

Efectividad de hongos entomopatógenos en el manejo de *Pseudacysta perseae* (Heid.) (Hemiptera: Tingidae) en aguacate (*Persea americana* Mill.)

Effectiveness of entomopathogenic fungi in the management of *Pseudacysta perseae* (Heid.) (Hemiptera: Tingidae) in avocado (*Persea americana* Mill.)

Lilián MORALES ROMERO ¹✉, Horacio GRILLO RAVELO ², Nilo MAZA ESTRADA ¹ y Ricardo GRAU ³

¹Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Apartado 6, Santo Domingo, C. P. 53 000, Villa Clara, Cuba; ²Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Universidad Central de Las Villas. Carretera Camajuaní Km 6 ½. Santa Clara, Villa Clara, Cuba y ³Centro de Estudios de Informática, Universidad Central de Las Villas, Cuba. E-mails: lili@inivit.cu, hgrillo@uclv.edu.cu, nilo@inivit.cu y rgrau@uclv.edu.cu

✉ Autor para correspondencia

Recibido: 28/03/2012 Fin de primer arbitraje: 15/05/2012 Primera revisión recibida: 22/06/2012
Fin de segundo arbitraje: 10/07/2012 Segunda revisión recibida: 15/07/2012 Aceptado: 20/07/2012

RESUMEN

La chinche de encaje del aguacatero *Pseudacysta perseae* (Heid.) constituye la plaga de mayor importancia en plantaciones de aguacateros en Cuba. El objetivo del trabajo fue evaluar la efectividad de hongos entomopatógenos en el manejo de la plaga en condiciones de plantaciones de aguacateros. Se demostró que aplicaciones de *Beauveria bassiana* (Bals.) Bull., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., y *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii* (Zimm.) Zare & Gams (4 l/árbol y 4×10^{11} conidios/árbol) en condiciones de campo brindaron protección 92 días después de aplicado (dda) en más de 70% de efectividad biológica. La efectividad biológica de las aplicaciones se manifestó de forma ascendente entre los 16 y los 30 dda. A los 30 días dda todos los tratamientos mostraron efectividad biológica superiores a 90%. Las poblaciones de adultos y ninfas de la chinche fueron menores en los árboles tratados con hongos entomopatógenos respecto a las del Testigo. La susceptibilidad de poblaciones de *P. perseae* a los hongos entomopatógenos, brinda pautas para la posible implantación de una estrategia ecológica para el control de la chinche.

Palabras Claves: Chinche de encaje del aguacatero, hongos entomopatógenos, control biológico.

ABSTRACT

The avocado lace bug *Pseudacysta perseae* (Heid.) constitutes the most important pest in avocado plantations in Cuba. The objective of this paper was to evaluate the entomopathogenic fungi effectiveness in the pest management of avocado plantations. Applications of *Beauveria bassiana* (Bals.) Bull., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., and *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii* (Zimm.) Zare & Gams (4 l/tree and conidia 4×10^{11} /tree) in field conditions provided protection 92 days after application (DAA) in more than 70% of biological effectiveness. The biological application effectiveness was shown in ascending way between 16 and 30 DAA. At 30 dda, all treatments showed a biological efficacy exceeding 90%. The adult populations and lace bug nymphs were lower in trees treated with entomopathogenic fungi in relation to the control. The susceptibility of *P. perseae* populations to entomopathogenic fungi provides guidelines for the possible implementation of an ecological strategy to control the lace bug.

Key words: avocado lace bugs, management, biological control

INTRODUCCIÓN

El aguacate, *Persea americana* Mill., cuya sinonimia más conocida es *Persea gratissima* Gaertn., constituye una especie valiosa como fruta dentro de su género (Cañizares, 1974). Catalogada por Peña *et al.* (1996) como el “Rey de los frutos”, pues de las frutas conocidas es la que posee más elementos nutritivos, tales como glúcidos, vitaminas, minerales,

además de tener un agradable sabor. Como todos los cultivos tropicales, los aguacateros son susceptibles al ataque de un número considerable de insectos y otros animales que se alimentan en los diversos órganos de las plantas de las especies hortícolas del género *Persea*. (Peña *et al.*, 1996). La aplicación de prácticas de sanidad del cultivo es importante, ya que generalmente los ataques por insectos, ácaros y hongos, inciden en todas las etapas de la vida del

árbol, como son: crecimiento, desarrollo y producción, con una mayor repercusión de los daños en la madurez fisiológica de los frutos (Rodríguez, 1987; Peña *et al.*, 1996). En 1996, se diagnosticó por primera vez en Cuba la presencia de *P. perseae* (Almaguel *et al.*, 1997).

El Instructivo Técnico del Cultivo en Cuba cita a *P. perseae*, *Oiketicus kirbyi* Guild, *Paratetranychus yothersi* Mc.G, *Apate monachus* (F.), *Trialeurodes floridensis* (Quaint.), *Pachnaeus litus* (Germ.), y *Neotermes castaneus* (Znyder) como las principales plagas que afectan el cultivo (IIFT, 2011).

Durante casi un siglo *P. perseae* estuvo limitada en su distribución fundamentalmente a la península de La Florida y México, donde se catalogó como plaga de menor importancia en las plantaciones de aguacateros. Hasta el momento se señala la presencia de *P. perseae* en el sur de Estados Unidos y México (Brailovsky y Torre, 1986), Bermuda (Henry y Hibern, 1990), Puerto Rico (Medina-Gaud *et al.*, 1991), República Dominicana (Abud Antun, 1991), Venezuela (Sandoval y Cermeli, 2005), Guyana Francesa (Streito & Morival, 2006) y en Guadalupe y Martinica (Étienne, & Streito, 2008).

Morales (2005) señala que los daños ocasionados por la chinche se describen como evidentes signos de decoloración por el haz y el envés de la hoja, los que coinciden con la ubicación de la colonia, que se incrementan, formando áreas de formas irregulares, necróticas, de color pardo, castaño claro. El tamaño de estas lesiones es muy variable, es frecuente encontrar varias en una sola hoja, las cuales llegan a unirse y se forman manchas que cubren casi toda la superficie de la hoja, disminuyendo notablemente el área útil para la actividad fotosintética. Las hojas maduras de aguacateros son preferidas por las chinches para su alimentación, por lo que la infección se produce desde los planos inferiores del follaje, avanzando hacia planos superiores. En plantas severamente atacadas, se observa la caída masiva de las hojas.

MINAGRI (1999), reporta 100% de distribución de la plaga en Provincia La Habana, donde el 37% de las áreas presentó ataques intensos, y niveles más bajos en Alquizar, Güira de Melena, y otros territorios de la provincia. Almaguel *et al.* (1999) revelan que durante 1996 se produjeron severas afectaciones en los rendimientos, indicadas

por algunos productores como superiores al 50% con respecto a cosechas normales. Morales (2005) refiere que en la región de Villa Clara, esta chinche completa 11,27 generaciones al año, con el mayor número de ellas entre mayo y septiembre, lo que coincide con la época de cuajado y desarrollo acelerado de los frutos de aguacate.

Morales y Grillo (2004) señalan que *P. perseae* se ha convertido en la plaga de mayor importancia económica, a tal punto que se puede afirmar que no es posible encontrar un aguacatero que no presente daños por la misma.

Morales (2005), realizó aportes significativos al conocimiento de esta plaga acerca de la biología, morfología, ecología, daños y enemigos naturales, dados a conocer por primera vez en Cuba e instituye aspectos importantes para su manejo, de valor para establecer las estrategias y tácticas de defensa fitosanitaria. La autora establece aspectos positivos para el manejo de poblaciones de la chinche mediante el empleo de hongos entomopatógenos, manifestando que el hecho de que esas poblaciones se encuentren establecidas invariablemente en el envés de las hojas de los aguacateros, facilita en extremo que las aplicaciones de agentes de control pueda realizarse de abajo hacia arriba, cubriendo fácilmente esta cara de las hojas, al tiempo que el producto queda protegido de la acción degradante de la luz solar y el agua de lluvia, y se logra así una mayor persistencia de los propágulos en la zona en que se desarrolla la plaga.

Otro aspecto positivo según Morales (2005), lo constituye el hecho que los hongos entomopatógenos evaluados encuentran sustrato apropiado en las excretas depositadas por la chinche, desarrollándose y esporulando con abundancia, lo que hace posible que las aplicaciones en campo de estos hongos pueden encontrar en dicho material un soporte apropiado para mantener sus poblaciones.

Los resultados de susceptibilidad de poblaciones de *P. perseae* a los hongos entomopatógenos, brindan pautas para la posible implantación de una estrategia ecológica para el control de la chinche, reportando en gran medida ventajas de carácter ecológico, económico y de protección a la salud humana, y más aún tratándose de un cultivo cuya producción está concentrada fundamentalmente en estructuras que conforman el sector privado (fincas, arboledas, patios, etc.) donde el desconocimiento y empleo de químicos sería de un alto riesgo para personas y animales.

El objetivo del presente trabajo es Evaluar la efectividad de hongos entomopatógenos en el manejo de poblaciones de la chinche en plantaciones de aguacateros, constituye el objetivo del presente trabajo. Los aportes en ese campo constituirán un punto de partida para seguir con la tarea de sentar bases sólidas y encontrar una salida ecológica concreta a este problema fitosanitario en favor de la agricultura sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento comenzó en marzo de 2010, en la finca de un productor privado perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) El Vaquerito, ubicada en Carretera a Camajuaní Km 2, cercana a la ciudad de Santa Clara en la provincia de Villa Clara, Cuba.

Se establecieron cuatro tratamientos: *Beauveria bassiana* (Bals.) Bull. (Bb); *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Ma), y *Lecanicillium (=Verticillium) lecanii* (Zimm.) Zare & Gams (Ll) y Testigo (T). Cada tratamiento estuvo representado por 12 árboles distribuidos completamente al azar.

Los árboles, procedentes de posturas injertadas en vivero, se encontraban al inicio de la etapa productiva, con 4 a 6 m de altura, de cuatro años de edad, con un marco de plantación de 8 X 10 m, sobre un suelo pardo con carbonato, sin sistema de riego. Las evaluaciones consistieron en tomar seis hojas por cada árbol, la toma de las mismas se realizó al azar y homogéneamente distribuidas en todo el árbol. Las hojas se colocaron en bolsas de papel se trasladaron al Laboratorio de Taxonomía del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) y con ayuda de un microscopio estereoscópico se inspeccionaba el envés de las mismas y se evaluaban los siguientes parámetros: Total de adultos (A)/hoja, total de ninfas (N)/hoja, total de adultos + ninfas (A+N)/hoja, promedio de A+N/hoja, porcentaje de A con respecto a A+N, porcentaje de N con respecto a A+N, y relación N:A.

Se realizaron un total de 17 muestreos, desde marzo de 2010 hasta febrero de 2011, después de haber realizado la cosecha de los frutos, comenzado la etapa de floración. Los mismos se realizaron con frecuencia quincenal hasta el mes de septiembre, a partir de esa fecha se realizaron con frecuencia mensual. La aplicación de los hongos

entomopatógenos se realizó el mismo día que se hizo el primer conteo.

Hongos: los biopreparados procedían de:

Beauveria bassiana: Cepa aislada de adultos de *P. perseae* parasitados en la Finca "Mádam", Jovellanos. Matanzas ($7,4 \times 10^8$ conidios/gramo) y Viabilidad 94%).

Lecanicillium lecanii: Cepa aislada de adultos de *P. perseae* parasitados en la Finca "Mádam", Jovellanos. Matanzas. ($2,56 \times 10^8$ conidios/gramo) y Viabilidad 96%. Para el caso donde se emplearon cepas aisladas de adultos parasitados, el aislamiento e identificación de la cepa se realizó en el laboratorio de Taxonomía del CIAP y fue corroborado en el laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal

Metarhizium anisopliae: Producto comercial procedente del CREE MINAG. San Diego. Municipio Cifuentes. (Cepa LMa - 11), ($2,54 \times 10^6$ conidios/gramo) y Viabilidad 96%.

Para las aplicaciones, a partir de estos productos se prepararon suspensiones acuosas a una concentración de 10^7 conidios/ml y se adicionó 0,5% de producto tensoactivo (Tween 80). Para determinar con certeza la efectividad de cada agente de control se utilizó una asperjadora para cada especie de hongo entomopatógeno empleado, del tipo Asperjadora Manual Solo 425 - 475 Kleinmotoren GMBH. Alemania, con capacidad de 15 litros de modo que se lograra una buena cobertura del envés de las hojas, a razón de 4 l/árbol de solución final, resultando así 4×10^{11} conidios/árbol. A los doce árboles correspondientes al tratamiento Testigo (T) se le aplicó solamente agua + tensoactivo. La aplicación para el caso de todos los tratamientos se realizó en horas de la tarde, cuando estaba declinando el sol.

La efectividad biológica (ET), se determinó sobre la base de la reducción de las poblaciones, siguiendo el modelo que se basa en el nivel de la población de la plaga en el campo antes y después de la aplicación de hongos entomopatógenos, y además se tomó como referencia los árboles correspondientes al Testigo. La ET fue calculada por la Fórmula Henderson-Tilton (1955). Para la selección de dicha fórmula se tuvieron en cuenta dos factores: evaluación de individuos vivos y poblaciones no uniformes, entendiéndose por esto cuando las poblaciones en el testigo varían.

$$ET(\%) = 1 - \left[\frac{n \text{ en Co antes del tratamiento} \times n \text{ en T después del tratamiento}}{n \text{ en Co después del tratamiento} \times n \text{ en T antes del tratamiento}} \right] \times 100$$

Donde:

n = población de insectos (A+N),
 T = Tratamiento
 Co = Testigo

La evaluación referida a cantidad de insectos (A/hoja; N/hojas y A +N/hoja) y el cálculo del porcentaje (%) de la (ET) se realizó 15 días después de la aplicación (dda).

Las variables climáticas: precipitación, temperaturas máxima, mínima y media; y humedad relativa, se tomaron de la Estación Meteorológica Automatizada THIES Clima (Alemania), ubicada en la Estación Experimental Agrícola “Álvaro Barba Machado” de Universidad Central de Las Villas (UCLA), situada a dos km de la plantación de aguacateros en estudio.

Los datos computados en todos los muestreos fueron analizados estadísticamente mediante un test Chi – cuadrado. Para el caso de comparación de A+N entre tratamientos se utilizó un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal – Wallis. El cálculo de la significación se hizo también con ayuda de técnicas de simulación de Monte Carlo.

Se correlacionaron las poblaciones de A+N y las efectividades biológicas de la aplicación de hongos entomopatógenos con las variables climáticas: promedio de temperatura máxima, media y mínima, humedad relativa y lluvia acumulada 15 días antes de la fecha en que se realizaron los conteos o evaluaciones, se tuvieron en cuenta las correlaciones no paramétricas según el coeficiente de Tau b de Kendall. Todo el procesamiento estadístico fue realizado en el Centro de Estudios de Informática de la Universidad Central de las Villas con ayuda del paquete SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Versión 15.0.1 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las poblaciones de adultos más ninfas (A+N), no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en el primer y segundo conteo (Cuadro 1), aunque en el primer conteo las poblaciones en los árboles del tratamiento correspondiente a Bb fueron ligeramente superiores al resto de los tratamientos, los cuales se distribuyeron así: Bb > Ll > Ma > T. En los conteos 3, 4, y 5 (30, 46, y 61 dda respectivamente), las poblaciones (A+N) fueron menores en los árboles de los tratamientos con hongos entomopatógenos respecto a las del T, con diferencias estadísticas altamente significativas. No

Cuadro 1. Número de total de adultos + ninfas entre los cuatro tratamientos utilizando un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis en aguacate (*Persea americana* Mill.) en Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Conteos	1	2	3	4	5	6	7	8
dda †	0	16	30	46	61	77	92	107
Trat.	Medias de rango							
Bb	31,33 a	24,12 a	20,75 b	22,17 b	21,96 b	20,88 b	22,96 b	25,38 ab
Ll	25,79 a	20,42 a	19,58 b	22,38 b	25,71 b	27,63 a	25,25 b	23,29 b
Ma	20,08 a	24,54 a	22,38 b	21,04 b	18,71 b	16,00 b	17,13 b	18,63 b
Testigo	20,79 a	28,92 a	35,29 a	32,42 a	31,63 a	33,50 a	32,67 a	30,71 a
Sig.	0,166	0,493	0,003	0,004	0,005	0,008	0,004	0,182
Conteos	9	10	11	12	13	14	15	16
dda	123	140	155	185	199	228	260	292
Trat.	Medias de rango							
Bb	24,29 ab	24,04 b	24,92 b	28,54 a	28,75 ab	27,25 a	24,67 a	26,63 a
Ll	22,04 b	21,08 b	24,25 b	21,54 b	22,92 b	21,54 b	25,08 a	25,04 a
Ma	17,54 b	16,54 c	12,46 c	15,67 c	15,83 c	16,71 b	24,63 a	25,83 a
Testigo	34,13 a	36,33 a	36,38 a	32,25 a	30,50 a	32,50 a	23,63 a	20,50 a
Sig.	0,002	0,002	0,000	0,001	0,004	0,002	0,997	0,717

† dda: Días después aplicado; Trat: Tratamientos; Sig: Significación; Bb: *Beauveria bassiana* (Bals.) Bull; Ma: *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Ma) y Ll: *Lecanicillium (=Verticillium) lecanii* (Zimm.).
 Letras diferentes dentro de un mismo conteo (columnas) indican promedios estadísticamente diferentes (p ≤ 0,05).

hubo diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los tratamientos Bb, Ll, y Ma. A partir del conteo 6 y hasta el 14 (77 a 228 dda), las poblaciones en los árboles de los tratamientos con hongos entomopatógenos fueron inferiores numéricamente a los del Testigo, con significación estadística variable (Cuadro 1). En los conteos 15 y 16 (260 a 292 dda), las poblaciones en los árboles del Testigo fueron inferiores numéricamente a las poblaciones de los árboles tratados. Esta condición se debió al hecho de que las hojas de los árboles del tratamiento Testigo habían experimentado una mayor cantidad de daño que la del resto de los tratamientos y a partir del conteo 15 estos árboles comenzaron a defoliarse rápidamente, disminuyendo con ello las poblaciones de la plaga.

En la Figura 1 se muestran las interacciones bióticas y abióticas, reflejando en un gráfico anual las principales variantes del clima (humedad relativa, temperatura y precipitaciones), efectividades técnicas y poblaciones del insecto, así como las diferentes fases fenológicas del cultivo. En la Figura 1 se observa que la ET se manifestó de forma ascendente entre 16 y 30 dda. En un análisis de la relación cultivo - plaga - clima, se observa como las poblaciones (A + N) de la chinche en los árboles sometidos a tratamientos con hongos entomopatógenos fueron inferiores a las del Testigo bajo esas condiciones. En la literatura internacional consultada no hay referencia del control microbiológico de *P. perseae*.

La ET del tratamiento Bb fue superior (62,6%) a la ET de Ll (54%) y Ma (61%) a los 16 dda. A los 30 días dda todos los tratamientos mostraron ET superiores a 90%. Los mayores valores se mostraron a los 46 dda para el caso de Bb (97,8%) y Ma (94%). La ET del tratamiento Ll exhibió su expresión más alta a los 30 dda. La ET de Bb y Ma comenzaron a disminuir a los 77 dda, el tratamiento Ll a partir de los 61 dda, aunque hasta los 92 dda todas las ET mostraban valores superiores al 70%.

Según Vázquez (2003) cuando la efectividad técnica en campo oscila entre 60-70 % los resultados son aceptables, sobre todo para los hongos entomopatógenos, los cuales pueden causar epizootias, si las condiciones ambientales son óptimas y que efectividades mayores son indicios de preparado, con alta virulencia.

La aplicación de los entomopatógenos brindó protección 92 dda con más de 70% de efectividad técnica, coincidiendo con la fase fenológica de

cuajado y desarrollo acelerado de los frutos, en la cual la superficie foliar constituye un factor condicionante del desarrollo del frutal, existiendo una relación entre número de hojas y calidad y cantidad de frutos por planta. Rodríguez (1987) señala que el desarrollo de la baya del aguacate y de los frutos en general está en función de la división celular, engrosamiento y maduración, de allí la importancia del factor cantidad de hojas o superficie foliar, debido a que las hojas son las productoras de las sustancias hidrocarbonadas por medio de la fotosíntesis; estas sustancias serán trasladadas al fruto en la fase de engrosamiento. Esta alimentación, según el autor, dependerá del nivel fotosintético determinado por el número de hojas, que condiciona el volumen y cualidades del fruto.

Las poblaciones de (A+N) aumentaron notablemente a partir de los 140 dda (Conteo 10), cuando las efectividades técnicas de Bb, Ll y Ma eran de 75%, 60% y 65% respectivamente. Almaguel *et al.* (1999) refieren a dimetoato 38CE a 0,04% i.a. como el mejor control de la chinche en plantaciones de fomento de un año, seguido por aplicaciones de *B. bassiana* a 100 g/l (10^8 UfC/ml). Los autores manifiestan que con una sola aplicación de este entomopatógeno, a los 30 días, se obtuvo una reducción considerable de la infestación.

En los conteos poblacionales de *P. perseae* se detectó; frecuentemente, la presencia de los hongos entomopatógenos aplicados desarrollándose sobre las excretas de *P. perseae*, aunque este aspecto no se analizó estadísticamente, este resultado, corrobora lo expresado por Morales (2005) quien indica que los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae*, inoculados sobre las excretas se desarrollaron perfectamente, esporulando con abundancia. Las excretas de la chinche depositadas en las puestas pueden servir de sustrato apropiado para que los hongos entomopatógenos desarrollen sus colonias en condiciones de campo, la autora refiere además que las excretas de *P. perseae* contienen dos fracciones correspondientes ambas a carbohidratos y contenidos de Mg y Ca (0,505 y 0,403% respectivamente) entre otros elementos (Fe, Cu, Zn, K y Na), que muestran acción estimulante sobre el desarrollo de los microorganismos.

En los Cuadros 2, 3 y 4 se expresan las correlaciones tiempo (en días), temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, humedad relativa, lluvia acumulada y ET de las aplicaciones de Bb, Ll y Ma en el período de 0 a 140 dda (conteo 1-10), según Coeficientes Tau - b de Kendall.

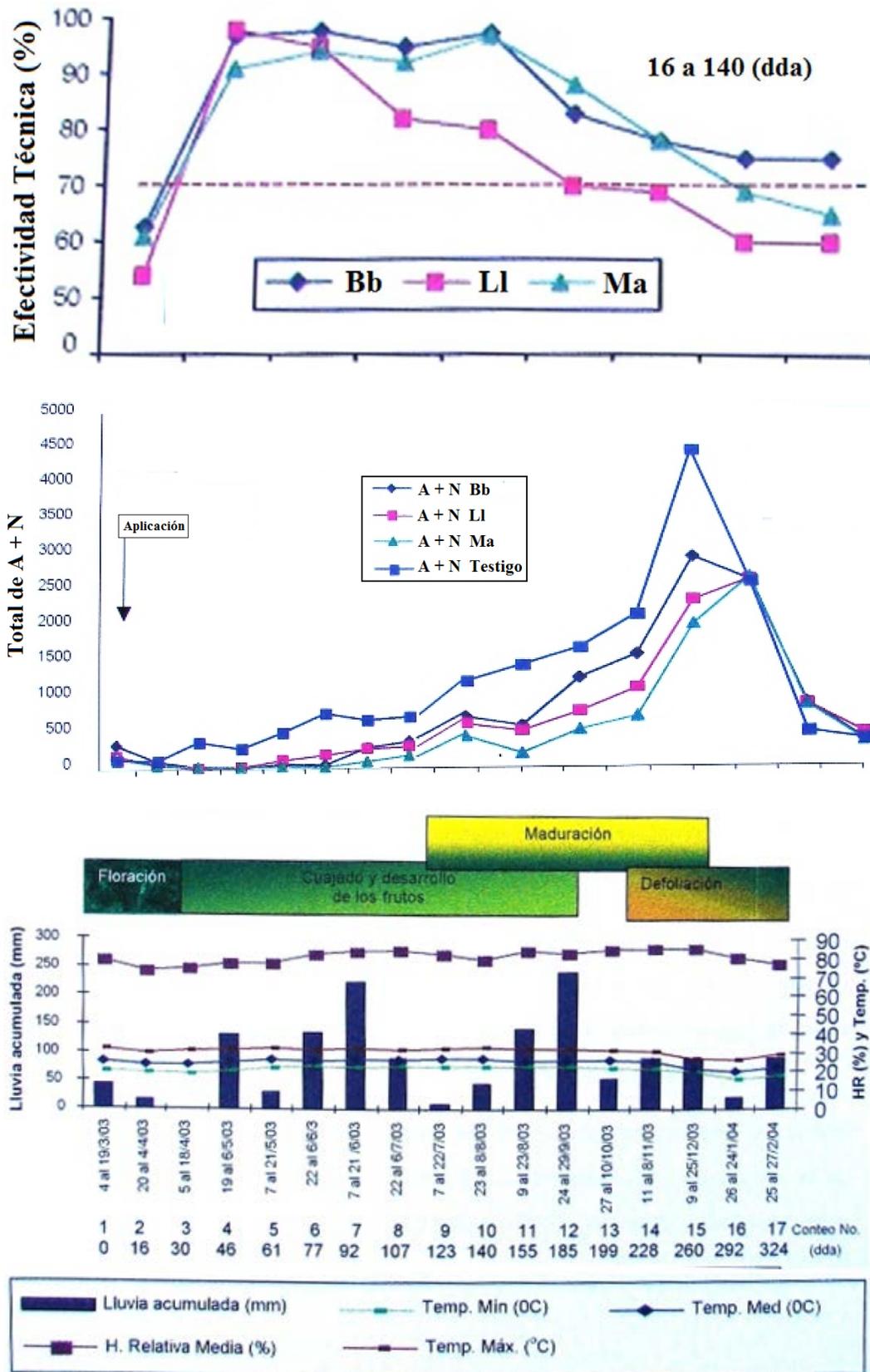


Figura 1. Interacciones bióticas y abióticas de la humedad relativa, temperatura, precipitación y las diferentes fases fenológicas del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Santa Clara, Villa Clara, Cuba. A. Total de adultos/hoja; N: Total de ninfas/hoja; Bb: *Beauveria bassiana* (Bals.) Bull; Ma: *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Ma) y LI: *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii* (Zimm.).

La ET y la humedad relativa correlacionaron del tratamiento se ve favorecida. Además, se positiva y significativamente ($p < 0,05$) es decir, que refleja una correlación negativa y significativa para $p < 0,01$ entre la ET y (A +N). Cuando la ET cuando la humedad relativa aumenta, la efectividad

Cuadro 2. Correlaciones entre el tiempo (en días), temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, humedad relativa, lluvia acumulada, total de adultos + ninfas y efectividad biológica, en el tratamiento *Beauveria bassiana*, mostrándose los coeficientes no paramétricos según Tau b de Kendall.

	†	Tiempo (días)	Temp. máxima	Temp. media	Temp. Mínima	Humedad relativa	Lluvia Acumu.	Adultos +Ninfas	Efectiv. técnica
Tiempo (días)	CC	1,000	0,629*	0,689**	0,600*	0,539*	0,156	-0,366	0,467
	Sig.		0,012	0,006	0,016	0,031	0,531	0,173	0,060
Temperatura máxima (°C)	CC	0,629*	1,000	0,854**	0,539*	0,432	0,180	-0,171	0,449
	Sig.	0,012		0,001	0,031	0,087	0,472	0,527	0,072
Temperatura media (°C)	CC	0,689**	0,854**	1,000	0,644**	0,584**	0,022	0,511*	-0,310
	Sig.	0,006	0,001		0,009	0,020	0,929	0,040	0,249
Temperatura mínima (°C)	CC	0,600*	0,539*	0,644**	1,000	0,674**	0,289	-0,197	0,422
	Sig.	0,016	0,031	0,009		0,007	0,245	0,463	0,089
Humedad Relativa (%)	CC	0,539*	0,432	0,584**	0,674**	1,000	0,449	0,360	0,607*
	Sig.	0,031	0,087	0,020	0,007		0,072	0,151	0,016
Lluvia acumulada	CC	0,156	0,180	0,022	0,289	0,449	1,000	0,254	-0,022
	Sig.	0,531	0,472	0,929	0,245	0,072		0,345	0,929
Total adultos + ninfas	CC	-0,366	-0,171	0,511*	-0,197	0,360	0,254	1,000	-0,704**
	Sig.	0,173	0,527	0,040	0,463	0,151	0,345		0,009
Efectividad Técnica	CC	0,467	0,449	-0,310	0,422	0,607*	-0,022	-0,704**	1,000
	Sig.	0,060	0,072	0,249	0,089	0,016	0,929	0,009	

† CC: Coeficiente de correlación y Sig. Significación

** Correlación significativa para $p < 0,01$ y * Correlación significativa para $p < 0,05$

Cuadro 3. Correlaciones entre el tiempo (en días), temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, humedad relativa, lluvia acumulada, total de adultos + ninfas y efectividad biológica, en el tratamiento *Lecanicillium (=Verticillium) lecanii*, mostrándose los coeficientes no paramétricos según Tau b de Kendall.

	†	Tiempo (días)	Temp. máxima	Temp. media	Temp. Mínima	Humedad relativa	Lluvia Acumu.	Adultos +Ninfas	Efectiv. técnica
Tiempo (días)	CC	1,000	0,629*	0,689**	0,600*	0,539*	0,556	0,733**	-0,535*
	Sig.		0,012	0,006	0,016	0,031	0,531	0,003	0,046
Temperatura máxima (°C)	CC	0,629*	1,000	0,854**	0,539*	0,432	0,180	0,629*	-0,229
	Sig.	0,012		0,001	0,031	0,087	0,472	0,012	0,399
Temperatura media (°C)	CC	0,689**	0,854**	1,000	0,644*	0,584*	0,022	0,689**	-0,366
	Sig.	0,006	0,001		0,009	0,020	0,929	0,006	0,173
Temperatura mínima (°C)	CC	0,600*	0,539*	0,644*	1,000	0,674**	0,289	0,689**	-0,366
	Sig.	0,016	0,031	0,009		0,007	0,245	0,006	0,173
Humedad Relativa (%)	CC	0,539*	0,432	0,584*	0,674**	1,000	0,449	0,629*	-0,229
	Sig.	0,031	0,087	0,020	0,007		0,072	0,012	0,399
Lluvia acumulada	CC	0,556	0,180	0,022	0,289	0,449	1,000	0,244	0,085
	Sig.	0,531	0,472	0,929	0,245	0,072		0,325	0,753
Total adultos + ninfas	CC	0,733**	0,629*	0,689**	0,689**	0,629*	0,244	1,000	-0,648*
	Sig.	0,003	0,012	0,006	0,006	0,012	0,325		0,016
Efectividad Técnica	CC	-0,535*	-0,229	-0,366	-0,366	-0,229	0,085	-0,648*	1,000
	Sig.	0,046	0,399	0,173	0,173	0,399	0,753	0,016	

† CC: Coeficiente de correlación y Sig. Significación

** Correlación significativa para $p < 0,01$ y * Correlación significativa para $p < 0,05$

disminuye, aumentan las poblaciones del insecto en el tratamiento *B. bassiana* (Cuadro 2).

Cuando se analizan estas correlaciones en el tratamiento Testigo (Cuadro 5), se puede señalar que las poblaciones de (A + N) aumentan a medida que

transcurre el tiempo lo que evidencia una correlación directa y significativa para $p < 0,01$. Existe la tendencia a que las poblaciones en el testigo también aumenten cuando las temperaturas máximas, media y mínima muestren valores altos, por encima de 30,8; 24,2 y 18,5 °C respectivamente. Para el caso de las

Cuadro 4. Correlaciones entre el tiempo (en días), temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, humedad relativa, lluvia acumulada, total de adultos + ninfas y efectividad biológica, en el tratamiento *Metarhizium anisopliae*, mostrándose los coeficientes no paramétricos según Tau b de Kendall.

	†	Tiempo (días)	Temp. máxima	Temp. media	Temp. Mínima	Humedad relativa	Lluvia Acumu.	Adultos +Ninfas	Efectiv. técnica
Tiempo (días)	CC	1,000	0,629*	0,689**	0,600*	0,539*	0,156*	0,422	-0,278
	Sig.		0,012	0,006	0,016	0,031	0,031	0,089	0,297
Temperatura máxima (°C)	CC	0,629*	10,000	0,854**	0,539*	0,432	0,180	0,405	-0,085
	Sig.	0,012		0,001	0,031	0,087	0,472	0,106	0,753
Temperatura media (°C)	CC	0,689**	0,854**	10,000	0,644**	0,584*	0,022	0,467	-0,167
	Sig.	0,006	0,001		0,009	0,020	0,929	0,060	0,532
Temperatura mínima (°C)	CC	0,600*	0,539*	0,644**	10,000	0,674**	0,289	0,378	-0,056
	Sig.	0,016	0,031	0,009		0,007	0,245	0,128	0,835
Humedad Relativa (%)	CC	0,539*	0,432	0,584*	0,674**	10,000	0,449	0,315	0,085
	Sig.	0,031	0,087	0,020	0,007		0,072	0,209	0,753
Lluvia acumulada	CC	0,156*	0,180	0,022	0,289	0,449	10,000	-0,067	0,333
	Sig.	0,031	0,472	0,929	0,245	0,072		0,788	0,211
Total adultos + ninfas	CC	0,422	0,405	0,467	0,378	0,315	-0,067	10,000	-0,667*
	Sig.	0,089	0,106	0,060	0,128	0,209	0,788		0,012
Efectividad Técnica	CC	-0,278	-0,085	-0,167	-0,056	0,085	0,333	-0,667*	10,000
	Sig.	0,297	0,753	0,532	0,835	0,753	0,211	0,012	

† CC: Coeficiente de correlación y Sig. Significación

** Correlación significativa para $p < 0,01$ y * Correlación significativa para $p < 0,05$

Cuadro 5. Correlaciones entre el tiempo (en días), temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, humedad relativa, lluvia acumulada, total de adultos + ninfas y efectividad biológica, en el tratamiento Testigo, mostrándose los coeficientes no paramétricos según Tau b de Kendall.

	†	Tiempo (días)	Temp. máxima	Temp. media	Temp. Mínima	Humedad relativa	Lluvia Acumu.	Adultos +Ninfas
Tiempo (días)	CC	1,000	0,629*	0,689**	0,600*	0,539*	0,156	0,822**
	Sig.		0,012	0,006	0,016	0,031	0,531	0,001
Temperatura máxima (°C)	CC	0,629*	10,000	0,854**	0,539*	0,432	0,180	0,584*
	Sig.	0,012		0,001	0,031	0,087	0,472	0,020
Temperatura media (°C)	CC	0,689**	0,854**	10,000	0,644*	0,584*	0,022	0,600*
	Sig.	0,006	0,001		0,009	0,020	0,929	0,016
Temperatura mínima (°C)	CC	0,600*	0,539*	0,644*	10,000	0,674**	0,289	0,689**
	Sig.	0,016	0,031	0,009		0,007	0,245	0,006
Humedad Relativa (%)	CC	0,539*	0,432	0,584*	0,674**	10,000	0,449	0,449
	Sig.	0,031	0,087	0,020	0,007		0,072	0,072
Lluvia acumulada	CC	0,156	0,180	0,022	0,289	0,449	10,000	0,156
	Sig.	0,531	0,472	0,929	0,245	0,072		0,531
Total adultos + ninfas	CC	0,822**	0,584*	0,600*	0,689**	0,449	0,156	10,000
	Sig.	0,001	0,020	0,016	0,006	0,072	0,531	

† CC: Coeficiente de correlación y Sig. Significación

** Correlación significativa para $p < 0,01$ y * Correlación significativa para $p < 0,05$

temperaturas, máxima y media, las correlaciones fueron directas y significativas para $p < 0,05$, y en el caso de la temperatura mínima la significación resultó directa para $p < 0,01$. De acuerdo con esto es posible señalar que las condiciones climáticas de altas temperaturas por encima de $30,8^{\circ}\text{C}$, favorecieron el desarrollo de las poblaciones de *P. perseae*, que aumentaron en el tiempo para el caso del testigo.

Para el caso de Ll, a medida que transcurrió el tiempo, aumentaron las poblaciones de (A + N), mostrándose una correlación significativa para $p < 0,01$. Cuando el tratamiento pierde Efectividad biológica aumentan las poblaciones, existiendo también una correlación negativa y significativa ($p < 0,05$) ambos parámetros (Cuadro 3).

Para el caso de las poblaciones tratadas con Ma no se establecieron correlaciones con las variables climáticas en el período de 0-140 dda. Cuando disminuye la ET del tratamiento aumentan las poblaciones de (A+N). Se evidencia una correlación significativa y negativa ($p < 0,05$) entre los parámetros referidos (Cuadro 4).

En los tratamientos con hongos entomopatógenos se evidenció que cuando las ET de los mismos disminuyen, aumentan las poblaciones de la chinche. Algo muy particular se reflejó para el caso de las poblaciones de la chinche tratadas con *L. lecanii* que se vieron favorecidas por las temperaturas y humedad relativa altas perdiendo efectividad técnica más rápido en el tiempo que los demás tratamientos.

A nivel de agroecosistema, son diversos los factores que pueden afectar la actividad de los biorreguladores de plagas, sean estos los que habitan en dichos ecosistemas o los que se liberan o aplican masivamente en programas de control biológico. Vázquez (2003) expresa que los factores climáticos, temperatura y humedad extremos, lo que puede estar influenciado por la lluvia, el viento y las radiaciones solares influyen directamente en la actividad de los microorganismos que se emplean en el control biológico.

El porcentaje de insectos adultos parasitados por los hongos entomopatógenos aplicados, que quedaron sujetos al envés de las hojas, fluctuó de 10 a 16,66% para el caso de *B. bassiana*, 2,77 a 3,77% para *L. lecanii* y de cero a 33,33% en el caso de *M. anisopliae*.

El porcentaje de adultos más ninfas parasitados en el caso de *B. bassiana* fluctuó entre 1,49 a 10%, de 0,55 a 2,40% para el caso de *L. lecanii*, y en *M. anisopliae* entre el 1,20 y el 4,34% de los adultos más ninfas parasitadas quedaron sujetos al follaje. Ello contrasta notablemente con las ET alcanzadas (Figura 1).

Se debe considerar que este resultado debe interpretarse como una expresión de que sólo una parte de la población de los insectos parasitados por estos hongos, en condiciones de campo, quedan sujetos en el envés de las hojas, debido a que otra parte de ellos cae al suelo.

Esto difiere con los resultados obtenidos con las pruebas de susceptibilidad de estos entomopatógenos en condiciones de laboratorio en bolsas debido muy posiblemente a condiciones climáticas de campo (lluvia, viento etc.) que favorecen el desprendimiento de los cadáveres de *P. perseae* parasitados por estos hongos.

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *L. lecanii* (4 l/árbol y 4×10^{11} conidios/árbol) en condiciones de campo brindaron protección 92 dda con más de 70% de efectividad biológica.

La efectividad biológica de las aplicaciones se manifestó de forma ascendente entre los 16 y 30 dda. A los 30 dda todos los tratamientos mostraron ET superiores a 90%. Las poblaciones de adultos y ninfas fueron menores en los árboles tratados con hongos entomopatógenos respecto a las del Testigo.

Las temperaturas mayores de $30,8^{\circ}\text{C}$, favorecieron el desarrollo de las poblaciones de *P. perseae*, para el caso del tratamiento testigo, donde se establecieron correlaciones significativas.

Entre las efectividades biológicas y las poblaciones de los tratamientos Bb, Vl y Ma, se establecieron correlaciones negativas y significativas.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al campesino y promotor agroecológico Ramón León Cuevas por la confianza depositada y apoyo en la realización de la experiencia.

LITERATURA CITADA

- Abud Antun, A. J. 1991. Presence of the avocado lace bug, *Pseudacysta perseae* (Heidemann) (Hemiptera: Tingidae) in Dominican Republic. Primera Jornada de Protección Vegetal, University of Santo Domingo, Dominican Republic, (Abstract, p. 4).
- Almaguel, L. y E. Blanco. 1997. La chinche *Pseudacysta perseae* Heid. y su relación con la antracnosis en aguacate. In: Tercer Seminario Científico Internacional. Sanidad Vegetal. Palacio de las Convenciones. Ciudad de La Habana. Cuba. p. 66-67.
- Almaguel, L.; E. Blanco, P. de la Torre, I. Cáceres, C. Nieves, M. Márquez y L. Blanco. 1999. Control de la chinche del aguacate (*Pseudacysta perseae* (Heidemann) en la Ciudad de La Habana. Fitosanidad 3 (2): 69-74.
- Brailovsky, H. y L. Torre. 1986. Hemiptera-Heteroptera de México XXXVI. Revisión genérica de la familia Tingidae La Porte. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México 56. Serie Zoología (3): 869-932.
- Bruner, S. C.; L. C. Scaramuzza y A. R. Otero. 1975. Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. 2^{ed}. A. C. C. La Habana, Cuba. 399 p.
- Cañizares, J. 1974. Los aguacateros. Edición Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 282 p.
- Etienne, J. et J. C. Streito. 2008. Premier signalement en Guadeloupe et en Martinique de *Pseudacysta perseae* (Heidemann, 1908), un ravageur de l'avocatier (Heteroptera: Tingidae). Bulletin de la Société Entomologique de France 113 (1): 121-122.
- Henderson Tilton, G. F. 1955. Test with acaricide against the brown wheat mite. Disponible en <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm>. Consultado 20 de marzo del 2003.
- Henry, T. J. and D. J. Hibern. 1990. An annotated list of the true bugs (Heteroptera) of Bermudas. In: Proceedings of the Entomological Society of Washington 92 (4): 675-684.
- Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). 2011. Instructivo técnico para el cultivo del aguacate. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. Primera edición. 40 p.
- Medina Gaud, S.; A. E. Segarra Carmona and R. A. Franqui. 1991. The avocado lacewing bug, *Pseudacysta perseae* (Heidemann) (Hemiptera: Tingidae). Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 75: 185-188.
- Ministerio de la Agricultura (MINAGRI). 1999. Medidas para el control de la chinche de encaje del aguacate. Laboratorio Prov. de Sanidad Vegetal. Villa Clara. Cuba.
- Morales, L. y H. Grillo. 2004. La chinche de encaje del aguacatero *Pseudacysta perseae* (Heid.) (Heteroptera; Tingidae): Apuntes para la lucha biológica en las condiciones de Cuba. p. 189-196 In: T. A. Lizárraga. M. Castellón y D. Mallqui (Eds). Manejo Integrado de Plagas en una Agricultura Sostenible: Intercambio de Experiencias entre Cuba y Perú. RAAA. Lima. Perú. 225 p.
- Morales, L. 2005. La chinche de encaje del aguacatero: *Pseudacysta perseae* (Heid.) (Heteroptera: Tingidae). Lucha Biológica en las condiciones de Cuba. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central de Las Villas. Cuba.
- Peña, H.; J. C. Díaz y T. Martínez. 1996. Fruticultura Tropical. 2^{da} parte. Editorial Félix Varela. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. ICFES, Colombia. 208 p.
- Rodríguez, F. S. 1987. El aguacate. AGT. Editor. S. A. Progreso 202. México. 166 p.
- Sandoval, M. F. y M. Cermeli. 2005. Presencia de *Pseudacysta perseae* (Heidemann, 1908) (Insecta: Hemiptera: Tingidae) en Venezuela. Entomotropica 20 (3): 271-273.
- Streito, J. C. et Y. Morival. 2006. Première capture en Guyane française de *Pseudacysta perseae* (Heidemann, 1908) un ravageur de l'avocatier (Heteroptera: Tingidae). Nouvelle Revue d'entomologie (N.S.) 22 (2): 191-192.
- Vázquez, L. L. 2003. Manejo integrado de plagas. Preguntas y respuestas para extensionistas y agricultores. Ediciones. CIDISAV Ciudad de La Habana. Cuba. 566 p.