340 p.
- Perring, M. T., Cooper A. D., Rodríguez, R. J., Farrar C. A. & Bellows J. S. 1993a. Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. *Science* 259 pp 74-77.
- Perring, M. T., Farrar, C. A., Bellow T. S., Cooper, A. D. & Rodriguez, R. J. 1993b. Evidence for a new Species of Whitefly: UCR findings and implications, California Agriculture, University of California USA.

- Polaszek, A., Evans, G. A., Bennett F. D. 1992. *Encarsia parasitoids* (Hymenoptera: Aphelinidae) of *Bemisia tabaci*, (Homóptera: Aleyrodidae): a preliminary guide to identification. Bulletin of entomological Research 82, 375-392.
- Quintero, C.; Rendón, F.; García, J.; Cardona, C.; López-Ávila, A.; Hernández, P. 2001. Especies y bioripos moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en cultivos semestrales de Colombia y Ecuador. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 27 no. 1-2 p. 27-31.
- Rendón, F.; Cardona, C.; Bueno, J. M. 2001. Pérdidas causadas por *Trialeurodes vaporariorum* (Homóptera: Aleyrodidae) y *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en habichuela en el Valle del Cauca. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 27 no. 1-2 p. 39-44.
- Rodríguez, I V.; Cardona, C. 2001. Problemática de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* (Homóptera: Aleyrodidae) como plaga de cultivos semestrales en el Valle del Cauca. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 27 no. 1-2 p. 21-26.
- Rojas, M. E.; Perea, E. I.; Pineda, Y. A. 2003. *Fusarium* spp. en *Trialeurodes vaporariorum* (Homóptera: Aleyrodidae) de tabaco y frijol en García Rovira, Santander Colombia. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 29 no. 2 p. 165-168.
- Saldarriaga, V. A.; Posada, F. J. 1993. Moscas blancas de Colombia: Reconocimiento Clasificación, daños y comportamiento. En: XX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Memorias julio 13, 14, 15 y 16 de 1993, Cali Colombia p. 259-287.
- Vargas, S. M.; Rodríguez, D. A.; Sanabria, R. J.; López-Ávila, A. 1995. Ensayo de diferentes dosis de *Aschersonia aleyrodis* Webber y parasitismo de *Encarsia formosa* Gahan en ninfas de tercer y cuarto instar de la mosca blanca de los invernaderos. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 21 no. 3 p. 159-170.
- Viggiani, G. 1989. Notes on some Nearctic and Neotropical *Encarsia* Foerster (Hymenoptera: Aphelinidae) Bolletino del Laboratorio di Entomologia agraria "Filippo Silvestri" Portici 46, 207-213.
- Viggiani, G. and Battaglia, D. 1983. Le specie italiane del genere *Eretmocerus* Hald. (Hymenoptera: Aphelinidae) Bolletino del Laboratorio di Entomologia Agraria "Filippo Silvestri" Portici 40,97-101.

- Viggiani, G. and Mazzone, P. 1978. Morfologia, biologia e utilizzazione di *Prosaltella lahorensis* How. (Hym.: Aphelinidae) parassita esotico introdotto in Italia per la lotta biologica al *Dialeurodes citri* Ashm. Bolletino del Laboratorio di Entomologia Agraria "Filippo Silvestre" Portici 35, 99-161.
- Viggiani, G. and Mazzone, P. 1979. Contributi alla conoscenza morfobiologica delle specie del complesso *Encarsia* Foerster -*Prosaltella* Ashmead (Hym.: descrizione di *Encarsia silvestri* n. sp. parassita di *Bemisia citricola* Gom.-Men (Hom. Aleyrodidae). Bolletino del Laboratorio di Entomologia Agraria "Filippo Silvestri" Portici 36, 42-50.
- Viggiani, G. and Mazzone, P. 1982. The *Amitus* Hal (Hym., Platygasteridae) of Italy, with descriptions of three new species. Bolletino del Laboratorio di Entomologia Agraria "Filippo Silvestri" Portici 39, 59-65.