

## Susceptibilidad del Piojo Harinoso, *Planococcus citri* (Risso, 1913) (Hemiptera: Pseudococcidae) a productos micoinsecticidas

Martha Mendoza-Lucas<sup>1</sup>, Raquel Alatorre Rosas<sup>1</sup>, Francisco Hernández Rosas<sup>2</sup>, Héctor González Hernández<sup>1</sup>, Cristian Nava Díaz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP 56230. Email: martham@colpos.mx

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Ver., México. CP 94500

### Resumen.

MENDOZA-LUCAS M, ALATORRE ROSAS R, HERNÁNDEZ ROSAS F, GONZÁLEZ HERNÁNDEZ H, NAVA DIAZ C. 2006. Susceptibilidad del Piojo Harinoso, *Planococcus citri* (Risso, 1913) (Hemiptera: Pseudococcidae) a productos micoinsecticidas. ENTOMOTROPICA 21(3): 171-179.

Se examinó la patogenicidad de los micoinsecticidas, Mycotrol, Pae-sin y Vertisol formulados con *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Lecanicillium lecanii* respectivamente, sobre *Planococcus citri*. Las evaluaciones se realizaron en condiciones de laboratorio utilizando un aspersor manual y una torre de pulverización. Frutos de limón infestados en forma individual con adultos o huevos fueron inoculados con la dosis comercial. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño en bloques con tratamientos aleatorizados. Los tratamientos asperjados manualmente o utilizando una torre de pulverización indujeron infección y ocasionaron la muerte de adultos de *P. citri*, 24 y 48 h después de la aplicación. En huevos asperjados con la torre se observó que los tratamientos indujeron infección y ocasionaron la muerte de huevos de *P. citri*, 72 h después de la aplicación. En un segundo bioensayo se evaluó la susceptibilidad de huevos, ninfas y adultos de *P. citri* con esporas provenientes de cultivos puros de los hongos propagados en ADS a una dosis estándar  $1 \times 10^8$  esporas/ml. Este estudio muestra que entre los tratamientos evaluados sobre los diferentes estados de desarrollo de *P. citri* no hay una diferencia significativa  $P > 0,05$  y todos son patógenos del insecto, manifestando mayor agresividad el tratamiento Mycotrol, en huevos, ninfas I, ninfas II y adultos. En cuanto a la susceptibilidad resultó que los adultos, ninfa II y ninfa I son los más susceptibles a estos productos.

**Palabras clave adicionales:** Control biológico, mico-insecticidas.

### Summary.

MENDOZA-LUCAS M, ALATORRE ROSAS R, HERNÁNDEZ ROSAS F, GONZÁLEZ HERNÁNDEZ H, NAVA DIAZ C. 2006. Susceptibility of the Mealybug, *Planococcus citri* (Risso, 1913) (Hemiptera: Pseudococcidae) to micoinsecticidas products. ENTOMOTROPICA 21(3): 171-179.

The pathogenicity of the micoinsecticidas, Mycotrol, Pae-Sin and Vertisol formulated with *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus* and *Lecanicillium lecanii* on *Planococcus citri* was examined. The evaluations were carried out under laboratory conditions using a manual sprinkler and a pulverization tower. Fruits of lemon, infested individually with adults or eggs, were inoculated with the commercial dose. Treatments were distributed in a block design with randomized treatments. The manually sprinkled treatments as well as those of the pulverization tower induced infection and caused the death of adults of *P. citri*, 24 and 48 h after the application. In eggs sprinkled with the tower, all treatments induced infection and caused mortality at 72 h after the application. In a second bioassay we evaluated the susceptibility of eggs, nymphs and adults of *P. citri* to spores from pure cultures of the fungi propagated in ADS to a standard dose  $1 \times 10^8$  spores/ml. This study shows that between the treatments evaluated on different developmental stages of *P. citri* there was no a significant difference  $P > 0.05$  and all were pathogenic to this insect, showing greater aggressiveness the Mycotrol treatment, on eggs, nymphs I, nymphs II and adults. As far as the susceptibility, the adults, nymph II and nymph I were most susceptible to these products.

**Additional key words:** Biological control, mico-insecticides.

## Introducción

Los piojos harinosos (Hemiptera: Pseudococcidae), también llamados cochinillas, en años recientes se han reportado como plagas importantes. En el caso del piojo harinoso de los cítricos *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) la hembra fecundada oviposita cientos de huevos en una cubierta algodonosa denominada ovisaco y puede presentar hasta 10 generaciones al año, dependiendo de las condiciones climáticas (Anónimo 2000). Otra especie de piojo harinoso de importancia económica es la cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus* (*Phenacoccus*) *hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), la cual desde el 2004 se estableció en la región de Bahía de Banderas (parte de Nayarit y Jalisco). Para esta plaga se han establecido medidas de control cultural, químico y biológico, en este último, destaca el uso de los hongos entomopatógenos por su potencial para regular poblaciones del insecto (Cantú 2004, Raupp et al. 1992, Lowery et al. 1993 y Milner 1997). Entre estos productos se encuentra en forma comercial el Pae-Sin® que es un polvo humectable cuyo ingrediente activo es *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) en presentación de 240 g y una concentración de  $1,2 \times 10^{12}$  conidia. Éste es un producto recomendado para el control de mosca blanca *Bemisia* sp. y considerado ligeramente tóxico. Mycotrol-ES® es una suspensión emulsionable, con ingrediente activo de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., cepa GHA en concentración de  $2,105 \times 10^{13}$  esporas viables. Éste producto se recomienda para el control de mosca blanca *Bemisia* spp., en cucurbitáceas y es un insecticida biológico ligeramente tóxico. Vertisol® (Vertisol) es un polvo humectable con presentación de 50 gr, cuyo ingrediente activo es *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) (= *Verticillium lecanii*), con una concentración de  $2 \times 10^7$  conidias viables en cada gramo de producto y recomendado para el control de homópteros; éste es un producto medianamente tóxico.

Con base en lo anterior, el presente trabajo surge como una alternativa de control de los piojos harinosos utilizando como modelo a *P. citri*, cuyo impacto como plaga de huertos cítricos es variable. El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad infectiva y la mortalidad causada por los micoinsecticidas Mycotrol®, Pae-Sin® y Vertisol®

en los diferentes estados de desarrollo del piojo harinoso *P. citri*.

## Materiales y Métodos

**Insectos.** La cría del piojo harinoso se inició en abril del 2005 con una colecta de individuos en un árbol de limón *Citrus aurantifolii*, en una huerta de traspatio ubicada lat 52°19' N, long 88°98' W a 2250 m sobre el nivel del mar, en la Colonia Nezahualcoyotl, Texcoco, Estado de México. Se colectaron frutos y ramas infestadas con el insecto y se realizó una selección mediante la separación de adultos y huevos, que fueron colocados en frutos de limón mexicano previamente lavados y desinfectados. Los limones infestados se colocaron en una caja de plástico y fueron mantenidos en el laboratorio a  $20 \pm 2$  °C y  $40 \pm 5\%$  humedad relativa (HR). La colonia del piojo se mantuvo en cuarentena realizando cambios periódicos del alimento (frutos de limón) para evitar la contaminación de la colonia por agentes no deseados como parasitoides y hongos.

**Micoinsecticidas.** Se evaluó a Pae-Sin® (Pae-Sin), Mycotrol-ES® (Mycotrol) y Vertisol® (Vertisol), productos en su presentación comercial y cultivados sobre sabouraud dextrosa agar (SDA) durante 12 días a 24 °C.

## Efecto de micoinsecticidas sobre poblaciones mixtas de *P. citri*.

Se utilizaron dos métodos de aspersión para evaluar la patogenicidad y comparar los efectos de tres micoinsecticidas sobre este piojo harinoso. La evaluación de la patogenicidad consistió en colocar frutos de limón en cajas de Petri de 50 mm de diámetro que contenían agar-agua 1%. Cada unidad experimental, consistente de una caja de Petri con un limón, se infestó con 20 adultos ó 50 huevos de *P. citri*. Posterior a la infestación, cada unidad experimental, fue asperjada con  $1,5 \times 10^6$  conidias/ml de Pae-Sin;  $2,2 \times 10^6$  conidias/ml Mycotrol y  $1 \times 10^6$  conidias/ml de Vertisol. El testigo fue tratado con la solución de Tween 80 al 0,01%. La aplicación del primer experimento se realizó con un aspersor manual de compresión (SX-5073-9) con una capacidad de 1,5 L y en el segundo experimento la aplicación se realizó utilizando una torre de pulverización (Burgergon) equipada con una boquilla de aspersión de cono lleno (1/4J-SS+SU1A-SS) (Spraying Systems®).

La suspensión de esporas se aplicó por 30 seg con un gasto de 12 ml, a una presión constante de 10 lb/cm<sup>2</sup>, y se esperó 1 min más para la deposición total del producto. La cobertura no fue cuantificada durante la aspersión manual. En la aspersión con torre la cobertura fue de 78 571, 35 714 y 53 571 conidias/cm<sup>2</sup> para Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol respectivamente. La determinación de conidias depositadas por cm<sup>2</sup> en el segundo experimento se evaluó al colocar rodajas de agar-agua de 1,3 mm de diámetro sobre portaobjetos y distribuidas de manera aleatoria en el área de aspersión. Las rodajas, se revisaron al microscopio y con la ayuda de una cuadrícula de 0,28 mm<sup>2</sup> se realizó el conteo de esporas, lo que permitió conocer la dosis de conidias por cm<sup>2</sup>. Todos los tratamientos fueron colocados dentro de una caja de plástico junto con un Datalogger HOBO® y sanitas húmedas en una cámara bioclimática a 27°C±5, 80%±5 HR y fotofase de 12h. Durante 10 días se registró diariamente el número de huevos y adultos muertos; en cada tratamiento se determinó el porcentaje de mortalidad causada por micosis, basado en la esporulación sobre los insectos muertos.

#### **Efecto de los micoinsecticidas sobre diferentes estados de desarrollo de *P. citri*.**

Se colocaron 20 hembras adultas con ovisacos (masas de huevos), en cuatro limones en cajas Petri con agua-agar al 1%. El procedimiento se repitió con los otros estadios del insecto (50 huevos, 20 ninfas estadio I, 20 ninfas de estadio II, y 20 ninfas estadio III). La obtención de cepas puras a partir de los productos comerciales Vertisol, Pae-Sin y Mycotrol, se realizó mediante siembra directa en ADS (agar dextrosa sabouraud) e incubación a 24°C por 10 días. A cada caja con el hongo en esporulación se le agregaron 20 ml de una solución al 0,01% de Tween 80 y con la ayuda de una espátula de vidrio se removieron las esporas y se aforó a 100 ml con la solución de Tween 80. La suspensión de esporas fue filtrada por varias capas de pañalina para remover el micelio y fue agitada en una plancha magnética Thermolyne Cemarec3® durante 1 h. La concentración de esporas en la suspensión final fue determinada con una cámara de Neubauer y ajustadas a 1,5×10<sup>8</sup> esporas/ml. La aplicación de los hongos en suspensión se realizó utilizando una torre de pulverización (Burgerson) siguiendo

la metodología mencionada anteriormente. Se utilizó un diseño de bloques con tratamientos aleatorizados con cuatro repeticiones; la unidad experimental consistió en una caja de Petri con agar-agua 1% y un fruto de limón por caja; todos los tratamientos fueron colocados dentro de una caja de plástico junto con un Datalogger HOBO® y sanitas húmedas en una cámara bioclimática a 27 °C ±5, 80% ±5 HR y fotofase de 12h. Durante 10 días se registró diariamente el número de huevos ninfas y adultos muertos; en cada tratamiento se determinó el porcentaje de mortalidad causada por micosis, basado en la esporulación sobre los insectos muertos.

**Análisis estadístico.** En todos los experimentos, los porcentajes de mortalidad a través del tiempo se utilizaron para calcular el área bajo la curva (Cambell y Madden 1990) por el método del trapezoide que consiste en fragmentar el área bajo la curva en trapecios y sumar las áreas. La homogeneidad de varianza (Bartlett's) fue verificada previo al análisis de la varianza (poblaciones mixtas adultos, aspersión manual p = 0.123; poblaciones mixtas adultos, aspersión con torre p = 0.117; poblaciones mixtas huevos, aspersión con torre p = 0.287. El análisis de la varianza se realizó utilizando el modelo general lineal (GLM) bajo un diseño de bloques al azar. La comparación de medias se realizó mediante una prueba de t LSD (SAS 8.0). La transformación logística ( $yl = \log(\text{mort} / (1 - \text{mort}))$ ) fue utilizada para transformar el porcentaje de mortalidad a través del tiempo de cada uno de los tratamientos. El modelo logístico:

$$\ln\left(\frac{\text{mort}}{1 - \text{mort}}\right) = \ln\left(\frac{\text{mort}}{1 - \text{mort}_0}\right) + r_1 t$$

(Cambell y Madden, 1990) fue utilizado para estimar la tasa de mortalidad ( $d_{\text{mort}}/d_i$ ). Las tasas de mortalidad fueron comparadas utilizando una prueba de t:

$$t = \frac{r_{11} - r_{12}}{s(r_{11} - r_{12})}$$

con un valor crítico de tablas de 2.4 ( $\alpha=0.05$ ).

## Resultados y Discusión

### Efecto de micoinsecticidas sobre poblaciones mixtas de *P. citri*.

La aplicación de los productos micoinsecticidas provocaron en los adultos de *P. citri* la eliminación de la capa cerosa (Figura 1b), pérdida de movimiento y presencia de un exudado de color claro sobre el dorso del insecto 24 h después de la incubación. Posteriormente, se presentó un cambio en la coloración y deshidratación general del cuerpo del piojo harinoso a las 96 h de observación; el micelio se presentó a partir de las 168 h con la esporulación de color blanco cremoso, en el caso de Mycotrol®-ES, blanco con Vertisol® y color rosa pálido con Pae-Sin®. Con las observaciones al microscopio de los insectos muertos se corroboró la presencia de hifas hialinas, fialides sobre conidióforos y conidios pequeños que coinciden con la descripción de cada uno de los hongos empleados.

Al evaluar los tres productos comerciales de hongos entomopatógenos sobre huevos y adultos de *P. citri*, se observó eliminación de la capa cerosa en insectos adultos, que provocó un cambio en la textura de su cuerpo, de blando hasta su desecación (apariencia uva deshidratada) con aspecto quemado y finalmente la muerte. Los adultos tratados con Pae- Sin permanecieron adheridos a la superficie del fruto, mostrando un color naranja intenso, totalmente secos, después de las 168 h de incubación. Posteriormente, en los insectos mantenidos en cámara húmeda el hongo emergió por las zonas más débiles del tegumento del cuerpo del insecto. Los huevos presentaron un cambio en la coloración y la deshidratación a las 72 h de incubación, dando un aspecto de quemado. Las ninfas presentan un cambio en la coloración 48 h después del tratamiento y una deshidratación en el cuerpo 96 h después del tratamiento. La presencia de micelio se observó a partir de las 168 h (Figura 1g). Observaciones microscópicas (40×) de los insectos muertos que presentaron los síntomas antes mencionados, demostraron la presencia de conidias de *P. fumosoroseus*. Lo anterior coincide con lo observado por Onions (1979), Domsch et al. (1980), Samson et al. (1988), Wraight (1988) y Humber et al. (1997).

En el tratamiento con Vertisol los piojos harinosos adultos se encontraban adheridos al fruto conservando su forma y color, pero al tocarlos con una aguja de disección, emitían un exudado (Figura 1f), el cuerpo cambió en textura y turgencia; a las 168 h el hongo empezó a emerger por las zonas más débiles del tegumento y cubrió rápidamente el cuerpo del insecto. En los huevos, al igual que en los adultos y ninfas tratados con Vertisol se presentaron cambios en color 48h después de la aplicación y deshidratación a las 96 h de incubación; el micelio, blanco cremoso fue evidente a partir de las 144 h (Figura 1i). La observación microscópica de los insectos muertos mostró la presencia de hifas hialinas, fialides solas sobre conidióforos y conidias pequeños que coinciden con la descripción de Brady (1979), Samson et al. (1988) y Humber (1997) para la especie *L. lecanii*.

En el tratamiento Mycotrol los adultos muertos permanecieron adheridos al fruto por la parte posterior del cuerpo (Figura 1e); se presentó un cambio en la tonalidad de los insectos y adquirieron un color rosado. La presencia del hongo se presentó en las zonas más débiles del tegumento cubriendo rápidamente y de manera abundante al insecto. Las ninfas presentan un cambio en la coloración 48 h después de la aplicación y posteriormente deshidratación después de las 96 h de haber sido tratados. Los huevos presentaron inicialmente tonalidades oscuras y deshidratación a las 96 h posteriores a la infestación. Esto puede deberse a la degradación enzimática del corium que está compuesto principalmente por proteínas (Trouwakos y Margaritis 2002) y a la acción de toxinas como las beauverinas producidas por *B. bassiana* que causan perturbación en la metamorfosis y mecanismos de defensa (Azevedo 1998). Luego de los síntomas iniciales se produjo micelio blanco que cubrió por completo los huevos y posteriormente la emisión de esporas sobre los insectos muertos (Figura 1h). Mediante la observación microscópica (40X) se comprobó la presencia de esporas de *B. bassiana* que coincide con lo observado por Azevedo (1998) y Rodríguez (2006).

Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol asperjados manualmente o utilizando una torre de pulverización indujeron infección y ocasionaron la muerte de adultos de *P. citri*, 48 y 24 h después de la aplicación.

**Cuadro 1.** Área bajo la curva (ABC) del porcentaje de mortalidad acumulada de *P. citri* tratados con Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol mediante aspersión manual y con torre de pulverización.

Tratamiento	Adultos (aspersión manual) P < 0.0001		Huevos (Aspersión con torre) P < 0.0001		Adultos (Aspersión con torre) P < 0.0001	
	ABC	t LDS	ABC	t LDS	ABC	t LDS
Pae-Sin	15135,0	a	6330,0	b	15270,0	a
Mycotrol	14220,0	a	6462,0	b	16890,0	a
Vertisol	14505,0	a	10680,0	a	15750,0	a
Testigo	1095,0	b	174,0	c	1545,0	b

**Cuadro 2.** Tasa del porcentaje de mortalidad acumulada de *P. citri* tratados con Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol mediante aspersión manual y con torre pulverizadora obtenida de la transformación de los datos y su ajuste al modelo logístico.

Tratamiento	Adultos (Aspersión manual)			Huevos (Aspersión con torre)			Adultos (Aspersión con torre)		
	Tasa de mortalidad	t test	r <sup>2</sup>	Tasa de mortalidad	t test	r <sup>2</sup>	Tasa de mortalidad	t test	r <sup>2</sup>
Pae-Sin	0,028	a	0,58	0,044	b	0,76	0,023	ab	0,94
Mycotrol	0,034	a	0,47	0,049	a	0,73	0,035	a	0,82
Vertisol	0,039	a	0,70	0,029	c	0,80	0,019	b	0,91
Testigo	0,003	b	0,67	0,013	d	0,85	0,002	c	0,36

**Cuadro 3.** Área bajo la curva (ABC) del porcentaje de mortalidad acumulada de *P. citri* tratados con Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol y susceptibilidad de los diferentes estados de desarrollo *P. citri*.

Tratamiento P < 0,0001	ABC	t LDS	Estados de desarrollo P < 0,0001	ABC	t LDS
Mycotrol	12789,0	a	Ninfa I	10012,5	b
Vertisol	11205,0	b	Ninfa II	11523,8	a
Testigo	967,8	c	Ninfa III	8096,3	c
			Adultos	10860,0	ba

La mortalidad se incrementa posteriormente hasta alcanzar el 99% en 120 y 96 h (Figura 2a y Figura 2c).

En el segundo experimento se observó que Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol indujeron infección y ocasionaron la muerte de huevos de *P. citri*, 72 h después de la aplicación. La mortalidad se incrementa posteriormente hasta alcanzar el 100% en 216 h. (Figura 2b).

En los insectos adultos inoculados con el aspersor manual se observó que el área bajo la curva fue similar en número de insectos muertos (Cuadro 1), todos los tratamientos fueron efectivos comparados con el control, no inducen una mortalidad significativa

entre ellos (P<0,0001). Cuando los insectos fueron inoculados en la torre de pulverización el tratamiento Vertisol resultó más agresivo con los huevos (Cuadro 1).

En los insectos adultos inoculados con el aspersor manual se observó que la tasa de mortalidad fue similar en número de insectos muertos por horas (Cuadro 2), todos los tratamientos fueron efectivos comparados con el control, pero cuando los insectos fueron inoculados con la torre de pulverización el tratamiento Mycotrol resultó más agresivo (Cuadro 1). Este resultado sugiere que existe un efecto debido a la técnica de aplicación, ya que en la torre las partículas son más pequeñas y son distribuidas de forma más homogénea. Esta uniformidad se aprecia

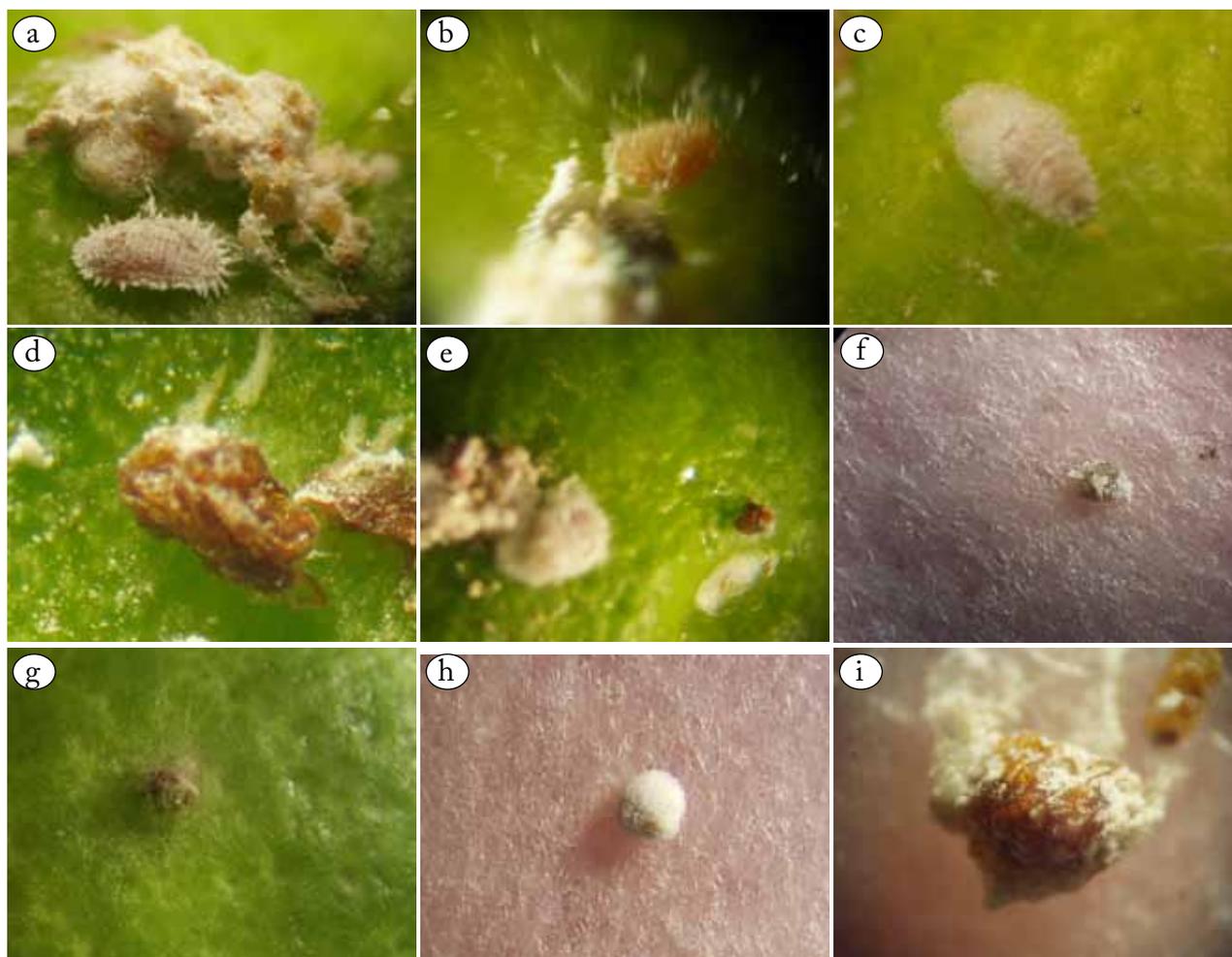


Figura 1. *P. citri*. a) Hembra sana, b) insecto enfermo, c) Hembras enfermas, pérdida de la cubierta cerosa; d, e, f) Adultos tratado con Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol, respectivamente. g, h, i) Insectos con esporulación después de tratados con Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol, respectivamente.

en  $r^2$  en huevos y adultos fue  $> 0,70$  y adultos tratados con aspersión manual  $< 0,70$  (Cuadro 2). En base a estos resultados se decidió evaluar en las siguientes fases del trabajo los tres hongos con aplicación en la torre de pulverización y con esporas provenientes de cultivos puros de los hongos propagados en ADS, con dosis de  $1 \times 10^8$ .

**Efecto de los productos micoinsecticidas sobre diferentes estados de desarrollo de *P. citri*.**

**Efecto de los productos micoinsecticidas sobre huevos.** En este experimento se observó que Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol indujeron infección y ocasionaron la muerte de huevos de *P. citri* 96 h después de la aplicación. La mortalidad se

incrementa posteriormente hasta alcanzar el 80% en 240 h (Figura 3a).

**Efecto de los productos micoinsecticidas sobre ninfas I.** En este experimento se observó que Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol indujeron infección y ocasionaron la muerte de ninfas I de *P. citri* 48 h después de la aplicación. La mortalidad se incrementa posteriormente hasta alcanzar el 80% en 168 h (Figura 3b).

**Efecto de los productos micoinsecticidas sobre ninfas II.** En este experimento se observó que Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol indujeron infección y ocasionaron la muerte de ninfas II de *P. citri* 24 h después de la aplicación. La mortalidad se

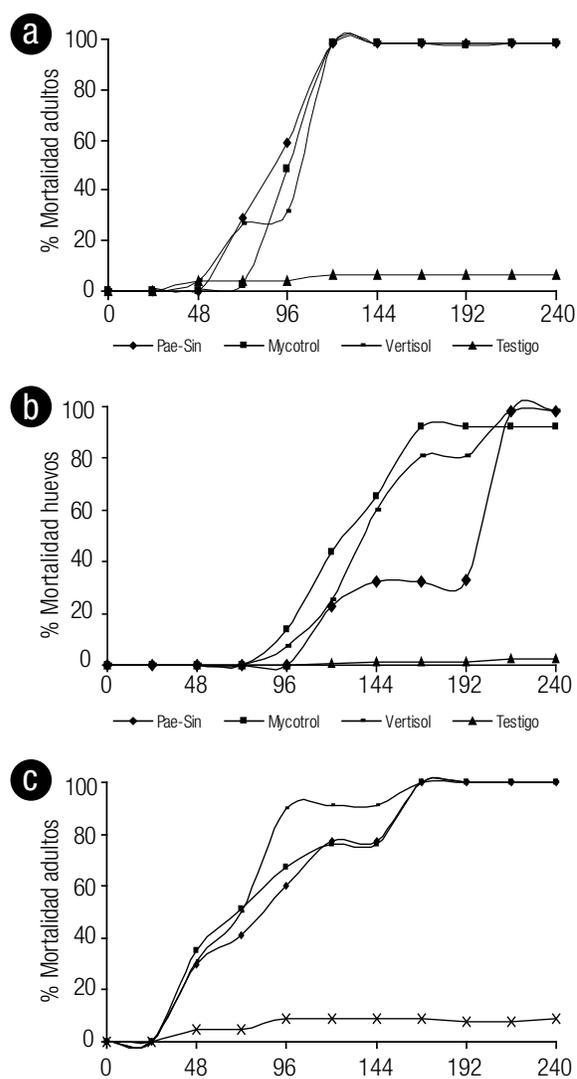


Figura 2. Porcentaje de mortalidad acumulada de *P. citri* tratado con los micoinsecticidas Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol. Aspersión manual sobre adultos (a), Aspersión con torre pulverizadora en huevos (b) y adultos (c).

incrementa posteriormente hasta alcanzar el 100% en 144 h (Figura 3c).

**Efecto de los productos micoinsecticidas sobre ninfas III.** En este experimento se observó que Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol indujeron infección y ocasionaron la muerte de ninfas III de *P. citri*, 24 h después de la aplicación. La mortalidad se incrementa posteriormente hasta alcanzar el 80% en 144 h (Figura 3d).

**Efecto de los productos micoinsecticidas sobre adultos.** En este experimento se observó que

Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol indujeron infección y ocasionaron la muerte de hembras adultas de *P. citri* 48 h después de la aplicación. La mortalidad se incrementa posteriormente hasta alcanzar el 90 % en 96 h. (Figura 3d).

Este estudio muestra que entre los tratamientos Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol evaluados sobre los diferentes estados de desarrollo *P. citri* no hay una diferencia significativa  $P > 0,05$  y todos son patógenos de insecto, manifestando mayor agresividad en menor tiempo el tratamiento Mycotrol, en huevos, ninfas I, ninfas II y adultos (Cuadro 3), manifestando los síntomas después de las 24 h de incubación pérdida de la capa cerosa, cambio en la tonalidad del color y desecación con presencia de micelio abundante. De los diferentes estados de desarrollo evaluados resultó que los adultos, ninfa II y ninfa I son los más susceptibles a los tres productos.

En el caso del género *Beauveria*, *Paecilomyces* y *Lecanicillium* no se encontraron referencias sobre su utilización en el control del piojo harinoso, no obstante, existe información sobre la efectividad de estos patógenos sobre otras especies de homópteros. Numerosos ensayos conducidos utilizando *Beauveria bassiana* (Bals) sugieren, según sus autores, que éste es el patógeno con mayor potencial para el control microbiano. Lo cual coincide con los trabajos realizados por Sánchez y Bellotti (1997) quienes evaluaron diferentes cepas de *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Fusarium* sp. y *V. lecanii* sobre ninfas de cuarto estadio de *Aleurotrachelus socialis*, y determinaron la cepa de *B. bassiana* 9501 como la cepa más virulenta. Orozco y Feria (1998) concluyen que Mycotrol ES mostró eficacia biológica sobre los estados inmaduros de *B. argentifolii*. Lacey et al. 1995, Jaronski et al. (1996), Wraight y Bradley (1996) mencionan que Mycotrol ES en dosis de 2,0 L/ha fue el tratamiento que registró mayor actividad biológica en poblaciones de ninfas y adultos de *B. tabaci* y *B. argentifolii*. Estos resultados no coinciden con lo reportado por Morales y Cardona (1996) quienes determinaron a los primeros estados de desarrollo de *T. vaporariorum* y *B. tabaci* como los más susceptibles a diferentes especies de hongos entomopatógenos, siendo los huevos próximos a eclosionar el estado ideal para hacer la aplicación por que todavía no inician el daño a la planta. En

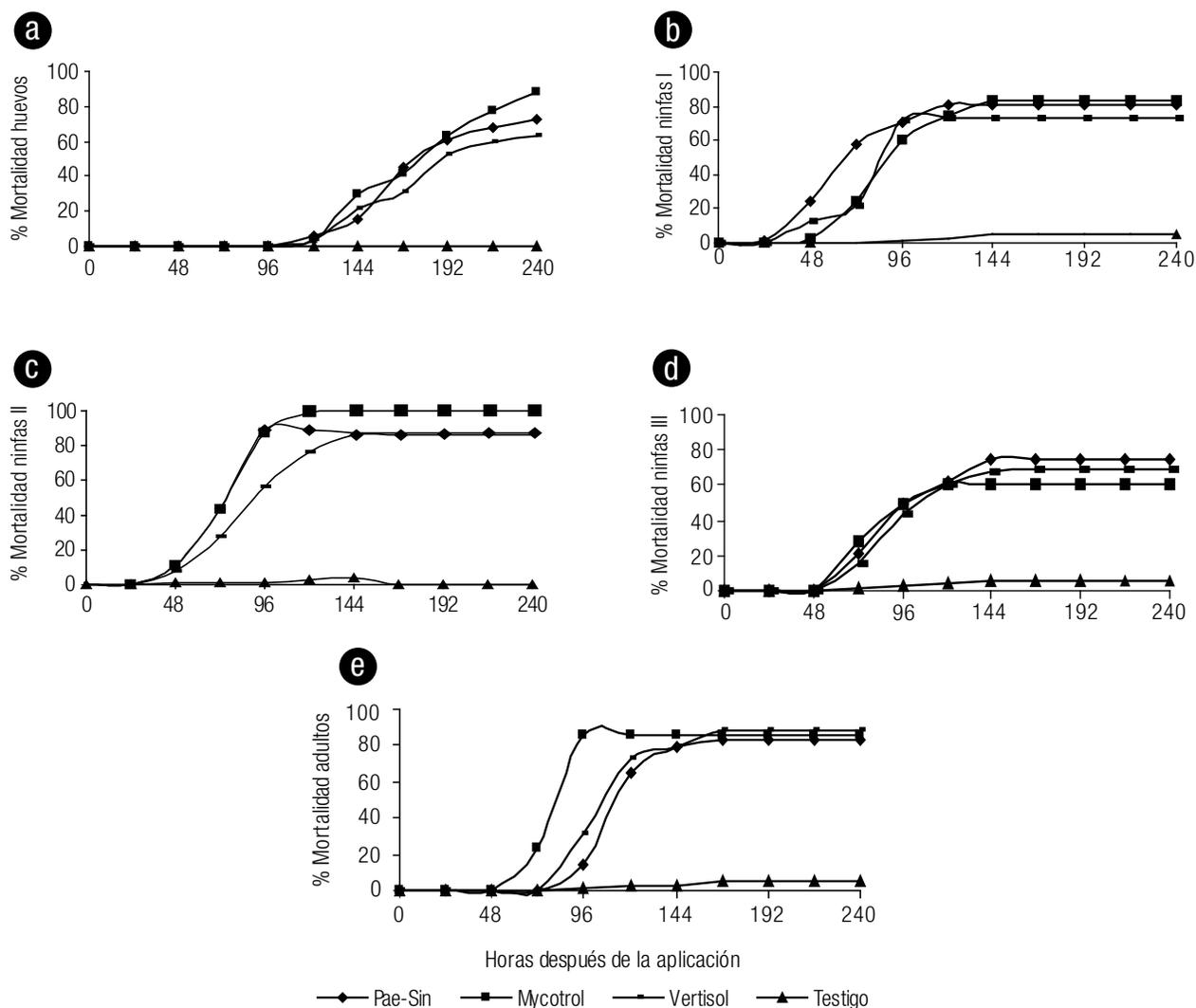


Figura 3. Porcentaje de mortalidad acumulada de *P. citri* tratado con micoinsecticidas. a) Huevos, b) Ninfa I, c) Ninfa II, d) Ninfa III y e) Adultos

este estudio los huevos resultaron ser los menos susceptibles a los productos. En conclusión estos resultados confirman la actividad entomopatógena de todos los productos sobre piojo harinoso. La rápida infección y la alta tasa de mortalidad ( $P > 0,05$ ), de *P. citri* por Pae-Sin, Mycotrol y Vertisol resulta atractivo pues ofrece un método de control biológico alternativo a esta plaga de cítricos, dentro de un MIP.

### Agradecimiento

Los autores agradecen sinceramente a la Dra. Martha Aguilera Peña, Coordinadora Operativa del CONACOFI por la revisión crítica del manuscrito y al Dr. Héctor González H., del departamento de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados por la identificación de *P. citri*.

### Referencias

AZEVEDO JL. 1998. Control microbiano de insectos plagas y su mejoramiento genético. En: I.S. de Melo y J.L. de Azevedo y S.P. Jaguariúna, editores. Controle Biológico. Vol 1.

- Ministerio da Agricultura y de Abastecimiento, Empresa Brasileira de Pesquisa. 69-93.
- BRADY BL. 1979. *Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. Commonwealth Mycological Institute set N° 61, 610 p.
- CAMPBELL CL, MADDEN LV. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley & Sons New York pp. 192-194.
- CANTU GA, MATA P, FU AC, DE LA TORRE M. 2004. Control Microbiano in vitro del piojo harinoso (*Planococcus ficus*) con *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Verticillium lecanii*. pp. 395-398. En: Memorias del XXVII Congreso Nacional de Control Biológico. Sinaloa, México. 8-13 de noviembre.
- CORACINI D, SAMUELS R. 2002. Natural enemies of the Chinch Bug *Blissus antillus* Leonard (Hemiptera: Lygaeidae. Blissinae), Pasture Pest in Rio de Janeiro. State, Brazil. Neotropical Entomol 31:165-167
- DOMSCH KH, GAMS W, ANDERSON TH. 1980. *Compendium of Soil fungi*. Academic Press. London pp. 840-841.
- FRANSEN J. 1990. Natural enemies of whiteflies: Fungi. pp. 187-210. In: D Gerling [ed]. Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management. Intercept, Andover, UK.
- HUMBER RA. 1997. Fungi. Identification. pp. 153-186. In: Manual of Techniques in insect Pathology (L. Lacey, ed). Academic Press, New York.
- JARONSKI ST, LORD JC, PADEN R. 1996. Evaluation of *Beauveria bassiana* (Mycotrol) with pyrethroids for control of whitefly in spring cantaloupes 1995. Arthr Mngt Tests 21:102-103.
- KOVACH J, ENGLISH G. 1997. Testing the Efficacy of Mycotrol ES, *Beauveria bassiana*, on Tarnished Plant Bugs, *Lygus lineolaris*, in New York Strawberries. Department of Entomology Cornell University, Geneva, NY, pp. 191-197.
- LACEY LA, FRANSEN JJ, CARRUTHERS R. 1995. Global distribution of naturally occurring fungi of *Bemisia*, their biology and use as biological control agents. In *Bemisia: Taxonomy, Biology, Damage Control and Management*. Intercept. Hants, UK. 409 p.
- LOWERY DT, ISMAN MB, BRARD NL. 1993. Laboratory and field evaluation of neem for the control of aphids (Homoptera: Aphididae). J Econ Entomol 86: 864-870.
- MILNER RJ. 1997. Prospects for biopesticides for aphid control. Entomophaga 42: 227-329.
- MORALES A, CARDONA C. 1996. Evaluación de diferentes hongos entomopatógenos sobre las moscas blancas *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*. Informe final Convenio CIAT-AgrEvo S.A. CIAT. Palmira. Colombia. 37 p.
- [OIRSA] ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA. 2000. Revisión de Literatura. Bioecología de la cochinilla. OIRSA. Revista Manejo Integrado de Plagas. 57: 25 p.
- ONIONS AHS. 1979. *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brawn, Smith. Description of pathogenic fungi and bacteria. Commonwealth Mycological Institute, Set N° 61: 614 p.
- OROZCO SM, FERIA JL, PÉREZ JL, RAMÍREZ NV. 1998. Uso de *Beauveria bassiana* para el control de *Bemisia argentifolii* en melón. Rev Man Int Plagas 56 p.
- RAUPP MJ, KOEHLER CS, DAVIDSON JA. 1992. Advances in implementing integrated pest management. Ann Rev Entomol 37:561-585.
- RODRÍGUEZ SM, GERDING MP, FRANCE IA. 2006. Selección de aislamientos de hongos entomopatógenos para el control de huevos de la palomilla del tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). Agricultura técnica (Chile) Vol. 66 N°2, pp. 151-158.
- RUPERT L, KELLNER L. 2002. The role of microorganisms for eggs and progeny. pp. 149-164. En: M. Hiker and T. Meiners, editores. Chemoecology of insect eggs and deposition. Blackwell Publishing Ltd, Berlin, Germany.
- SAMSON RA, EVANS HC, LATGÉ JP. 1988. Atlas of entomopathogenic fungi. Springer-Verlag, New York, USA. 187 pp.
- SÁNCHEZ D, BELLOTTI A. 1997. Evaluación de la Patogenicidad de hongos Hyphomycetes sobre la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis*. Informe final Convenio Cooperativo CIAT – COLCIENCIAS. CIAT Palmira. Colombia. 21 p.
- SAS. 2003. The SAS System for Windows V 8.0. Cary, North Carolina, USA. 1643 p.
- TALLAMY D, WHITLINGTON D, DEFURIO F, FONTAINE D, GORSK P, GOTHRO P. 1988. Sequestered Cucurbitacins and Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* (Moniliales: Moniliaceae) on spotted cucumber beetle eggs and larvae (Coleoptera: Chrysomelidae). Environ Entomol 27:360-372.
- TANADA Y, KAYA H. 1993. Insect Pathology. Academic Press, Inc., San Diego, California, USA. 666 p.
- TROUGAKOS I, MARGARITIS L. 2002. Novel morphological and physiological aspects of insect eggs. pp. 3-36. In: M. Hilker and T. Meiners [eds]. Chemoecology of Insect Eggs and Egg Deposition. Blackwell Publishing Ltd., Berlin, Germany.
- VANDEBERG JD. 1996. Standardized bioassay and screening of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* against the Russian Wheat Aphid (Homoptera: Aphididae). J Econ Entomol 89:1418-1423.
- WRAIGHT SP, BRADLEY CA. 1996. Use of Mycotrol (*Beauveria bassiana*) for biological control of *Bemisia* whiteflies in field crops. In: Memorias Simposio de Control Biológico de Mosquita Blanca. 29 Congreso Nacional de Control Biológico. Culiacán, México. pp. 29-33.
- WRAIGHT SP, CARRUTHERS R, BRADLEY CA, JARONSKI ST, LACEY LA. 1998. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Paecilomyces* spp. and *Beauveria bassiana* against the silverleaf whitefly. *Bemisia argentifolii*. J Invertebrate Pathol 71(3):217-226.