

Manejo de *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera: Psyllidae) en agroecosistemas citrícolas de Cuba.

Caridad González, Mirta Borges, Maylen Gómez, Miriam Fernández, Doris Hernández, Jorge R. Tapia, Reinaldo I. Cabrera, Alina Beltrán.

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical Ave. 7ma #3005 e/ 30 y 32. Playa. C Habana. Cuba. ecologia@iift.cu.

Introducción

La psila oriental o asiática de los cítricos *Diaphorina citri* (Kuw.), es una importante plaga citrícola en el Mundo. Su detección en Cuba, a principios de 1999, constituye una amenaza para la citricultura debido a sus potencialidades como plaga y vector de una de las enfermedades más devastadoras del cultivo, el Huanglongbing (HLB), la cual no está presente en Cuba pero sí en países como Brasil.

Se desarrolla sobre especies rutáceas a las que puede causar daños directos e indirectos, los primeros resultan de la gran extracción de savia en los brotes tiernos, que se manifiestan como enrojecimiento, clorosis, necrosis en los tejidos y caída de las hojas. Un daño indirecto es provocado por el denso desarrollo de Fumagina, favorecido por la secreción de miel de rocío sobre las hojas, que obstaculiza la función fotosintética del vegetal. No obstante, de mayor trascendencia es su potencialidad como eficiente vector de la enfermedad Huanglongbing (exGreening), ya que el insecto posibilita la multiplicación de la bacteria en su hemolinfa y glándulas salivares, para luego transmitirla eficientemente.

Considerando las expectativas de su presencia en los cítricos cubanos, se iniciaron a partir de su detección, estudios relacionados con su biología, comportamiento, enemigos naturales y métodos de control entre otros. Aspectos estos que nos permitirán adecuar la estrategia para el manejo y control de este insecto, con vistas no sólo a enfrentarlo como plaga del cultivo, sino como vector por el peligro que significa el HLB para el país.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluó el desarrollo del brote y su relación con el ciclo de vida del insecto, para ello se cuantificó, la cantidad de huevos, ninfas y adultos presentes. Para conocer el comportamiento de *D. citri* y sus enemigos naturales, se realizaron colectas semanales de brotes naranjo Valencia con hojas de 0,1 a 5 cm. de longitud. Fueron identificados los enemigos naturales asociados la psila, y se calcularon los porcentajes de depredación y parasitismo correspondientes, para lo cual se tuvo en cuenta la población total, su composición por estadios de desarrollo y la cantidad de estos depredados y parasitados.

Fue ensayado el control de la plaga con aceites minerales y otros productos como: dimetoato, malathion, carbaryl, dicofol, bromopropilato, pibutrin, deltametrina y azufre. Se

evaluó además la acción de estas sustancias sobre la entomofauna beneficiosa. Las poblaciones del insecto y de sus enemigos naturales fueron evaluadas antes y después de las aplicaciones.

Se estudió en naranjo Valencia, semanalmente la eficiencia de *Tamarixia radiata* como enemigo natural de *D. citri*. Para determinar la presencia y distribución de *T. radiata* en el país, se monitorearon áreas de las Empresas citrícolas de Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Cienfuegos, Camaguey, Ciego de Ávila, Holguín y Santiago de Cuba.

RESULTADOS Y DISCUSION

D. citri está presente en áreas de las empresas citrícolas de Sandino y Troncoso (Pinar del Río), Ceiba del Agua (La Habana), Victoria de Girón (Matanzas), Arimao (Cienfuegos), Sola (Camaguey), Ceballos y Morón (Ciego de Ávila), Jíquima (Holguín) y América Libre (Santiago de Cuba) Figura 1.

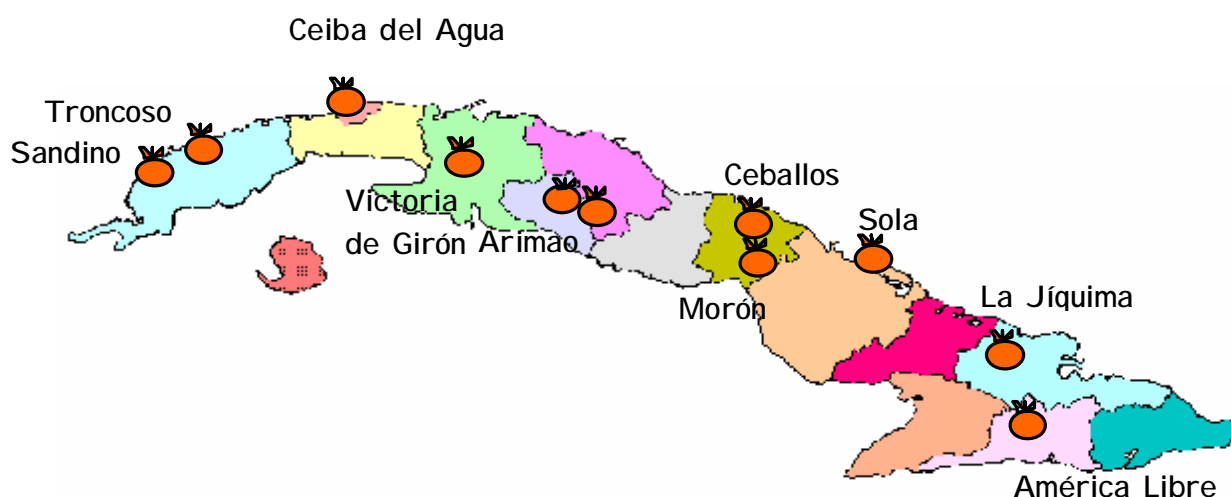


Figura 1. Distribución de *Diaphorina citri* Kuw. en las diferentes regiones citrícolas de Cuba.

El insecto presenta en su desarrollo los estados de huevo, ninfa y adulto. Los huevos tienen forma de pera. Las ninfas (N1, N2, N3, N4 y N5), de coloración amarillo cremoso, se mueven lentamente en el brote, dejando como huella la cera que expulsan por la estructura anal. Los adultos son activos saltadores y cuando son perturbados saltan a cortas distancias. Cuando se encuentran en reposo flexionan el primer par de patas, y forman un ángulo agudo de 30° con la superficie de la hoja (Figuras 2a, b y c).



a

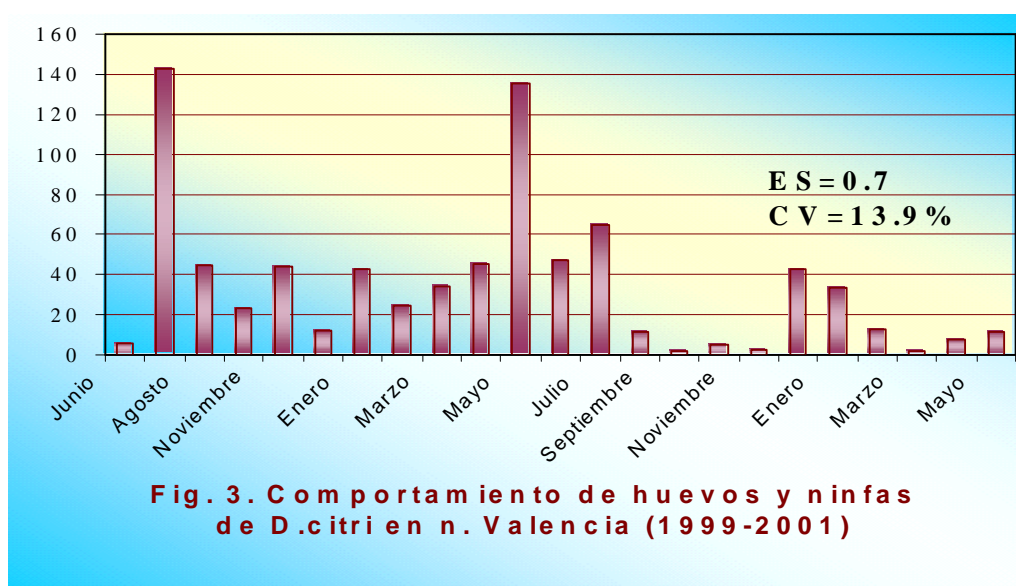


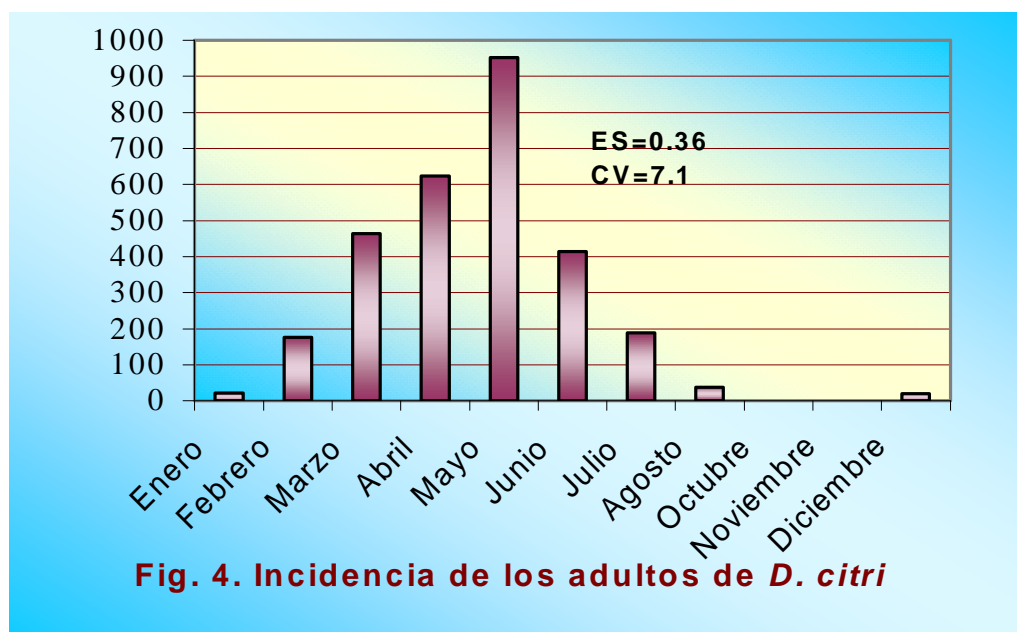
b



c

En la brotación vegetativa foliar en punta de lanza, las hembras de *D. citri* muestran una fuerte actividad de puesta y depositan sus huevos en brotes menores de 0,2 cm de longitud, independientemente de los puntos cardinales y ubicación de la rama. Los mayores índices de huevos para esta plaga se encontraron en los meses de Mayo, Junio y Julio sobre hojas de 0,3-0,5 cm, las ninfas N1a N4 en Mayo y Junio y N5 en Mayo y Agosto (figura 3). Los adultos están presentes todo el año, con mayores índices de Abril a Junio y menores en Enero y Agosto, estos pueden permanecer en hojas y ramas más viejas, sin actividad reproductiva hasta el inicio de la nueva brotación (figura 4).





Inventario de Enemigos Naturales de *D. citri*

En el inventario de los enemigos naturales de *D. citri* en Murraya, Lima Persa, Naranjo Valencia, Toronjo, Naranjo Agrio y mandarina en localidades de Ciudad de la Habana, Provincia La Habana, Matanzas, Cienfuegos y Ciego de Ávila se identificaron: 6 depredadores *Cycloneda sanguinea* (L) *Chilocorus cacti* (L), *Exochomus cubensis* Dimn y *Scymnus distinctus* Casey (Coleoptera: Coccinellidae: *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) y *Ocyptamus* sp (Diptera: Syrphidae, un parasitoide (Himenoptera: Eulophidae) *Tamarixia radiata* Waterston y el hongo entomopatógeno *Hirsutella citriformis* Speare. La actividad reguladora de este complejo de biorreguladores abarca todos los estados del desarrollo de la plaga, de forma tal que los depredadores controlan el huevo y los estadios ninfales N1 y N2, el parasitoide los estadios ninfales N3, N4 y N5 y el hongo parasita el adulto. (González *et al.*, 2000 a y 2000 b; Cabrera *et al.*, 2001) (Tabla 1).

Los biorreguladores de *D. citri* inventariados representan los primeros informes para Cuba, por lo que los resultados de este inventario constituyen un aporte a la taxonomía y al conocimiento de la biodiversidad presente en el cultivo, así como a la potencialidad presente en el agroecosistema cítrícola devenido en herramienta básica para el manejo del insecto.

Tabla 1. Enemigos naturales de *D. citri* en Cuba.

Depredadores	Parasitoide	Entomopat6geno
<i>Cycloneda sanguinea</i> (L)	<i>Tamarixia radiata</i> Waterst.	<i>Hirsutella citriformis</i> Speare
<i>Chilocorus cacti</i> (L)		
<i>Exochomus cubensis</i> Dimn.		
<i>Scymnus distinctus</i> Casey		
<i>Chrysopa</i> sp.		
<i>Ocyptamus</i> sp.		

Con respecto a los depredadores inventariados en Cuba, se determinaron porcentajes de depredaci3n de huevos de 33,3% a 41,46 % y hasta 40% de N1 por *E. cubensis*. La presencia de estos enemigos naturales es esporádica, con dependencia de los niveles poblacionales de *D. citri*, comportamiento que responde a su condici3n de especies generalistas, porque pueden alimentarse de diferentes grupos de insectos sin preferir una especie en particular, no obstante fueron observados alimentándose de *D. citri* con mayor frecuencia, *C sanguinea*, *C. cacti* y *E. cubensis* (González *et al.*, 2000 a).

Si se tiene en cuenta el exitoso protagonismo de *T. radiata* en programas de control biol3gico de la psila oriental (Isla Reunión, Taiwán, Nepal, Filipinas, Guadalupe, Florida) (Shui Chen *et al.*, 1988; Hoy, 1998; Etienne *et al.*, 2000), este primer informe resulta para nuestro pa3s de gran inter3s ya que enriquece la entomofauna beneficiosa del cultivo y posibilita la utilizaci3n de un efectivo enemigo natural en el control de *D.citri*.

Determinaci3n de la presencia y distribuci3n de *T. radiata* en el pa3s.

En la tabla 2 se muestra la distribuci3n de *T. radiata*. En la misma puede apreciarse como este parasitoide espec3fico de *D. citri* ha logrado dispersarse en los cítricos cubanos.

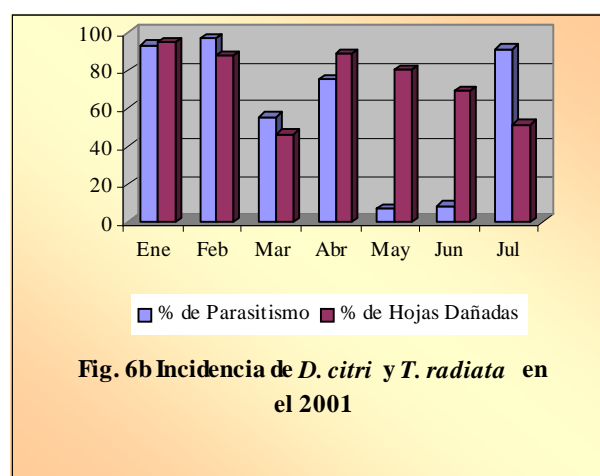
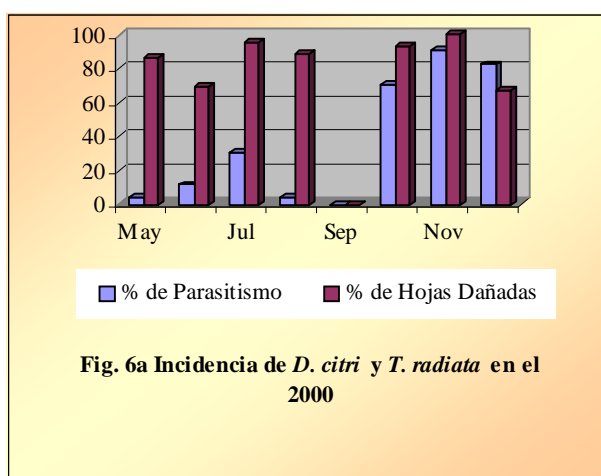
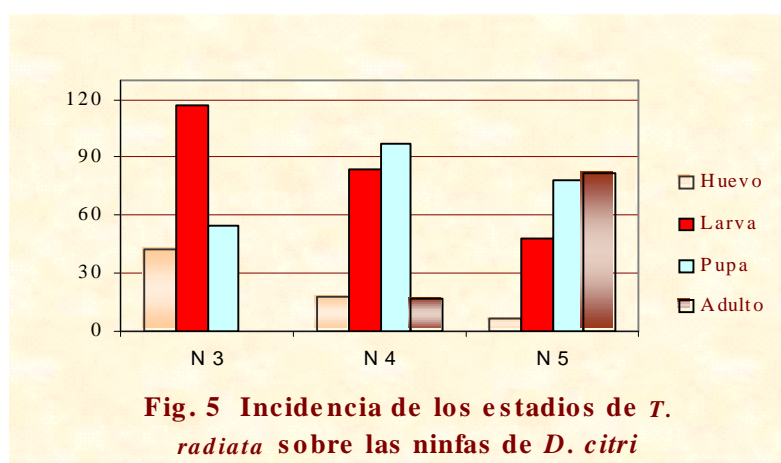
Tabla 2. Distribuci3n de *T. radiata* en Cuba.

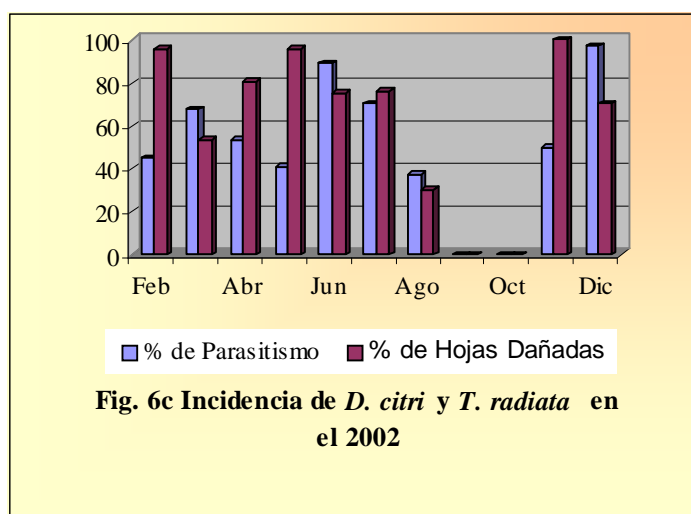
Localidad	Presencia <i>T. radiata</i>	
	SI	NO
Troncoso	X	
Sandino	X	
Ceiba	X	
C. Habana	X	
San Jos3	X	
Victoria Gir3n	X	
Arimao	X	
Ceballos	X	
Mor3n	X	
Sola	X	
J3quima	X	
Am3rica Libre	X	

Evaluación de la eficiencia de *T. radiata* como enemigo natural de *D. citri*

En el período evaluado las poblaciones de *D. citri* estuvieron en correspondencia con los niveles de brotación, de ahí que en la figuras 6 (a, b y c), en las que se han reflejado los porcentajes de hojas con ataque del insecto, se observa una alta afectación de estas, con excepción de los muestreos en los que no había brotes jóvenes. Los valores de hojas dañadas oscilaron de 30,43% a 100%, con máximos en noviembre.

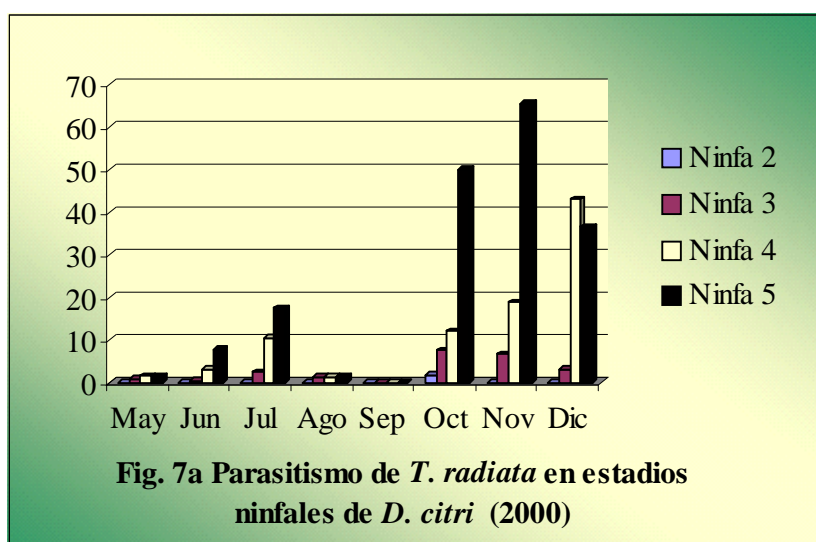
A partir de mayo del 2000 que *T. radiata* fue informado como enemigo natural de *D. citri* (González *et al.*, 2000 b) su acción parasítica fue incrementándose, lo que se evidencia en la figura 3a, donde también son reflejadas las evaluaciones del parasitismo ocasionado por este ectoparasitoide específico, que la parasita en el segundo, tercero y cuarto estadio ninfal manifestando una gran habilidad para localizar el huésped adecuado (figura 5). En los tres años evaluados, se determinaron para *T. radiata* efectividades entre 30,72% y 97,26%, sobre estadios ninfales de la psila oriental, coincidiendo en junio los porcentajes de parasitismos más bajos y de noviembre a diciembre los mayores (Figuras 6 a, b y c).

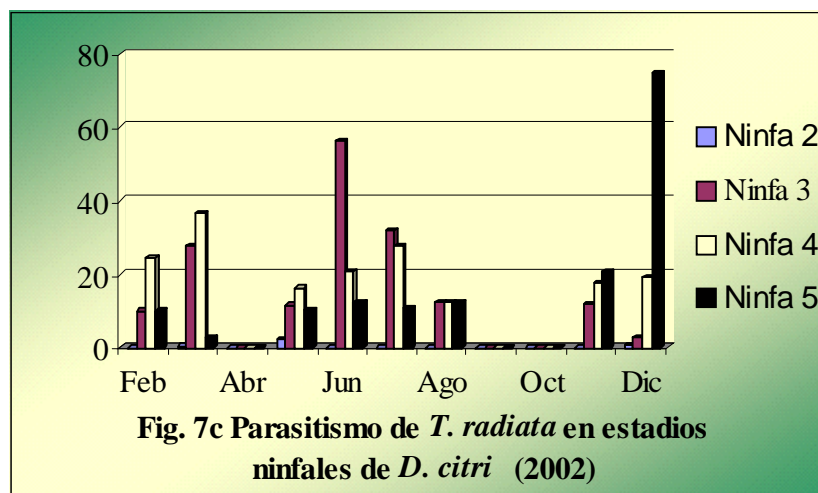
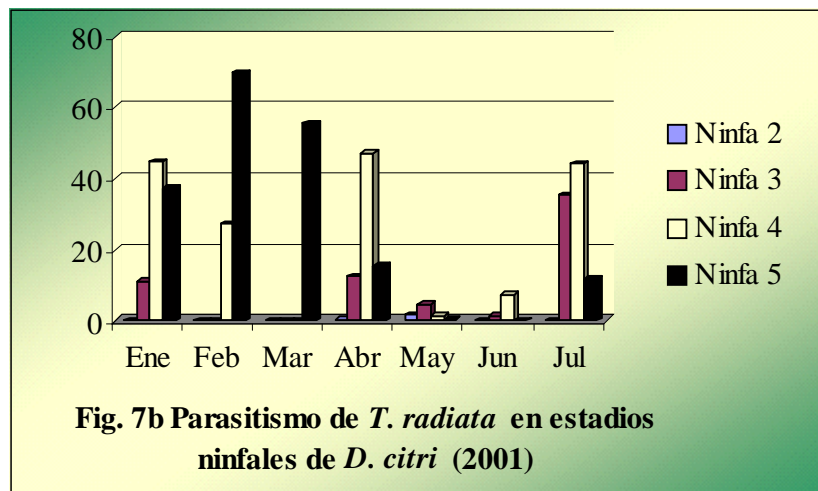




Los altos niveles de parasitismo por *T. radiata* obtenidos en este trabajo, han sido igualmente informados en Islas Reunión (Aubert, 1988), en Taiwán (Shui- Shen *et al.*, 1988) y en Nepal (Lama *et al.*, 1988). Según Quilici y Fauvergue (1990) bajo condiciones favorables la tasa de parasitismo por este eulófido puede exceder el 90%,

También se calculó el porcentaje de parasitismo de *T. radiata* para cada estadio ninfal de la plaga. Su comportamiento en los 3 años puede observarse en la figura 7 (a, b y c). En la figura 7a que corresponde al 2000, el biorregulador manifestó los más altos valores al parasitar los estadios N4 y N5, en octubre, noviembre y diciembre. En el 2001 y 2002, (figura 7b y 7c), igualmente se observó para los estadios N3, N4 y N5 de *D. citri*, mayor incidencia del parasitismo, aunque fluctuante en los diferentes meses.





Shui- Chen *et al.*, (1988) coinciden con estos resultados al señalar que *T. radiata* parasita los estadios ninfales N3, N4 y N5 de *D. citri*. Al respecto, Etienne et al., (2000) refieren que la hembra de este endoparasitoide pone sus huevos en la zona ventral del estadio ninfal N3, pero presenta una preferencia por el estadio N5 de su hospedero.

En las áreas evaluadas para determinar la distribución del parasitoide en las Empresas citrícolas del país, la incidencia de *D. citri* ha sido muy baja por la falta de brotación y la efectividad de *T. radiata* es menor del 10%. En la zona de San José evaluada, la aparición de *T. radiata* fue escasa como escasa fue la población del fitófago por lo que la táctica seguida fue la de proteger el enemigo natural sin extraer muestras del campo.

Sin embargo en zonas citrícolas en la Isla de la Juventud la presencia de la avispa se hizo más evidente en virtud de que en aquellas condiciones las poblaciones del psyllido fueron altas al extremo de observarse un desplazamiento del minador de los cítricos, *P. citrella* y del complejo de áfidos presentes habitualmente en el cultivo.

Evaluación en campo de plaguicidas químicos para el control de *D. citri* y su efecto sobre los enemigos naturales de la plaga.

Los resultados de los ensayos con plaguicidas químicos, sobre los diferentes estadios de desarrollo de *D. citri*, y sus enemigos naturales se reflejan en la tabla 3. Como puede observarse las efectividades de estas sustancias no son muy elevadas, pero entre estas se destaca al provocar una mayor mortalidad de la plaga (54,52%) y sus biorreguladores (68,62 %) la Cipermetrina en las dos dosis ensayadas. En cuanto a la afectación al parasitismo todos resultan dañinos a las dosis recomendadas para el cultivo, aunque en este aspecto se destacan Cipermetrina y Malathion (68,62% y 45,26% respectivamente). Aunque las mortalidades provocadas por el Aceite, son inferiores a las obtenidas con los productos antes referidos, puede concluirse que su control es más eficiente, ya que su nocividad frente a los biorreguladores de *D. citri* es mínima.

Tabla 3. Efectividad de plaguicidas químicos sobre *D. citri* y biorreguladores.

Plaguicida	Dosis	% Mortalidad	
		D. citri	Biorreguladores
Cipermetrina	0,10	54,52	68,62
	0,21	51,40	17,02
Dicofor 18,5% EC	0,10	44,47	43,24
	0,21	23,79	31,60
Diazinon 60% EC	0,05	44,36	51,26
	0,10	45,37	7,54
Bi 58 38% EC	0,05	24,88	20,75
	0,10	26,07	50,42
Malathion 57% EC	0,14	50,33	45,26
Aceite	0,1	44,35	5,23
Aceite	0,5	45,65	6,17
Muestreo previo		7,25	0,09

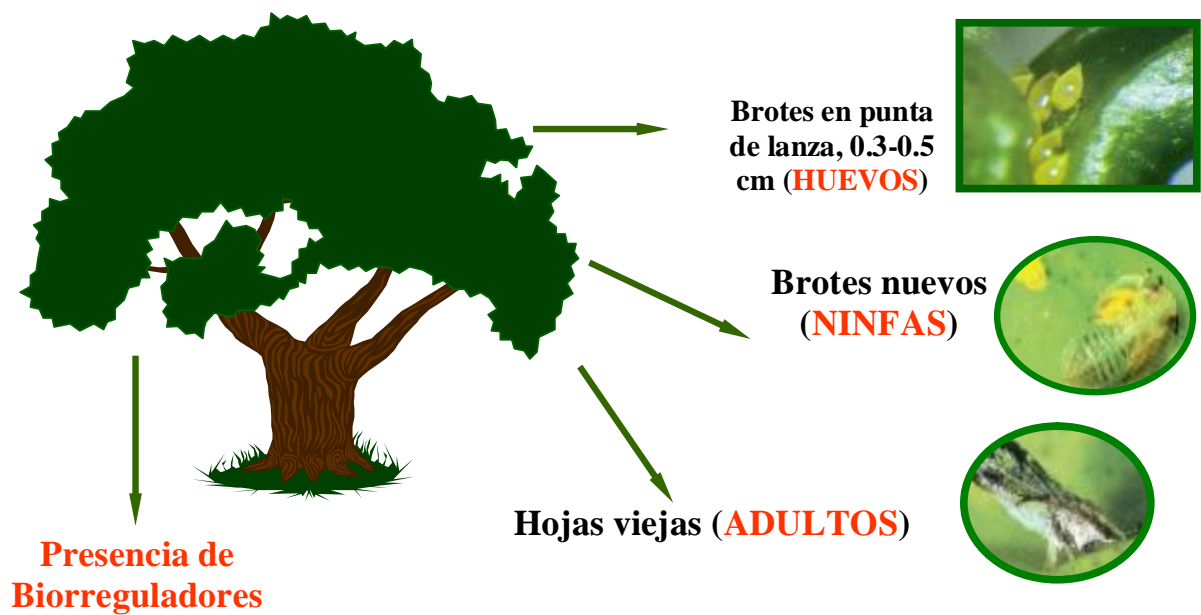
Metodología para el monitoreo de la población de *D. citri* y sus enemigos naturales (Anexo 1).

Con los resultados obtenidos se ha orientado el monitoreo de *D. citri* y sus enemigos naturales teniendo en cuenta que su desarrollo está estrechamente relacionado con las brotaciones del cultivo, y que de acuerdo con los requerimientos biológicos de sus estadios de desarrollo estos pueden encontrarse sobre determinados tipos de brotes y hojas, definiendo por ello que la toma de muestras se ejecutará de la siguiente forma:

- § Para evaluar los huevos *D. citri* se observarán brotes en punta de lanza de 0,2 a 0,5 cm, considerando presencia ausencia, sin extraer material.
- § La incidencia de ninfas *D. citri* se determinará en los brotes nuevos entre 0,5 – 0,7 de largo, se harán conteos “*in sito*”.

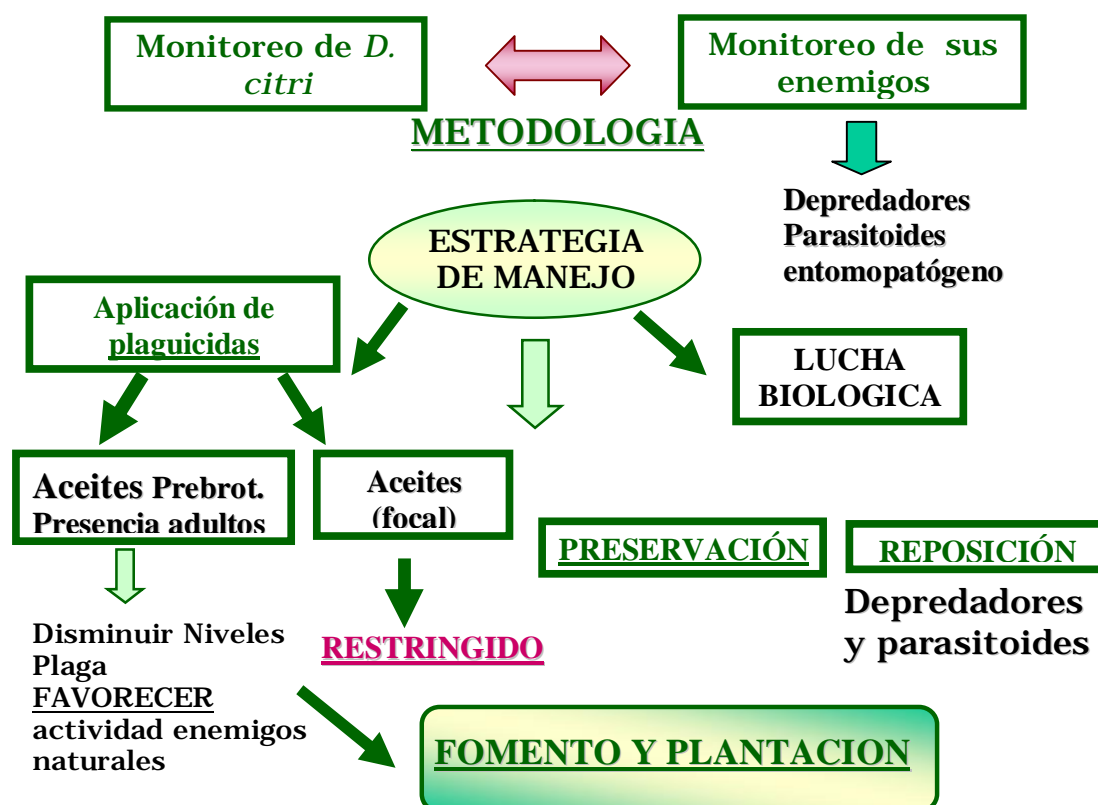
- § Para definir la presencia de los adultos *D. citri* se observarán hojas maduras por el envés y brotes nuevos.
- § Para conocer la incidencia de depredadores se harán conteos “*in situ*” de estados juveniles y adultos de los mismos y para evaluar el parasitismo se deben tomar en viales ninfas de *D. citri* del tercero, cuarto y quinto estadio.
- § En el laboratorio las ninfas recolectadas en viales se observarán al microscopio estereoscopio para evaluar el parasitismo

Metodología de Monitoreo de *Diaphorina citri* Kuw. y sus enemigos naturales.



Estrategia de manejo.

- § Se orienta el monitoreo sistemático con énfasis fenológico acorde con la información biológica y ecológica de *D. citri*, en el que se definirá la incidencia o no de sus enemigos naturales.
- § En los períodos prebrotacionales si hay presencia de adultos de *D. citri*, se recomienda la aplicación de aceites minerales, para evitar el incremento de las poblaciones y facilitar la actividad de los enemigos naturales.
- § Evitar el uso indebido de plaguicidas. Si por los niveles poblacionales de esta plaga y la no-incidencia de biorreguladores se requiere emitir señal de aplicación de sustancias químicas, sólo se realizarán tratamientos focales con aceites minerales.
- § Se indica como procedimiento de lucha biológica el traslado de los enemigos naturales a las áreas de mayor incidencia de la plaga para su reposición.
- § Fomento de plantas melíferas, las que servirán de alimento a los parasitoides y depredadores adultos.



Beneficio Económico

Las investigaciones contenidas en este trabajo, además de su aporte cognoscitivo y su impacto ecológico y ambiental contribuyen notablemente al ahorro de recursos en la citricultura cubana.

La metodología para el monitoreo de *Diaphorina citri*, es un resultado derivado del trabajo que permite conocer con bastante precisión la situación de la plaga y sus enemigos naturales en las áreas, evitando con ello que se realice tratamientos innecesarios. Por otro lado, en la estrategia para el manejo, se enfatiza la conservación de los enemigos naturales y solo el uso de aceites, si es necesario emitir señal de aplicación contra este insecto, lo que permite una utilización mínima de productos y una mayor sostenibilidad del cultivo.

La introducción en el programa de manejo del cultivo, de los resultados del trabajo, en los que se fundamenta la necesidad de aprovechar los recursos naturales presentes en el agroecosistema citrícola, no solo benefician la estabilidad de las poblaciones de esta plaga y con ello su manejo, sino que además favorece el de otras plagas, considerando que alguno de estos recursos son compartidos por las mismas.

Para el análisis económico, se procede considerando que no se cumplan las medidas orientadas para el manejo de *D. citri*. y se realicen tratamientos con plaguicidas que en la práctica productiva se aplican para el control químico de las plagas del cultivo. Se comparan los costos para una hectárea teniendo en cuenta dos aplicaciones de los productos plaguicidas, incluyendo los que se refieren al uso de aceites. Se evalúa el daño económico que se evita con el manejo de *D. citri* si fuese detectada la enfermedad en el país.

Evaluación económica.

Resultado de variar el método de control del vector *Diaphorina citri* cambiando los productos que se usan en la actualidad por aplicaciones de aceite

Evaluación para la empresa Ciego de Avila

			Costo USD/ha			Cantidad Has	4624,00
Aplicaciones	Productos	Dosis L/ha	Producto	Aplicación	Total	Costo	Ahorro
2	Malathion+aceite	2,6 + 0,5	16,74	36,64	53,38	246829,12	
2	Ethion+aceite	2,02 + 0,5	30,13	36,64	66,76	308698,24	
2	Aceite	0,5	1,90	36,64	38,54	178208,96	
Ahorro que se logra aplicando solo aceite sin Malathion					14,84		68620,16
Ahorro que se logra aplicando solo aceite sin Ethion					28,22		130489,28

Evaluación para todas las empresas del país

		Cantidad Has.	21505,00
Ahorro que se logra aplicando solo aceite sin Malathion			319134,20
Ahorro que se logra aplicando solo aceite sin Ethion			606871,10

Nota: Se excluyen de este análisis Jaguey Grande y la Isla de la juventud

Evaluación del daño económico que se evita con el Manejo del vector *Diaphorina citri*
Si la enfermedad Ex Greening transmitida por ese vector ingresara al país y solo afectara al 25% de las plantaciones. Usando como datos base el año 2004.

Para la empresa Ciego de Avila

Se toma un precio medio de 23 cuc/t de fruta

Producción(t)		25%	Pérdidas
Por ha	Total 2004		cuc
10,83	50100,00	12525,00	288075,00

Para todas las empresas agrícolas del país sobre la misma base del 25% de afectación

Producción(t)		25%	Pérdidas
Por ha	Total 2004		cuc
9,57	205700,00	51425,00	1182775,00

Nota: Se excluyen de este análisis Jaguey Grande y la Isla de la juventud

Para el Sistema Citrícola sobre la base de la pérdida del 25% del suministro agrícola

Exportaciones	Afectado 25%	Pérdidas
Importe (usd)	Importe (usd)	usd
19159800,00	14369850,00	4789950,00

Se toma como base el importe de exportaciones del 2004

Nota: Se excluyen de este análisis Jaguey Grande y la Isla de la juventud

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aubert, B.1990. Integrated activities for the control of Huanlongbing and its vector *Diaphorina citri* Kuwayama in Asia. Proce. of 4th Intern. Asia Pacific Conf. on Citrus Rehabilittion. P: 133-144.
- Cabrera, R. I, C. González, D, Hernández, Jorge R. Tapia. 2001. Presencia del hongo *Hirsutella citriformis* Speare sobre *Diaphorina citri* Kuw. (Homoptera, Psyllidae) en cítricos de Cuba. IV Seminario Cientif. Internac. de Sanidad Vegetal. Varadero pag. 273.
- Chiu, Shui Chen; B. Aubert; Chin Chin Chien. 1988. Attempts to Establish *Tetrastichus radiatus* Waters. (Hymenoptera, Chalcidoidea), a primary parasite of *Diaphorina citri* Kuw. in Taiwan. In Tenth IOCV Conf. :265-268.
- Etienne, J; S. Quilici; D. Marival y A. Franck. 2000. Controle biologique de *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) a la Reunion et en Guadalupe au moyen de *Tamarixia radiata* (Hym., Eulophidae) Atelier regional d'information sur la situation phytosanitaire des agrumes dans la Caraibe. Guadalupe. 1-8 p.
- González, C., M. Borges, D. Hernández, Jorge R. Tapia, A. Beltrán. 2000 a. Inventario de enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuw. (Homoptera: Psyllidae) en Cuba. Proceedings of the International Society of Citriculture, IX Congr. 859
- González, C; D. Hernández; J. L. Rodríguez. 2000 b. Primer informe de *Tamarixia radiata* Waterston como biorregulador de *Diaphorina citri* Kuw. en cítricos de Cuba. Citrifrut 18 (1, 2 y 3): 38- 39.
- González, C; D. Hernández; J. L. Rodríguez. 2002. Influencia de los enemigos naturales en el comportamiento de *Diaphorina citri* Kuw. (Homoptera: Psyllidae) en cítricos de Cuba. Revista Protección Vegetal 17 (3): 200.
- Hoy, Maryorie. 1998. A new pest of Florida. *Citrus. Citrus & Vegetable Magazine* september: 8-9.
- Huang, C. H., M.Y. Tsai and C.L. Wang: 1984 Transmission of citrus likubin by a psyllid, *Diaphorina citri* . Plant Protection Bulletin 32: 167-176
- Lama, T. K, C. Regmi and B. Aubert. 1988. Distribution of Citrus Greening Disease Vector (*Diaphorina citri* Kuwayama) in Nepal, and attempts of Establishing biological control Against it. In: "L. W. Timmer, S. M. Garnsey and L. Navarro(Eds). Proc. 10th Conference 10cv, Publ. IOCV, Riverside, 428pp.". pp. 255-257.