

COMPATIBILIDAD *IN VITRO* DE *VERTICILLIUM LECANII* CON UN INSECTICIDA PIRETROIDE Y SU EFECTO SOBRE LA PATOGENICIDAD DEL HONGO EN LA MOSQUITA BLANCA

MARTHA GARCÍA-JUÁREZ¹, CONCHITA TORIELLO² & TERESA MIER¹

¹Depto. El Hombre y su Ambiente, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-X, México D.F. 04960, México.

²Depto. de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, UNAM, México D.F. 04510, México

ABSTRACT

IN VITRO COMPATIBILITY OF *VERTICILLIUM LECANII* WITH A PIRETROID INSECTICIDE, AND ITS EFFECT ON FUNGAL PATHOGENICITY ON THE WHITEFLY. *Rev. Mex. Mic.* 15: 11-16 (1999). The joint use of a natural bioregulator, such as *Verticillium lecanii*, and a selective insecticide could be advantageous to control the whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in integrated pest management programs. To study the *in vitro* compatibility of *V. lecanii* with the piretroid insecticide, fenpropathrin, two assays were made:

In insecticide-treated solid media, and incubating a fungal suspension of 10⁸ conidia/ml with the piretroid during 16 h at 26°C, simulating an aspersion tank. Compatibility was assessed by determining the viability [colony forming units (CFU) and germination], radial growth velocity, morphology, and sporulation, and the effect of fenpropathrin on the pathogenicity of the fungus on whiteflies by a nymph bioassay reported as a Fungal Growth and Development Index (FGDI). Results showed a 45.6% inhibition of viability with CFU and of 43.0% with germination (P<0.05) in the assay simulating an aspersion tank. No alterations by the piretroid were observed in radial growth, morphology, and sporulation. A delay in fungal growth and development on the nymph bioassay was found (lower FGDI than the control) after exposing it to the insecticide, suggesting a negative effect of fenpropathrin on *V. lecanii* pathogenicity. This is the first report in Mexico where the effect of a chemical insecticide on fungal pathogenicity is tested by this bioassay. Tank mixing of the fungus with the piretroid should be avoided; rather the fungus and the insecticide should be aspersed separately.

Key words: *Verticillium lecanii*, piretroid fenpropathrin, integrated pest management, biological control.

RESUMEN

La utilización conjunta de un biorregulador natural como *Verticillium lecanii* y un insecticida selectivo podría ser de utilidad en el control de la mosquita blanca (Homoptera: Aleyrodidae), en programas de manejo integrado de plagas. Con el objeto de conocer la compatibilidad *in vitro* de *V. lecanii* con el insecticida piretroide fenpropatrin, se hicieron ensayos en medios sólidos adicionados del insecticida, e incubando previamente una suspensión fúngica de 10⁸ conidios/ml con el piretroide durante 16 h a 26°C, simulando un tanque de aspersion. La compatibilidad se evaluó mediante la determinación de la viabilidad [unidades formadoras de colonias (UFC) y germinación], velocidad de crecimiento radial, morfología y esporulación, y el efecto del fenpropatin en la patogenicidad del hongo hacia la mosquita blanca mediante un bioensayo en ninfas, reportado como Índice de Crecimiento y Desarrollo Fúngico (ICDF). Los resultados mostraron la inhibición de la viabilidad del hongo en un 45.6% con el método de UFC, y en un 43.0% con la germinación (p<0.05), en el ensayo simulando un tanque de aspersion. No se observó ninguna alteración en la velocidad de crecimiento radial, morfología y esporulación de *V. lecanii*. Se encontró un retraso en el desarrollo y crecimiento del hongo sobre la ninfa en el bioensayo (menor ICDF que el testigo), cuando fue expuesto previamente al insecticida, indicando la incidencia del fenpropatrin sobre la patogenicidad de *V. lecanii*. Éste es el primer reporte en México donde se investiga el efecto de insecticidas químicos en la patogenicidad de hongos entomopatógenos por este bioensayo. Se recomienda evitar las mezclas directas del hongo con el piretroide en tanques de aspersion, asperjando por separado hongo e insecticida.

Palabras clave: *Verticillium lecanii*, piretroide fenpropatrin, compatibilidad, manejo integrado de plagas, control biológico.

Introducción

Verticillium lecanii (Zimm.) Viégas es un agente para el control biológico de insectos tales como la mosquita blanca, los pulgones y algunos hongos

fitopatógenos (Carrión, 1988; Ghewande, 1990; Landa *et al.*, 1994). Algunas cepas se producen comercialmente como micoinsecticidas, con el nombre de Vertalac para áfidos, Mycotal para mosquita blanca y Thriptal para trips, en invernaderos

de Europa (Goettel *et al.*, 1990). La utilización conjunta de biorreguladores naturales, como *V. lecanii*, e insecticidas químicos selectivos de toxicidad limitada pueden representar una alternativa de utilidad en programas de manejo integrado de plagas (MIP) (Alves *et al.*, 1993). En México, el insecticida piretroide fenpropatrin es usado para el control químico de la mosquita blanca (Homoptera: Aleyrodidae). Los piretroides son sensibles al calor y, por lo tanto, su vida residual disminuye conforme la temperatura aumenta (Barberá, 1989) lo cual podría favorecer su selección en programas de MIP que contemplan la protección ambiental, aunque en la etiqueta del fabricante este insecticida aparece como tóxico para el humano y otros animales, como peces y abejas.

La mayoría de los insecticidas químicos representan un riesgo para la salud y el equilibrio de los ecosistemas (Restrepo, 1988); en consecuencia, existe actualmente un marcado interés por conocer las repercusiones de los plaguicidas químicos selectivos sobre los hongos entomopatógenos (Hassan *et al.*, 1994; Ravensberg *et al.*, 1994; Saito & Yabuta, 1996) para su utilización conjunta en MIP. El presente trabajo tiene como objetivo determinar el efecto del piretroide fenpropatrin sobre la viabilidad, el crecimiento radial y la esporulación, morfología y patogenicidad de *V. lecanii*, *in vitro*, en un medio de cultivo adicionado con el insecticida, así como en condiciones que simulan un tanque de aspersión, incubando al entomopatógeno previamente con el químico.

Materiales y Métodos

Hongo. Se utilizó la cepa C de *Verticillium lecanii* aislada a partir de la mosquita blanca, *Trialeurodes vaporariorum* West. de un cultivo de frijol del estado de Morelos, México (Mier *et al.*, 1991). El hongo es conservado en medio H (dextrosa 0.5%, sacarosa 1.0%, extracto de levadura 0.5%, peptona 0.05%, agar 1.5%) a 4°C, en agua destilada, y en gel de sílice, en el cepario del Laboratorio de Microbiología, Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Su virulencia es reactivada periódicamente por la infección en ninfas de mosquita blanca. Para todos los ensayos se preparó una suspensión de 10^8 conidios/ml a partir de un cultivo del hongo en medio H, incubado 12 días a 26°C.

Condiciones de cultivo con el fenpropatrin. Se realizaron dos tipos de ensayos, el primero sembrando la suspensión conidial directamente en medio H adicionado del piretroide Herald (Fenpropatrin: (RS) alfa ciano 3 fenoxibencil 2, 2, 3, 3 tetrametil ciclopropanocarboxilato, equivalente a 375 g de ia/l, Valent de México, S.A. de C.V.) a una concentración final del 0.2%, y el segundo manteniendo la suspensión conidial en contacto con el insecticida al 0.2% durante 16 h en una incubadora de agitación orbital, simulando un tanque de aspersión.

Efecto del insecticida sobre la viabilidad del hongo. Se determinó el porcentaje de inhibición de las unidades formadoras de colonias (UFC) y de conidios germinados. Para la determinación de las UFC se sembraron alícuotas a partir de diluciones de la suspensión conidial; para el primer ensayo directamente en el medio H adicionado del piretroide, y para el segundo se tomaron alícuotas del matraz con la suspensión conidial incubada previamente 16 h con el insecticida, y se sembraron en cajas con el medio H. Para cada ensayo se utilizaron testigos sin insecticida. Se calculó el porcentaje de inhibición (%I) de las UFC aplicando la fórmula siguiente:

$$\%I = \frac{UFC_{\text{testigo}} - UFC_{\text{tratamiento}}}{UFC_{\text{testigo}}} \times 100$$

Para la determinación de la capacidad germinativa se tomaron alícuotas de 0.2 ml de las suspensiones conidiales de los dos mismos ensayos arriba mencionados y se sembraron por extensión en cajas de Petri conteniendo una capa fina del medio H. Cada 4 h se cortaron fragmentos cuadrados de 1.5 cm de lado, se observaron 100 conidios al microscopio óptico a un aumento de 400x, y se determinó la proporción de los conidios germinados a las 24 h en comparación con el testigo sin insecticida para cada ensayo. El cálculo del %I se realizó con la misma fórmula utilizada para las UFC.

Efecto del insecticida sobre la velocidad de crecimiento radial, morfología y esporulación del hongo. Para observar el efecto del fenpropatrin sobre la velocidad de crecimiento radial, se sembraron alícuotas de 50 µl de la suspensión conidial, de los ensayos mencionados anteriormente, en cavidades practicadas en el centro de cajas de Petri con medio H, y se incubaron durante 15 días a 26°C. Se llevaron a cabo mediciones cada tercer día; a los 15 días se comparó el diámetro de la colonia con y sin insecticida de cada uno de los ensayos. Se observó, además, la macro y micro morfología de las colonias

del hongo con y sin insecticida. La prueba de esporulación se realizó solamente a partir de la suspensión conidial del segundo ensayo donde el hongo se mantuvo previamente en contacto con el insecticida durante 16 h. A partir de esta suspensión se tomaron alícuotas de 50 μ l, se sembraron en cajas con medio H y se incubaron 15 días a 26°C. Los conidios producidos se cosecharon con Tween 80 al 0.05% y se cuantificaron en cámara de Neubauer. Se comparó la producción de conidios en medio H con el testigo sin previa incubación con el insecticida.

Efecto del insecticida sobre la patogenicidad del hongo hacia la mosquita blanca. Se llevó a cabo en un bioensayo con ninfas de *T. vaporariorum* por medio de la determinación del Índice de Crecimiento y Desarrollo Fúngico (ICDF) descrito por Landa *et al.* (1994). Para esta prueba se utilizó la suspensión conidial del hongo incubada previamente 16 h con fenpropatrin simulando un tanque de aspersión. Para el estudio se escogieron las ninfas que presentaron las características del estadio cuatro de ninfa (Ortega, 1992; Landa *et al.*, 1994); la observación se hizo en microscopio estereoscópico. Brevemente, el bioensayo se llevó a cabo depositando gotas con asa calibrada (0.003 ml/gota) de la suspensión conidial (1×10^8 conidios/ml) con y sin incubación con el fenpropatrin, en un portaobjetos estéril. Las ninfas previamente seleccionadas se depositaron en el centro de cada gota y las laminillas se incubaron en cámara húmeda a 26°C con una luminosidad correspondiente al ciclo día/noche. Cada suspensión conidial se ensayó con 300 ninfas. Éstas fueron observadas en el microscopio compuesto a las 24, 48, 72 y 96 h: el desarrollo fúngico en el insecto fue evaluado con base en una escala de 0 a 3.0, y comparado con ninfas testigo cubiertas de una suspensión del hongo sin incubación con el insecticida. El ICDF corresponde a la siguiente escala: 0.0 = ninfa rodeada de conidios no germinados; 0.5 = germinación de conidios con uno o dos tubos germinativos en el área cercana a la ninfa; 1.0 = crecimiento de tubos germinativos y presencia de hifas; 1.5 = crecimiento inicial del hongo orientado al insecto y primer contacto de las hifas con la ninfa; 2.0 = crecimiento micelial dentro y en la superficie y área alrededor de la ninfa; 2.5 = inicio de la esporulación, conidios que cubren la superficie de la ninfa; 3.0 = esporulación completa, ninfa cubierta con micelio y conidios del hongo.

Análisis estadístico. Cada ensayo se realizó por triplicado, y todos los experimentos se repitieron tres veces por separado. Los resultados se sometieron a

un análisis de varianza a un nivel de significancia del 5%.

Resultados y Discusión

La mayoría de los trabajos para determinar el efecto de los plaguicidas químicos en hongos entomopatógenos se ha llevado a cabo en placas de agar (Hassan *et al.*, 1994; Saito & Yabuta, 1996; Ravensberg, *et al.*, 1994). Sin embargo, Anderson y Roberts (1983) demostraron que la inhibición de hongos entomopatógenos por insecticidas químicos aumenta cuando estos se mezclan en un tanque de aspersión. Por lo tanto, este trabajo se realizó utilizando dos métodos; el de la adición del producto en placas de agar, y el del contacto del hongo con el producto por 16 h, simulando un tanque de aspersión, para observar las diferencias de inhibición entre ambos métodos.

El efecto del fenpropatrin sobre la viabilidad de *V. lecanii* calculado en porcentaje de inhibición de las UFC y germinación de conidios se muestra en la Tabla 1.

Se observó una mayor inhibición en ambas pruebas cuando los conidios fueron incubados con el piretroide durante 16 h simulando un tanque de aspersión, que cuando los conidios se pusieron en contacto con el medio impregnado con insecticida ($p < 0.05$). Anderson y Roberts (1983) demostraron que en *Beauveria bassiana* la inhibición por piretroides, permetrina y fenvalerato también aumenta por el contacto con el insecticida en un tanque de mezcla. Por otro lado, el efecto del fenpropatrin observado sobre la viabilidad de *V. lecanii* podría ser un indicador de sus repercusiones en campo sobre diversos hongos entomopatógenos y la microbiota benéfica en general.

El efecto del piretroide sobre el crecimiento radial y la esporulación del hongo no mostró ninguna diferencia significativa entre los conidios expuestos o no al fenpropatrin. Alves *et al.* (1993) al probar la compatibilidad de fenpropatrin, entre otros insecticidas, con *V. lecanii* en placas de agar, encontraron que este producto fue de los más selectivos por provocar una inhibición menor en el crecimiento y la esporulación del hongo, lo que concuerda con los resultados de este trabajo. Al analizar las características macroscópicas de las colonias así como la microscopía de las estructuras fúngicas entre los conidios estudiados, no se encontraron alteraciones por el contacto con el

Tabla 1. Porcentaje de inhibición de la viabilidad de *Verticillium lecanii* por efecto del insecticida piretroide fenpropatrin.

Viabilidad	Porcentaje de Inhibición	
	Conidios en medio H Adicionado de fenpropatrin ^a	Conidios incubados 16 h Con fenpropatrin ^a
UFC ^b	9.8	45.6
Germinación	6.0	43.0

^a Concentración del 0.2 %

^b UFC = Unidades formadoras de colonias

insecticida, lo que concuerda con nuestros resultados arriba mencionados, los cuales no muestran inhibición del crecimiento vegetativo del hongo. Utilizando diferentes plaguicidas químicos, Carrión *et al.* (1990) y Mier (com. pers.) observaron alteraciones morfológicas en *V. lecanii* ocasionadas por el tratamiento del hongo con triadimefón y oxiclورو de cobre, y con lambda-cialotrina, permtrina y metamidofós, respectivamente, lo cual coincidió con la inhibición del crecimiento del hongo por estos plaguicidas.

La prueba del ICDF descrita por Landa *et al.* (1994) ha sido recomendada para estudios de compatibilidad con agroquímicos por estos autores, ya que es un bioensayo de utilidad para discernir la repercusión de estos productos sobre la patogenicidad del hongo sobre el insecto plaga, antes de ser utilizado en campo. Los resultados de este bioensayo con el fenpropatrin pueden observarse en la figura 1. Las fotos de la columna de la izquierda corresponden al testigo sin insecticida, en comparación con la columna de la derecha que corresponde al hongo con insecticida (tratamiento), a las 24, 48, 72 y 96 h de duración del bioensayo. A las 24 h, se observó una diferencia en el ICDF, en la cual el testigo muestra un ICDF de 1.5 en comparación con 0.5 correspondiente al tratamiento. La figura 1a (testigo) muestra conidios, conidios germinados cercanos a la ninfa, así como conidios e hifas en la superficie del insecto que muestran el primer contacto del hongo con el insecto; en la figura 1b (tratamiento) solamente se observan algunos conidios germinados en el área cercana a la ninfa. A las 48 h del ensayo, el ICDF alcanza un valor de 2.0 en el testigo, en comparación a 1.0 del tratamiento. La figura 1c (testigo) muestra hifas dentro de la ninfa, y la figura 1d (tratamiento) conidios, conidios germinados e hifas alrededor de la ninfa. A las 72 h del bioensayo, el ICDF del testigo

alcanza 2.5 en comparación a 1.5 del tratamiento. En la figura 1e (testigo) se puede observar la ninfa cubierta de micelio con inicio de esporulación, mientras que en la figura 1f (tratamiento) se inicia el crecimiento de los conidios e hifas en la superficie del insecto, de manera similar a la figura 1a del testigo. A las 96 h, el ICDF del testigo alcanza el valor máximo de 3.0, que corresponde a la invasión completa de la ninfa por el hongo, que después de colonizar el insecto vuelve a salir a la superficie a esporular. En comparación, los conidios tratados con el fenpropatrin, sólo alcanzan al mismo tiempo de 96 h, un ICDF de 2.5 que corresponde a la ninfa cubierta con micelio pero con inicio solamente de esporulación. La figura 1g (testigo) muestra la ninfa cubierta por completo con micelio mientras que en la figura 1h (tratamiento) se observa micelio con inicio de esporulación.

El resultado del bioensayo (ICDF) en ninfas de mosquita blanca mostró que el fenpropatrin provocó un retraso en el crecimiento y desarrollo del hongo en la ninfa infectada durante el transcurso del experimento en comparación con el testigo. Por ejemplo, el ICDF de 1.5 se alcanzó hasta las 72 h en el tratamiento (Fig. 1f), mientras que con el testigo se alcanzó a las 24 h (Fig. 1a). En el tratamiento, a las 96 h, el ICDF correspondió a 2.5, mientras que en el testigo se había ya alcanzado el valor máximo de 3.0. Éste es el primer reporte en México donde se utiliza este bioensayo para investigar el efecto de insecticidas químicos en la patogenicidad de hongos entomopatógenos.

Al aplicar este bioensayo, Landa *et al.* (1994) encontraron que fue de utilidad para probar el efecto de diferentes insecticidas en el desarrollo fúngico de *Paecilomyces fumosoroseus* contra ninfas de cuarto estadio de *Bemisia argentifolii*. Es interesante que estos autores comparan la patogenicidad de tres

hongos entomopatógenos, *P. fumosoroseus*, *V. lecanii* y *B. bassiana* en ninfas de mosquita blanca (*B. argentifolii*), encontrando como el más patógeno a *P. fumosoroseus*, por su ICDF de 3.0 a las 120 h del bioensayo. Sin embargo, en nuestro trabajo, utilizando la misma prueba con la cepa C de *V. lecanii* y ninfas de cuarto estadio de otra especie de mosquita blanca, *T. vaporariorum*, se encontró un ICDF de 3.0 a las 96 h para el testigo, en comparación con un índice de 2.03 a 2.63 que Landa *et al.* (1994) reportan para tres cepas de *V. lecanii*. Estos datos apoyan la utilidad de esta prueba para la selección de cepas virulentas en el laboratorio, como lo sugerido por Landa *et al.* (1994).

El desarrollo del bioensayo mostró los diferentes eventos que se suceden en la interacción entre el parásito (*V. lecanii*) y el hospedero (ninfas de mosquita blanca), como lo son la orientación del hongo hacia el hospedero, germinación de los conidios en la superficie ninfal, la producción de micelio en la superficie y dentro del insecto, y por último la colonización masiva del insecto por el hongo que se observa por la presencia de micelio con esporulación completa (Fig. 1a-h). Estos eventos son consistentes con la secuencia que caracteriza las infecciones de hongos entomopatógenos (Charnley, 1989), y en especial la infección del áfido *Macrosiphum euphorbiae* por *V. lecanii* (Askary *et al.*, 1999).

El efecto del fenpropatrin sobre la viabilidad de *V. lecanii* podría ser un indicador de sus repercusiones en campo sobre diversos hongos biorreguladores y la microbiota benéfica en general. Los resultados obtenidos con los dos métodos utilizados en este trabajo sugieren que las pruebas de compatibilidad de *V. lecanii* con agroquímicos sean llevadas a cabo en condiciones experimentales que simulen un tanque de aspersión. Debido a los resultados de las pruebas de viabilidad y al bioensayo, se recomienda la aplicación en campo del fenpropatrin, por separado y en momentos diferentes, evitando ser mezclados previamente hongo e insecticida en tanques de aspersión.

Literatura citada

- Alves, S.B., A.M. Junior, S.A. Vieira, 1993. Ação tóxica de alguns defensivos agrícolas sobre fungos entomopatógenos. *Ecossistema* 18: 161-170.
- Anderson, T.E., D.W. Roberts, 1983. Compatibility of *Beauveria bassiana* isolates with insecticide formulations used in

- colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) control. *J. Econ. Entomol.* 76: 1437-1441.
- Askary, H., N. Benhamou, J. Brodeur, 1999. Ultrastructural and cytochemical characterization of aphid invasion by the hyphomycete *Verticillium lecanii*. *J. Invertebr. Pathol.* 74: 1-13.
- Barberá, C., 1989. *Pesticidas agrícolas*. 4ta. ed. Omega, Barcelona.
- Carrión, G., 1988. Estudio sobre el control biológico de la roya del café mediante *Verticillium lecanii* en México. *Mic. Neotrop. Aplic.* 1: 79-86.
- Carrión, G., F. Ruiz-Belin, R. Alarcón, 1990. Efecto del triademifón y del oxiclورو de cobre en el crecimiento *in vitro* de *Verticillium lecanii*. *Rev. Mex. Mic.* 6: 85-90.
- Charnley, A.K., 1989. Mechanisms of fungal pathogenesis in insects. In: J. M. Whipps & R.D. Lumden (eds.), *The Biotechnology of Fungi for Improving Plant Growth*. Cambridge University Press, Londres, pp. 85-125.
- Ghwande, M.P., 1990. Biological control of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) rust (*Puccinia arachiridis* Speg.) in India. *Trop. Pest Manage.* 36: 17-20.
- Goettel, M.S., T.J. Poprawski, J.D. Vanderberg, Z. Li, D.W. Roberts, 1990. Safety to nontarget invertebrates of fungal biocontrol agents. In: M. Laird, L.A. Lacey & E.W. Davidson (eds.), *Safety of Microbial Insecticides*. CRC. Press, Boca Raton, Florida, pp. 209-231.
- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, J.N.M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, C. Duso, A. Grove, U. Heimbach, N. Helyer, H. Hokkanen, G.B. Lewis, F. Mansour, L. Moreth, L. Polgar, L. Samsoe-Petersen, B. Sauphanor, A. Stäubli, G. Sterk, A., Vainio, M. van de Veire, G. Vaggiani, H. Vogt, 1994. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". *Entomophaga* 39: 107-119.
- Landa, Z., L. Osborne, F. López, J. Eyal, 1994. A bioassay for determining pathogenicity of entomopathogenic fungi on whiteflies. *Biol. Control* 4: 341-350.
- Mier, T., F. Rivera, J.C. Bermúdez, Y. Domínguez, C. Benavides, M. Ulloa, 1991. Primer reporte en México del aislamiento de *Verticillium lecanii* a partir de la mosquita blanca y pruebas de patogenicidad *in vitro* sobre este insecto. *Rev. Mex. Mic.* 7: 149-156.
- Ortega, A., 1992. Mosquitas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) vectores de virus en hortalizas. In: R.S. Anaya, N. Bautista & B. Domínguez (eds.), *Manejo Fitosanitario de las Hortalizas en México*. Centro de Entomología y Acarología, Chapingo, México. pp. 20-40.
- Ravensberg, W.J., A.C. Van Buysen, R. Berns, 1994. Side-effects of pesticides on *Verticillium lecanii*: *in vivo* tests on whitefly and aphids. *Bulletin OILB-SROP* 17: 234-238.
- Restrepo, I., 1988. *Naturaleza muerta. Los plaguicidas en México*. Editorial Terra Nova, México.
- Saito, T., M. Yabuta, 1996. Laboratory studies on effect of pesticides on entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii*. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 40: 71-76.

Recibido: 6 de octubre de 1999. Aceptado: 2 de diciembre de 1999.

Solicitud de sobretiros: Dra. Teresa Mier.

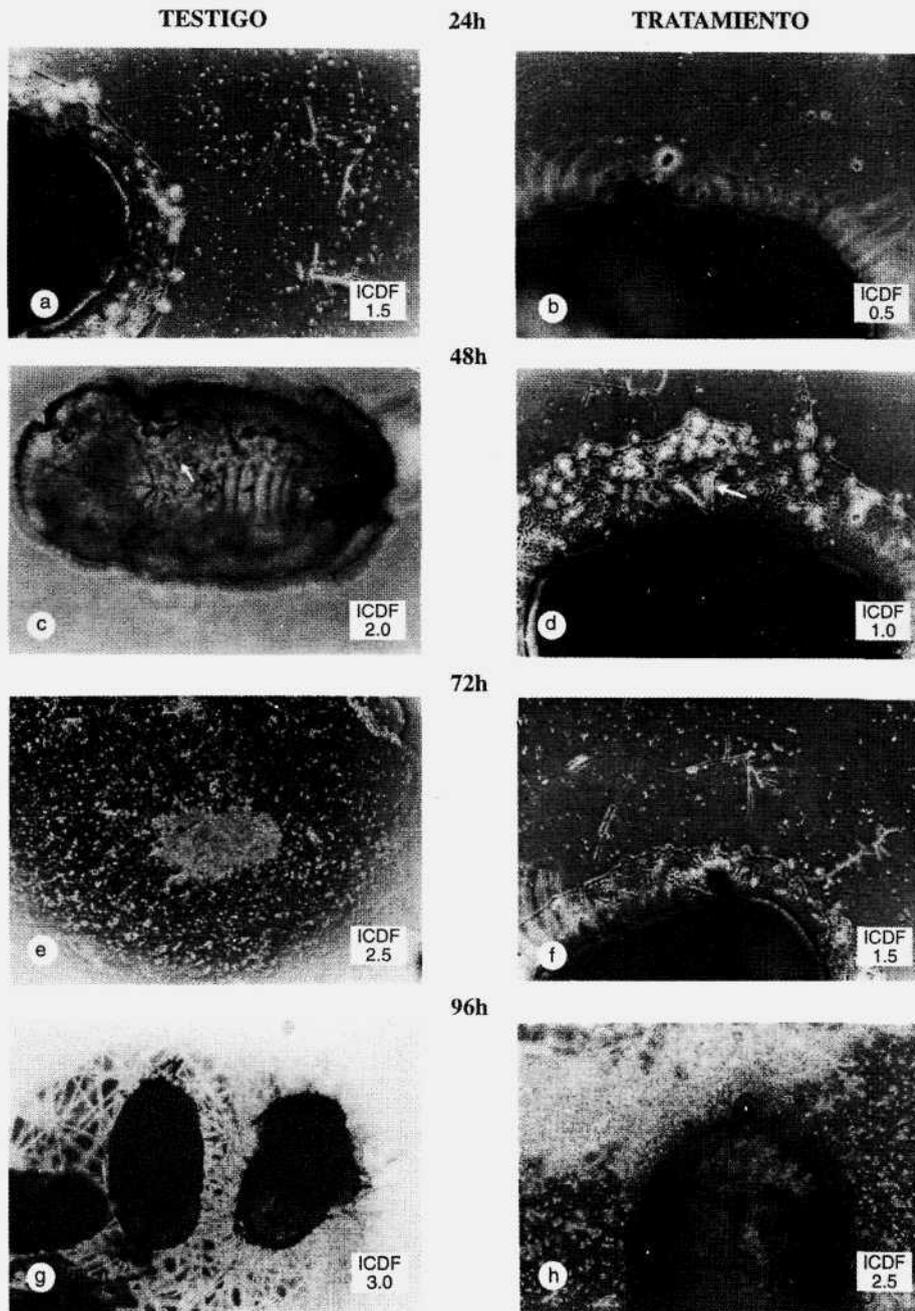


Fig. 1. Prueba de patogenicidad para determinación del Índice de Crecimiento y Desarrollo Fúngico (ICDF) de conidios de *Verticillium lecanii*, expuestos al insecticida piretroide fenpropatrin durante 16 h, en ninfas del cuarto estadio de la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum*. Las fotos de la columna izquierda corresponden al testigo sin insecticida, y las de la derecha al hongo con tratamiento, a las 24, 48, 72 y 96 h. (a) conidios germinados y no germinados, en la superficie de la ninfa: ICDF = 1.5 (85 x). (b) inicio de germinación de conidios, especialmente en el área cercana a la ninfa: ICDF = 0.5 (95 x). (c) hifas dentro de la ninfa: ICDF = 2.0 (90 x), las flechas indican hifas. (d) conidios germinados y no germinados e hifas alrededor de la ninfa: ICDF = 1.0 (90 x), flechas indican estructuras ninfales. (e) ninfa cubierta de micelio, inicio de la esporulación: ICDF = 2.5 (30 x). (f) conidios germinados y no germinados, en la superficie ninfal: ICDF = 1.5 (80 x). (g) ninfa cubierta por completo con micelio: ICDF = 3.0 (40 x). (h) ninfa cubierta de micelio, inicio de la esporulación: ICDF = 2.5 (80 x).