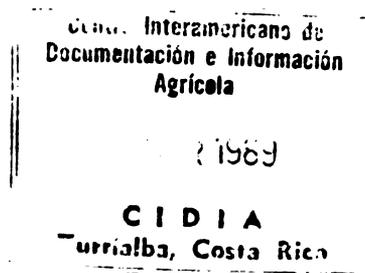


Serie Técnica

**INFORME TECNICO No. 125**



# **CURSO DE AFIDOS**

(Panamá, 30 Nov. - 30 Dic. 1987)

**ARTICULOS SELECTOS SOBRE AFIDOS Y SU IMPORTANCIA  
ECONOMICA EN LA AGRICULTURA DE CENTROAMERICA**

La publicación de este trabajo ha sido financiado por  
la Agencia Internacional de Desarrollo, AID/ROCAP,  
bajo el contrato 596-0110



Editores: **Jorge Pinochet**  
**Diomedes Quintero**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA CATIE  
PANAMA, 1987**

## CONTENIDO

	Pag.
Lista de autores y siglas de instituciones y programas	4
Presentación	5
Uso de parásitos en el control biológico de áfidos CARBALLO, MANUEL y JOSE R. QUEZADA	7
Control de áfidos plagas en Venezuela CERMELI, MARIO	20
Enemigos naturales de los áfidos: depredadores CHIRI, ANGEL	36
Afidocidas de empleo en la agricultura panameña ESPINOSA, JAIME	43
Enfermedades virales de algunos cultivos importantes en Panamá FERNANDEZ, ORENCIO	47
Problemas virales y producción de semillas de papa FERNANDEZ, ORENCIO	51
Transmisión de virus por insectos LASTRA, RAMON	56
Algunos virosis de importancia agrícola en América Tropical LASTRA, RAMON	63
Introducción al estudio de los áfidos: algunas generalidades REMAUDIÈRE, GEORGES	70

## LISTA DE AUTORES

1. Carballo, Manuel. M.Sc., Entomólogo. Proyecto MIP, CATIE, Turrialba Costa Rica.
2. Cermeli, Mario, Ph.D., Entomólogo. CENIAP-FONAIAP, Maracay, Venezuela.
3. Chiri, Angel. Ph.D., Entomólogo. AID/ROCAP, San José, Costa Rica.
4. Espinosa, Jaime. Ph.D., Toxicólogo. IDIAP, Panamá, Panamá.
5. Fernández, Orencio. Ph.D., Virólogo. IDIAP, Panamá, Panamá.
6. Lastra, Ramón. Ph.D., Virólogo. Proyecto MIP, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
7. Quezada, José Rutilio. Ph.D., Entomólogo. Proyecto MIP, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
8. Remaudiere, Georges. Ph.D., Entomólogo. Instituto Pasteur, Paris, Francia.

## SIGLAS DE INSTITUCIONES Y PROGRAMAS

AID	Agency for International Development.
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
CENIAP	Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Venezuela.
FONAIAP	Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Venezuela.
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
MIP	Manejo Integrado de Plagas.
ROCAP	Regional Office for Central America and Panama.
UNIPAN	Universidad de Panamá.

## PRESENTACION

Esta publicación recoge los trabajos presentados en el curso de áfidos realizado en la Universidad de Panamá entre el 30 de marzo y 3 de abril de 1987. En este evento participaron profesionales especialistas provenientes de entidades del sector público, educación superior e industria privada de Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, Venezuela y Francia. El objetivo del curso fue proporcionar los conocimientos más actualizados en un área específica y problemática para el sector agrícola de la región centroamericana, analizando en profundidad una de las principales plagas insectiles, los áfidos. Este enfoque busca enriquecer información técnica especializada y además, promover un intercambio de conocimientos y experiencias entre entomólogos de nuestra región. Los trabajos presentados reúnen los aspectos más destacados de la información básica que se discutió durante las sesiones del curso, prácticas de laboratorio y giras de campo.

Con la realización de este curso, el proyecto Manejo Integrado de Plagas CATIE, en forma conjunta con la Universidad de Panamá y el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, IDIAP, contribuyen a cubrir las necesidades de capacitación en una materia importante y altamente especializada, a la vez de brindar un apoyo a programas que se realizan en manejo integrado de áfidos en Centroamérica y Panamá.

Jorge Pinochet, Ph.D.  
Coordinador Proyecto MIP en Panamá

Diomedes Quintero Arias, Ph.D.  
Director Museo de Invertebrados  
G.B. Fairchild, Universidad de  
Panamá

## USO DE PARASITOS EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE AFIDOS

Manuel Carballo V., M.Sc.\*  
José Rutilio Quezada, Ph.D.\*

### Introducción

El control biológico consiste en la manipulación de organismos vivos por el hombre, con el propósito de regular la población de las plagas a tales niveles en que el daño económico sea reducido significativamente; este se diferencia de la regulación natural en que no hay participación del hombre.

Dentro del complejo de enemigos naturales de los áfidos, los parásitos himenopteros juegan un papel muy importante. Entre ellos, podemos mencionar a organismos pertenecientes a las familias Aphididae, Aphelinidae, Braconidae y otras menos importantes. En este documento, se presenta una descripción biológica de los afidiidos, con breves anotaciones sobre anatomía, ciclo de vida, comportamiento y relación con hormigas, para incluir finalmente una sección sobre su uso en el control biológico de los áfidos. En el Cuadro 1 se presenta una lista de algunos áfidos de importancia y sus respectivos parásitos.

### Aspectos anatómicos de los Aphididae:

Los huevos de los afidiidos son de dimensiones microscópicas, monoembriónicos y por ende producen solo una larva. En la oviposición, que representa la relación inicial del parásito con su huésped, la hembra golpea al áfido con sus antenas, se apoya sobre sus patas, dobla su abdomen bajo el torax y pincha el huésped con el ovipositor, depositando el huevo (Fig. 1).

La vida larval de los Afidiidos se realiza dentro del cuerpo del áfido y consta de cuatro estadios. Los primeros tres estadios se alimentan osmóticamente, de los líquidos corporales del huésped. El cuarto 'instar' es mandibulado y mediante ellas consume el interior del cuerpo de los áfidos dañando así sus órganos vitales y causándole la muerte. Este último instar construye un capuyo en el que protege su estado prepupal y pupal, por lo que el áfido parasitado adquiere una forma momificada que los hace fácilmente distinguibles en la co-

---

\*Entomólogos, Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE, Turrialba Costa Rica.

CUADRO 1. LISTA DE PARASITOS DE ALGUNOS AFIDOS PLAGAS DE CULTIVOS

PLAGA	PARASITOS
<u>Phopalosiphon padi</u>	<u>Ephedrus persicae</u> , <u>E. plagiator</u> , <u>Praon abjectum</u> , <u>Trioxys angelicae</u>
<u>Aphis favae</u>	<u>Ephedrus persicae</u> , <u>E. plagiator</u> , <u>Lysiphlebus ambiguus</u> , <u>L. fabarum</u> , <u>Praon abjectum</u>
<u>Hyperomyzus lactucae</u>	<u>Ephedrus plagiator</u> , <u>Aphidius sonchi</u> , <u>Lysiphlebus fabarum</u> , <u>Praon volucre</u>
<u>Brevicoryne brassicae</u>	<u>Diaeretiella rapae</u> , <u>Praon volucre</u>
<u>Myzus persicae</u>	<u>Ephedrus persicae</u> , <u>Aphidius matricariae</u> , <u>A. picipes</u> , <u>Praon volucre</u> , <u>Diaeretiella rapae</u> , <u>Lipolexis gracilis</u>
<u>Aphis gossypii</u>	<u>Trioxys indicus</u>
<u>Aphis craccivora</u>	<u>Trioxys acalephae</u> , <u>T. angelicae</u> , <u>Praon volucre</u> , <u>Lysiphlebus ambiguus</u>
<u>Acyrtosiphon pisum</u>	<u>Praon dorsale</u> , <u>Aphidius ervi</u>
<u>Toxoptera aurantii</u>	<u>Lysiphlebus ambiguus</u> , <u>Lipolexis gracilis</u> , <u>Ephedrus persicae</u> , <u>Trioxys angelicae</u>

lonia.

El estado prepupal es inmóvil y está dentro del capuyo. En la pupa, las patas y alas envuelven el cuerpo, las antenas se ubican a lo largo del lado ventral del cuerpo. Sus órganos internos son iguales a los del adulto. La pupa se considera un estado intermedio entre el período de vida parasítico y el de vida libre del adulto.

El parásito adulto corta con sus mandíbulas una ranura circular en el capuyo, presiona hacia afuera con su cabeza la porción central y emerge. Durante este período, deberá encontrar un ambiente favorable así como un huésped específico, encontrar su pareja y depositar su progenie. Algunos detalles anatómicos del estado se presentan en la Fig. 2 y 3.

### Aspectos de comportamiento de los Afidiidos:

Los parásitos adultos son más activos en días soleados y tibios, recorren las plantas y vuelan en busca de su pareja, huésped y alimento. En la noche son inactivos.

En la alimentación de los adultos, el agua es fundamental y aunque pueden iniciar actividades luego de emerger, si no encuentran agua mueren. La mielecilla es otra fuente, siendo la principal la producida por los áfidos.

Una hembra es copulada una sola vez; si este acto es muy rápido o con un macho viejo, se producirán sólo machos en la progenie. Si la hembra inicia la oviposición partenogenéticamente, no habrá apareamiento y se producirán sólo machos.

### Localización del huésped por los Afidiidos:

Cada especie parasitica tiene preferencia por una o varias especies de áfidos y en la localización del huésped dentro de un hábitat deter-

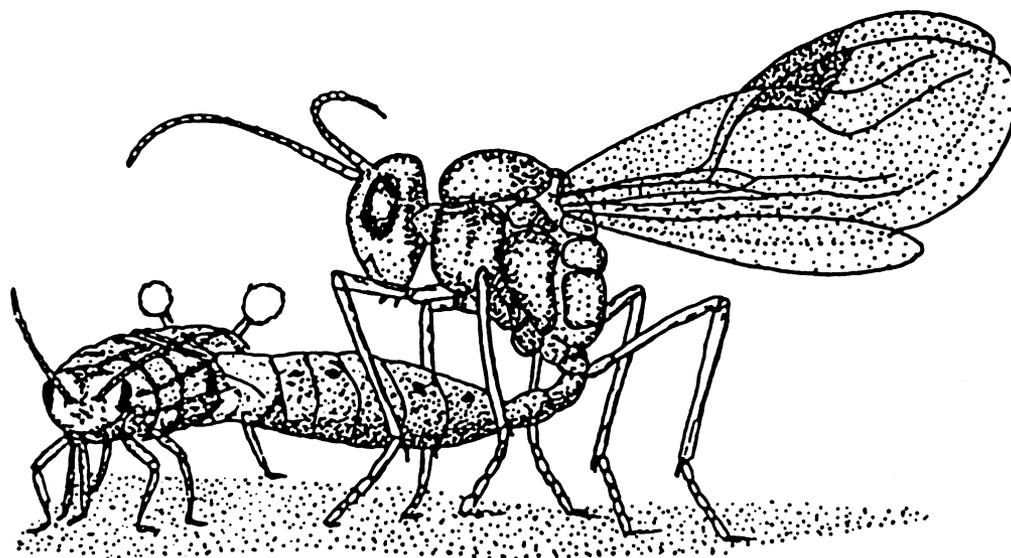


FIGURA 1. Oviposición del parásito Trioxys angelicae sobre su áfido huésped Aphis pomi (según Stary, 1970).

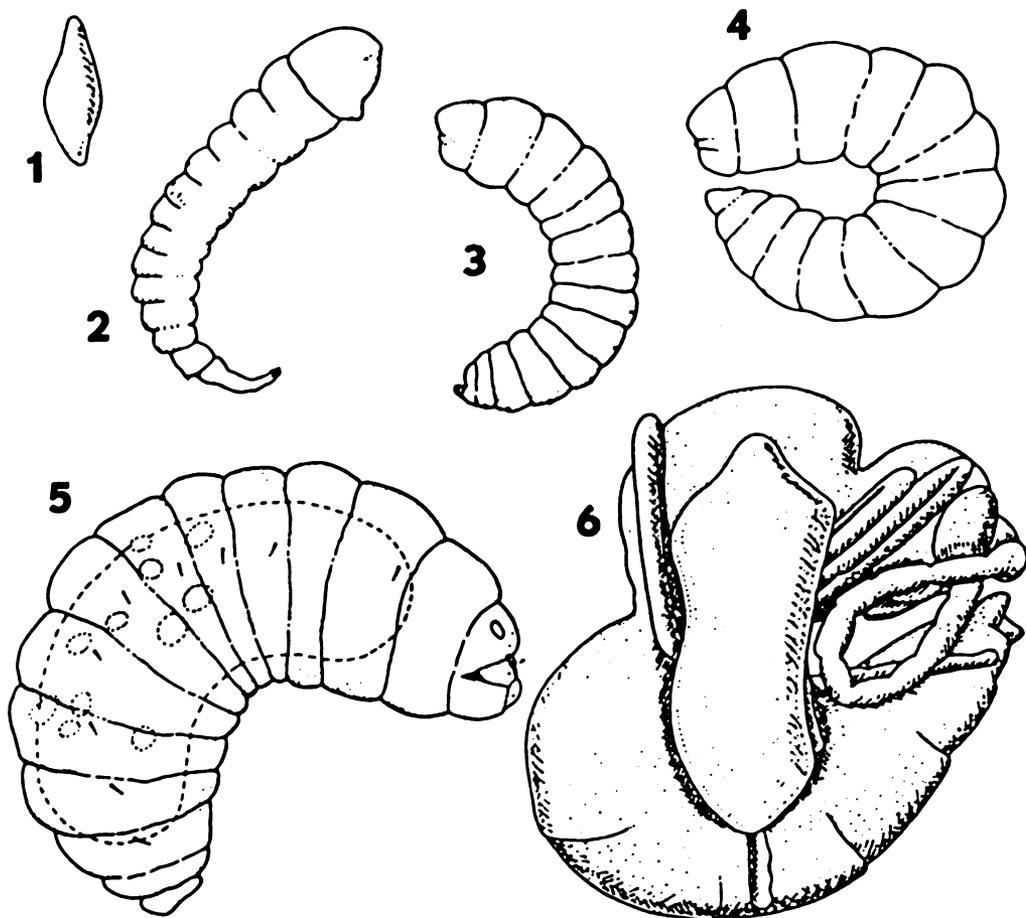


FIGURA 2. Estados de desarrollo de *Lysiphlebus fabarum*. 1. Huevo. 2. Larva de primer estadio. 3. Larva de segundo estadio. 4. Larva de tercer estadio. 5. Larva de cuarto estadio. 6. Pupa (según Stary, 1970).

minado, podemos enumerar las siguientes fases:

1. El descubrimiento de hábitat. es la fase en que el parásito se encuentra en un tipo de hábitat definido, al cual está ligado por sus requisitos específicos y buscando a su huésped dentro de ese hábitat. Este paso es fundamental sin considerar la presencia o ausencia del huésped.
2. Descubrimiento del huésped dentro del hábitat. los parásitos buscan su huésped volando y caminando. Algunos buscan un nicho determinado

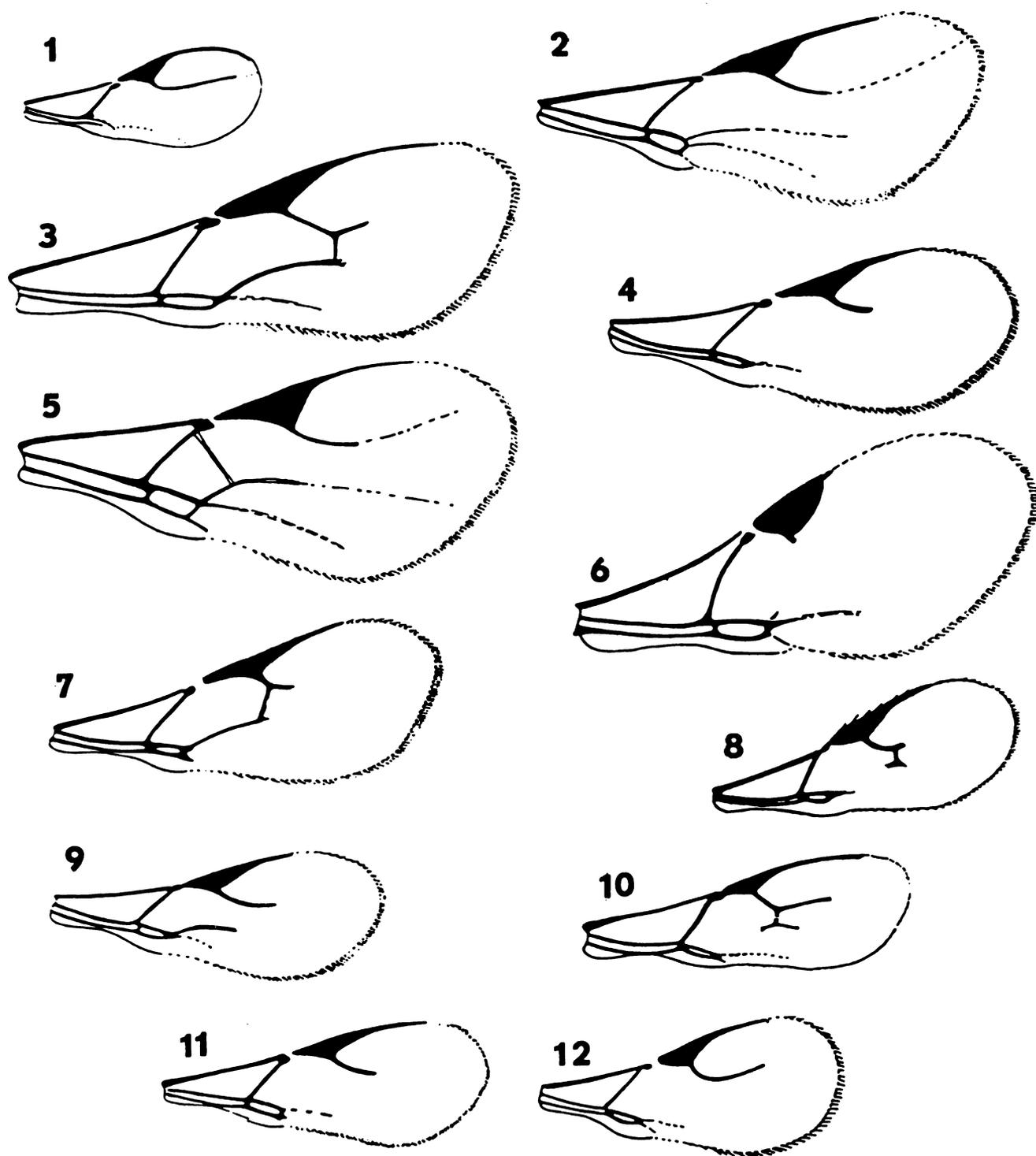


FIGURA 3. Alas delanteras de: 1. *Lipolexis gracilis*, 2. *Dyscritulus planiceps*, 3. *Aphidius rosae*, 4. *Monoctonus angustivalvus* (variación), 5. *Praon* sp., 6. *Paralipsis enervis*, 7. *Monoctonus angustivalvus*, 8. *Lysaphidus erysimi*, 9. *Diaeretiella ephippium*, 10. *Lysiphlebus melandriicola*, 11. *Diaeretiella rapae* y 12. *Diaeretus leucopterus* (según Stary, 1970).

o un tipo de colonia. El mecanismo de localización del huésped es una acción compleja de mecanismos químicos y mecánicos. Hay participación de los olores emitidos por los áfidos, por la mielcilla y hay influencia visual por la forma de los áfidos.

3. Aceptación del huésped. en esta influye la especie huésped, ya que existen especies preferidas, densidad apropiada, tamaño, forma e instar del huésped, si éste ha sido o no parasitado, si están vivos o muertos, la conducta del áfido, la cubierta cerosa de su cuerpo y su movimiento.

Si los estímulos determinantes de la aceptación del huésped son los apropiados para la hembra del parásito, ella ovipositará en el huésped seleccionando, en donde se desarrollará y alcanzará el estado adulto.

#### Relación áfido - parásito - hormiga:

Entre los áfidos y las hormigas hay tres tipos de relación: 1. Constante, si ésta es continua y resulta en adaptaciones morfológicas y ecológicas de los áfidos. 2. Temporal, si los áfidos son acompañados por las hormigas en toda o una parte de la estación, sin presentarse adaptaciones morfológicas y ecológicas. 3. Facultativos, si las hormigas se presentan en la colonia de áfidos en forma ocasional y no hay relación entre ellas.

De acuerdo con la relación entre los áfidos y las hormigas, los parásitos pueden agruparse en los siguientes grupos: 1. Parásitos de áfidos no atendidos por hormigas. Este es un grupo numeroso que incluye muchas especies cuyo huésped no tiene relación con las hormigas. 2. Parásitos de áfidos atendidos por hormigas, dentro del que se encuentra un grupo a) de parásitos no especializados en el cual su relación con las hormigas depende más o menos del comportamiento en relación al áfido huésped. Las hormigas son indiferentes a los parásitos y los protegen tanto a ellos como a los áfidos parasitados, del efecto de estímulos adversos. El grado de parasitismo, no depende de la presencia de las hormigas y los parásitos las ignoran. Las hormigas protegen aún las colonias con un alto porcentaje de áfidos momificados. b) El otro grupo es el de parásitos especializados. En éste, además del parasitismo sobre áfidos atendidos por las hormigas, se ha desarrollado una relación mutualista con las hormigas. Es el caso del parásito Paralipsis enervis y la hormiga Lasius niger, en que el parásito parasita áfidos radiculares que son atendidos por L. niger. La hormiga mutila las alas del parásito el cual al no poder volar es transportado a su huésped por la hormiga.

#### Beneficio de las hormigas a los parásitos:

Las hormigas ignoran la presencia de los parásitos en las colonias

de áfidos, por lo que la parasitación no depende de la presencia o ausencia de hormigas.

Las hormigas protegen indirectamente a los parásitos, ya que protegen las colonias de áfidos del daño de depredadores; ésto es debido a que ellas ignoran la presencia de los parásitos adultos en la colonia, resguardando su oviposición e incrementando el porcentaje de parasitismo. Así mismo, las hormigas protegen a los parásitos indirectamente, puesto que protege las colonias de áfidos momificados de igual forma que a los áfidos vivos.

#### Aspectos a considerar en el control biológico de áfidos:

Cuando se pretende implementar el control biológico de un áfido en particular, debemos conocer el ecosistema en que este se encuentra, ya que el ambiente influye drásticamente sobre sus enemigos naturales. Así mismo, debemos conocer si la planta o cultivo huésped del áfido es anual o perenne, si representa un refugio apropiado a los parásitos; también debemos conocer las fases de crecimiento de la planta, en correlación con el daño de la plaga y su potencial como planta huésped, para cría masiva de la plaga en el laboratorio.

En cuanto al áfido, debemos conocer su taxonomía, origen y distribución; ciclo de vida, hábitos y plantas huésped, así como información de laboratorio para su cría futura, como son, aspectos biológicos de desarrollo, fecundidad y requisitos ambientales.

Así mismo, debemos hacer un reconocimiento de los parásitos nativos considerando varios aspectos, a saber: 1. El complejo de los parásitos nativos atacando a la plaga, mediante colección y cría de los áfidos. 2. Área de distribución y hábitats en que se encuentran los parásitos. 3. Información de campo sobre las especies de parásitos encontrados, en relación al tipo de hábitat en que se ha encontrado, rango de huéspedes y registros de efectividad. 4. Cría de los mismos en el laboratorio para estudiar como influyen en la limitación de la plaga en un hábitat dado. 5. Comparar la información de campo y laboratorio para ver el papel de los parásitos nativos en la regulación de la plaga y su efectividad en diferentes ambientes. 6. Utilización del potencial natural para el control biológico, considerando varios aspectos, ésto es, si los parásitos nativos no están suficientemente adaptados a una área en particular, se pueden introducir razas de la misma especie más adaptadas, o bien pueden ser desarrolladas si no existieran en las fuentes naturales. También se pueden realizar liberaciones inoculativas, ésto es, recolección de áfidos parasitados en el campo, y su posterior liberación en los primeros estados de ocurrencia de la plaga. Así como la colonización periódica, esto es, una recolonización después de períodos adversos para reestablecer el balance parásito-huésped. Finalmente, la protección del reservorio natural, ya sea en el cultivo o en la vegetación natural, ya que en estas áreas naturales existen huéspedes

alternos para los parásitos.

Otro aspecto a considerar en el control biológico y de mucha importancia es la importación de parásitos exóticos.

Primeramente, debemos conocer la información sobre los parásitos de una especie particular de áfidos, que se conoce, ataca la plaga en varias partes de su área de distribución. Es útil elaborar tablas en que se listan los parásitos y el área en que se sabe que atacan a su huésped; así mismo, en lo posible, su distribución y rango de huésped y datos biológicos clasificados en base a la información de la literatura.

Los parásitos que atacan a los áfidos en su lugar de origen, son una posible fuente a la que podemos acudir. Son también importantes aquellas áreas en que el áfido se encuentra y en las cuales existen complejos faunísticos de parásitos, de los cuales algunos podrían ser efectivos. Asimismo, los parásitos ocasionales de especies de áfidos, relacionados a la plaga problema tanto ecológica como taxonómicamente, pueden también ser considerados en la búsqueda.

Un requisito indispensable en la introducción de parásitos, es contar con un laboratorio de cuarentena. Este es importante para prevenir la introducción simultánea de especies indeseables tanto vegetales como animales. Se debe propagar como mínimo una generación del parásito. Los datos obtenidos en este laboratorio, son puestos a disposición del laboratorio de control biológico, en el cual el mismo personal continuará el trabajo.

#### Producción masiva de parásitos en el control biológico:

La cría masiva de parásitos comprende una serie de procedimientos como son: la producción masiva de las plantas huésped del áfido, cría masiva de los áfidos sobre las plantas y cría masiva de los parásitos sobre los áfidos.

Las plantas usadas, son cultivadas en potes en el invernadero, en forma escalonada para un suministro permanente de plantas, de tal forma que se mantenga una continua producción de áfidos.

Los áfidos y parásitos son criados en unidades o cajas de propagación, los cuales son colocados en salas de cría bajo luz fluorescente o bien, directamente en un invernadero, con temperatura, luz y humedad controlada.

En la sala de cría, debemos controlar tanto la densidad del huésped como del parásito, para obtener mejores resultados. Es necesario adicionar una fuente de alimento para los parásitos adultos, como miel y agua.

Existen unidades de propagación artificial para la producción y liberación masiva en el campo. En este sistema, se usan cajas de madera como recipientes de cría. A éstas se les coloca una capa de suelo y se siembran plántulas de la planta huésped. Posteriormente, las plantas jóvenes son infestadas con áfidos y expuestas al ataque de los parásitos. Uno o dos días después, cuando una suficiente cantidad de áfidos haya sido parasitado, las unidades son trasladadas al campo, a los sitios de liberación donde sirven como foco artificial de donde saldrán los adultos a buscar su huésped y esparcirse en el campo.

La cría masiva directamente en el campo es otro sistema de cría utilizado. En éste, se utilizan cajas de gran tamaño, situadas en el campo. La ventaja del sistema es que se facilita el crecimiento de las plantas, pero tiene la desventaja de contaminarse con hiperparásitos.

#### Colonización:

Es la etapa de transferencia del material de laboratorio al campo. Luego de la selección del sitio, hacemos la liberación, teniendo cuidado de los factores ambientales adversos.

Debemos seleccionar sitios ambientales estables en que además de la plaga, existan otros huéspedes alternos. Las liberaciones en cultivos anuales son riesgosas, debido a que los parásitos no pueden permanecer ni dispersarse. Así mismo, el parásito requiere una alta densidad del huésped, para asegurar una sucesiva reproducción, por lo que si existen una diversidad de plantas huésped del áfido, se facilita que el parásito encuentre un huésped apropiado.

La presencia de huéspedes alternos en el sitio de liberación, es útil pues permite al parásito sobrevivir, en períodos en los que la densidad del huésped es baja. El tiempo atmosférico tiene mucha influencia, por lo que se debe seleccionar el momento adecuado, o bien, asegurar sitios protegidos para el parásito. El tratamiento del cultivo con pesticidas, debe suspenderse durante las liberaciones o bien usarlos en forma selectiva.

En las liberaciones se pueden liberar áfidos parasitados vivos y áfidos momificados; sin embargo, el mejor material para liberación son los parásitos adultos, ya que éstos vendrán apareados y su establecimiento es más factible. Los adultos son más capaces de encontrar un refugio y un microclima adecuados.

#### Determinación de la efectividad de los parásitos:

Existen varios métodos para determinar la efectividad de los parásitos, sin embargo, explicaremos los dos métodos de muestreo más útiles:

1. Método de conteo de tallo. Cortamos un número determinado de tallos de la planta, en un lote dado y contamos todos los áfidos presentes en ellos, incluyendo las momias. Los áfidos son guardados para los cálculos de porcentaje de parasitismo.
2. Método de conteo de hojas. Se colecta un cierto número de hojas como unidad de muestreo y se recogen los áfidos presentes incluyendo las momias. Debe tenerse el cuidado de usar un tipo de hoja igual o agruparse en hojas nuevas, intermedias y viejas, o bien de la parte superior (cogollos), de la baja e intermedia de la planta.

Se usan varios métodos para determinar el porcentaje de parasitismo. La disección de áfidos vivos es el mejor método pero consume mucho tiempo. Otro método es el conteo de momias presentes en la colonias; los áfidos vivos deben criarse, ya que muchos de ellos podrían estar parasitados. Sin embargo, la efectividad basada en porcentaje de parasitismo con el método de conteo de momias, podría ser errónea, debido a que no conocemos la intensidad de migración de los áfidos.

#### Importancia de los parásitos de acuerdo al tipo de daño de los áfidos:

Con relación a los áfidos que causan debilitamiento y deformación de la planta, este daño se manifiesta después de un largo período y los parásitos no actúan en los períodos iniciales de la infestación. Así, la acción de los parásitos no puede prevenir el daño causado a las plantas y los áfidos son limitados por el parásito, únicamente después de que las deformaciones en la planta se han desarrollado. De tal forma, la acción de los parásitos necesita de otros medios de control adicionales.

Con relación a los áfidos vectores del virus, los parásitos no son capaces de prevenir la transmisión de la enfermedad. Esto se debe a que el virus es transmitido principalmente por áfidos alados, en tanto que los parásitos prefieren áfidos en sus primeros estadios; sin embargo, aún los áfidos parasitados tienen suficiente tiempo para transmitir el virus.

En todo caso, el parásito únicamente es capaz de reducir la población de vectores potenciales dentro del cultivo, o en su sitio de dispersión, pero aún así, el número de áfidos sobrevivientes es suficiente para diseminar la enfermedad. Por lo tanto, los parásitos únicamente son potencialmente útiles en el control de vectores. El uso de enemigos naturales de los áfidos, unido a otras tácticas como las variedades resistentes a enfermedades, prácticas culturales, etc., constituyen parte de las estrategias del manejo integrado de plagas.

#### BIBLIOGRAFIA

BENNET, F.D. 1985. First records of Hymenopterous parasites of aphids

from Trinidad, West Indies. Florida Entomologist 68(1):227-228.

- CAMERON, R.J., W. POWELL y H.D. LONDALE. 1984. Reservoirs for Aphidius ervi Haliday (Hymenoptera:Aphidiidae) a polyphagous parasitoid of cereal aphid (Homoptera:Aphidiidae). Bulletin of Entomological Research 74(4):647-656.
- CARVER, M. 1984. The potential host ranges in Australia of some imported aphid parasites (Hym.:Ichneumonoidea:Aphidiidae). Entomophaga 29(4):351-359.
- CARVER, M. y L.T. WOLL COCK. 1986. The introduction into Australia of biological control agents of Hyperomyzus lactucae (Homoptera:Aphidiidae). Journal of the Australian Entomological Society 25(1):65-69.
- CHOW, F.J. y M. MACKAUER. 1984. Inter-and intraspecific larval competition in Aphidius smithi and Praon pequodorum (Hymenoptera:Aphidiidae). Canadian Entomologist 116(8):1097-1107.
- CHOW, F.J. y M. MACKAUER. 1985. Multiple parasitism of the pea aphid: Stage of development of parasite determines survival of Aphidius smithi and Praon pequodorum (Hymenoptera:Aphidiidae). Canadian Entomologist 117(1):133-134.
- CHOW, F.J. y M. MACKAUER. 1986. Host discrimination and larval competition in the aphid parasite Ephedrus californicus. Entomologia Experimentalis et Applicata 41(3):243-254.
- CLOUTIER, C., J.N. McNEIL y J. REGNIERE. 1981. Fecundity, longevity, and sex ratio of Aphidius nigripes (Hymenoptera:Aphidiidae) parasitizing different stages of the host, Macrosiphum euphorbiae (Homoptera:Aphidiidae). Canadian Entomologist 113(3):193-198.
- GILSTROP, F.E., T.J. KRING y G.W. BROOKS. 1984. Parasitism of aphids (Homoptera:Aphidiidae) associated with Texas sorghum. Environment Entomology 13(6):1613-1617.
- HOLMAN JARASLAU. 1974. Los áfidos de cuba. La Habana, Instituto Cubano del Libro. 304 p.
- HORN, D.J. 1984. Vegetational complexity and parasitism of green peach aphids (Myzus persicae Sulzer, Homoptera:Aphidiidae) on collars. Journal of the New York Entomologist Society 92(1):19-26.
- KUMAR, A. y C.P.M. TRIPATHI. 1985. Parasitoid-host relationship between Trioxys (Binodoxys) indicus subba Rao & Sharma (Hymenoptera:Aphidiidae) and Aphis craccivora Koch (Homoptera:Aphidiidae): effect

- of host plants on the area of discovery of the parasitoid. *Canadian Journal of Zoology* 63(1):192-195.
- LIU, S.A. y R.D. HUGHES. 1984. Effects of host age at parasitization by Aphidius sonchi on the development, survival, and reproduction of the sowthistle aphid, Hyperomyzus lactucae. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 36(3):239-246.
- LIU, S.A. y R.D. HUGHES. 1984. The relationships between temperature and rate of development in two geographic stocks of Aphidius sonchi in the laboratory. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 36(3):231-238.
- LIU, S.A. 1985. Aspects of the numerical and functional responses of the aphid parasites, Aphidius sonchi in the laboratory. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 37(3):247-256.
- LIU, S.A. 1985. Development, adult size and fecundity of Aphidius sonchi reared in two instars of its aphid host, Hyperomyzus lactucae. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 37(1):41-48.
- LIU, S.A. y M. CARVER. 1985. Studies on the biology of Aphidius sonchi Marshall (Hymenoptera:Aphidiidae) a parasite of the sowthistle aphid, Hyperomyzus lactucae (L) (Homoptera:Aphidiidae). *Bulletin of Entomological Research* 75(2):199-208.
- LIU, S.A. y R. MORTON. 1986. Distribution of superparasitization in the aphid parasite, Aphidius sonchi. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 40(2):141-145.
- MACKAUER, M. y S. KAMBHAMPATI. 1984. Reproduction and longevity of cabbage aphid Brevicoryne brassicae (Hymenoptera:Aphidiidae). *Canadian Entomologist* 116(12):1605-1610.
- PANDEY, R.K., RAJENDRA, SINGH y T.B. SINHA. 1983. Bionomics of Trioxys (Binodoxys) indicus, an aphidiid parasitoid of Aphis craccivora. 16. The competency of the female parasitoid to fertilize the eggs following insemination. *Entomon.* 8(2):182-185.
- PANDEY, R.K., RAJENDRA, SINGH y T.B. SINHA. 1984. Bionomics of Trioxys indicus, and aphidiid parasitoid of Aphis craccivora. 18. Fecundity, oviposition period, duration of development, longevity and sex ratio of the parasitoid. *Entomon.* 9(4):239-245.
- PIMENTEL, D. 1963. Coexistence of insect parasites and hosts in laboratory ecosystems. *Annals of the Entomological Society of America* 56:676-678.
- POWELL, W., G.J. DEAN y N. WILDING. 1986. The influence of weeds

- on aphid-specific natural enemies in winter wheat. *Crop Production* 5(3):182-189.
- READ, D.P., P. FENNY y R.B. ROOT. 1970. Habitat selection by the aphid parasite *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae) and hyperparasite *Charips brassicae* (Hymenoptera: Cynipidae). *Canadian Entomology* 102:1567-1578.
- STARY, P. 1970. Biology of aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with respect to intergrated control. The Hague, W. Junb. 642 p.
- SUZUKI SONE, H. y R. VARGAS MESINA. 1980. Estudio del espectro y grado de establecimiento de parasitoides de los áfidos del trigo (Hymenoptera: Aphidiidae). *Agricultura Técnica* 40(2):66-73.
- TRUMBLE, J.T. y E.R. OATMAN. 1984. Dispersion analyses and resource utilization of aphid parasitoids in a non-depletable environment. *Researches on Population Ecology* 26(1):124-133.

## "CONTROL DE AFIDOS PLAGAS EN VENEZUELA

Mario Cermeli L. Ph.D.\*

### Introducción

Los áfidos son un pequeño grupo dentro de los Homoptera, que a pesar de su pequeño número, menos de 4.000 a nivel mundial, tienen gran importancia desde el punto de vista económico. Todos son fitófagos y están adaptados para explotar al máximo las condiciones favorables para reproducción, por eso se encuentran distribuidos desde el Ecuador a los círculos polares. Para ello, además del polimorfismo, utilizan la reproducción sexual para sobrevivir, en forma de huevo, las inclemencias del invierno; y, la partenogénesis, para reproducirse ininterrumpidamente durante el verano, con alternancia de plantas hospederas.

### Ciclo de vida

Los áfidos son polimórficos, es decir poseen más de una forma o morfo en su ciclo de vida, con funciones específicas. Esta diversidad de formas, la habilidad de reproducirse partenogenética o sexualmente según las condiciones ambientales existentes y la alternancia de hospederos les permite desarrollar poblaciones gigantescas en corto tiempo y aprovechar al máximo las condiciones favorables para su desarrollo. Los ciclos de vida más comunes se representan en forma gráfica en la Figura 1 (Blackman, 1973; Dixon, 1973). En condiciones tropicales se reproducen sólo por partenogénesis (anholocíclica), estando las colonias formadas sólo por hembras virginóparas, ápteras o aladas.

Las hembras aladas inician las nuevas colonias que al comienzo consisten sólo de ápteras, al crecer en número o al cambiar las condiciones de la planta, dan origen a las aladas que se encargarán de migrar y buscar nuevas plantas hospederas. La distancia recorrida por las aladas varía de acuerdo a las condiciones ambientales imperantes al inicio del vuelo. El movimiento de un número tan grande de aladas, hasta 3.500 millones por hectárea de una localidad a otra (Dixon, 1973), junto al comportamiento para seleccionar las plantas hospederas, constituyen un factor importante en la transmisión de los virus por este grupo de insectos. Las condiciones bajo las cuales emprenden el vuelo y las distancias recorridas por los migrantes son discutidas por Johnson (1969) y Taylor & Palmer (1972). Al emprender el vuelo, los migrantes son atraídos inicialmente por la luz ultravioleta del cielo. Al cabo de

---

\*Departamento Protección Vegetal, CENIAP-FONAIAP, Maracay 2101, Venezuela

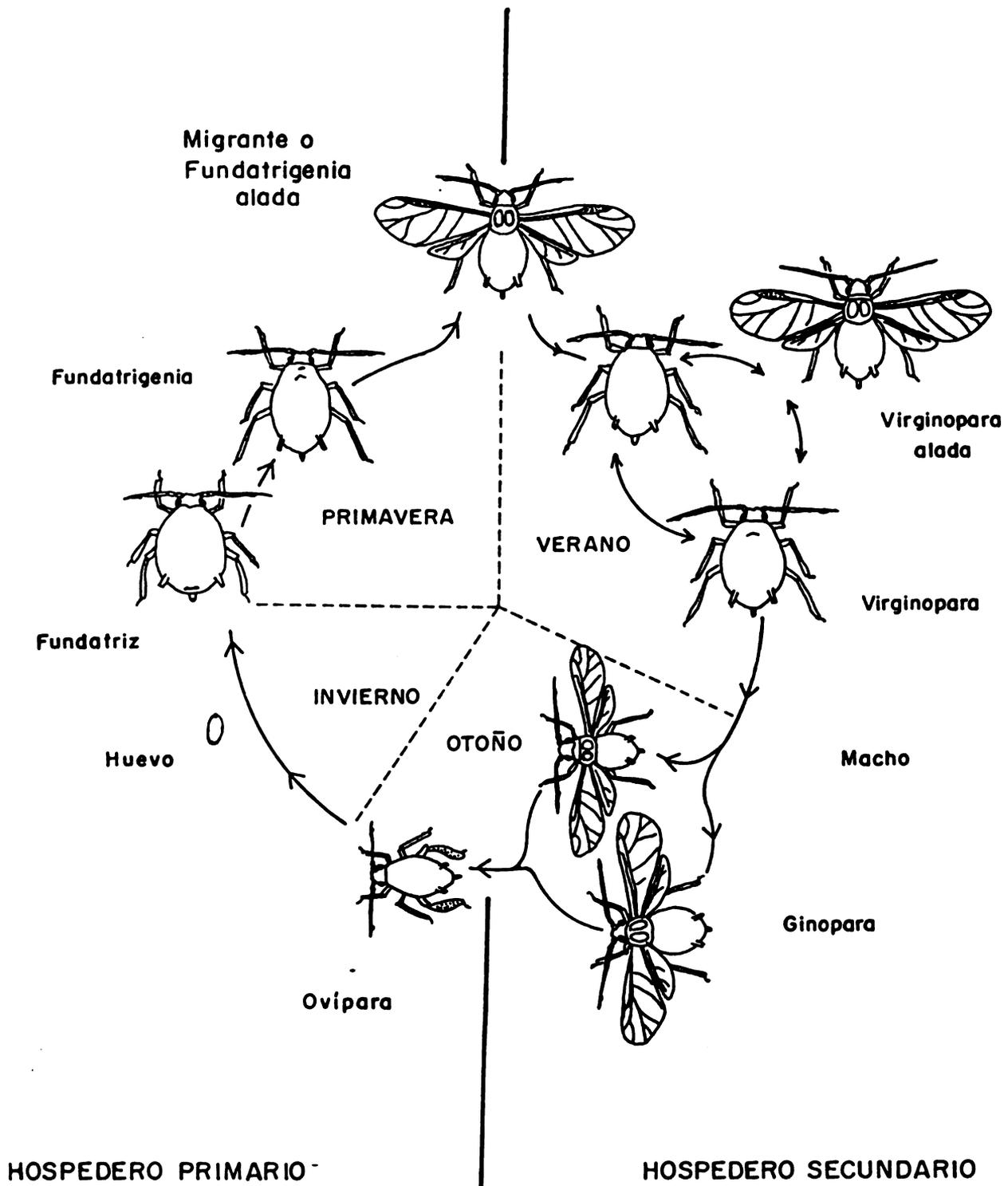


FIGURA 1. Ciclo de vida de los áfidos.

un tiempo de vuelo, esta atracción cambia hacia la radiación proveniente de la superficie terrestre, particularmente los rayos infrarrojos, cerca de la superficie se orientan hacia el color verde-amarillento de la plantas y por la disposición de las mismas sobre el suelo.

### Daños causados por los áfidos

Los áfidos causan daños directos a las plantas al extraerle la savia, que puede ser en grandes cantidades debido a las altas poblaciones que alcanzan, debilitándolas. También causan cambios fisiológicos que inducen modificaciones en el metabolismo de las plantas a favor de ellos, exteriorizándose en forma de agallas, amarillamientos o deformaciones.

Al succionar mas savia de lo que le permite la capacidad de su cuerpo, excretan el exceso en forma de líquido azucarado o 'melao' que cubre las plantas afectadas, afeando su aspecto y haciéndolas pegajosas al tacto, atrayendo las hormigas, o bien, sirviendo de sustrato al hongo denominado Fumagina (Capnodium sp.) que además de interferir con la función clorofiliana y respiración, le quita valor comercial a las partes comestibles.

Las especies de importancia económica en Venezuela y sus plantas hospederas son tratadas por Cermeli (1965, 1970a, 1970b, 1973, 1975). El mismo autor suministra claves para su identificación (Cermeli, 1978). Tanto los cultivos anuales, como los perennes, son atacados por varias especies, dependiendo del grado de intencidad de las condiciones ambientales, sistemas de producción y variedades utilizadas.

Entre las especies que en Venezuela causan deformaciones o 'engurrumamiento' de los brotes tiernos son Aphis citricola van dergoot en cítricas, frutales de pepita, Compuestas, Umbellíferas y Ornamentales; Aphis fabae Scopoli en Solanaceas; Aulacorthum solani (Kaltenbach) en geranio; Sipha flava (Forbes) en sorgo y otras gramíneas. Eriosoma lanigerum (Hausmann) y Dactulosphaira vitifoliae (Fitch) causan agallas en Rosaceas y en Vitis, respectivamente.

La producción de Fumagina es particularmente importante en Cítricas, causada por varias especies, pero particularmente por Toxoptera citricidus (Kirkaldy); en pimentón y berengena debido a Myzus persicae (Sulzer); en pepino por Aphis gossypii Glover; en crisantemo por Macrosiphoniella samborni (Gillette) y Myzus ornatus Laing; en margarita por Brachycaudus helichrysi (Kaltenbach).

El mayor daño lo causan los áfidos al transmitir patógenos de plantas, casi exclusivamente virus, al estar adaptados para su transmisión desde el punto de vista morfológico, fisiológico y de comportamiento.

Existen alrededor de 4.000 especies de áfidos a nivel mundial (Eastop & Hille Ris Lambers, 1976), unas 1.380 del Neártico (Smith & Parron,

1978) y 219 del Neotrópico incluyendo el área del Caribe y Centroamérica (Smith & Cermeli, 1979). En Venezuela se conocen alrededor de 80 (Cermeli, 1978). De unas 300 especies de áfidos probados como vectores unas 192 resultaron capaces de transmitir por lo menos un virus (Kennedy, Day & Eastop, 1962). Estas especies fueron capaces de transmitir unos 164 virus, lo que constituye alrededor del 60% de todos los virus conocidos de plantas. Los vectores probados pertenecen en su mayoría a la Familia Aphidinae, a excepción de uno de la Familia Adelgidae. A la Sub-familia Aphidinae pertenecen 173, Callaphidinae 10, Chaitophorinae 6, Pemphiginae 2, y Thelaxinae 1, faltando todavía muchas especies por probar (Harris 1979, 1980). De estos virus 109 son no circulativos (101 no-persistentes y 8 semipersistentes), 38 son circulativos o persistentes y los 17 restantes no se conocen sus características (Harris, 1980).

Para poder reconocer sus plantas hospederas, los áfidos necesitan probar su composición. Para este fin penetran con sus estiletes los tejidos superficiales, toman una alícuota y por medio de sensores en la epifaringe determinan si es apta o no. Si no es satisfactoria, emprenden el vuelo nuevamente y repiten el proceso. Esto puede repetirse infinidades de veces y de allí la importancia que tiene el comportamiento de los alados en la transmisión de virus no circulativos.

Morfológicamente, este grupo de insectos están adaptados perfectamente a la transmisión de virus de plantas. El aparato bucal, típico de los Homóptera, consiste de un pico o rostrum formado por el labio en cuya parte anterior se encuentra una ranura que alberga un par de estiletes unidos entre sí por una serie de prominencias y depresiones que les permite moverse uno sobre otro, las mandíbulas, y dentro de ellas, los maxilas con el canal salival y alimenticio. Las partes bucales están perfectamente adaptadas para perforar los tejidos y extraer la savia de las plantas y al mismo tiempo la forma de adquirir y transmitir los virus (Forbes, 1977). Los estiletes son muy finos, unos 4-5 mm en su parte media angostándose hacia el ápice a 0.5 mm (Pollard, 1977). Los áfidos al penetrar los tejidos secretan dos tipos de saliva, una que solidifica casi inmediatamente y que fija el rostrum a la superficie y luego cubre los estiletes en su penetración, y otra acuosa que evita la coagulación de la savia en los conductos y a su vez facilita la penetración (Miles, 1968, 1972).

Las dendritas entran en contacto directo con el fluido, siendo por lo tanto un quimiorreceptor de contacto (Forbes, 1977; Pollard, 1977, McLean & Kinsey, 1984). Los sensores en el ápice de las mandíbulas captan las sustancias fagoestimulantes e indican si la planta es o no hospedera, los sensores en la epifaringe determinan la calidad nutricional de la planta y si se justifica la penetración profunda hacia el floema.

El flujo de saliva y savia puede efectuarse en ambas direcciones, hacia dentro o hacia el exterior (Harris, 1977).

Está demostrado que los áfidos ingieren y eyectan o regurgitan la savia

durante la prueba de la planta y en las penetraciones profundas (Harris & Bath, 1973; Garrett, 1973; Harris, 1977). Los virus también han evolucionado para adaptarse al comportamiento de sus vectores. Los no-circulativos se encuentran en mayor concentración en las células de la epidermis, los circulativos en los tejidos del floema.

### Mecanismos de transmisión

Los virus se han clasificado según su persistencia en el vector, en no-persistentes si el vector permanece infectivo por algunos minutos u horas y, persistentes si la permanencia es mayor (Watson & Roberts, 1939). Por la localización del virus se han clasificado en llevados en los estiletes si el virus permanece en el ápice de los estiletes o circulativos si las partículas del virus deben ser ingeridas, atravesar las paredes del intestino, a través de la hemolinfa a las glándulas salivales y luego ser inoculadas nuevamente en las células de las plantas junto a la saliva (Kennedy, Day & Eastop, 1962). Sylvester (1956) agregó a la primera clasificación los virus semi-persistentes para incluir un grupo intermedio. Ninguna clasificación podía explicar satisfactoriamente la especificidad en la transmisión de los virus no-persistentes, a pesar de las teorías adelantadas por Bradley (1952, 1964), Day & Irckievicz (1954), Vander Want (1954), Syloester (1954, discutida por Garrett, 1973).

Harris (1977) propone una nueva clasificación basándose en el comportamiento de los áfidos al alimentarse y al movimiento en ambas direcciones de la saliva y del contenido de la parte anterior del aparato digestivo o cibario. Los virus no circulativos son adquiridos al probar las plantas y llevar la savia hasta la epifaringe para determinar su calidad alimenticia. El proceso de ingestión-egestión o regurgitación, repetido en cada prueba, explica la adquisición y transmisión en pocos segundos de los virus no persistentes, los cuales se encuentran en mayor concentración en las células de la epidermis. El mayor período de latencia o incubación que requieren los virus que son de carácter circulativo, se explica por la necesidad que tienen estos virus de poder atravesar el intestino y llegar a las glándulas salivales por medio de la hemolinfa o bien para replicarse en el vector, antes de ser transmitido nuevamente. Los virus circulativos se transmiten por la saliva a través de la ingestión-salivación. La explicación a la especificidad en la transmisión de virus no persistentes y la retención de los virus semipersistentes son dilucidados por la composición de su capa proteica y los factores de ayuda ("helper") los hace adherirse en la epifaringe y por la transcapsidación en los circulativos (Rochow, 1972, 1977). Este mismo mecanismo explica la transmisión de los virus semipersistentes o no-circulativos en los saltahojas y otros vectores (Harris, 1979, 1981; Harris *et al.* 1981). Las principales características de la transmisión de virus por áfidos se resumen en el Cuadro 1.

El comportamiento de los áfidos de probar la savia, su movimiento en ambas direcciones, unido al pequeño diámetro de los estiletes, su inserción superficial así como de cerrar la entrada con un tapón de saliva

CUADRO 1. CARACTERISTICAS DE LAS FORMAS DE TRANSMISION DE VIRUS POR LOS AFIDOS

Características	No circulativos		Circulativos
	No persistentes	Semipersistentes	
Período de adquisición	10"-30"	Minutos a horas (5'-12h)	Horas
Período de inoculación	10"-30"	Minutos a horas (5'-12h)	Horas
Período de retención	Minutos a horas	1-3 días	3 días
Período de incubación	-	-	+ (12h)
Ayuno pre-adquisición	+	-	-
Transmisión mecánica	Fácil	Difícil	Muy difícil
Especialidad del vector	Baja	Mediana	Alta
Retención en la muda	-	-	+
Transmisión transovarial	-	-	+
Presencia en la hemolinfa	-	-	+
Transmisión por semilla	+	+	(-)
Reproducción en el vector	-	-	+
Mecanismo de transmisión	Ingestión-Egestión	Ingestión-Egestión	Ingestión-salivación

para no dañar las células, los hacen idealmente efectivos como vectores de virus no circulativos (no-persistentes, semipersistentes y bimodales). El ayuno preadquisitivo aumenta el umbral de prueba de savia y así la probabilidad de transmisión. Lo insignificante de las heridas en las células del floema y la no formación de callos por la saliva, lo que no interfiere en la libre circulación de savia, hace que estos insectos sean también vectores efectivos de virus circulativos. Los virus han coevolucionado con sus vectores adaptándose a ellos con su concentración en los tejidos de las plantas y las formas de supervivencia en períodos críticos.

### Dinámica y fluctuación de poblaciones

El estudio de la dinámica poblacional de los áfidos así como su fluctuación en un área o cultivo determinado son de gran importancia en la epidemiología de enfermedades virales transmitidas por este grupo de insectos. En el caso de virus no persistentes su importancia es aún mayor, ya que los vectores no son necesariamente las especies que colonizan el cultivo, por lo que se hace necesario conocer las especies migrantes que se posan sobre las plantas bajo estudio, de donde provienen, la época de mayor abundancia e incidencia, entre otros. Los métodos utilizados en el estudio de fluctuación de poblaciones son discutidos en detalle por Southwood (1978) y Van Emden (1972). La fluctuación y las especies involucradas pueden variar tanto estacionalmente como localmente, y el origen de estas poblaciones puede provenir de lugares distantes (Taylor, 1983). Los últimos adelantos sobre epidemiología de virus de plantas y sus vectores son discutidos por Plumb & Thresh (1983).

Entre los métodos mas utilizados para el estudio de alados migrantes tenemos a las trampas de color amarillo y las de succión (Cermeli, 1984). Los diferentes métodos de muestreo en plantas es considerado por Heathcote (1972).

### Estudios efectuados en Venezuela

Las especies presentes en Venezuela y sus plantas hospederas son tratadas por Cermeli (1965, 1970a, 1970b, 1973, 1975). Un tratamiento taxonómico mas completo, contiene claves para las sub-familias, géneros y especies, sus plantas hospederas y enemigos naturales existentes (Cermeli, 1978). De las aproximadamente 80 especie conocidas en el país, sólo unas pocas han sido probadas como vectores de virus, siendo éstas las de mayor importancia económica, las mencionadas con mayor frecuencia en la literatura, o bien, las de fácil obtención y cría en el laboratorio: Aphis gossypii Glover (Herold, 1963, 1964, 1967; Herold & Dao, 1961). Myzus persicae (Sulzer) (Debrot, 1974, 1975, 1976; Debrot & Rojas, 1967); Debrot, Acosta & Uzcátegui, 1974; Debrot & Ordosgoitti, 1974). A. gossypii y M. persicae (Lastra y Uzcátegui, 1975). Rhopalosiphum maidis (Fitch) (Lastra, 1976). Aphis craccivora Koch y M. persicae (Herold & Munz, 1969). Aphis spiraeicola Patch, A. gossypii y M. persicae (Herold, 1964).

La fluctuación de poblaciones de áfidosalados se ha venido estudiando desde hace varios años, principalmente con trampas de agua de color amarillo (Cermeli, 1970) en la Zona Central y otras localidades ocasionalmente, así como con trampa de otros colores y de succión (Cermeli, trabajos no publicados), sin relacionarlos con ningún cultivo o virus en particular. Como resultado de estos trabajos se publicó una clave para la identificación de áfidos capturados en trampas, reconociéndose un total de 46 especies en 32 géneros (Cermeli, 1984).

Es sólo recientemente que se ha despertado el interés en utilizar trampas amarillas para el estudio de las especies que frecuentan determinados cultivos, comparándolos con las poblaciones de las especies que los colonizan, su importancia y su eficiencia en la transmisión de enfermedades virales y la posible correlación entre la fluctuación de poblaciones y la epidemiología de estas enfermedades.

El primero de estos trabajos involucra al virus de la mancha anillada de la lechosa (PRSV) y sus posibles vectores. En este estudio se determinaron cualitativamente las especies en trampas amarillas y en malezas alrededor del cultivo; probándose luego la eficiencia de las especies más comunes o asequibles en número suficiente para las transmisiones. De las 18 especies capturadas en trampas amarillas, 8 fueron probadas, resultando 6 positivas; de las 4 especies colectadas en malezas, una resultó positiva. En el primer caso, A. gossypii y M. persicae transmitieron con 80% de eficiencia, Toxoptera aurantii (Boyer de Fonscolombe) con 40%, Aphis nerii (Boyer de Fonscolombe), Pentalonia nigronervosa Coquerel y R. maidis con un 20%. En las especies colectadas en malezas A. craccivora transmitió con una eficiencia del 20%. T. aurantii y R. maidis son nuevos vectores para el país, P. nigronervosa es un nuevo vector a nivel mundial (Vega, Cermeli & Trujillo, 1985).

En trampas amarillas colocadas en una parcela de papa en la Estación Experimental de Samán Mocho, Güigüe, CA. se colectaron un total de 26 especies en 17 géneros, de las cuales sólo 3 especies colonizan el cultivo (Velásquez, comunicación personal). En comparación, en trampas amarillas colocadas en el mismo cultivo en el Campo Experimental de Pueblo Hondo, TA. se obtuvieron algo más de 17 especies en 14 géneros, 8 de los cuales no colectados en las zonas bajas (Torres & Cermeli, comunicación personal), lo que nos indica la importancia de efectuar estos estudios en diferentes localidades para determinar las especies que puedan incidir en la transmisión de enfermedades virales.

Otros estudios en ejecución relacionados con la fluctuación de poblaciones de áfidos y la epidemiología de enfermedades virales son los que se llevan a cabo en sorgo con el mosaico enano del maíz (MDMV) y en pimentón con los virus comunes de este cultivo, ambos en Maracay. En sorgo se han colectado 29 especies migrantes y sólo 6 colonizadoras (1 de ellas no colectadas en las trampas). Sólo fue posible probar 7 especies como vectores del MDMV: R. maidis, M. persicae, A. craccivora, A. nerii, Aphis

citricola Van der Goot, Hysteroneura setariae (Thomas) y Uroleucon ambrosiae (Thomas), siendo las dos primeras mencionadas las que dieron resultados positivos con un 40% y un 20% de eficiencia. Los resultados epidemiológicos y la correlación entre capturas e incidencia del virus están procesándose actualmente (Sánchez, 1985, comunicación personal). En pimentón, se efectúan estudios de fluctuación de poblaciones de áfidos en trampas amarillas para determinar las especies mas abundantes, a la vez que se estudia la incidencia de enfermedades virales en el campo, siendo posible diferenciarlas por la susceptibilidad de las variedades a los virus. En total se han colectado mas de 36 especies migrantes en 20 géneros en siembras efectuadas de 1983 a 1985 (Cermeli, Debrot & Centeno, 1984). También se han efectuado transmisiones con las especies colectadas en trampas para ver si éstas traen la enfermedad de otras plantas hospederas o se propagan dentro del cultivo (Debrot, comunicación personal).

Sería deseable poder determinar las poblaciones de vectores en las áreas de siembra y en los principales cultivos expuestos a los ataques de virus transmitidos por áfidos. Sin embargo no es tan fácil, ya que las plantas deben mostrar síntomas característicos para el virus bajo estudio. La operación de las trampas es bastante fácil y económica, el problema se presenta con la identificación de los áfidos capturados. En una sola cosecha en el año 1982 se colectaron mas de 20.000 ejemplares que fue necesario revisar uno por uno (Cermeli *et al.*, 1984) por lo que se necesita personal entrenado y facilidades de equipos para ello.

### Control de áfidos

Control natural: En Venezuela existen diversas especies de enemigos naturales - depredadores, parásitos y patógenos - que en condiciones naturales limitan el crecimiento excesivo de las poblaciones de áfidos. En una lista reciente de insectos afidófagos se mencionan 39 especies, pertenecientes a las órdenes Dermaptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Neuroptera, Orthoptera e Hymenoptera (Cermeli, 1984b).

Entre los parasitoides se encuentran 5 especies de Aphiididae, siendo pequeño su número en comparación con las especies de áfidos conocidos en el país (Stary & Cermeli, 1986). El hongo afidófago mas común es el Verticillium lecanii (Rondón, Arnal & Godoy, 1981). Los agentes de control natural no son generalmente suficientes para controlar las infestaciones de áfidos en cultivos anuales, bien sea por ser dependientes de la densidad del huésped, o bien, por depender de las condiciones ambientales. Los parasitoides y depredadores son mas activos en la época de transición entre el verano e invierno, en cambio los hongos efectúan un mayor control en la época de mayor humedad ambiental. El número de enemigos naturales, especialmente parasitoides, demuestra una vez mas que la mayoría de las especies de áfidos en el trópico han sido introducidas y pocas de ellas son endémicas, lo que abre una posibilidad de implementar programas de introducción con fines de Control Biológico.

Control aplicado: Entre los diferentes métodos de Control Aplicado, el de mayor utilización ha sido el Control Químico, y dentro de éste, el uso casi exclusivo de insecticidas. Los cultivos mayormente afectados y donde el uso de productos químicos se hace necesario son: pimentón, papa, berengena y tabaco (Cermeli 1983); melón, patilla y pepino (Cermeli, 1985); cítricas (Cermeli, 1983, 1986). Para el control se utilizan mayormente productos de acción de contacto o sistémicos, tanto fosforados como carbamatos. El efecto residual de éstos determina su utilización en los diversos cultivos. Productos de efecto residual corto, como el mevinfos o metomil, permiten su utilización en hortalizas de consumo fresco y cosecha continua como pepino, pimentón y berengena. Los productos sistémicos aplicados al follaje son utilizados en cultivos donde se efectúan cosechas únicas o distanciadas: entre los de efecto residual mediano se encuentran metildemeton, dimetoato, ometoato, monocrotofos, acefato y metamidofos. Los de efecto residual largo, se expenden en forma granulada para ser aplicados a las raíces al momento de la siembra o trasplante, se han utilizado mayormente en papa para control de vectores, tabaco y algunos cultivos permanentes. Estos son aldicarb, carbofuran, disulfoton y forato. Estos insecticidas, en especial los que se aplican al follaje, deben aplicarse en dosis bajas, dirigidas y en el momento oportuno para evitar los agentes naturales de control. Se puede mejorar la selectividad, aplicando dosis en el momento en que los enemigos naturales son menos activos. Cuando se usan en forma indiscriminada se puede inducir resistencia (Cermeli et al., 1972). Recientemente se ha introducido al mercado, un carbamato de contacto, específico para el control de áfidos, de tal manera que pueda utilizarse sin peligro de afectar al control natural, se le conoce con el nombre de primicarb. Es efectivo en dosis bajas, pero debe aplicarse en cantidad suficiente de agua para cubrir bien el follaje.

Control Biológico: Existe un solo ejemplo de introducción de un parásito para el control biológico de áfidos en Venezuela. En 1941 fue introducido Aphelinus mali (Haldeman) para el control de áfido lanoso del manzano E. lanigerum (Doroeste, Fernández & Paredes, 1981). El otro ejemplo, es la aparición de Hippodamia convergens (Guerin) en el país al comienzo de la década del 70, sin que ninguna persona o institución se adjudique la introducción. Aparentemente, proviene de Colombia, donde fue introducido hace algunos años. El control biológico de los áfidos constituye una alternativa viable, ya que como se anotó anteriormente, existen muy pocas especies de parásitos específicos.

Control Cultural: Este método de control ha sido poco empleado en Venezuela, aún cuando bajo ciertas condiciones puede resultar muy efectivo. Tiene la ventaja que no contamina el medio ambiente y su implementación no implica gastos adicionales. Como ejemplos en Venezuela podemos citar: la rotación con cultivos no susceptibles al Rhopalosiphum rufiabdominalis (Sasaki) en el caso de papa, así como el control de gramíneas en el mismo cultivo. La utilización de variedades resistentes a los diferentes virus transmitidos por áfidos en pimentón, sorgo y caña

de azúcar.

**Manejo Integrado:** Es el control ideal de cualquier plaga y generalmente se necesita un conocimiento cabal de la fenología del cultivo y biología de las plagas. En Venezuela se han efectuado intentos de establecer un programa de manejo de plagas en cítricas, donde los áfidos son un elemento importante. En este cultivo, se ha determinado la época de mayor incidencia y la edad más susceptible de la planta al ataque de estos insectos. La aplicación en la época apropiada y de un producto específico en dosis bajas, resultó altamente eficiente y económica, hasta la aparición de T. citricidus (Cermeli, 1983, 1986; Geraud & Doreste, 1977; Geraud, 1979).

#### LITERATURA CITADA

- BLACKMAN, R. 1973. Aphids. Ginn & Co. Ltd. London. 175 pp.
- CERMEI, M. 1965. Lista preliminar de los áfidos de Venezuela y sus plantas hospederas. Agron. Trop. (Venezuela). 14:253-160.
- CERMEI, M. 1970a. Los áfidos de importancia agrícola en Venezuela y algunas observaciones sobre ellos. Agron. Trop. (Venezuela). 20:15-61.
- CERMEI, M. 1970b. Los áfidos de Venezuela y sus plantas hospederas. Suplemento I. Agron. Trop. (Venezuela). 20:249-256.
- CERMEI, M. 1970c. Notas preliminares sobre fluctuación de áfidos en Cagua, Estado Aragua. Agron. Trop. (Venezuela). 20:311-321.
- CERMEI, M. 1973. Los áfidos de Venezuela y sus plantas hospederas. Suplemento II. Agron. Trop. (Venezuela). 23:163-173.
- CERMEI, M. 1975. Los áfidos de Venezuela y sus plantas hospederas. Suplemento III. Agron. Trop. (Venezuela). 25:401-417.
- CERMEI, M. 1978. Aphids (Homoptera, Aphididae) of Venezuela with keys and descriptions of known species. N.C. State University, Raleigh. Tesis. 341 pp.
- CERMEI, M. 1983. Plagas y su control. Pp 71-109 In: CITRICAS. - Serie Petróleo y Agricultura Nº 1 FUSAGRI. Cagua.
- CERMEI, M. 1983b. Plagas. pp 52-91 In: TOMATE, PIMENTON, AJI Y BERENJENA. Serie Petróleo y Agricultura Nº 3 FUSAGRI, Cagua.

- CERMELI, M. 1984. Claves para la identificación de áfidos capturados en trampas en Venezuela. FONAIAP-CENIAP, Maracay. Serie A. N° 2-02. 175 pp.
- CERMELI, M. 1984b. Lista preliminar de insectos afidófagos de Venezuela, Agron. Trop. (Venezuela) 33:535-542.
- CERMELI, M. 1985b. Los áfidos como transmisores de virus de plantas. pp 1-16 In: Insectos Vectores de Enfermedades de Plantas. 9º Seminario Nacional de Fitopatología, Maracay, Noviembre 1985.
- CERMELI, M. 1986. Control de Plagas. Pp 74-81 In: El cultivo de la Naranja Dulce. Serie Paquetes Tecnológicos N° 3-02. FONAIAP-CENIAP, Maracay.
- CERMELI, M. 1986b. Afidos que atacan las cítricas en Venezuela. Serie A. N° 5-02. FONAIAP-CENIAP-Maracay (En Prensa).
- CERMELI, M. et al. 1972. Control químico del áfido verde del ajonjolí, Myzuz persicae (S.), en papa, zanahoria y pimentón. In: 8 as Jornadas Agronómicas, Cagua 1972. Resumen Pp 48-49.
- CERMELI, M. & C.F. SMITH 1979. Keys to species of the genus - Picturaphis with descriptions of new species. Proc. Entomol. Soc. Wash. 81: 611-620.
- CERMELI, M.E. DEBROT y F. CENTENO. 1984. Afidos vectores de enfermedades virales en pimentón. Jornadas Técnicas 84. Resúmenes. CENIAP, Public. Esp. 14-02. Maracay. 194 pp.
- DEBROT, E. 1974. Cassia tora L. huésped natural del virus del grabado del Tabaco (TÉV) en Venezuela. Agron. Trop. (Venezuela) 24:21-26.
- DEBROT, E. 1975. El virus del enrollamiento de las hojas de la papa (PLRV) en Venezuela. Agron. Trop. (Venezuela). 25:107-116.
- DEBROT, E. 1976. Estudio sobre el virus del grabado Tabaco en siembras de tomate en Venezuela, Agron. Trop. (Venezuela). 26:321-335.
- DEBROT, E. & C.E. de ROJAS. 1967. Identificación del virus del mosaico de la soya en Venezuela. Agron. Trop. (Venezuela). 17:75-86.
- DEBROT, E. & A. ORDOSGOITTI. 1974. Dasheen Mosaic Virus infection of Colocasia and Xanthosoma in Venezuela. Plant. Dis. Rep. 58:1032-1034.
- DEBROT, E., J.M. ACOSTA & R.C. DE UZCATEGUI. 1984. Natural infection of Salvia splendens with Cucumber Mosaic virus. Phytopath Z. 80:193-198.

- DIXON, A.F.G. 1973. *Biology of Aphids*. E. Arnold (Publ.) Ltd. London. 58 pp.
- DORESTE, E., F. FERNANDEZ Y. & P. PAREDES. 1981. Contribución a la historia de la Entomología Agrícola en Venezuela. Pp 29-50 In: *La Entomología Venezolana: Una Revisión Crítica*. Memorias 5º Congr. Venez. Entomol. Maracay, Julio 1980.
- EASTOP, V.F. 1977. Worldwide importance of aphids as virus vectors. pp 3-62 In: *Aphids as Virus Vectors*. K.F. Harris & K. Maramorosch (eds). Academic Press.
- EASTOP, V.F. 1983. The biology of the principal aphid virus vectors. Pp 115-132. In: *Plant Virus Epidemiology*. R.T. Plumb & J. M. Thresh (eds). Blackwell, Oxford.
- EASTOP, V.F. & D. HILLE RIS LAMBERS. 1976. *Survey of the World's Aphids*. Dr. W. Junk b.v. The Hague. 573 pp.
- FORBES, A.R. 1977. The mouthparts and feeding mechanism of aphids. Pp 83-103. In: *Aphids as Virus Vectors*. K.F. Harris & K. Maramorosch (eds.) Academic Press.
- FORBES, A.R., H.R. MAC CARTHY. 1969. Morphology of the Homóptera with emphasis on virus vectors. Pp 21-34. In: *Viruses, Vectors and Vegetation*. K. Maramorosch (eds.) Wiley, N.Y.
- GARRET, R.G. 1973. Non-persistent aphid-borne viruses. Pp. 476-492. In: *Virus and Invertebrates*. A.J. Gibbs (ed.) North Holland-American Elsevier, Amsterdam.
- GERAUD, B. 1979. Dinámica de poblaciones de áfidos (Homoptera, Aphididae) en Cítricas y observaciones preliminares sobre el ciclo de vida de *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy). Univ. del Zulia, Fac. de Agronomía. Tesis. 47 pp.
- GERAUD, F. & E. DORESTE. 1977. Análisis de la evolución del manejo de plagas en cítricas en Venezuela. FUSAGRI, Cagua. 29 p (Multigr.).
- GIBBS, A.J. (ED.). 1973. *Viruses and Invertebrates*. North-Holland Res. Monogr. *Frontiers of Biology*. Vol. 31. North Holland Pub. Co. Amsterdam. 673 pp.
- HARRIS, K.F. 1977. An ingestion-egestion hypothesis of non-circulative virus transmission. Pp 165-220. In: *Aphids as Virus Vectors*. K.F. Harris & K. Maramorosch (eds.) Academic Press.

- HARRIS, K.F. 1973. Aphid borne viruses: ecological and environmental aspects. Pp.311-337. In: Virus and Environment. E. Kurstac & K. Maramorosch (eds.) Academic Press. N.Y.
- HARRIS, K.F. 1979. Leafhoppers and aphids as biological vectors: vectors virus relationships. Pp.217-308. In: Leafhopper Vectors and Plant Disease Agents. K. Maramorosch & K.F. Harris (eds.) Academic Press. N.Y.
- HARRIS, K.F. 1980. Aphids, leafhoppers and plant hoppers. Pp.1-13. In: Vectors of Plant Pathogens. K.F. Harris & K. Maramorosch (eds.) Academic Press, N.Y.
- HARRIS, K.F. 1980. Arthropod and nematode vectors of plant viruses. Ann. Rev. Phytopath. 19:391-426.
- HARRIS, K.F. & J.E. BATH. 1973. Regurgitation by *Myzus persicae* during feeding: its likely function in transmission of nonpersistent plant viruses. Ann. Entomol. Soc. Amer. 66:793-796.
- HARRIS, K.F. & K. MARAMOROSCH (eds.) 1980. Vectors of Plant Pathogens. Academic Press. N.Y. 467 pp.
- HARRIS, K.F., B. TREUER., J. TSAI & R. TOLER. 1981. Observations on leafhopper ingestion-egestion behavior: its likely role in the transmission of non-circulative virus and other plant pathogens. J. econ. Entomol. 74:446-453.
- HEATHCOTE, G.D. 1972. Evaluating aphid populations on plants. Pp.105-145. In: Aphid Technology. H.F. van Emden (ed.) Academic Press. London.
- HEROLD, F. 1964. Investigaciones sobre virus de plantas. Acta Cient. Venez. 15:60-70.
- HEROLD, F. & K. MUNZ. 1969. Peanut Mottle Virus. Phytopathology. 59:663-666.
- JOHNSON, G.G. 1969. Migration and Dispersal of Insects by flight. Methuen & Co. Ltd. London. 763 pp.
- KENNEDY, J.S., M.F. DAY & V.F. EASTOP. 1962 A Conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses. Comm. Inst. Entomol. London. 114 pp.
- LASTRA, R.J. 1976. Maize Mosaic and virus like diseases in Venezuela. Pp.30-39. In: Proceedings International Maize Virus Diseases Colloquium and Workshop. L.E. William, D.T. Gordon & L.R. Nault. (eds.) OARDC, Wooster, OH.
- LASTRA, R.J. & R.C. de UZCATEGUI. 1975. Viruses affecting tomatoes in Venezuela. Phytopath. 84:253-258.

- MARAMOROSCH, K. & K.F. HARRIS. 1979. Leafhopper Vectors and Plant Disease Agents. Academic Press N.Y. 654 pp.
- MC LEAN, D.L. & M.G. KINSEY. 1984. The precibarial valve and its role in the feeding behavior of the pea aphid, Acyrtosiphon pisum. Bull. Ent. Soc. Amer. 30:26-31.
- MILES, P.W. 1968. Insect secretions in plants. Ann. Rev. Phytopath. 6:137-164.
- MILES, P.W. 1972. The saliva of Hemiptera. Adv. Ins. Physiol. 9:183-255.
- PLUMB, R.T. & J.M. THRESH (eds.). 1983. Plant Virus Epidemiology. Blackwell, Oxford. 377 pp.
- POLLARD, D.G. 1977. Aphids penetration of plant tissues. Pp. 105-118. In: Aphids as Virus Vectors. K.F. Harris & K. Maramorosch (eds.) Academic Press. N.Y.
- ROCHOW, W.F. 1972. The role of mixed infections in the transmission of plant viruses by aphids. Ann. Rev. Phytopath. 10:101-124.
- ROCHOW, W.F. 1977. Dependent virus transmission from mixed infections. Pp 253-273. In: Aphids as Virus Vectors. K.F. Harris & K. Maramorosch (eds.) Academic Press, N.Y.
- SMITH, C.F. & C. PARRON. 1978. An Annotated List of Aphidiidae of North America. N.C. Agr. Exp. Stat. Tech. Bull. 255:1-428.
- SMITH, C.F. & M. CERMELI. 1979. An Annotated List of Aphidiidae of Caribbean Islands, Central and South America. N.C. Agr. Res. Serv. Bull. 259:1-131.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1978. Ecological Methods. 2 ed. Chapman & Hall. London. 524 pp.
- STARY, P. & M. CERMELI. 1986. Parasitoides (Hymenoptera, Aphidiidae) de áfidos en plantas cultivadas en Venezuela. Bol. Ent. Venez. (en prensa)
- SYLVESTER, E.S. 1962. Mechanisms of Plant Virus Transmission by Aphids. Pp.11-31. In: Biological Transmission of Disease Agents. K. Maramorosch (ed.) Academic Press.
- TAYLOR, L.R. 1983. EURAPHID: Synoptic monitoring for migrant vector aphids. Pp.133-146. In: Plant Virus Epidemiology. R.T. Plum & J.M. Thresh (eds.). Blackwell, Oxford.

- TAYLOR, L.R. & J.M. PALMER. 1972. Aerial Sampling. Pp.189-234. In: Aphid Technology. H.F. Van Emden (ed.) Academic Press, London.
- VAN EMDEN, H.F. 1972. Aphid Tecnology. Academic Press, London. 344 pp.
- VEGA. A. 1983. Identificación preliminar e importancia de las enfermedades virales que afectan el cultivo de la lechosa. (Carica papaya L.). Fac. Agron. Postgrado Agronomía. Maracay. Tesis 144 pp.
- VEGA, A., M. CERMELI y G. TRUJILLO. 1985. Afidos relacionados con el virus de la mancha anillada de la lechosa en Venezuela: Presencia, transmisión y eficiencia. Agron. Trop. (Venezuela). En Prensa.
- WATSON, M.A. & F.M. ROBERTS. 1939. A comparative study of the transmission of hyoscymus virus 3, potato virus and cucumber virus by the vector Myzus persicae (Sulzer). Proc. Roy. Soc. London. B. 127:543-576.

## ENEMIGOS NATURALES DE LOS AFIDOS: DEPREDADORES

Angel A. Chiri, Ph.D.\*

### Introducción

Como grupo, los pulgones o áfidos poseen una serie de características bio-ecológicas que les permite, aparte de su capacidad para transmitir enfermedades virales, convertirse en muchos casos en plagas agrícolas de gran importancia. Entre las más importantes de estas características están aquellas que se asocian con organismos que utilizan el tipo de estrategia reproductiva del tipo "r", es decir organismos que al vivir en medios que imponen un alto grado de mortalidad del tipo denso-independiente (generalmente factores abióticos), dirigen una mayor proporción de sus recursos a actividades reproductivas. Por lo general, estos organismos poseen varios de los siguientes atributos:

- (1) tamaño relativamente pequeño;
- (2) alto poder reproductivo (muchas crías);
- (3) ciclo biológico corto;
- (4) vida breve;
- (5) habilidad competitiva relativamente baja;
- (6) ocupan una posición baja en la cadena trófica;
- (7) viven en medios ambientes relativamente inestables y de corta duración;
- (8) están constantemente expuestos a un alto grado de mortalidad del tipo denso-independiente.

Los áfidos poseen estas características y, además, tienen una alta capacidad de dispersión, por lo cual están excelentemente adaptados para colonizar y explotar habitats temporales, tales como plantas herbáceas anuales y de muy corta duración y cultivos de todo tipo. Es importante mantener en mente estos atributos al considerar el factor depredación, para así comprender mejor lo que ello puede representar para el complejo de parásitos y depredadores que los atacan.

### Factores de mortalidad

Como sucede con otros organismos, las poblaciones de áfidos están sometidas a numerosos y complejos factores de mortalidad que afectan su abundancia y mantienen sus números a ciertos niveles que, en el caso de las especies asociadas con la agricultura, pudieran ser económi-

---

\*Entomólogo, AID-ROCAP, San José, Costa Rica.

camente aceptables o no. En conjunto, los factores de mortalidad constituyen lo que en términos ecológicos se conoce como la "resistencia del medio", es decir una fuerza que constantemente se opone al potencial biótico o reproductivo de un organismo, evitando así que este se propague de manera ilimitada, lo que en realidad muy rara vez ocurre. Los factores de mortalidad pueden ser abióticos (temperatura, humedad, precipitación, viento, refugios) o bióticos (depredación, parasitismo, enfermedades, competencia inter e intra-específica). Por lo general, los factores abióticos actúan en una población de organismos en una forma denso-independiente, es decir sin relación alguna a la densidad poblacional de estos, mientras que los factores bióticos operan en una forma denso-dependiente, o sea de acuerdo a la densidad poblacional del organismo sobre el que actúan. El uso efectivo de insectos entomófagos en el control biológico de plagas insectiles, especialmente en agroecosistemas relativamente estables y que permiten interacciones ecológicas duraderas, justamente se basa en la capacidad de ellos para regular las densidades poblacionales de los insectos fitófagos que atacan. Esta regulación es posible por la forma directamente denso-dependiente en que estos enemigos naturales actúan, es decir en forma tal que la presión que ejercen sobre una población es directamente proporcional a la densidad de la misma. En lo que queda de la presente discusión nos concentraremos exclusivamente en aquellos factores de mortalidad representados por los artrópodos depredadores.

### Conceptos básicos de la depredación

Los artrópodos depredadores pueden separarse en dos distintas categorías: generalistas y especialistas. Depredadores generalistas son aquellos que se alimentan de cualquier presa disponible y aceptable, mientras que los especialistas tienden a atacar selectivamente a los individuos pertenecientes a una determinada especie, género o familia. En la primera categoría se pueden incluir a la mayoría de arañas, mántidos, libélulas, chinches reducidos, moscas asfíidas y ciertos carábidos. Como ejemplo de la segunda citaremos a avispa de las familias Sphecidae, Mutillidae, Vespidae, Pompiliidae y Ampulciade, larvas de Myrmeléntidae y muchas especies de Syrphidae, Coccinellidae y Chrysopidae. Los depredadores generalistas tienden a concentrar sus esfuerzos en las especies-presa que sean más abundantes en un momento dado, mientras que ciertos depredadores especialistas tienen una relación tan específica con su presa que no les es posible sobrevivir sin ella. Otros, menos especializados, exhiben una decidida preferencia por un tipo de presa, pero pueden volcar su atención a otras si no les es posible encontrar la presa preferida. Como grupo, los depredadores tienden a ser más generalistas que los parasitoides en sus hábitos alimenticios. En muchos casos, un depredador generalista, digamos un mántido o una araña, puede capturar tanto insectos plaga como insectos benéficos, lo cual tiende a disminuir un tanto su valor como agentes de control biológico. Por otro lado, estos depredadores ocupan nichos muy valiosos en los agroecosistemas, contribuyendo a las múltiples y complejas interacciones bio-ecológicas necesarias para mantener un balance natural

saludable, y en ningún momento se les puede considerar perjudiciales.

### Artrópodos depredadores de áfidos

Son relativamente pocos los grupos de artrópodos que habitual u ocasionalmente se alimentan de áfidos (Cuadro No.1). Los más importantes pertenecen a las familias Anthocoridae (Hemiptera), Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera), Syrphidae y Cecidomyiidae (Diptera). En la literatura frecuentemente se les denomina insectos afidófagos.

#### Anthocoridae

Los anthócoridos pertenecen a una de varias familias de hemípteros depredadores. Los géneros Orius y Anthocoris contienen especies que incluyen áfidos en sus dietas. A pesar de su pequeño tamaño, Orius sp. puede consumir entre 45 y 75 áfidos durante su desarrollo y ha sido capaz de controlar poblaciones confinadas en jaulas del áfido Mysus persicae.

#### Coccinellidae

Entre los coccinellidos depredadores hay muchos que se alimentan casi exclusivamente de áfidos y otros que los incluyen en su dieta. En conjunto, constituyen uno de los grupos de insectos afidófagos de mayor importancia. El adulto es una mariquita o catarinita, muchas veces de vivos colores (rojo, naranja) y a menudo con manchas oscuras en los élitros y de forma círculo-ovalado. Puede vivir más de dos meses y tener un período de oviposición de 1-2 meses. Los coccinellidos afidófagos depositan entre 500 y 1000 huevos, a razón de 10-12 por día y agrupados. La larva es del tipo campodeiforme (en forma de Thysanura), con patas torácicas bien desarrolladas y mandíbulas adaptadas para morder. El cuarto estadio larval empupa directamente en la planta donde se desarrolló. El ciclo biológico dura entre 20 y 35 días, y en las partes cálidas del trópico puede desarrollarse hasta una generación por mes.

Tanto las larvas como los adultos son voraces depredadores de áfidos, a los que buscan activamente, al igual que a otras presas exclusivamente en áfidos. La mayoría son polífagos, alimentándose también de escamas, cochinillas, mosca blanca, huevos e inmaduros de Lepidoptera, Hemiptera y Homoptera; mielecilla de homópteros y néctar. El cuarto estadio larval y el adulto de Hippodamia convergens consumen alrededor de 50 áfidos diariamente. En China, la larva madura del coccinellido gigante Caria dilatata devora de 400 a 500 áfidos por día. Cuando la presa habitual escasea, los coccinellidos afidófagos buscan otras fuentes alimenticias. En Florida, Leis conformis consume polen, néctar, brotes tiernos y exudaciones gomosas cuando no puede encontrar áfidos. Coccinella undecimpunctata ha sobrevivido hasta

CUADRO 1. ARTROPODOS QUE INCLUYEN AFIDOS EN SU DIETA

Orden	Familia	Género/Especies
Dermaptera	Forticulidae	<u>Doru taeniatum</u>
Hemiptera	Nabidae	<u>Nabis</u> spp.
	Reduviidae	<u>Zelus</u> spp.
	Anthocoridae	<u>Orius</u> spp. <u>Anthocoris</u> spp.
	Lygaeidae	<u>Geocoris</u> spp.
	Miridae	<u>Deraecons</u> spp. <u>Pilophorus</u> spp.
Neuroptera	Chrysopidae	<u>Chrysopa</u> spp.
	Hemerobiidae	<u>Hemerobius</u> spp. <u>Micromus</u> spp.
Coleoptera	Malachiidae	<u>Collops</u> spp.
	Coccinellidae	<u>Hippodamia convergens</u> <u>H. quinquesignata</u> <u>H. sinuata</u> <u>H. parenthesis</u> <u>Cycloneda sanguinea</u> <u>Olla abdominalis</u> <u>Coccinella novemnotata</u> <u>Ceratomegilla maculata</u> <u>Adalia bipunctata</u> <u>Hyperaspis</u> spp. <u>Scymnus</u> spp. <u>Leis</u> spp. <u>Callineda</u> spp. <u>Brachycantha dentipes</u> <u>Chilomenes vicinia</u>
Diptera	Cecidomyiidae	
	Syrphidae	<u>Syrphus</u> spp. <u>Metasyrphus</u> spp. <u>Mesograpta</u> spp. <u>Allograpta obliqua</u> <u>Baccha</u> spp.
Araneae	Araneidae	

100 días alimentándose con una solución de miel, bajo condiciones de laboratorio. Hippodamia convergens necesita consumir áfidos para poder producir huevos. Una dieta basada en carbohidratos no es suficiente para ello, aunque es necesaria para proveer energías. La mielecilla producida por ciertos homópteros, rica en aminoácidos y otros nutrientes, es también consumida por coccinellidos afidófagos y quizás proporcione una dieta más completa para hacer posible la reproducción.

En Norte América, Hippodamia spp. contribuye al control de Therioaphis trifolii y Macrosiphum pisi en alfalfa. En Europa, coccinellidos conjuntamente con sírfidos controlan a Aphis fabae en remolacha cuando la proporción áfidos: coccinellidos no pasa de 200:1. En Rusia se libera Adalia y Coccinella en frutales contra áfidos y en China Coccinella septempunctata es liberado contra áfidos en algodón, a razón de uno por cada 200 áfidos para obtener su control.

### Hemerobiidae

Son pequeños neurópteros menos abundantes y conocidos que los miembros de la notoria familia Chrysopidae. Los adultos, de aproximadamente 1 cm de longitud, son de color parduzco. La hembra deposita entre 250 y 450 huevos, hasta 58 por día, de costado y no al final de un filamento como en el caso de los crisópidos. Las larvas se parecen a las de Chrysopidae, pero a diferencia de éstas, carecen de empodio en forma de corneta y nunca se cubren el dorso con basura. Tanto las larvas como los adultos se alimentan de áfidos aunque también atacan cochinillas, escamas y mosca blanca.

### Chrysopidae

Los adultos son insectos de apariencia delicada, color verde y alas transparentes. La hembra deposita entre 100 y 200 huevos, cada uno al final de un filamento fijado al follaje de aquellas plantas en las que suele habitar su presa. Las larvas son del tipo campodeiforme, alargadas y algo aplanadas. Sus mandíbulas son en forma de hoz y están adaptadas para atrapar y perforar la presa y succionar su contenido. Al extremo de cada pata, entre las dos uñas, poseen un empodio alargado y en forma de corneta. Algunas especies se cubren el dorso con basura, lo que les da una apariencia críptica. El último estadio larval empupa dentro de un capullo. Las larvas y la mayoría de los adultos se alimentan de áfidos, aunque también consumen cochinillas, escamas, trípodos, cicadélidos, huevos y pequeñas larvas de lepidóptera y ácaros. Las larvas de Chrysopa sp. pueden consumir de 200 a 500 áfidos durante su desarrollo, a razón de 15 a 35 por día. Los adultos también ingieren mielecilla de homóptera, que es altamente nutritiva, y que puede ser un requisito para la producción de huevos.

## Syrphidae

Muchas especies en esta familia son afidófagas. Los adultos son moscas vistosas, algunas muy parecidas a abejas, que comúnmente se les ve visitando flores. Son fácilmente identificables por la vena falsa que tienen en cada ala, característica única entre los dípteros. La hembra deposita aisladamente hasta 25 huevos por día, por lo general directamente en medio de las colonias de áfidos. La larva madura mide aproximadamente 1 cm y es del tipo vermiforme, es decir con el mayor diámetro del cuerpo en la porción posterior y el menor en la porción anterior, que termina en punta; sin cápsula cefálica; sin pastas torácicas ni pseudopatas; y con las mandíbulas en forma de garfios paralelos y retráctiles, modificados para perforar a su presa. El ciclo biológico es de aproximadamente 3 semanas. La pupa es lisa y tiene forma de gota. Los adultos se alimentan de néctar, polen y mielecilla. El polen es requisito necesario para la ovogénesis. Las larvas son voraces depredadores, consumiendo, en el caso de Syrphus sp., hasta 800 áfidos para completar su desarrollo. En Norte América, los áfidos han sido acreditados con el control de Myzus persicae en durazno y Aphis fabae en remolacha.

## Conclusiones

La utilización de insectos afidófagos como técnica para controlar áfidos aún no se han explorado mucho. Parte del problema es que contrariamente a lo que sucede con organismos entomopatógenos y parasitoides, que dejan la evidencia de su acción, los depredadores generalmente consumen su presa totalmente, lo que dificulta evaluar su impacto en el campo. Sin embargo, es posible calcular y predecir su efectividad contra determinado áfido en base a estudios de consumo de presa efectuados en el laboratorio correlacionados con las respectivas densidades poblacionales de depredador y presa observados en el campo. Aún en casos cuando es necesario recurrir al control químico, es menester hacerlo en tal forma que se minimize al máximo su impacto en la fauna benéfica, aplicando solo cuando y donde sea necesario y preferiblemente insecticidas selectivos.

## BIBLIOGRAFIA

- CLAUSEN, C.P. 1972. Entomophagous insects. Hafner Publishing Co. New York. 688 pp.
- GADGIL, M. y O.T. SOLBRIG. 1972. The concept of r and k selection: Evidence from wild flowers and some theoretical considerations. Amer. Natur. 106:14-31.
- HAGEN, K.S. 1962. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. Ann. Rev. Entomol. 7:289-326.

- HAGEN, K.S. y J.A. McMURTRY. 1979. Natural enemies and predator-prey ratios. Pp. 28-40. In Biological control and insect pest management. Div. Agric. Sci., Univ. of California. 102 pp.
- HAGEN, K.S. y R. VAN DEN BOSH. 1968. Impact of pathogens, parasites, and predators on aphids. Ann. Rev. Entomol. 13:325-384.
- KING, A.B.S. y J.L. SAUNDERS. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. ODA. Londres. 182 pp.
- MacARTHUR, R.H. y E.O. WILSON. 1967. The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press. Princeton, N.J. 203 pp.
- PRICE, P.W. y G.P. WALDBAUER. 1975. Ecological aspects of pest management. Pp. 37-74. In A.L. Metcalf y W. Luckmann, eds. Introduction to insect pest management. John Wiley & Sons. New York. 577 pp.
- VAN DEN BOSH, R. y K.S. HAGEN. 1966. Predaceous and parasitic arthropods in California cotton fields. California Agric. Exp. Sta. Bull. 820. p.p.
- WHITCOMB, W.H. 1974. Natural populations of entomophagous arthropods and their effect on the agroecosystem. Pp. 150-169. In Maxwell, F.G. y F.A. Harris, eds. Proceeding of the summer institute of plant insects and diseases. University Press of Mississippi. Mississippi. 647 pp.

## AFIDOCIDAS DE EMPLEO EN LA AGRICULTURA PANAMEÑA

Jaime Espinosa, Ph.D.\*

### Introducción

Los insecticidas han sido empleados desde hace mucho tiempo, pero hubo de darse una serie de condiciones para obtener la síntesis de los principios activos y para que se efectuasen de forma sistemática los estudios de actividad biológica. En el presente, tenemos como producto de esta síntesis una serie de sustancias de tipo organoclorado, organofosforado, carbamato y piretroide (Wegler 1970). Los clorados, de amplio espectro, de bajo costo y de acción por contacto tuvieron un significado insoslayable. Pero, debido a su propiedad de descomponerse muy lentamente se han presentado residuos en la cadena alimentaria y en lugares muy distantes al sitio de aplicación. También ha proliferado una fobia contra éstos, olvidándose las numerosas vidas salvadas.

### Afidocidas en Panamá

El desarrollo de insecticidas de acción sistémica y de menor persistencia como los organofosforados permitió sustituir en parte a los clorados. Los fosforados mostraron gran eficiencia pero por su elevada toxicidad para mamíferos, indujeron a la búsqueda de insecticidas más específicos, es decir, efectivos para el control de los insectos indeseables y de baja toxicidad para organismos no perniciosos. La obtención de insecticidas sistémicos permitió un control químico dirigido a insectos "chupadores", por ejemplo: áfidos.

Los insecticidas, de uso actual en la agricultura panameña, para el control de áfidos en diversos cultivos son del tipo organofosforado (Cuadro 1). Ellos se caracterizan por una toxicidad más bien elevada y por su modo de acción que es sistémica. El tóxico, aplicado a las plantas, es absorbido y dispersado en la savia, de donde se trasloca a las diferentes partes de la planta. Los insectos que se nutren usualmente de la savia de las plantas cultivadas, introducen en su organismo el tóxico a través de la savia contaminada. Dentro del insecto, el tóxico es distribuido por medio de los fluidos corporales a los diferentes órganos.

### Modo de acción

En el organismo de los áfidos los organofosforados interfieren

---

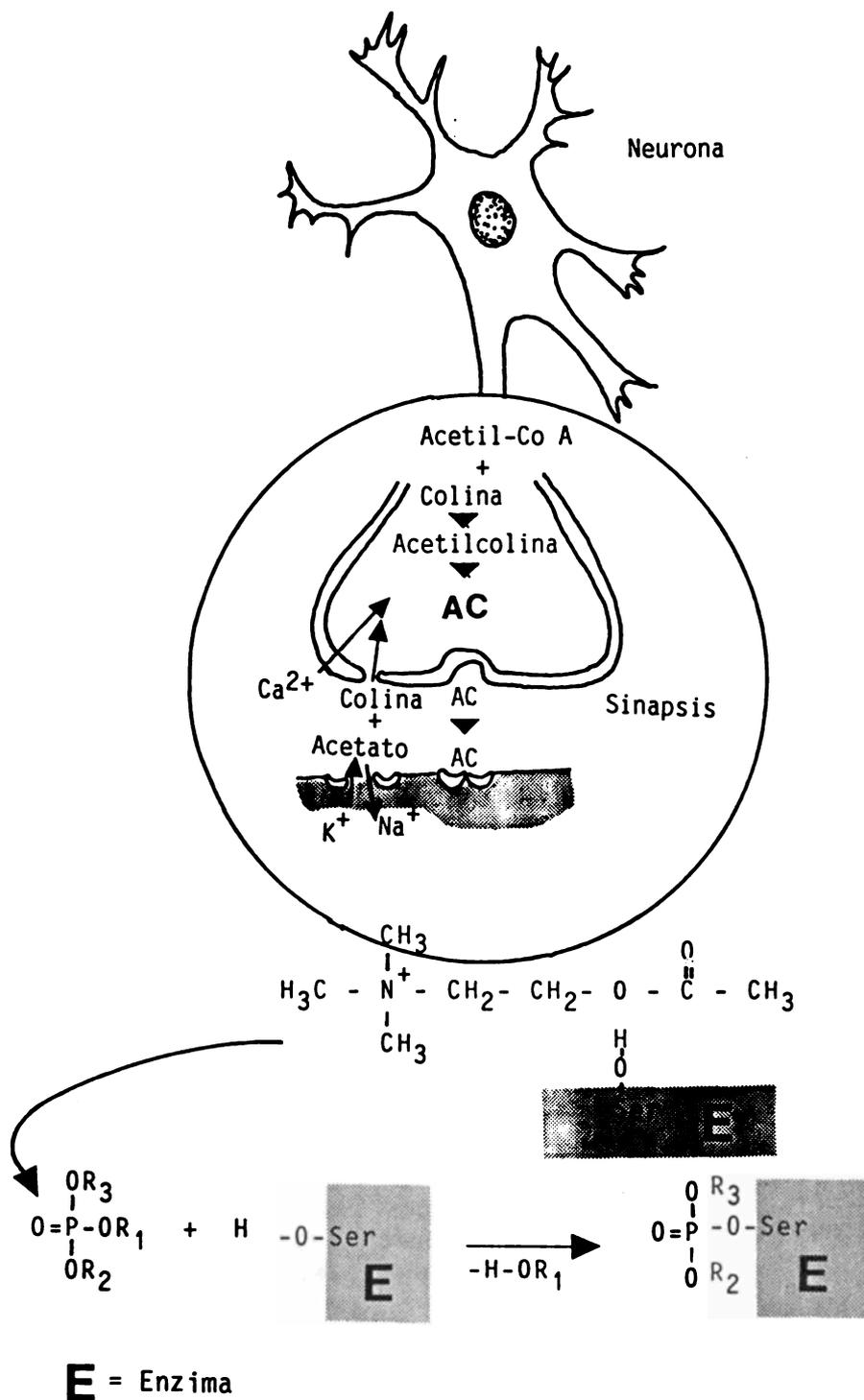
\* Toxicólogo, IDIAP, Panamá, Panamá.

CUADRO 1. AFIDOCIDAS UTILIZADOS EN DIVERSOS CULTIVOS EN PANAMA

Nombre Común	Nombre Comercial	Clase Química	Cultivos	Toxicidad. DL 50 Aguda en ratas (mg/kg)	
				Oral	Dérmica
Acefato	Orthene	Fosforado	Papa, hortaliza	700-866	2,000
Diazinon	Diazinon	Fosforado	Melón, sandía, pepino	300	600
Diametoato	Sistemin Perfekthion	Fosforado	Papa, hortaliza	215	610
Fenvalerato	Belmark	Piretroide	Frijol	451	2,500
Fosfamidon	Dimecron	Fosforado	cucurbitáceas	20	107
Metamidofos	Tamaron	Fosforado	Papa, hortaliza	18	118
Metildemeton	Metasystox	Fosforado	Pimentón	65	250
Monocrotofos	Nuvacron, Azodrin Ferdrin	Fosforado	Melón, sandía, pepino	5	112
Oxamilo	Vidate L	Carbamato	Pimentón	5	2,960
Pirimicarb	Pirimor	Carbamato	Papa, hortaliza	147	500 y más

Otros insecticidas con actividad afidocida son: Pirimifosmetilo, Malation, Pirolan, Isolan, Paration, Fluoroacetatos, Aldicarb, Karate.

FIGURA 1. TRANSMISION NERVIOSA E INACTIVACION POR INSECTICIDAS ORGANOFOSFORADOS



con procesos metabólicos o el sistema nervioso, causando una perturbación seria que lleva usualmente a la muerte.

Las interferencias del sistema nervioso se presentan a nivel de la unión de neuronas (sinapsis), donde el organismo normal, utiliza el neurotransmisor acetilcolina para transferir impulsos eléctricos de neurona a neurona. La enzima acetilcolinesterasa, (una proteína) presente en el organismo, inactiva la muy tóxica acetilcolina por desdoblamiento. Una vez presente el aficida organofosforado en el organismo, reacciona con la enzima e imposibilita su capacidad para desdoblar el neurotransmisor. Luego, se acumula la acetilcolina y, en consecuencia, hay funcionamiento anormal del sistema nervioso (Figura 1). Dependiendo de la cantidad de afidocida que ingrese al organismo (dosis), así será la distorción del normal funcionamiento del tema biológico. Ello se manifiesta con síntomas que pueden ser leves, moderados o fuertes.

Es digno de indicar que debido al carácter sistémico de los organofosforados, es necesario mantener el período de espera durante la aplicación de éstos, para reducir la cantidad de residuos y garantizar una buena calidad de los productos agrícolas, así como para proteger al consumidor.

#### LITERATURA CITADA

WEGLER, R. 1970. *Chemie der Pflanzenschutz-und Schaedlingsbekaempfungsmittel*. Tomo I, Springer Verlag, Berlin. 671 pp.

## “ ENFERMEDADES VIRALES DE ALGUNOS CULTIVOS IMPORTANTES EN PANAMA

Orencio Fernández, Ph.D.\*

El conocimiento de los problemas causados por virus en Panamá es bastante limitado. En los últimos 3 años se ha trabajado principalmente en la fase de diagnóstico y se ha confirmado la presencia de algunos virus en cultivos hortícolas. La mayoría de estos virus se encuentran ampliamente distribuidos en otros países del continente. La identificación de los virus se ha basado principalmente en el uso de plantas indicadoras, pruebas serológicas (doble difusión en agar, aglutinación de Látex y Elisa), observación de la morfología de las inclusiones virales por microscopía de luz y en algunos casos, identificación de vectores (áfidos, crisomélidos, moscas blancas).

Estas pruebas no son suficientes para caracterizar un virus y determinar si se trata de una nueva virosis ó una ya descrita. Existen otras técnicas que se utilizan para un conocimiento mas profundo de los virus. La microscopía electrónica permite establecer la morfología y dimensiones de la partícula viral y los efectos citopatológicos de la infección. La electroforesis permite el análisis del ácido nucleico y de la protefina (s) que componen la partícula viral (número y peso molecular). La ultracentrifugación se utiliza durante el proceso de purificación de las partículas virales, además es útil para investigar sus propiedades fisicoquímicas como coeficiente de sedimentación y el número de componentes.

Hasta ahora nuestro trabajo se ha limitado principalmente en recopilar información general sobre la presencia de algunos virus, sus síntomas, mecanismos de transmisión, medidas actuales de control y sus alternativas en algunos cultivos como papa, tomate, pimentón, melón, pepino, zapallo, frijol (Vigna), poroto, maíz y otoo (Cuadro 1). Las pruebas serológicas han sido determinantes para reconocer la presencia de los diferentes virus en cada uno de los cultivos; su incidencia y en algunos casos estimar la importancia económica de varios de ellos (Cuadro 2). En el caso del cultivo del poroto (Phaseolus) y el maíz, no se han realizado pruebas serológicas o de otro tipo para determinar el agente involucrado en la enfermedad y se presume de la existencia de un virus dado por la sintomatología observada en los reportes realizados en países vecinos.

En el futuro próximo esperamos ampliar y completar este estudio incluyendo otros cultivos, como también volviendo a muestrear en forma exhaustiva los cultivos ya citados.

---

\* Virólogo, IDIAP, Panamá, Panamá.

CUADRO 1. INFORMACION GENERAL DE LOS SINTOMAS, TRANSMISION Y MEDIDAS DE CONTROL DE LAS PRINCIPALES ENFERMEADES VIROSAS EN PANAMA.

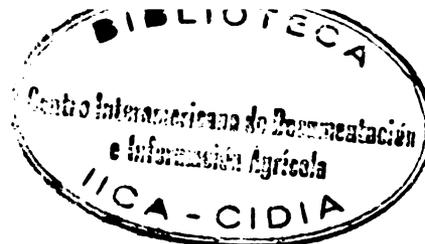
Cultivo	Virus	Síntomas	Transm.	Medidas de Control	Otras Alternativas
Papa	PVY	Moteado, de leve a severo. Arrugamiento hojas. Caída de hojas con estrías.	Afidos	Variedades Tolerantes. Semilla libre de virus. Saneamiento: Eliminación plantas enfermas.	Manipulación de fecha de siembra. Destrucción del follaje a la aparición afidos alados en campos de semilla.
	PVX	Mosaico leve.	Contacto	Semilla libre de virus.	
	PVS	Mosaico muy leve ó asintomático.	Contacto, afidos.		
	PLRV	Amarillez y/o enrojecimiento de hojas apicales, enrollamiento y posición erecta.	Afidos	Saneamiento: Eliminación plantas enfermas al inicio. Control de vectores (virus transmitido de forma persistente). Tratamiento térmico de la semilla (32°C/ 2 meses).	Manipulación fecha de siembra. Uso de variedades tolerantes.
Pimentón	TEV	Moteado sistémico. Mosaico. Achaparramiento. Deformación de hojas y frutos. Maduración irregular de frutos.	Afidos	Ninguna.	Variedades resistentes.
	PVY	Arrugamiento de hojas. Moteado sistémico.	Afidos	En Azuero, variedades resistentes.	Uso de variedades resistentes.
Tomate	TMV	Mosaico. Deformación hojas y frutos. Necrosis de frutos (a veces). Lesiones necróticas en variedades resistentes.	Semilla, Mecánica	Ninguna.	Desinfección de semilla. Eliminación de restos de plantas después de cosecha.
	TEV	Achaparramiento moteado, deformación de hojas.	Afidos, Mecánica	Ninguna	Eliminación de fuentes de inóculo (malezas).
	TMV	Mosaico. Deformación hojas y frutos. Necrosis de frutos (a veces). Lesiones necróticas en variedades resistentes.	Afidos, Mecánica		
Cucurbitáceas	SqMV	Deformación de hojas. Arrugamiento y moteado.	Crisómidos	Control de vectores.	Uso de semilla sana. Eliminación de malezas hospederas.
	WMV-1	Mosaico. Deformación de hojas. Deformación y manchado de frutos.	Afidos	Ninguna	Control de malezas. Fuente de inóculo externo.
Otoe	DMV	Mosaico. Deformación.	Afidos	Ninguna	Uso de material sano (plantas provenientes de cultivos de meristemas).
Frijol	CSMV	Mosaico con áreas claras y oscuras. Arrugamiento. Deformación.	Crisómidos	Control de vectores.	

CUADRO 2. INFORMACION GENERAL SOBRE DIAGNOSTICO, INCIDENCIA Y ESTIMACION DE PERDIDAS DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES VIROSAS EN PANAMA

Cultivo	Virus	Medio de Diagnóstico Usado	Incidencia Estimada	Estimación de Pérdidas
Papa	PVY	Serología: Aglutinación de latex y ELISA.	20%	10-50%
	PVX	Idem.	15%	Infección X-Y altas, hasta 80%.
	PVS	Idem.	20%	10-20%
	PLRV	ELISA	N.D.	Aprox. 75%.
Pimentón	TEV	Inmunodifusión con SDS. Inclusiones virales en microscopía de luz.	Casi todo el pimentón está infestado.	Aprox. 45%.
	PVY	Idem.	60-90% (Pacora, El Valle).	Asociado con otros virus. Pérdidas altas.
	TMV	Inmunodifusión.	N.D.	N.D. Generalmente está asociado con PVY.
Tomate	TEV	Inmunodifusión. Inclusiones virales en microscopía de luz.	Más de 60%.	25-55%
	TMV	Inmunodifusión.	N.D.	N.D. Generalmente asociado con PVY.
Cucurbitáceas	SqMV	Prueba de transmisión con vectores.	Menos del 5%.	N.D.
	WMV-1	Inmunodifusión. Inclusiones virales en microscopía de luz.	80-90%	Más de 75%.
Otoe	DMV	Inclusiones virales en microscopía de luz.	90-100%	N.D.
Frijol (Vigna)	CSMV	Inmunodifusión.	50-70%	N.D.

## BIBLIOGRAFIA

- BOCK, K. R. 1982. The identification and Partial Characterization of Plant Viruses in the Tropics. Trop. Pest Management 28:399-411.
- CHRISTIE, R. G. y J.R. EDWARSON. 1977. Light and electron microscopy of plant virus inclusions. Florida Agricultural Experiment Station. Monograph Nº 9.
- KURSTAK, E. 1981. Hand book of Plant Virus Infections. Comparative Diagnosis. Elsevier/North-Holland Biomedical Press.
- PINOCHET, J. 1985. Inventario de plagas y enfermedades de Panamá. Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE. Informe Técnico Nº 70, 18 pp.
- PLUMB, R. T. y J.M. THRESH. 1983. Plant Virus Epidemiology. The spread and control of insect-borne viruses. Blackwell Scientific Publications.
- VAN REGENMORTEL, M.H.V. 1982. Serology and Immunochemistry of Plant Viruses. Academic Press.



## "PROBLEMAS VIRALES Y PRODUCCION DE SEMILLA DE PAPA

Orencio Fernández, Ph.D.\*

### Introducción

La disminución de los rendimientos debido a la "degeneración" de la semilla en la papa es ocasionada principalmente por virus. La propagación vegetativa de este cultivo contribuye a la diseminación de plagas y enfermedades y consecuentemente, la "degeneración" de la semilla.

Los dos virus de la papa de más amplia distribución e importancia en el mundo son transmitido por áfidos: el virus del enrollamiento de las hojas (PLRV) y el virus Y de la papa (PVY). En Panamá, estos virus también constituyen el principal problema viral. Las observaciones realizadas en 1985 y 1986 muestran una incidencia aproximada de 30% para el PLRV y de 18% para el PVY (Cuadro 1).

CUADRO 1. INCIDENCIA DE VARIOS VIRUS DE LA PAPA EN CERRO PUNTA, PANAMA

Virus	No. de muestras*		Incidencia (%)	
	1985	1986	1985	1986
PVX	5/87	2/28	5.75	7.14
PVY	15/87	5/28	17.24	17.86
PVS	9/87	3/28	10.35	10.71
PLRV	17/58	N.D.**	29.31	N.D.**

\* Numerador = muestras positivas. Denominador = muestras examinadas

\*\* N.D. = No determinado

### Síntomas

Los síntomas comúnmente observados en el campo en infecciones primarias con PVY son mosaico, necrosis de nervaduras, amarillamiento y además, en infecciones secundarias se observa encrespamiento de las hojas y enanismo. Los síntomas primarios del PLRV son hojas apicales erectas con enrollamiento y amarillamiento y a veces color púrpura. Los síntomas secundarios son enrollamiento de las hojas basales y enanismo, además de los anteriores.

---

\* Virólogo, IDIAP, Panamá, Panamá.

## Diseminación viral

La diseminación de estos virus está directamente relacionada con la actividad de vuelo de los áfidos vectores. El conocimiento de la actividad de vuelo de los vectores permite:

1. Seleccionar las zonas más apropiadas para la producción de semilla.
2. Determinar las fechas de siembra y de cosecha.
3. Determinar el tiempo óptimo para llevar a cabo la aplicación de insecticidas y quema de follaje.

De esta manera, el cultivo podrá hacerse evitando que la fase vegetativa (altamente susceptible a los virus) coincida con la mayor dispersión de vectores y habrá una notable disminución en la incidencia de virus.

## Diagnóstico

Para establecer un programa de semilla es necesario combinar el conocimiento de las prácticas agronómicas de la producción con la identificación de los virus del cultivo.

La detección de los virus de un cultivo se puede realizar mediante el uso conjunto de varios métodos: observación de síntomas en campo, inoculación de plantas indicadoras en forma mecánica o con ayuda de vectores, pruebas serológicas y otras técnicas más sofisticadas.

El diagnóstico mediante la observación de síntomas en campo no es confiable porque no permite detectar la infección de plantas con síntomas latentes ni distinguir los síntomas de una infección viral de otros muy parecidos producidos por otros patógenos, por insectos, por problemas fisiológicos, deficiencias minerales o anormalidades.

El uso de plantas indicadoras, aunque es muy sensible, requiere de espacios de humbráculo y los síntomas que permiten el diagnóstico generalmente se pueden observar tan sólo después de una o dos semanas (Cuadro 2).

Las pruebas serológicas empleadas en el diagnóstico rutinario de virus de papa son la aglutinación de látex sensibilizado con anticuerpos y ELISA.

En la primera prueba, el extracto de una planta infectada con un virus dado, produce la aglutinación de las esferas de látex conjugadas a los anticuerpos específicos contra el virus. La reacción antígeno-anticuerpo se hace así visible con facilidad. Esta técnica es sencilla, económica, rápida y sensible. Es utilizada principalmente en el diagnóstico de PVX y PVS.

CUADRO 2. SINTOMAS DE VIRUS DE LA PAPA EN HOSPEDEROS DE DIAGNOSTICO

Virus	Planta indicadora	Síntomas
PVY	Clon A6	Lesiones locales
PVX	<u>Gomphrena globosa</u>	Lesiones locales
PVS	<u>Nicotiana debneyi</u>	Infección sistémica
PLRV	<u>Physalis floridana</u> <u>Datura stramonium</u>	Infección sistémica

ELISA es una prueba serológica en la cual los anticuerpos están conjugados a una enzima y pueden detectar las partículas virales adheridas a un soporte sólido. La enzima se hace entonces reaccionar con el sustrato apropiado. Esta prueba, de gran sensibilidad, es efectiva para la detección de virus que se encuentran en concentraciones muy bajas en los tejidos de la planta, como el PLRV.

#### Producción de semilla de papa libre de virus

En cualquier cultivo para obtener altos rendimientos y rentabilidad, es necesario poner en práctica medidas eficientes de control de plagas y enfermedades. En el caso de la papa, el sistema de propagación asexual (tubérculo-semilla) favorece la propagación de enfermedades, principalmente de tipo viral. Por lo tanto, el primer paso para el control de las enfermedades virales en el cultivo de la papa es la utilización de semilla de alta calidad, es decir, semilla libre o con bajo porcentaje de virus. En Panamá, este renglón constituye el insumo más caro (IDIAP-PROCDEPA, 1985) y cada año es necesario importar un volumen importante de semilla con la consecuente fuga de divisas (Cuadro 3).

Existe una tendencia en Panamá a disminuir las importaciones debido a la práctica de multiplicar localmente la semilla proveniente del extranjero. Sin embargo, luego de varios ciclos de multiplicación nacional es necesario importar nuevamente semilla debido a que sufre de la "degeneración".

Esta razones nos hacen pensar en la posibilidad de establecer un programa nacional de producción de semilla de papa. Para garantizar el éxito de un programa de semilla son importantes los siguientes requisitos:

1. Se debe establecer una regulación estatal en las diferentes categorías de semilla (Pre-básica, Básica o élite, Registrada o de Fundación y Certificada) que establezca los niveles de tolerancia de enfermeda-

CUADRO 3. IMPORTACION DE SEMILLA DE PAPA EN PANAMA\*

Año	Semilla (Kg. netos)	Costo CIF (B/.)
1980	192,323	96,144
1981	2,133.667	1,238,811
1982	792,704	344,518
1983	199,250	106,327
1984	660,107	327,098
1985	720,283	399,025
1986*	29,549	11,824

\*Importación de enero a mayo. Contraloría General de la República, Dirección de Estadística y Censo.

des, principalmente virales, permitidos en cada categoría, en especial para la semilla básica. Estos niveles deben tomar en cuenta las necesidades locales, los recursos y la capacidad tecnológica del país.

La semilla básica de alta calidad se puede obtener por medio de la técnica de cultivo in vitro de meristema, combinada con termoterapia. Al iniciarse el programa debe hacerse énfasis en eliminar los virus que causan las mayores pérdidas. El número de virus eliminados y el nivel de tolerancia de cada uno debe ser bastante flexible en los primeros tres años del programa. En la producción de semilla básica, el saneamiento ("roguing") no garantiza la eliminación de todas las plantas contaminadas, ni semilla de alta calidad en las fases sucesivas de multiplicación (registrada y certificada).

2. Apoyo del sector estatal en la producción de semilla pre-básica y básica, complementada por la regulación estatal de las importaciones para garantizar la venta de la semilla nacional.
3. Determinación de sitio de propagación óptima (aislados de los campos de producción comercial y cuya ecología de los áfidos sea conocida) para obtener una degeneración muy baja o mínima y razonable tasa de multiplicación. El aislamiento puede ser físico (gran distanciamiento) con la ayuda de cultivos barreras inmunes a los virus y huéspedes de los vectores. El viento debe soplar de los campos de semilla hacia los campos comerciales para evitar el ingreso de vectores.
4. La producción de semilla Registrada y Certificada generalmente debe

estar en manos de productores privados (semilleristas). Estos productores necesitan entrenamiento para la producción, almacenamiento y comercialización de la semilla que debe ser brindado por la agencia estatal encargada de normar e inspeccionar cada una de las etapas de producción.

En resumen consideramos que es factible establecer un programa nacional de semilla de papa combinando las técnicas de cultivo de meristemas in vitro con técnicas de propagación rápida, alta densidad de siembra, baja fertilización y control apropiado de vectores y enfermedades foliares. Estas prácticas permiten obtener gran cantidad de semilla de calidad cuyo peso oscila entre 5 y 20 gramos a un costo razonable.

#### BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO. 1986. Global Workshop on Root and Tuber Crops Propagation. Proceedings of a Regional Workshop Held in Cali, Colombia, 13-16 September, 1983. Centro Internacional Agricultura Tropical, CIAT, Cali Colombia.
- ANONIMO. 1985. Estudio Agro-Socioeconómico del Cultivo de la Papa en Panamá. IDIAP-PRECODEPA (Borrador).
- ANONIMO. 1984. Anuario de Comercio Exterior Sección 334. Comercio. Contraloría General de la República. Dirección de Estadística y Censo. Panamá.
- FRIBOURG, C. y J. NAKASHIMA. 1981. Prueba de Látex para Detectar Virus de Papa. Centro Internacional de la Papa, CIP. Lima, Perú. 12 pp.
- HOKKER, W.J. 1981. Compendium of Potato Diseases The American Phytopathological Society. 125 pp.
- RAMAN, K.V. 1980. Transmisión de Virus de Papa por Insectos Vectores. Centro Internacional de la Papa, CIP. Lima, Perú. 16 pp.
- SALAZAR, L.F. 1982. Manual de Enfermedades Virósas de la Papa. Centro Internacional de la Papa, CIP. Lima, Perú. 111 pp.

## TRANSMISION DE VIRUS POR INSECTOS

Ramón Lastra, Ph.D.\*

Los virus de plantas son transmitidos en la naturaleza por diferentes agentes vectores, principalmente, ácaros, nemátodos, hongos e insectos. Entre estos, la Clase Insecta es la que cuenta con el mayor número de vectores capaces de transmitir estos agentes patógenos. La primera demostración experimental de la transmisión de un virus vegetal mediante un insecto se realizó en Japón a principios de siglo XX. Investigadores japoneses demostraron que la enfermedad conocida como enanismo del arroz era transmitida por los saltahojas Inazuma dorsalis y Nephotellix cincticeps (1895 y 1901). A partir de esa fecha se ha acumulado gran cantidad de información acerca de la transmisión viral por miembros de este grupo. La información que a continuación se presenta incluye las relaciones virus-vector y el papel importante que estos vectores juegan en la epidemiología de las enfermedades de origen viral.

### Grupos vectores de virus

Cualquier insecto que se alimente de las plantas puede ser un vector potencial de los virus. El número de posibles combinaciones entre insectos, como vectores potenciales y virus es muy elevado, y sólo un porcentaje pequeño de estas posibles combinaciones ha sido estudiado hasta la fecha. Dentro de la Clase Insecta, se han reportado 18 familias las cuales poseen miembros que actúan como transmisores de virus. Los grupos más importantes de vectores están ubicados dentro de las familias Aleyrodidae, Aphididae, Cicadellidae y Delphacidae dentro del orden Homoptera y la familia Chrysomelidae dentro del orden Coleoptera aunque existen vectores de virus en varios otros ordenes de la Clase Insecta (Cuadro 1).

### Forma de alimentación

La mayor parte de los vectores de virus de plantas conocidas hasta la fecha se encuentran dentro del orden Homoptera. Desde el punto de vista de la transmisión viral las partes bucales de los homoptera juegan un papel importante en la habilidad de este grupo como transmisores de virus. Las partes bucales de estos insectos se caracterizan por ser punzo-penetrantes, pudiendo chupar activamente la savia de las plantas.

El órgano penetrante es el estilete el cual está compuesto por un par de maxilas en su parte interior y un par de mandíbulas en la parte exterior. Estos componentes encajan perfectamente el uno con el otro

---

\* Virólogo, Proyecto MIP, CATIE, San José, Costa Rica.

CUADRO 1. ORDENES DE LA CLASE INSECTA QUE POSEE MIEMBROS TRANSMISORES DE VIRUS

Orden	Familia	Tipo de Transmisión	Nº Especies	Nº Virus
Orthoptera	Acrididae (saltamontes)	mecánica	1	2
	Forficulidae (tijereta)	mecánica	1	1
Thysanoptera	Thripidae (thrips)	persistente, (circulativa)	4	1
	Lygacidae		2	1
Heteroptera	Miridae (chinches)		1	1
	Tingidae (chinche de cucaje)	persistente	2	2
Homoptera *	Aleyrodidae (moscas blancas)	persistente (circulativa)	3	20
	Aphididae (áfidos)	no-persistente y circulativo	200	170
	Cicadellidae (saltahojas)	persistente (circulativo, pro-pagativo)		
	Delphacidae (chicharritas)	persistente (propagativa)	22	23
	Membracidae		1	1
Lepidoptera	Pseudococcidae (escamas)	semi-persistente, persistente	18	5
	Pieridae (mariposas)	mecánica	1	1
Coleoptera	Chrysomelidae (coquitos)	semi-persistente (circulativo)	74	50
	Coccinellidae (mariquitas)		2	1
	Curculionidae (gorgojos)		11	1
	Meloidae		1	1
Diptera	Agromyzidae (minadores)	mecánica	2	3

\* Grupo más importante como vectores de virus.

formando un estilete muy fino pero a la vez resistente. En el interior del estilete se encuentran dos canales, uno principal llamado canal alimenticio, mediante el cual el insecto ingiere el alimento. El segundo, más pequeño, es el canal salivar por el cual sale la saliva durante la alimentación. El estilete está resguardado por el labrum (labio superior) y el labium (labio inferior). Este último posee un canal en su parte dorsal en el cual se mueve el estilete. Estas dos estructuras configuran lo que se llama "rostrum", estructura que le da protección al estilete y gran rigidez al órgano bucal (Fig. 1). Los órganos bucales están unidos al intestino mediante el esófago y en ésta zona se encuentra el órgano de bombeo. En insectos, el intestino tiene 3 partes: anterior, medio y posterior. El intestino anterior y posterior forman parte del exoesqueleto, en consecuencia, se cambian con cada muda del insecto. Ocurre lo contrario con el intestino medio, el cual permanece inalterado a través de las mudas. Su permeabilidad a las partículas virales son la clave de la transmisión viral en los virus con características de transmisión persistente.

La penetración del estilete en el tejido vegetal se hace con ayuda de la secreción salivar, la cual se secreta a través del canal de la saliva. Esta saliva se coagula dentro del tejido de la planta formando una vaina alrededor del estilete, la cual puede colorearse mediante safranina y de este modo se puede observar la forma de penetración del estilete en el tejido vegetal. Antes de alimentarse en una planta estos insectos prueban con el estilete la palatabilidad de su savia a nivel de las células epidérmicas. La alimentación se lleva a cabo en los vasos del floema por donde fluye la savia elaborada. Esta savia se encuentra en el floema bajo presión pasando rápidamente al insecto a través del canal alimenticio. Además, estos insectos pueden succionar el alimento activamente. La penetración del estilete se hace generalmente a través de los espacios intercelulares y para el caso de los afidos puede demorarse hasta media hora antes de que alcancen el floema. Sin embargo, los saltahojas, son más robustos por lo cual la alimentación puede iniciarse en pocos minutos.

### Relación virus-vector

La relación entre los virus y sus vectores no consisten simplemente en una transferencia mecánica de los particulares virales. Algunos virus altamente infecciosos como el virus mosaico del tabaco (TMV) y el virus X de la papa (PVX), son eficientemente transmitidos por contacto ó por insectos masticadores, como es el caso de los saltamontes y larvas de lepidopteros. Sin embargo, los virus son por lo general altamente específicos en su transmisibilidad por un grupo taxonómico y en muchos casos su transmisión está limitada a una sólo especie de insecto vector.

Con el fin de aclarar las relaciones entre los virus y sus vectores se deben introducir los siguientes conceptos:

a) Tiempo de Adquisición: Es el tiempo mínimo que debe el insecto alimentarse sobre una planta enferma con el fin de adquirir el virus.

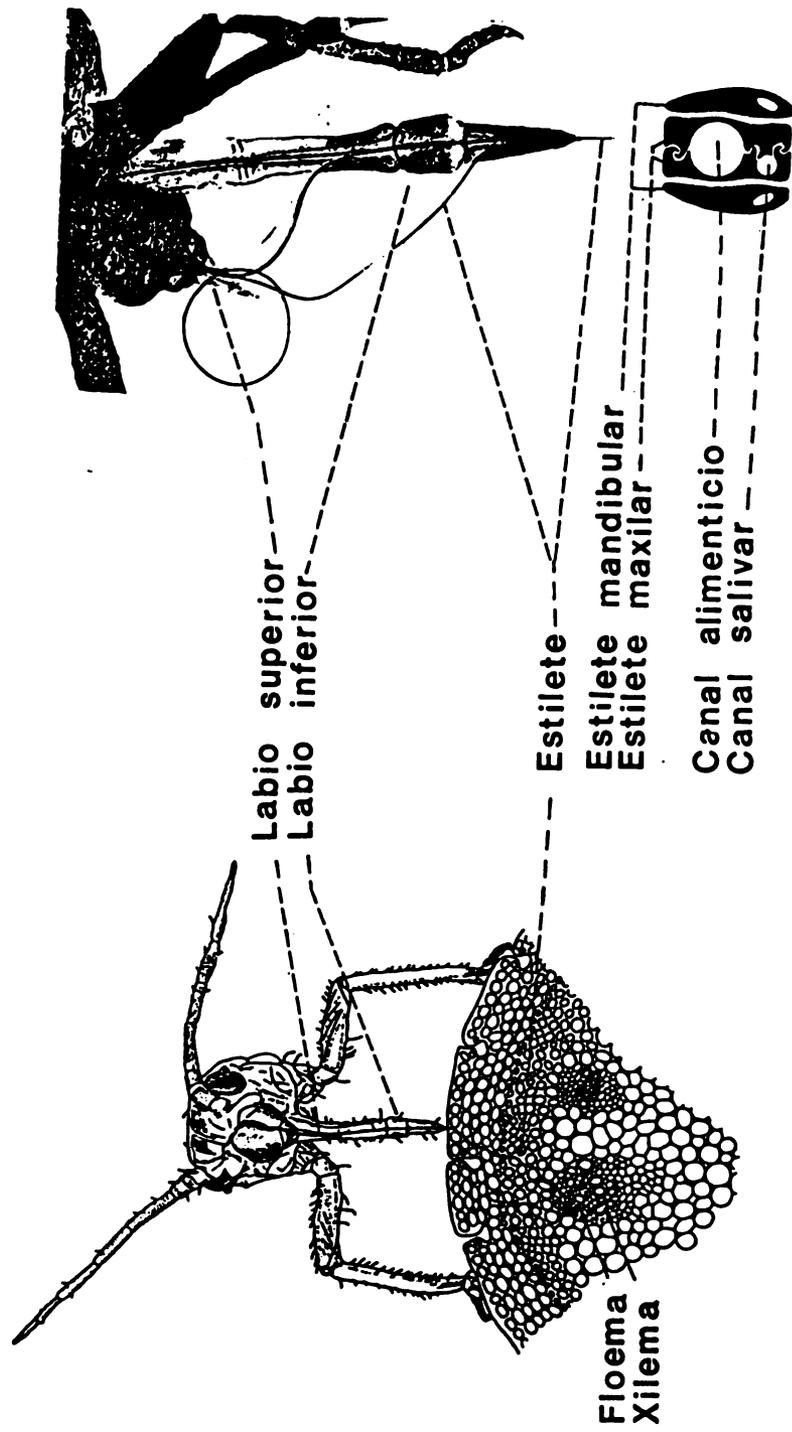


FIGURA 1. Partes bucales de insectos transmisores de virus.

b) Tiempo de Latencia o Incubación: Tiempo comprendido entre la adquisición del virus y el momento en que el insecto es capaz de transmitir el mismo.

c) Tiempo de Inoculación: Tiempo que el insecto requiere probar ó alimentarse en la planta sana para poder transmitir el virus.

d) Persistencia: Tiempo durante el cual el insecto se mantiene infeccioso después de la adquisición del virus.

En base a la persistencia del virus en el vector y a la habilidad de éste de transmitir la enfermedad, se han caracterizado los siguientes tipos de transmisión viral: no-persistente, semi-persistente, y persistente (circulatoria y propagativa). Estas diferencias básicas se refieren al tiempo de retención del virus por el vector, lo cual a su vez está relacionado con la habilidad del vector en transmitir la enfermedad (Cuadro 2).

En la transmisión de tipo no-persistente la retención del virus es muy corta, el insecto permanece infeccioso por un tiempo comprendido entre algunos minutos hasta unas pocas horas. En el caso de la transmisión semi-persistente el período de retención viral es más largo y puede llegar hasta 2 ó 3 días. En los virus con característica de transmisión persistente, el vector es capaz de permanecer infeccioso por vida ó por un tiempo relativamente largo. En los insectos con características de transmisión persistentes, los virus son ingeridos por el insecto durante su alimentación. Las partículas virales pasan a través del intestino medio a la hemolinfa, distribuyéndose de este modo por todo el cuerpo del vector. Las partículas virales invaden las glándulas salivares, pasando con la saliva a una nueva planta en el momento que el insecto se alimenta. Dentro del grupo de vectores persistentes se encuentran dos mecanismos de transmisión. En el caso de que las partículas virales únicamente circulen en el cuerpo del insecto, la transmisión se conoce como persistente circulatoria. En este caso, la habilidad de transmitir la enfermedad se mantiene por varios días hasta que se agoten las partículas virales que haya ingerido el vector. Este tipo de transmisión también se caracteriza por ser intermitente ó sea que el insecto puede dejar de transmitir el virus por un día para recuperar la capacidad de transmisión viral al día siguiente hasta que se agote su reserva viral. En el caso de la transmisión persistente propagativa, las partículas virales tienen la capacidad de infectar y multiplicarse en las células del insecto vector. Por lo tanto, el insecto no es sólo un reservatorio de partículas virales sino que también propaga las mismas. Esta característica hace que el vector transmita la enfermedad durante el resto de su vida. La propiedad de algunos virus de multiplicarse en su insecto vector indica una relación muy especial del virus con las células del insecto y de la planta. En consecuencia estos virus son altamente específicos en cuanto a la planta y vector que son capaces de infectar. Al mismo tiempo se plantean interrogantes acerca del origen de este tipo de virus y a su capacidad de adaptación para poder reproducir.

CUADRO 2. CARACTERISTICAS DE LA TRANSMISION VIRAL POR INSECTOS

Características	No-persistente	Semi-persistente	Persistente Circulativo * Propagativo **
1. Periodo de adquisición	7 seg. - 10 min.	minutos-horas	horas a días
2. Periodo de latencia	no	no	días a semanas
3. Persistencia	corta (horas)	días (2-3)	largo (días), a veces vida insecto
4. Especialidad virus-vector	baja	mediana	muy elevada
5. Infectividad permanente después	no	no	si
6. Transmisión mecánica virus	común	posible, con dificultad	no
7. Ayuno insecto aumenta % transmisión	si	no	no
8. El virus se concentra en la planta	epidermis		
9. Tipo de síntomas en planta	parenquima mosaico	parenquima amarillamiento	mesofilo y floema enanismo, amarillamiento

\* En la relación circulativa el virus circula internamente en el insecto pero no se multiplica en sus tejidos.

\*\* En la relación persistente el virus se multiplica tanto en tejido vegetal como en el tejido del insecto vector.

cirse en dos tejidos diferentes.

Las relaciones virus-vector son importantes cuando se analizan los aspectos prácticos en cuanto a la infección y control de las enfermedades virales. La primera reacción en el control de los virus es la de alimentación del vector mediante la aplicación de insecticidas. Este tipo de práctica únicamente muestra beneficios cuando la relación virus-vector es del tipo persistente. La razón principal es la habilidad del vector de permanecer infeccioso de por vida, por lo tanto, eliminando al insecto se evita la propagación viral. Sin embargo, en el caso de los virus que tienen una relación con su vector de tipo no-persistente ó semi-persistente este tipo de control es contraproducente ya que simplemente por el hecho de probar la palatibilidad de una planta son capaces de transmitir la enfermedad. Bajo ésta situación, la eliminación del insecto no disminuye la capacidad de transmisión del vector. En períodos críticos se encuentran vectores infectados provenientes de otras áreas, lo cual hace impráctico el control de estas enfermedades mediante la aplicación de insecticidas.

#### BIBLIOGRAFIA

- BOSS, L. 1983. Introduction to Plant Virology. Pudoc, Wageningen, The Netherlands. 160 pp.
- CORBETT, M. K. and H. D. Sisler, (eds.). 1964. Plant Virology University of Florida Press. Gainesville. 527 pp.
- GIBBS, A. and B. D. HARRISON. 1976. Plant Virology. The Principales. E. Arnold Ltd. London. 292 pp.
- HARRIS, K. F. and K. MARAMOROSCH, (eds.). 1977. Aphids as virus vectors. Academic Press. New York. 559 pp.
- MARAMOROSCH, K. and F. HARRIS, (eds.). 1979. Leafhopper vectors and Plant Diseases Agents. Academic Press, Inc. New York. 654 pp.
- MATTHEWS, R.E.F. 1981. Plant Virology. Academic Press Inc. New York. 897 pp.

# ALGUNAS VIROSIS DE IMPORTANCIA AGRICOLA EN LA AMERICA TROPICAL

Ramón Lastra, Ph.D.\*

## Introducción

Entre los diferentes grupos de agentes infecciosos, los virus se diferencian de los demás organismos por varias características especiales. Entre ellas por su tamaño extremadamente pequeño (30-2000 nm); por poseer un sólo tipo de ácido nucleico (ARA ó ADN) y por ser parásitos obligados que carecen de metabolismo propio. En consecuencia, deben emplear el aparato bioquímico de las células vivas para su replicación.

Los virus de plantas son transmitidos en la naturaleza principalmente por insectos (80-90%), sin embargo hongos, nematodos, ácaros y aún transmisión mecánica pueden jugar un papel importante en la transmisión de algunos virus específicos.

## Relación hospedero-patógeno

El control químico de patógenos de plantas es exitoso hasta cierto grado cuando se trata de patógenos como los hongos y las bacterias. En el caso de los virus no existe ningún tipo de control químico adecuado debido principalmente a su carácter de patógenos obligados intracelulares y a su modo de multiplicarse utilizando los mecanismos de replicación celular. En consecuencia, cualquier producto que afecte a la replicación de los virus también afecta a la multiplicación celular produciendo trastornos graves en el metabolismo de las plantas.

La carencia de un control químico hace que las enfermedades virales adquieran importancia debido a la imposibilidad de tratamiento una vez infectada la planta. El control de las enfermedades virales se basa en tratar de romper el ciclo de la enfermedad en su fase más débil. Este tipo de control requiere de un gran conocimiento de todos los aspectos de la enfermedad. Primeramente debe identificarse al virus causante de la enfermedad y si es posible a la cepa del mismo. El próximo paso es identificar la forma de transmisión incluyendo al vector del virus. En el caso de que el virus sea conocido generalmente la información acerca de su vector, forma de transmisión, etc; está disponible.

La eliminación de los vectores de las enfermedades virales mediante la aplicación de insecticidas es la forma más usada para combatir estas

---

\* Virólogo, Proyecto MIP, CATIE, San José, Costa Rica.

enfermedades. Sin embargo, este método no garantiza el control de la enfermedad. En el caso de los vectores que transmiten los virus por períodos cortos de tiempo (no-persistente), esta medida no ha sido efectiva y puede ser contraproducente. Sin embargo, en el caso de los vectores que permanecen infecciosos por períodos largos ó durante toda su vida (semi-persistentes y persistentes) la medida puede contribuir a un descenso importante en la tasa de infección.

Otro aspecto importante es el conocimiento de la fente del inóculo, conociéndose ésta y siendo factible su eliminación se puede controlar la enfermedad. Por último, se debe considerar a la planta cultivada afectada por el virus. La incorporación de resistencia genética a variedades cultivadas puede ser una forma muy efectiva de controlar este tipo de enfermedades. Lamentablemente la resistencia genética aunque muy efectiva no es fácil de conseguir y se puede perder por evolución de los patógenos.

En conclusión, el combate de los virus se basa en un conocimiento adecuado de su ciclo infeccioso y en tratar de romper el mismo por el eslabón más débil, de tal forma que no pudiéndose completar éste, se evita la infección del cultivo. Las enfermedades virales pueden tener un impacto económico grande. A continuación mencionamos algunas enfermedades de importancia actual ó potencial en la región centroamericana.

### La tristeza de los cítricos

En la región centroamericana la producción de cítricos es segunda en importancia en el renglón de frutales después de la producción bananera con medio millón de toneladas. En el año 1983, la producción de cítricos fue la siguiente: Guatemala 90.000 Ton., El Salvador 123.000 Ton.; Honduras 75.000 Ton., Nicaragua 54.000 Ton., Costa Rica 78.000 Ton. y Panamá 65.000 Ton. En la actualidad hay un gran interés en promover este renglón agrícola con el fin de exportar concentrados de frutas al mercado norteamericano. El desarrollo de este renglón podría ser afectado por la enfermedad conocida como tristeza de los cítricos.

Esta enfermedad ha destruido extensas zonas de plantaciones sobre todo en Argentina y Brasil. La enfermedad apareció en Argentina en 1930, posiblemente introducida desde Africa del Sur con la importación de material de cítricos y en 10 años causó la muerte de 10 millones de árboles eliminando prácticamente a todas las especies de cítricos injertados sobre el patrón de naranja amarga (Citrus aurantium, L.).

En Brasil entre 1939 y 1949 murieron 6 millones de árboles injertados sobre el patrón naranja amarga por causa de este virus. A partir de esa fecha la enfermedad se ha extendido en toda la América posiblemente con su vector más eficiente el áfido negro de los cítricos Toxoptera citricida Kirk. En los países en que esta especie no está presente la difusión de la enfermedad es mucho más lenta. La tristeza de los cítricos se reportó en Venezuela en 1950; sin embargo, únicamente se convirtió en un problema

a partir de 1976 con la aparición del áfido Toxoptera citricida en el país, proveniente de países vecinos.

El virus causante de la tristeza de los cítricos puede multiplicarse y sobrevivir sin aparentemente causar daño ni síntomas en gran variedad de cítricos, entre estos el limón Mayer el cual está considerado como la variedad más importante en la diseminación de la enfermedad por todo el mundo. La tristeza de los cítricos como problema agronómico se manifiesta con la práctica del injerto utilizando como patrón a la naranja amarga (Citrus aurantium, L.) esta especie es altamente sensible al virus en consecuencia cuando un árbol se infecta con el virus este multiplica en el follaje y se trasloca mediante el floema a las raíces. Al entrar en contacto el virus con el sistema vascular del patrón causa la muerte de las células floemáticas. Con la muerte del floema se interrumpe el paso de nutrientes a las raíces debilitando al árbol y finalmente causando la muerte del mismo. El efecto del virus sobre el floema del patrón es una de las características de la enfermedad utilizadas en su diagnóstico. Este efecto se visualiza cortando un pedazo de la corteza del árbol en la zona donde se ha injertado la planta y observando en la parte interior de la misma la presencia de púas que corresponden a huecos en el tronco del árbol (stem pitting). Estas deformaciones son producto de la proliferación de células del floema como respuesta a la infección viral.

La partícula viral corresponde a un filamento largo 10-12 x 2.000 nm y muy flexible el cual se encuentra únicamente localizado en las células floemáticas. La presencia de estas partículas visualizadas mediante microscopía electrónica es una de las formas más seguras de diagnóstico.

Las medidas de control más adecuadas son primeramente las cuarentenarias, si la enfermedad ó el vector no se encuentra presente. Obviamente, debido a la rápida expansión de la enfermedad no es fácil cumplir las disposiciones cuarentenarias. Una vez introducida la enfermedad y el vector, la erradicación no ha sido efectiva en detener la enfermedad y el control de vectores es antieconómico aunque puede reducir la velocidad de difusión. La medida más efectiva en el combate de la enfermedad consiste en replantar con árboles sobre patrones tolerantes a la tristeza. Los patrones más comúnmente usados son: citrange, carrizo, citrange Troyer, citrumelo swingle, limón Wolkamericana, mandarina Cleopatra, limonero rugoso y naranjo Trifoliata. Sin embargo deben hacerse pruebas de campo con el fin de determinar el comportamiento y la calidad de la fruta con estos patrones en las diferentes áreas. Otra forma de control es la inoculación de los árboles a nivel del vivero con una raza muy suave del virus, este virus se multiplica en los árboles evitando de esta forma que sean afectados por cepas más virulentas que causarían la muerte de la planta.

### Las virosis del maíz

El maíz es un cultivo básico en la región con la siguiente producción durante la temporada 1983-1984: Guatemala 1.074.000 Ton.m., El Salvador 481.700 Ton.m., Honduras 458.100 Ton.m., Nicaragua 190.900 Ton.m., Costa

Rica 76.000 Ton.m. y Panamá 75.600 Ton.m. Sin embargo, el rendimiento por hectárea está comprendido entre 1 a 2 Ton/Ha, lo cual es bastante bajo. Hay muchos factores que influyen en este rendimiento, pero sin duda las plagas y enfermedades juegan un papel importante en la reducción de la productividad.

En la región han sido reportadas gran número de enfermedades virales tales como rayado fino del maíz, mosaico del maíz, enanismo del maíz, hoja blanca del maíz y achaparramiento. Sin duda el achaparramiento es la enfermedad que causa más daño sobre todo en las zonas bajas del trópico húmedo.

Lo que se conoce como achaparramiento son en realidad varias enfermedades diferentes transmitidas todas por el saltahoja Dalbulus maidis. Este insecto es capaz de transmitir el virus rayado fino del maíz; el micoplasma achaparramiento arbustivo del maíz (maize bushy stunt) y el espiroplasma achaparramiento (corn stunt). En un principio se creyó que el achaparramiento del maíz era producido por un sólo micoplasma del cual se han descrito dos cepas. La cepa Mesa Central está asociada a la presencia del micoplasma. Sin embargo la cepa Rio Grande es en realidad una enfermedad diferente producida por un espiroplasma, aunque ambas pueden ser transmitidas en forma simultánea por Dalbulus maidis y otras especies de saltahoja.

Los micoplasmas son organismos pertenecientes a la clase Mollicutes la cual tiene 3 familias, de estas la familia Mycoplasmatacea en donde se ubican los micoplasmas y la familia Spiroplasmatacea donde se encuentran los espiroplasma. Estos organismos se diferencian de las bacterias entre otras cosas, en que carecen de pared celular y en que tienen diferente morfología.

La enfermedad conocida como achaparramiento arbustivo del maíz (maize bushy stunt), anteriormente conocida como achaparramiento tipo Mesa Central, es producida por un micoplasma. Este organismo es pleomorfo, carece de pared celular y no se ha podido cultivar "in vitro". El agente infeccioso induce una proliferación de hojas y tallos en la base de la planta y axilas de las hojas. Las hojas muestran al comienzo una clorosis marginal seguida por un enrojecimiento de las mismas. Las plantas afectadas muestran proliferación de mazorcas pero de pequeño tamaño sin valor comercial.

El otro tipo de achaparramiento (corn stunt) conocido como Rio Grande está asociado con un espiroplasma. Como su nombre lo indica los espiroplasma tienen forma espiralada, carecen de pared celular y pueden visualizarse extrayendo jugo de la nervadura central de una planta enferma y observando al microscopio de luz contraste de fase. En esta prueba se puede ver al organismo trasladándose con movimientos espiralados.

Este organismo se ha logrado multiplicar "in vitro" en donde producen pequeñas colonias en medio especial en agar. Los síntomas inducidos por

este patógeno son generalmente clorosis en la parte basal de las hojas extendiéndose hacia la punta de las mismas, careciendo de la coloración rojiza que se presenta en el caso de la infección con micoplasmas ó siendo ésta muy escasa. Al mismo tiempo las plantas muestran un enanismo marcado y proliferación de mazorcas las cuales generalmente no son fértiles.

Los síntomas de estas enfermedades son más fuertes cuando las temperaturas ambientales son mayores pudiendo matar a la planta. La infección temprana con estos organismos afecta adversamente a la planta, mientras que si la infección es tardía la disminución en rendimiento es escasa. La transmisión de los micoplasmas por Dalbulus maidis también es afectada por la temperatura. El tiempo de incubación del patógeno en el vector varía entre 10 a 20 días dependiendo de la temperatura ambiente, la cual también afecta a la intensidad de los síntomas en las plantas infectadas.

El control de estas enfermedades es difícil debido a que hasta la fecha no se ha encontrado resistencia ó tolerancia a las mismas. El control del vector puede tener un efecto en reducir la diseminación secundaria de la enfermedad sin embargo cuando las poblaciones migratorias del vector son altas la inoculación primaria puede ser suficiente para provocar un brote epidémico importante.

### Los Geminivirus

Los geminivirus son un grupo de virus descubiertos recientemente transmitidos en los trópicos principalmente por la mosca blanca Bemisia tabaci Genn., aunque también los saltahojas pueden transmitir algunos de estos virus. Como su nombre lo indica, la partícula viral está formada por 2 partículas icosaédricas pareadas con un tamaño de 18 x 20 nm. Estos virus inducen gran variedad de enfermedades en los trópicos americanos, los cuales, generalmente se caracterizan por un mosaico fuerte amarillo acompañado por un enanismo de las plantas. Entre estas enfermedades se encuentra el mosaico dorado del frijol, Curly Top del tomate, clorosis infecciosa del algodón y posiblemente un mayor número de otras todavía no bien descritas. Estos virus son difíciles de controlar debido al gran número de plantas silvestres hospederas de los mismos y a las altas poblaciones de moscas blancas que se originan en las zonas bajas de las áreas tropicales, las cuales actúan como vectores de estos virus.

El frijol es un cultivo de importancia en Centroamérica. La producción para la cosecha 1983-1984 fue la siguiente: Guatemala 97.200 Ton., El Salvador 45.900 Ton., Honduras 30.600 Ton., Nicaragua 55.100 Ton., Costa Rica 20.100 Ton. y Panamá 3.600 Ton. Los rendimientos reportados son bastante bajos con un promedio de 500 a 800 Kg/ha. Estos rendimientos podrían ser mejorados sensiblemente ya que están muy por debajo del potencial de producción del cultivo. Hay muchos factores que afectan la producción entre ellos las enfermedades siendo el mosaico dorado del frijol la enfermedad principal en las zonas costeras del Pacífico. El mosaico

dorado del frijol está ampliamente distribuido y es especialmente importante en Centroamérica y el Caribe, pudiendo alcanzar la incidencia del mismo al 100%. Las reducciones estimadas de la cosecha alcanzan entre el 50-100% de la producción. Los síntomas de la enfermedad consisten en un mosaico amarillo en las hojas y a un enanismo marcado de las plantas, si las plantas son infectadas a una edad temprana no hay producción de frutos.

El virus es una partícula geminada formada por la unión de dos partículas icosaédricas con un tamaño de 18 x 20 nm. El virus se multiplica en el núcleo de las células del floema formando inclusiones virales que sirven de diagnóstico por medio de microscopía de luz y electrónica.

La mosca blanca actúa como vector en forma semi-persistente ó sea que una vez adquirido el virus permanece infecciosa en forma intermitente entre 3-7 días. El virus puede ser adquirido de plantas dentro del cultivo pero generalmente la fuente de inóculo son leguminosas silvestres que mantienen el virus cuando no hay frijol en los campos de cultivo.

El control de la enfermedad se basa en el manejo del cultivo; prácticas como rotación del cultivo, eliminación de malezas hospederas del virus y aquellas en las cuales se multiplica la mosca blanca pueden ser efectivas en reducir poblaciones y fuentes de inóculo. La fecha de siembra se debe programar en lo posible de tal forma que las plantas jóvenes del frijol se desarrollen cuando las poblaciones de moscas blancas no sean muy altas. Temperaturas relativamente bajas y condiciones de humedad altas no son favorables al desarrollo de la mosca blanca. Hasta la fecha no se han desarrollado variedades resistentes, pero hay disponibles variedades tolerantes las cuales a pesar de enfermarse pueden producir una cosecha aceptable.

#### BIBLIOGRAFIA

- GALVEZ, G. E. & M. R. CARDENAS. Virus transmitidos por moscas blancas. In Problemas de producción del frijol. H.F. Schwartz y G. E. Gálvez, eds. CIAT. 424 pp.
- GOODMAN, R. M. 1981. Journal of Gen. Virology 54:9-21.
- LASTRA, R. 1976. Maize Mosaic and other maize viruses and virus like disease in Venezuela. In Proc. Int. Maize Virus Disease Colloq. & Workshop. L. E. Williams, D. T. Gordon, and L. R. Nault, eds. OARDC, Wooster, Ohio. 145 pp.
- MENDT, R., G. PLAZA, R. BOSCAN, J. MARTINEZ & R. LASTRA. 1984. Spread of citrus tristeza virus and evaluation of tolerant rootstock in Venezuela. In Proc. of the 9th Conference of International Organization

of citrus virologists. Pp. 95-99.

NAULT, L. R. 1979. Maize bushy stunt and corn stunt: A comparasion  
of disease symptoms, pathogen host ranges and vectors.

//  
INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LOS AFIDOS:  
ALGUNAS GENERALIDADES

✓  
Georges Remaudiere Ph.D.\*

Diversidad: Fauna mundial de áfidos y métodos de estudio

Una revisión de las faunas regionales muestra que existe una gran variedad de especies en el Hemisferio Norte, que incluye las ricas faunas de América del Norte, Europa, Lejano Oriente y la India (Eastop y Hille Ris, 1976). Se estima un total de 4,500 especies de áfidos en el mundo. En Africa, al sur del Sahara, sólo se mencionan unas 220 especies de áfidos en 1985 (Remaudiere, 1985). En América, desde el sur de los Estados Unidos hasta la Tierra de Fuego, Smith y Cermeli (1979) señalan la presencia de 220 especies (2 especies reportadas para Panamá y 28 para México). Tres años después reconocimos más de 200 especies en México, y en un año de trapeo en Panamá se han encontrado más de 50 especies (Quirós, en preparación). Estos primeros adelantos indican la importancia de poder llevar a cabo esfuerzos continuos para mejorar el conocimiento de las faunas de áfidos: son mucho más variadas de los que uno se puede imaginar, inclusive utilizando los datos más recientes publicados.

Es indispensable desarrollar un reconocimiento general mediante el establecimiento de una red de trampas que permitan determinar la diversidad local de áfidos y detectar la llegada periódica u ocasional de áfidos al área.

Considerando las especies endémicas y cosmopóliticas de áfidos de diferentes regiones del mundo, reconocemos que el número es pequeño y casi constante para las cosmopóliticas que, en la mayoría de los casos, representan una parte muy importante de los áfidos perjudiciales a las plantas cultivadas, estando su distribución mundial directamente relacionada con la expansión de sus plantas hospederas (Blackman y Eastop, 1984).

Para adquirir un buen conocimiento de la fauna afidológica de una región, es conveniente utilizar conjuntamente dos métodos complementarios: (1) la búsqueda directa de las colonias sobre plantas silvestres y cultivadas presentes en el medio ambiente; (2) la colecta permanente de alados por medio de trampas. Es necesario insistir sobre el carácter complementario de éstos métodos: la identificación de los alados cuyos

---

Unité de Lutte Biologique contre les Insectes, Institut Pasteur, 28,  
Rue du Dr. Roux, 75724 Paris, Francia.

huéspedes y ápteros correspondientes es desconocida, es aleatoria o imposible en muchos casos.

Se van a discutir otros aspectos concernientes al interés y la utilización práctica de los datos acumulados.

### Biología Reproductiva: Los Ciclos de Vida de los Afidos

Se exponen los diversos ciclos conocidos en los áfidos, desde los más simples hasta los más complejos, y los tipos derivados de éstos. Dos criterios esenciales para clasificar los ciclos son la presencia o ausencia de la reproducción sexual y el comportamiento con o sin alternancia de huéspedes. Los ciclos "acortados", conocidos especialmente en las zonas tropicales, resultan de la pérdida de ciertas generaciones y del desarrollo continuo sobre una sólo categoría de sus huéspedes.

Una especie puede desarrollarse diferentemente según las condiciones físicas ambientales y según los biotipos representados en la región pero, en muchos casos, la causa de un determinado comportamiento es inexplicable.

Como consecuencia de los ciclos es necesario examinar el polimorfismo de las generaciones. Muchas veces hay más semejanzas entre varias especies consideradas en la misma generación que entre varias generaciones de la misma especie. Entre los factores responsables del polimorfismo evocaremos la densidad de la población, el estado de la planta hospedera, el fotoperíodo y la temperatura.

### Etología: Comportamiento de los Afidos

Comparando con muchos otros insectos, la viviparidad de los áfidos constituye una ventaja extraordinaria gracia al hecho de las generaciones que se "telescopean" adentro de cada individuo. ¿De qué sirve tal potencial biótico si los insectos así producidos no son capaces de encontrar una (sino la única) planta que permita su alimentación y su futura multiplicación?.

Las migraciones son de gran importancia porque permiten a los áfidos abandonar sitios desfavorables al presente y conquistar sitios momentáneamente convenientes. Tales migraciones pueden cubrir largas distancias y están condicionadas a situaciones meteorológicas muy particulares: vientos bastante fuertes continuos durante 1, 2 o 3 días, entre dos zonas alejadas, así como por temperaturas y humedad compatibles con el vuelo y la vida de los insectos.

El transporte es mecánico, la dirección es la del viento. La fuerza del vuelo de los pulgones no sobrepasa los 2 a 4 metros por segundo. Así, sólo vientos leves permiten a los áfidos volar en una

dirección contraria. Cuando un alado se acerca a una planta, las condiciones de viento cambian: en la parte a sotavento la velocidad del aire disminuye y permite al insecto acercarse a la planta con el viento en contra. Inmediatamente después de su aterrizaje, una picadura probatoria sobre una hoja del huésped eventual permite al insecto reconocer si la planta es conveniente o no, y despegar si es necesario.

### Control Biológico

A. Hongos Patógenos de Afidos: Los primeros trabajos concernientes a los hongos que atacan a los áfidos son los de Fresenius en 1856. Desde ese año, cerca de 15 especies pertenecientes a la clase Entomophthorales (Zygomycetes) son conocidas como patógenos regulares u ocasionales de áfidos en las zonas templadas de Europa y América del Norte (Latge et al, 1982).

Las investigaciones en las regiones tropicales son mucho más recientes (desde 1922) y apenas desarrolladas (Speare). A partir de 1978 los esfuerzos de mi propio equipo en México, Africa Central (Costa de Marfil, Burundi) y el Lejano Oriente (Viet Nam) permiten considerar la importancia práctica de estos hongos en las poblaciones naturales de insectos, particularmente de los áfidos.

En Francia, durante 10 años, intentamos poner a prueba un método biológico de control de los áfidos en los cultivos (especialmente los pulgones que atacan a los cereales y a varios cultivos en invernaderos). Las fases sucesivas de éstos 10 años de esfuerzos fueron: (1) el estudio ecológico, (2) el aislamiento de centenares de cepas, (3) el estudio de las exigencias de éstas cepas desde los puntos de vista de su crecimiento y esporulación, (4) la comparación de la patogenicidad de las cepas más interesantes (Papierok, 1982), (5) la producción de esporas en fermentadores experimentales de 2 y 20 litros y después en fermentadores industriales de 200 1,000 litros (Latge, 1982), (6) el descubrimiento de un método para cortar la dormancia de éstas esporas y lograr su germinación, (7) investigar el efecto de la introducción de estas esporas en los cultivos.

Desafortunadamente, la conclusión de éstas tentativas es la siguiente: la enfermedad fue instalada cada vez en las poblaciones de áfidos pero en ninguno de los experimentos el efecto del hongo frenó la expansión de los áfidos (ver revisión del problema en Zimmermann, 1982). Al presente se están llevando a cabo otros tipos de investigaciones con el objeto de manejar con más éxito el potencial biológico que representan éstos hongos.

B. Depredadores de Afidos: Es útil recordar que ciertos himenópteros parásitos internos de áfidos, como los afelinidos (Chalcidoidea: Encyrtidae), actúan en parte como depredadores. El caso de Aphelinus asychis Walker es un ejemplo muy interesante porque según el número de áfidos disponibles y según el estadio de éstos, el comportamiento

del himenoptero se inclina hacia el lado parasitario o del lado depredador.

Se conocen varios grupos de insectos que actúan como depredadores "sensu estricto". Su importancia relativa depende mucho de las condiciones ambientales. En las zonas con plantas muy concentradas, así como en las agallas, los himenópteros son muy activos (Miridos, Anthocoridos), pero los casos más comunes conciernen a los Dípteros Sífidos y los Coleópteros Coccinélidos.

Se discuten los factores que condicionan la actividad y la atracción de éstos insectos depredadores hacia las colonias de pulgones (mielecilla o melasa; densidad; deformaciones).

El efecto de éstos depredadores así como el de otros de importancia ocasional (Diptera: Cecidomyiidae, Chamaemyiidae; Neuroptera: Chrysopidae, Hemerobiidae) es apenas apreciable pero en todos los casos sus intervenciones ocurren demasiado tarde para evitar el crecimiento de las poblaciones.

#### LITERATURA CITADA

- BLACKMAN, R.L. & V.F. EASTOP. 1984. Aphids on the World's Crop: An Identification and Information Guide. John Wiley & Sons, Ltd, 466 pp.
- DIXON, A.F. 1973. Biology of Aphids. The Inst. Biology's Studies in Biology, No. 44, 58 pp.
- EASTOP, V.F. & HILLE RIS, D. 1976. Survey of the World's Aphids. W. Junk, The Hague.
- LATGE, J.P. 1982. Production of Entomophthorales. Invertebrate Pathology and Microbial Control Proceedings. 3rd. Int. Coll. Brighton, 164-169.
- LATGE, J.P. et al. 1982. Advantages and disadvantages of Conidiobolus obscurus and Erynia nevaphidis in the biological control of aphids. En R. Cavalloro (ed), Aphid Anthagonists, A.A. Balkema, Rotterdam, pp 20-32.
- PAPIEROK, B. 1982. Entomophthorales: virulence and bioassay design. Invertebrate Pathology and Microbial Control Proceedings. 3rd Int. Coll. Brighton, pp. 176-181.
- QUIROS, D. Contribución al estudio de la Fauna de Afidos de Panamá. Manuscrito, Tesis Maestría de Entomología General, Universidad de Panamá.

- REMAUDIÈRE, G. 1985. Contribution à l'écologie des Aphides Africains. Etude FAO, Production Végétale et Protection des Plantes, No. 64, 214 pp.
- SMITH, C.F. & M. CERMELI. 1979. An Annotated list of Aphidiidae (Homoptera) of the Caribbean Islands, South and Central America. North Carolina Agric. Research Services, Tech. Bull. No. 259, 131 pp.
- ZIMMERMANN, G. 1982. Biological control of Aphids by Entomopathogenic fungi: Present state and prospects. En R. Cavalloro (ed), Aphid Antagonists, A.A. Balkema, Rotterdam. Pp. 33-40.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL CURSO DE AFIDOS

Al cierre del evento se realizó una mesa redonda en la que se discutieron varios aspectos como problemas prioritarios en el estudio de áfidos en la región centroamericana. Las conclusiones y recomendaciones que derivaron de esta reunión fueron las siguientes:

1. A nivel centroamericano es necesario ampliar y profundizar el conocimiento sobre estos insectos y el tipo de daño directo e indirecto que están ocasionando en las plantas cultivadas.
2. Se consideró conveniente que una entidad que hubiese alcanzado un cierto progreso en el estudio y clasificación de áfidos en la región, pudiese centralizar la documentación disponible y colecciones de referencia para las futuras identificaciones y consultas regionales. En tal sentido, la Universidad de Panamá, ofreció su colaboración en el establecimiento de los vínculos necesarios con los Drs. Georges Remaudiere del Instituto Pasteur de Francia y Mario Cermeli del CENIAP de Venezuela, para que verifiquen las identificaciones que sean de interés.
3. Se recomendó que cada país de la región desarrolle su propia capacidad de efectuar inventarios de las especies de áfidos existentes, del daño que estos producen y determinar cuáles de estas especies son transmisores de virus.
4. Al igual que con los áfidos, también existe desconocimiento generalizado sobre los virus transmitidos por estos vectores, su importancia económica y el nivel de daño provocado en los cultivos, por lo que se hace necesario reforzar esta disciplina mediante cursos, seminarios, entrenamiento en servicio y seminarios talleres. En este último aspecto, la técnica ELISA para diagnóstico de algunas enfermedades virales pueden transferirse mediante la capacitación que se brinda en el Lab. del Dr. Rodrigo Gámez de la Universidad de Costa Rica en San José, Costa Rica.
5. En los países donde se inicien trabajos sobre áfidos, se recomienda enfatizar estudios sobre su ciclo biológico, conocimiento de plantas hospederas alternas y enemigos naturales.
6. Para el estudio de áfidos se recomienda tomar en cuenta los siguientes pasos:
  - a) El establecimiento en cada país de redes de trampas colectoras de áfidos que permita realizar monitoreos durante todo el año y a lo largo de varios años.
  - b) La atención y seguimiento al trapeo en forma continua por 4 o 5 años.

- c) El número de trampas por establecer dependerá de los recursos de cada país. Las localidades para los trameos deberán elegirse según las necesidades del país con el fin de cubrir la mayor área posible, sin que se dupliquen los esfuerzos en áreas fronterizas.
  - d) Es necesario identificar plantas silvestres que sirven como hospederos alternos en áreas de producción para luego determinar las interrelaciones cultivos-malezas-áfidos.
  - e) La identificación de los áfidos más comunes en cada país es primordial y puede solicitarse la ayuda de los Drs. Georges Remaudiere y Mario Cermeli cuando aparezcan especies menos frecuentes.
- 7) Se enfatizó en la importancia de mantener en condiciones óptimas las colecciones de referencia de especímenes recolectados, basado en las técnicas aprendidas durante el curso. El intercambio de material y su incorporación a colecciones va a depender del uso de técnicas adecuadas de preservación.
  - 8) El trameo requiere seguimiento por un largo tiempo debido a que las variaciones en el clima y en las condiciones ecológicas de un año a otro afectan las curvas de vuelo y consecuentemente, las capturas. Una de las alternativas sugeridas para un seguimiento por 4 ó 5 años de trameo continuo de áfidos, es mediante estudiantes de tesis que pueden completar fases intermedias del estudio. En otras palabras, un estudiante inicia un estudio por un año que puede ser completado por otro estudiante de tesis en un período similar. Los datos continuos por 4 a 5 años permitirán hacer predicciones y mejorarán las estrategias de cultivo de una región con respecto a las plagas de áfidos.
  - 9) No debe considerarse el estudio de los áfidos como un componente separado, sino incluido dentro de los estudios de manejo integrado de plagas de los cultivos.
  - 10) El aumento de las poblaciones de áfidos a niveles económicamente importantes suele ser producto del uso excesivo de plaguicidas que afectan el balance natural de este insecto y sus controladores naturales.
  - 11) Debido a que existe una carencia de información sobre ensayos de control de áfidos, se utilizan insecticidas que no se necesitan. Muchos de los actualmente utilizados pueden ser sustituidos por otros con menos capacidad de contaminación y más específicos para el control de áfidos.
  - 12) El curso recibido por los asistentes motivó a profesionales panameños y de otros países de la región centroamericana a iniciar estudios en materia de áfidos. Sería de interés en los próximos dos o tres años volver a reunirse y evaluar el avance logrado en cada caso.

CLAVE PARA LOS AFIDOS MAS COMUNMENTE TRAMPEADOS EN CENTRO AMERICA

- 1 - antenas con 5 antenómeros (raramente 6 en una de las 2 antenas)..... 2  
 - antenas siempre con 6 antenómeros..... 3
- 2 - corniculo mucho más largo que la cola y fuertemente estrangulado por debajo de la corona apical.....  
 ..... Rhopalosiphum rufiabdominalis  
 - corniculo muy corto; cuerpo con setas fuertes y largas, abdomen con pequeñas manchas oscuras.....Sipha flava
- 3 - alas con una pigmentación bien marcada bordeando las nerviaduras. Presencia de una célula tetragonal cerrada por detrás del pterostigma..... Pentalonia nigronervosa  
 - alas sin pigmentación bordeando las nerviaduras y sin célula tetragonal cerrada..... 4
- 4 - nerviadura medial de las alas anteriores simple; corniculo y cola presentes pero apenas distintos; antenómero IV mucho más pequeño que el siguiente..... Tetraneura nigriabdominalis  
 - nerviadura medial con 2 ó 3 ramas..... 5
- 5 - nerviadura medial con 2 ramas; pterostigma largo y casi negro; corniculo y cola negros..... Toxoptera aurantii  
 - nerviadura medial con 3 ramas..... 6
- 6 - alas posteriores con una sola nerviadura oblicua; corniculo negro; cola estrecha y clara.....Hysteroneura setariae  
 - alas posteriores con 2 nerviaduras oblicuas..... 7
- 7 - abdomen con una larga placa central pigmentada..... 8  
 - abdomen sin placa, sin pigmentación central o con bandas..... 13
- 8 - corniculo cilíndrico..... 9  
 - corniculo más o menos ensanchado..... 11
- 9 - corniculo 3 veces más largo que su diámetro; cola corta; sensorios secundarios sobre los antenómeros III y IV; frente convexa..... Brachycaudus helichrysi  
 - corniculo más de 5 veces más largo que su diámetro; cola más larga; sensorios secundarios sólo sobre el antenómero III..... 10
- 10 - tubérculo medial de la frente aparente aunque más bajo que los laterales; placa central del abdomen anchamente separada de los escleritos marginales..... Myzus ornatus  
 - tubérculo medial de la frente apenas marcado en el fondo del seno; tubérculos laterales fuertemente convergentes; corniculo un poco ensanchado en su mitad apical; placa central del abdomen extendida hacia los escleritos marginales..... Myzus persicae
- 11 - corniculo poco ensanchado; frente con tubérculos laterales convergentes..... Myzus persicae  
 - corniculo más ensanchado, frente con tubérculos laterales paralelos..... 12
- 12 - corniculo con un pedúnculo estrecho, una parte mediana cilíndrica muy ancha y una parte apical cilíndrica estrecha. Sensorios secundarios sólo sobre el antenómero III..... Rhopalosiphoninus latysiphon  
 - corniculo ensanchándose regularmente desde la base al centro y estrechándose hacia el apice sensorios secundarios presentes sobre los antenómeros III, IV y V..... Hyperomyzus lactucae
- 13 - antenómeros III negro; base de los antenómeros siguientes más clara; frente cóncava; insecto en alcohol de color negro..... Toxoptera citricidus  
 - antenómero semejante con los siguientes o más claro que éstos..... 14
- 14 - corniculo pequeño, su longitud no sobrepasa 3 veces su diámetro; abdomen con bandas estrechas, pigmentadas; cola más larga que los cornículos..... Melanaphis sacchari  
 - cornículos más largos que la cola..... 15

15 - frente llana o convexa.....	16
- frente con un seno profundo.....	25
16 - cuerpo estrecho, corniculo corto, igual que a cola, con un esclerito argueado delante de su base; flagelo sólo 2-2,5 veces mayor que la base del antenómero VI; tibiae negras.....	<u>Rhopalosiphum maidis</u>
- cuerpo más ancho; corniculos mayores que la cola, flagelo más largo.....	17
17 - corniculos cilindricos.....	18
- corniculos ensanchados o con un estrechamiento por debajo del ápice.....	22
18 - cola corta, más clara que los corniculos negros; antenas con sensorios secundarios (3-10) sólo sobre el antenómero III; especie de pequeño tamaño.....	<u>Aphis gossypii</u>
- cola más larga, de color negro como los corniculos.....	19
19 - bandas pigmentadas ausentes o poco visibles sobre el tergo VIII.....	20
- bandas pigmentadas al menos sobre los tergos abdominales (VI) VII y VIII, frecuentemente también sobre los tergos anteriores; sensorios secundarios sobre los antenómeros III, IV (V).....	21
20 - antenas uniformemente oscuras; corniculos fuertes, 2 veces más largos que la cola; esclerito postcornicular, ancho y negro.....	<u>Aphis nerii</u>
- antenómeros III-V con la base más clara que el ápice; corniculos más débiles que la cola y sólo 1,5 veces su longitud; esclerito postcornicular pequeño.....	<u>Aphis citricola</u>
21 - antenómero III más pálido que I y II y que los siguientes, con 3-8 sensorios secundarios grandes y bien alineados; antenómero IV siempre sin sensorios; corniculos largos y espesos; pigmentación dorsal variable.....	<u>Aphis craccivora</u>
- antenómero III oscuro como los siguientes, con 9-20 sensorios secundarios dispuestos en desorden; antenómero IV con 1-4 sensorios; corniculos más cortos; abdomen generalmente con bandas pigmentadas sobre todos los tergos.....	<u>Aphis fabae</u>
22 - flagelo mayor que 5 veces la base de VI.....	23
- flagelo menor que 4 veces la base de VI.....	24
23 - corniculo sólo con un estrechamiento subapical, sin ensanchamiento; antenas finas.....	<u>Rhopalosiphum padi</u>
- corniculo nitidamente ensanchados por abajo del estrechamiento subapical; antenas espesas (frecuentemente una antena con sólo 5 antenómeros).....	<u>Rhopalosiphum rufiabdominalis</u>
24 - flagelo sólo 2,5 mayor que la base del antenómero VI; cuerpo estrecho; patas, corniculos y cola negros; corniculos casi cilindricos.....	<u>Rhopalosiphum maidis</u>
- flagelo más grande; patas, corniculos y cola nunca negros; sólo más o menos oscuros; corniculos con un estrechamiento bien marcado.....	<u>Lipaphis erysimi</u>
25 - corniculos negros desde la base hasta el ápice.....	26
- corniculos parcialmente claros.....	27
26 - cola negra como los corniculos.....	<u>Uroleucon (sg. Uromelan)</u>
- cola clara.....	<u>Uroleucon (Uroleucon), Sitobion, Macrosiphum rosae</u>
27 - corniculos pálidos con una larga corona y con una corta zona apical más o menos pigmentada; abdomen con bandas difusas más o menos pigmentadas.....	<u>Aulacorthum solani</u>
- corniculos pálidos sólo en su parte basal; abdomen sin bandas.....	28
28 - antenas negras salvo los antenómeros I, II y la base de III; tórax más o menos oscuro.....	<u>Uroleucon (Lambersius) spp.</u>
- antenas sólo un poco oscurecidas; tórax pálido.....	<u>Macrosiphum euphorbiae</u>