

## Empleo de nematodos entomopatógenos (*Heterorhabditis* spp.) como contribución al Manejo Integrado de *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae) en el cultivo del pepino en sistemas de organopónicos

Roberto Valdés Herrera (1), Elier Moya Pérez (2), Michel Castro Vázquez (3), Edilberto Pozo Velásquez (1), Marlen Cárdenas Morales (1).

(1) Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

(2) Instituto Superior Pedagógico "Félix Varela".

(3) Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal.

**RESUMEN.** En el organopónico "Las Celias", entre los meses de enero de 2003 a junio de 2004, por dos años consecutivos, se realizaron 7 tratamientos con nematodos entomopatógenos para controlar a *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae) en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.). En este sistema el pepino se intercaló con acelga (*Beta vulgaris* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.). Los nematodos entomopatógenos son un medio biológico efectivo en condiciones de organopónicos para controlar a *D. hyalinata* aunque no realizaron un control sobre el huevo de la plaga. Los tratamientos de mejores rendimientos de pepino fueron P<sub>2</sub>M y CIAP-DEY-6 con 1,18 y 1,16 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente. En el segundo año los rendimientos fueron superiores a los 2 kg/m<sup>2</sup>. Los tratamientos biológicos no presentaron diferencias significativas entre ellos pero sí con respecto a los químicos. La biodiversidad en el sistema se incrementó en el segundo año de sembrado el cultivo como resultado de la disminución de aplicaciones químicas en el mismo. Es factible económicamente el empleo de nematodos en el control de esta plaga.

Palabras clave: Nematodos entomopatógenos, *Diaphania hyalinata*, organopónicos, control.

**ABSTRACT.** In "Las Celias" organoponic, among the months of January of the 2003 to June of the 2004, for two years they were carried out 7 treatments, with entomopathogenic nematode for control *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae) in cucumber crop (*Cucumis sativus* L.). In this system the cucumber was intercrop with *Beta vulgaris* L. and *Lactuca sativa* L. They were sowed of cucumber (*Cucumis sativus* L.), cameras of 78,33 m<sup>2</sup>, *Beta vulgaris* L., always was associated with the main crop. In the second year it was inserted with *Lactuca sativa* L. The entomopathogenic nematode showed a very good biological effective under organopónicos conditions to control *D. hyalinata*, although they didn't carry out a control on the egg of this pest. The treatments of better yields of cucumber were P<sub>2</sub>M and CIAP-DEY-6 respectively with 1,18 and 1,16 kg/m<sup>2</sup>. In the second year these yields went superior to the 2 kg/m<sup>2</sup>. The biological treatments didn't present significant differences among them but were with chemists treatments. The biodiversity in the system was increased in the second year of field the cultivation as a result of the decrease of chemical applications. It is feasible economically the employment of nematodes in the control of this pest.

Key words: Entomopathogenic nematodes, *Diaphania hyalinata*, organoponics, control.

## INTRODUCCIÓN

En nuestro país el pepino puede ser cultivado durante todo el año dado que sus exigencias ecológicas están acordes a las condiciones existentes. Gracias a esto la producción del cultivo no ha estado por debajo del nivel de consumo de la población (Huerres y Caraballo, 1988). No obstante, la mayor dificultad de esta Cucurbitácea es el descenso de los rendimientos debido a la incidencia de diversas plagas, ya sea

por el abuso constante de los productos químicos o por el mal manejo que se realiza de los mismos (Cuba, 1998; citado por Pozo, 2000).

*Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae), representa en estos momentos la principal plaga de las Cucurbitáceas (Maes, 2003; Trabanino, 2003). En los últimos años se ha dificultado el control de la plaga por los métodos tradicionales y los daños han aumentado considerablemente, llegando a

producir en algunas ocasiones la pérdida total de los rendimientos (Grillo y Pozo, 1998).

En sistemas de organopónicos el empleo de insecticidas químicos ha sido tradicionalmente un control rápido y efectivo, pero cuando se trata de alimentos de consumo fresco esto se dificulta y a su vez se ha creado una insecto-resistencia en la plaga, lo que permite el resurgimiento de la misma cada vez con mayor fuerza (De Bach, 1968; Altieri, 1992). Unido a ello, las características de reproducción del cultivo ayudada por insectos como la abeja limitan la explotación de los productos insecticidas químicos (Cuba, 1998; citado por Pozo, 2000). Es por ello que la búsqueda de nuevas alternativas en el control de *D. hyalinata* cobra vital importancia como la acción de los nematodos entomopatógenos (*Heterorhabditis* spp.) en la complementación del Manejo Integrado de *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae) sobre el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en el organopónico "Las Cielas", perteneciente al contingente "Batalla de Santa Clara", entre los meses de enero de 2003 a junio de 2004.

Se sembró el pepino de forma directa a una distancia entre plantas de 0,3 m, dos hileras por cámara separadas a 1,0 m. Para cada tratamiento se tomaron 5 puntos de muestreo. Cada punto de muestreo contaba con 40 plantas. Las aplicaciones de los productos químicos y biológicos se realizaron con sendas mochilas Guaraní con capacidad para 16 L .

Los productos químicos empleados fueron los concebidos para el control de esta plaga en organopónicos por los instructivos técnicos del MINAGRI (1995).

Las concentraciones de nematodos se calcularon empleando las fórmulas expuestas por Woodring y Kaya (1988).

En el primer año se realizaron 7 tratamientos,

empleando para ello cámaras de 78,33 m<sup>2</sup>, siempre asociado el cultivo principal de la investigación al cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L.), siguiendo los requisitos para estos cultivos ofrecidos por el MINAGRI (1995). Los tratamientos fueron los siguientes:

- Testigo sin tratamiento: en este tratamiento no se aplicó producto químico para realizar el control de la plaga.
- Tratamiento químico sin señal: para el control de la plaga se empleó Karate 2,5 % EC a una dosis de 1 L/ha . Se realizaron dos aplicaciones con un intervalo de 14 días entre cada una. La primera aplicación se realizó cuando las plantas presentaron las primeras hojas verdaderas.
- Tratamiento químico con señal: el control de la plaga se efectuó con Karate 2,5 % EC a una dosis de 1 L/ha . Se realizaron muestreos semanales para determinar el momento preciso de la aplicación.
- Tratamiento biológico con nematodos, cepa P<sub>2</sub>M: se realizaron muestreos de forma semanal y se aplicaron nematodos entomopatógenos, después de los primeros muestreos. La dosis empleada fue 250 nem/mL.
- Tratamiento biológico con nematodos, cepa Ciap-Dey-6: la metodología empleada fue similar a la del tratamiento anterior.
- Tratamiento biológico con *B. bassiana*: en el control de la plaga se empleó *B. bassiana* a una dosis de  $2-3 \times 10^9$  esporas/ha cuando el nivel de infestación por la plaga aumentó.
- Tratamiento biológico con *B. thuringiensis*: Para el control de la plaga se empleo *B. thuringiensis* a una dosis  $3-4 \times 10^9$  esporas/ha cuando el nivel de infestación aumentó.

En el segundo año se trasplantaron las plantas de pepinos de la variedad SS-5 sobre un sustrato orgánico a una distancia entre plantas de 0,3 m, a dos hileras por cámara separadas a una distancia de 1m. Cada unidad constó de 4 cámaras y para el trasplante se emplearon posturas provenientes del sistema de cepellón. El cultivo fue balizado y se intercaló con el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.), siguiendo los requisitos expuestos por el MINAGRI (1995).

Se aplicó Bi-58 en el momento del trasplante para evitar afectaciones por grillos (*Anurogrillus abortivus* Sauss y *Grillus assimilis* F.). Los muestreos fueron realizados cada 7 días para evaluar la presencia de plagas insectiles en el cultivo, así como la evolución de las mismas y la acción de los enemigos naturales (Valdés, 2003). Se aplicaron nematodos entomopatógenos (*Heterorhabditis* spp., específicamente las cepas CIAP-DEY-6 y P<sub>2</sub>M) en el control del gusano de los melones utilizando en las aplicaciones una dosis de 250 nem/mL .

Para determinar el rendimiento se contaron los frutos por planta y se pesaron los frutos de 10 plantas tomadas al azar por cada punto de muestreo, empleando para ello una balanza de plato.

A todos los resultados se les realizaron análisis económicos, siendo analizados y procesados por software soportados sobre Microsoft Windows

1998. En el procesamiento estadístico de los datos se empleó el paquete de programas estadísticos Stargraphic plus, ver. 4.1 para Windows y sus programas General Models Linear e Hypothesis Test., realizando la prueba de Duncan con un nivel de confianza de un 95 % para determinar diferencias significativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer año (figura 1) se muestra cómo después de las aplicaciones de productos descenden las poblaciones de *D. hyalinata*, observándose un aumento progresivo de las larvas de la plaga, excepto en el tratamiento testigo. Los tratamientos que presentaron un mejor comportamiento fueron los biológicos (nematodos, *B. bassiana* y *B. thuringiensis*) debido a que lograron mantener controladas las poblaciones de este insecto, seguido de los químicos.

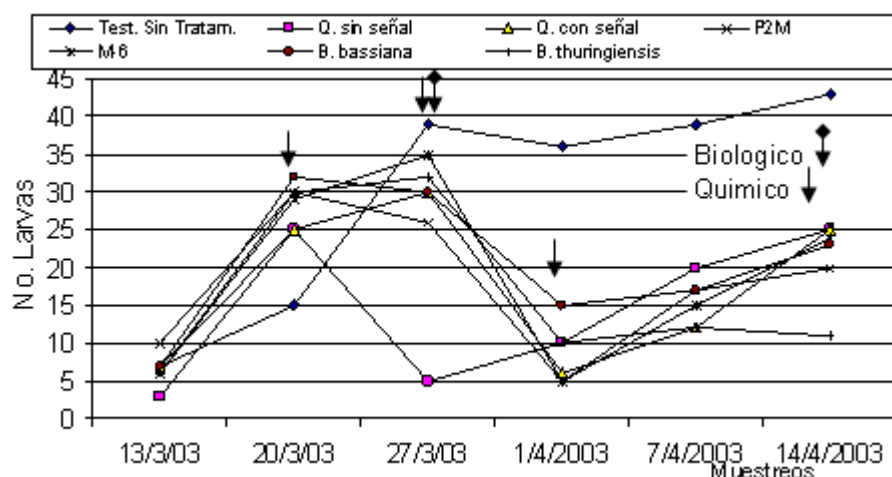


Figura 1. Tratamientos empleados en el control de *D. hyalinata* L.

A pesar de que el porcentaje de plantas afectadas en los tratamientos biológicos fue mayor de 16 %, pude observarse que estos tratamientos presentan un rendimiento superior a los químicos (tabla 1); esto se debe a que en los tratamientos con agentes de control biológico la actividad de los agentes polinizadores fue mayor que en los tratamientos químicos.

El número de frutos por planta fue superior en el tratamiento biológico con nematodos cepa P<sub>2</sub>M, que presentó a su vez mejor rendimiento

que los químicos y el testigo pero sin presentar diferencias significativas con los demás biológicos.

La tabla 2 muestra los costos de las aplicaciones de los productos que se emplearon en los diferentes tratamientos, donde se puede apreciar el costo del producto químico (Abarca, 2003) en moneda libremente convertible con respecto a los productos biológicos. Se observan las diferencias de los costos de las aplicaciones químicas con respecto a los de los nematodos,

donde siempre el costo de los insecticidas fue menor, pero en moneda libremente convertible, nacional.

**Tabla 1. Rendimiento de los tratamientos en el cultivo**

Tratamiento	% plantas afectadas.	ft/ptas	Peso prom. (g.)	kg/planta
P <sub>2</sub> M	16,73	5,05 <sup>a</sup>	238,21 <sup>a</sup>	1,20 <sup>a</sup>
CIAP-DEY-6	17,03	5,02 <sup>a</sup>	241,61 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>
<i>B. bassiana</i>	16,85	5,03 <sup>a</sup>	238,46 <sup>a</sup>	1,20 <sup>a</sup>
<i>B. thuringiensis</i>	17,02	4,80 <sup>ab</sup>	236,36 <sup>a</sup>	1,13 <sup>ab</sup>
Q. sin señal	18,99	4,48 <sup>b</sup>	238,83 <sup>a</sup>	1,07 <sup>bc</sup>
Q. con señal	15,78	4,51 <sup>b</sup>	227,03 <sup>b</sup>	1,02 <sup>c</sup>
Testigo	27,40	2,92 <sup>c</sup>	213,60 <sup>c</sup>	0,62 <sup>d</sup>
EE (x) ±	-	0,1235	2,8260	0,0275

Letras diferentes denotan diferencias significativas para  $P < 0,05$ .

**Tabla 2. Costo de aplicación de productos biológicos y químicos por cámara tratada durante el ciclo del cultivo**

Tratamiento	Producto	Aplicaciones	Costo
Químico sin señal	Karate 2,5 % EC	2	0,30 USD
Químico con señal	Karate 2,5 % EC	1	0,15 USD
Biológico (Bt)	<i>B. thuringiensis</i>	1	\$0,70 MN
Biológico (P <sub>2</sub> M)	NETs	1	\$0,95 MN
Biológico (Ciap-Dey-6)	NETs	1	\$0,95 MN
Biológico (Bb)	<i>B. bassiana</i>	1	\$0,50 MN
Testigo	-	-	-

Un análisis al final de la cosecha (tabla 3) mostró cómo el tratamiento químico sin señal fue el que mayor producción y beneficios económicos mostró a pesar de presentar menos frutos por planta que los tratamientos biológicos, aunque no mostró diferencias significativas con los tratamientos

biológicos lo que difiere con los resultados obtenidos por Pozo (2000) en los experimentos que realizó sobre el cultivo de las calabazas. No obstante, estos resultados dan una clara idea de la importancia que requiere el control de esta plaga con diversos medios de lucha.

**Tabla 3. Resultados de la evaluación económica realizada al final de la cosecha**

Tratamiento	Prod. (u.)	Frutos/planta	Peso prom. (g.)	kg/m <sup>2</sup>	Ing. (\$)
P <sub>2</sub> M	1 274	4,98	236,54	1,18	338,92
CIAP-DEY-6	1 265	4,95	234,03	1,16	337,50
Q. sin señal	1 436	4,20	232,45	0,98	387,33
Q. con señal	1 255	4,31	233,70	1,01	335,83
<i>B. thuringiensis</i>	1 223	4,60	238,07	1,10	336,25
<i>B. bassiana</i>	1 264	4,86	239,56	1,16	325,30
Testigo	423	1,49	215,38	0,32	123,39

La aplicación de productos químicos puede ser sustituida por medios de lucha biológicos como los nematodos entomopatógenos en el marco de una agricultura cada vez más sostenible y orgánica y con la repercusión de no dejar trazas en los frutos que son consumidos frescos por la población. Pozo (2000) refiere la importancia

de no realizar aplicaciones de productos químicos en la fase fenológica V<sub>F</sub> del cultivo.

En el segundo año de ejecución de los resultados obtenidos en el primer año se presentó un notable aumento de la biodiversidad en el cultivo con respecto a las unidades que siguieron

tratadas con productos químicos. En los muestreos se pudo detectar la incidencia de algunos enemigos naturales en el área donde se desarrolló un MIP (Manejo Integrado de Plagas); así como una mayor cantidad de insectos polinizadores (*Apis mellifera* L.) en esta zona. La poca presencia de abejas en el área tratada químicamente puede estar condicionada por la acción de repelencia que tienen los productos químicos y la escasa resistencia que presentan estos organismos a dichos productos, no siendo así con respecto a las plagas en las

cuales se aprecia la insecto-resistencia a las aplicaciones de los insecticidas que se emplean en la agricultura (Pozo, 2003).

La figura 2 muestra los organismos que presentaron mayor incidencia en el cultivo, apreciándose que el mayor porcentaje de individuos correspondían a la plaga principal del cultivo (*D. hyalinata*). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Pozo (2000) sobre el cultivo de las calabazas y Valdés (2003) sobre el pepino.

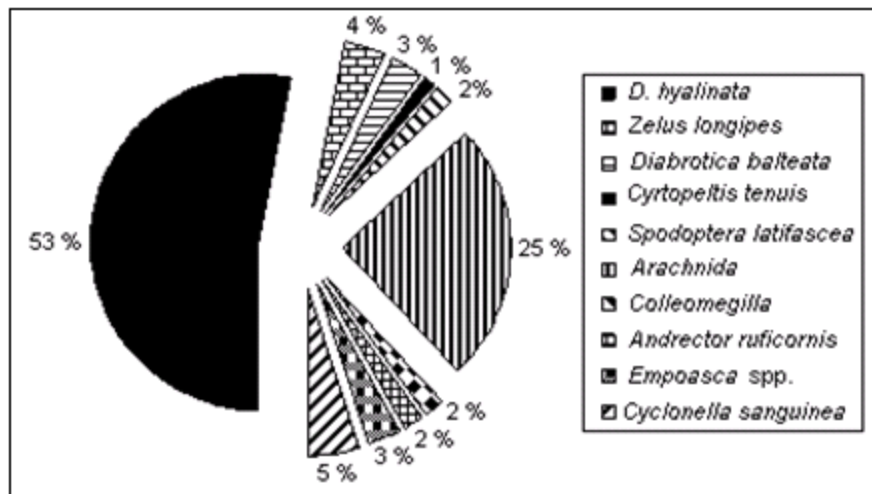


Figura 2. Porcentaje de artrópodos muestreados en el cultivo.

La clase *Arachnida* presentó un papel significativo dentro de la entomofauna beneficiosa. Los representantes de esta clase abarcaron el 25 % del total de individuos observados, notándose la acción que realizan los mismos en el control de diferentes insectos-plagas; en las plantas donde se encontraban estos artrópodos, no se observó afectación por larvas desfoliadoras. Otros enemigos naturales de insectos-plagas que se presentaron fueron *Zelus longipes*, *Colleomegilla cubensis* y *Cyclonella sanguinea*.

La entomofauna beneficiosa que actúa sobre *D. hyalinata* no evitó la presencia de la plaga en el cultivo, lo que concuerda con Vázquez (1999) y Pozo (2000) cuando exponen que a pesar de la gran diversidad de enemigos naturales existentes, estos no logran realizar un control por debajo de los niveles de daños económicos en el cultivo. Esta entomofauna benéfica tiene la importancia de que permite reducir el número

de aplicaciones químicas que se realizan en las cucurbitáceas. Al recurrir lo menos posible a las aplicaciones químicas se evita la afectación o eliminación de los organismos beneficiosos y se contribuye al incremento de los mismos en el área (Vázquez, 2003).

La figura 3 muestra el comportamiento de *D. hyalinata* donde se observa la disminución del porcentaje de plantas afectadas después de realizadas las aplicaciones. El mayor número de larvas muestreadas pertenecieron a los instares L<sub>1-3</sub> ya que los nematodos no son capaces de controlar el huevo de la plaga; no obstante, pocas larvas llegaron a su estado adulto lo que demuestra la efectividad de estos medios en el control de *D. hyalinata*.

El análisis económico arrojó que el tratamiento más beneficioso económicamente fue el biológico, con la cepa CIAP-DEY-6, seguido de

la cepa P2M, evidenciando que sin anteponer un precio justo por producciones libres de agentes de control químico, las cámaras donde se aplican productos biológicos son más rentables y factibles económicamente; basado principalmente en los

rendimientos que se obtuvieron por el control de *D. hyalinata* con estos medios biológicos lo que es, sin lugar a dudas, un resultado promisorio para ejercer el control de esta importante plaga en este sistema (tabla 4).

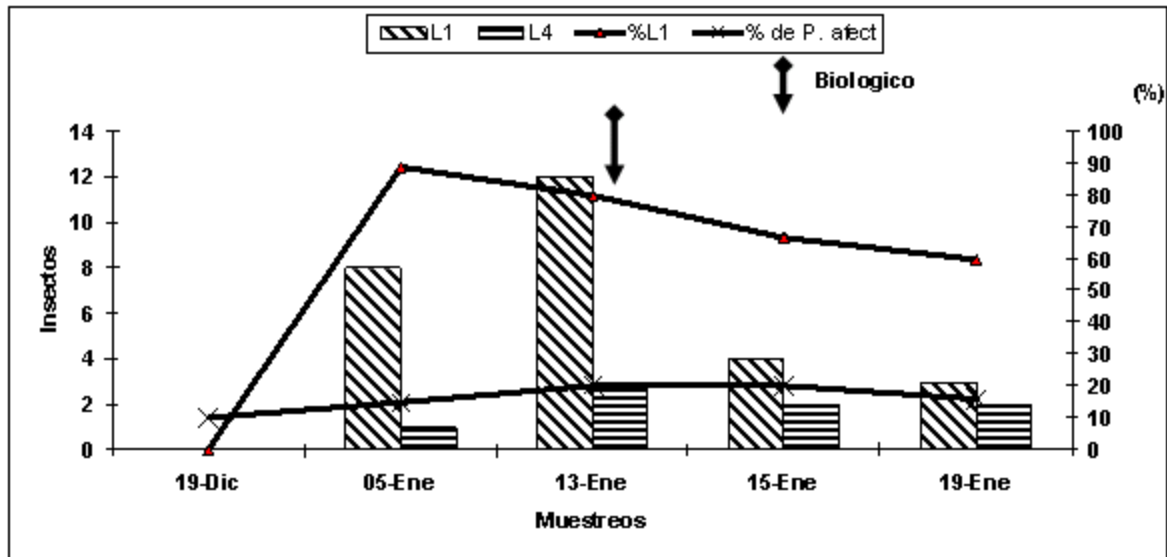


Figura 3. Comportamiento de *D. hyalinata* en el cultivo con aplicaciones de nematodos entomopatógenos.

Tabla 4. Rendimiento del cultivo

Tratamiento	Prod. (u.)	Frutos/planta	kg/planta	kg/m <sup>2</sup>	Ing. (\$)
CIAP-DEY-6	1 889	4,76 <sup>a</sup>	1,028	2,86 <sup>a</sup>	604,48
P <sub>2</sub> M	1 810	3,64 <sup>b</sup>	0,786	2,74 <sup>b</sup>	579,55
Q (testigo)	1 713	3,44 <sup>b</sup>	0,702	2,44 <sup>c</sup>	531,03
EE (x) ±	-	0,1000	-	0,0176	-

\*Letras diferentes denotan diferencias significativas según Duncan para  $p < 0,05$ .

Estos resultados demuestran que se puede prescindir de la aplicación de sustancias químicas en organopónicos y huertos intensivos en el control de *D. hyalinata*, sustituyendo las aplicaciones químicas por estos medios biológicos, lo que permite un ahorro considerable de recursos financieros en moneda libremente convertible por la no compra de estos insumos químicos así como lograr una producción que afecte menos la salud humana.

## CONCLUSIONES

1. Los nematodos entomopatógenos son un medio biológico efectivo en condiciones de organopónicos para controlar *Diaphania hyalinata* aunque no realizaron un control sobre el huevo de la plaga.
2. Los tratamientos que presentaron mejores rendimientos fueron P<sub>2</sub>M y CIAP-DEY-6 con 1,18 y 1,16 kg/m<sup>2</sup> respectivamente, en el primer año. En el segundo año estos rendimientos fueron superiores a los 2 kg/m<sup>2</sup>.
3. Los tratamientos biológicos no presentaron diferencias significativas entre ellos pero sí presentaron diferencias con respecto a los tratamientos químicos.

4. La biodiversidad en el sistema se incrementó en el segundo año de sembrado el cultivo como resultado de la disminución de aplicaciones químicas en el mismo.
5. Los enemigos naturales que más se favorecieron con la sustitución de las aplicaciones químicas por nematodos entomopatógenos fueron los pertenecientes a la clase *Arachnida*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Maes, J. M. (2003): Gusanos De *Cucurbitaceae*. Ficha "Insectos Plagas" no. 3, en sitio Web: <http://www.insectariumvirtual.com/termitero/nicaragua/DOCUMENTOS%20DE%20INTERES/DOCUMENTOS%20DE%20INTERES.htm>.
- Abarca, V. V. (2003): Costo de producción de tomate de mesa por hectárea, en sitio Web: [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/sistema%20valor/insumos/costo\\_tomate.htm](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/sistema%20valor/insumos/costo_tomate.htm).
- Altieri, M. A. (1992): Biodiversidad, Agroecología y Manejo de plagas, Cital-Ediciones, Valparaíso, Chile, p. 87.
- De Bach, P. (1968): *Control Biológico de las plagas de insectos y malas hierbas*. Edic. Revolucionaria, La Habana, 949 pp.
- Grillo, H. y E. Pozo (1998): "Complejo de enemigos naturales de *D. Hyalinata* (Lin.) (Lepidoptera:Pyralidae) en la región central de Cuba". *Revista Centro Agrícola*. 25(1): enero- abril.
- Huerres Consuelo y Nelia Caraballo (1988): *Horticultura*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 193 pp.
- Martínez P. P. y G. Lindo (1986): "Ciclo biológico y comportamiento de *Diaphania hyalinata* en zapallo y melón". *Rev. Peruana de Entomología* (29): 113-115, dic.
- MINAGRI (1995): Instructivo técnico de organopónicos, Ciudad de la Habana, 54 pp.
- Pozo, E. (2000): *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae) en la región central de Cuba. Bionomía y lucha biológica. Tesis de Doctorado, 88 pp.
- \_\_\_\_\_ (2003): Manejo Integrado de *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae), en Taller Nacional de Facilitadores en el Control Biológico de Plagas, Santa Clara, Villa Clara, noviembre.
- Tabanino, R. (2003): Cucúrbitas: Plagas insectiles que afectan al cultivo en sus etapas fonológicas, en sitio Web: <http://arneson.cornell.edu/ZamoPlagas/DIAFANIAS.htm>
- Vázquez, L. (2003): Manejo Integrado de Plagas. Preguntas y respuestas para extensionistas y agricultores. INISAV, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 566 pp.
- Woodring Jennifer L. and H. Kaya (1988): "*Stenernema* and *Heterorhabditis* nematodes: A hand handbook of biology and Techniques". *Southerncoopers Bull.* (331): 1-30.
- Vázquez, L. (1999): "La conservación de los enemigos naturales de plagas en el contexto de la fitoprotección". *Boletín Técnico*, INISAV, Ciudad de la Habana, 5(4): 1-75.
- Valdés, R. (2003): Umbral económico de *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae) en pepino (*Cucumis sativus* L.) y lucha biológica con el empleo de nemátodos entomopatógenos (*Heterorhabditis* spp.) en organopónicos, Tesis de Diploma, 50 pp.