

## Efecto acaricida de tres hongos entomopatógenos sobre *Tetranychus tumidus* Banks (Acari: Tetranychidae) en condiciones *in vitro*

### Acaricidal effect of three entomopathogen fungiers on *Tetranychus tumidus* Banks (Acari: Tetranychidae) *in vitro* conditions

Yunaisy Díaz Finalé, Taymir Torres Lagos, Robert Luis Quintero.

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Calle 110 no. 514 e/ 5ta. B y 5ta. F, Playa, La Habana yfinalé@inisav.cu

#### RESUMEN

Los ácaros de la familia Tetranychidae son, dentro de los fitoácaros, uno de los de mayor interés en los cultivos. La introducción de bioplaguicidas posibilita un control sostenido y permanente, de forma tal que contribuyen de manera eficiente a la estabilidad y sostenibilidad de los agroecosistemas, y evita la resistencia y la resurgencia de plagas. Sobre la base de este antecedente se evaluó el efecto acaricida de cepas de producción de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*. En cada observación se contabilizó el número de individuos vivos y muertos, número de huevos y momento de eclosión y tiempo de sobrevivencia de las larvas. El porcentaje de mortalidad provocado por las aplicaciones se determinó por la fórmula de Abbott. Además, se realizó un análisis de varianza utilizando el Test Newman-Keuls para determinar los productos con mayor efectividad. Los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *L. lecanii* fueron efectivos en el control de *T. tumidus* en condiciones de laboratorio, con porcentajes de efectividad del 64,86 y 62,00 %, respectivamente, a las 72 horas, semejantes al estándar de producción *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-13 con un 70,27 %; con *M. anisopliae* se obtuvo una efectividad del 96 % a los 10 días. Los diferentes bioproductos disminuyeron significativamente el número de huevos de *T. tumidus* con respecto al testigo en todas las evaluaciones realizadas. El porcentaje de eclosión en los diferentes tratamientos fue superior al 50 %, donde todos los tratamientos difieren estadísticamente del testigo y el estándar de producción. La mortalidad de las larvas fue de un 16 a un 20 %.

Palabras claves: Control biológico, bioplaguicidas, *Tetranychus tumidus*, *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*.

#### ABSTRACT

Mites Tetranychidae family are within fitoácaros, one of the most interesting in crops. The introduction of biopesticides, enables sustained and constant control, such that efficiently contribute to the stability and sustainability of agroecosystems manner; prevents resistance and pest reemergence. Based on this background, the acaricidal effect of production strains was evaluated fungi *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae* and *Lecanicillium lecanii* was evaluated. In each observation, the number of live and dead individuals, number of eggs and hatching time and survival time of the larvae were counted. The percentage of mortality caused by the applications was determined by Abbott's formula. In addition, an analysis of variance was performed using the Newman-Keuls test to determine the products with greater effectiveness. The entomopathogenic fungi *B. bassiana* and *L. lecanii* were effective in the control of *T. tumidus* under laboratory conditions, with percentage of effectiveness of 64.86 and 62.00 % respectively at 72 hours, similar to the *Bacillus thuringiensis* production standard strain LBT-13 with 70.27 %; with *M. anisopliae* an effectiveness of 96 % was obtained after 10 days. The different bioproducts significantly decreased the number of *T. tumidus* eggs with respect to the control in all the evaluations carried out. The percentage of hatching in the different treatments was greater than 50 %, where all the treatments differed statistically from the control and the production standard. The mortality of the larvae was 16 to 20 %.

Key words: Biological control, bioplaguicidas, *Tetranychus tumidus*, *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*

#### INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la agricultura los cultivos han sufrido gran devastación por los ataques de diferentes artrópodos plagas, para lo cual el hombre ha desarrollado estrategias para su control. A pesar del uso intensivo de

plaguicidas, la disminución de las cosechas por la acción de las plagas es un serio problema a nivel mundial que repercute en grandes pérdidas anuales (Carrillo-Rayas y Blanco-Labra, 2009; Goff *et al.*, 2014).

El desarrollo de ácaros es un indicador de mal manejo en el cultivo. La estabilidad ecológica y la autorregulación en condiciones naturales se pierden cuando el hombre simplifica las comunidades a través de la interferencia en las interacciones a nivel de estas. El incremento (por adición, conservación y/o manejo) de la biodiversidad funcional en los ecosistemas agrícolas contribuye en la reducción de las acariosis en los cultivos (Schlesener *et al.*, 2013).

Los ácaros de la familia Tetranychidae son posiblemente los ácaros fitófagos de mayor interés en los cultivos (Sung *et al.*, 2019). El ácaro *Tetranychus tumidus* Banks (Acari: Tetranychidae), conocido como araña roja, es uno de los tetránquidos más difundidos en el mundo sobre el follaje del plátano y el banano (*Musa spp.*) (Pérez *et al.*, 2015); además, se conoce en más de 53 especies de plantas hospedantes (Almaguel *et al.*, 2004). Cáceres *et al.* (1993) estudiaron que en las condiciones de Cuba los daños provocados en el cultivo y su manifestación en la producción agrícola depende de las condiciones climáticas y fitotécnicas, la edad del cultivo, momento de aparición de la plaga e intensidad del ataque; además, determinaron los coeficientes de nocividad para un ataque severo en un 25,55 %, 18,94 % y 15,53 % en edades temprana (tres meses), media (seis meses) y tardía (11 meses) del cultivo, respectivamente. Las pérdidas de las cosechas oscilaron entre 2 y 6 t/ha.

A pesar de contar con agentes de control para *T. tumidus*, se hace necesario buscar nuevas alternativas que permita regular o controlar a estos organismos antes de que pueda rebasar el umbral económico, permitiendo la conservación de los enemigos naturales a través de un manejo adecuado del agroecosistema. Para ello los hongos entomopatógenos representan una excelente alternativa de control porque pueden infectar diferentes estadios del desarrollo de su hospedero, y son de baja o nula patogenicidad para organismos benéficos y para el hombre. Estos microorganismos son ampliamente utilizados, ya que a diferencia de otros agentes entomopatógenos, no necesitan ser ingeridos por el organismo para controlarlos (Stamets, 2003; Matthes *et al.*, 2012). Estos microorganismos pueden infectar a los insectos directamente a través de la penetración de la cutícula y ejercen múltiples mecanismos de acción, confiriéndoles una alta capacidad para evitar que el hospedero desarrolle resistencia (Samson *et al.*, 1988). La mayoría de las especies de estos hongos atacan tanto a insectos como a ácaros; las más conocidas

son la *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*. Estas especies pueden desarrollarse en el suelo y se encuentran ampliamente distribuidas a nivel mundial (Malpartida-Zevallos *et al.*, 2013; Bettiol *et al.*, 2014; Infoagro, 2015).

A pesar de contar con biorreguladores para el control de *T. tumidus*, la producción de estos está limitada por problemas de estructura, materia prima y contaminación que dan al traste con la efectividad del mismo en el campo, por lo que se hace necesario evaluar nuevas estrategias de manejo más amigables con el medio ambiente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Acarología del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV) desde noviembre de 2014 hasta febrero de 2015. Los ensayos se montaron por el método de cría en bandejas, infectando hojas de plátano fruta (*Musa spp.*) en condiciones semicontroladas. Los ácaros utilizados en los ensayos se tomaron de la cría pura de *T. tumidus* de laboratorio. Los bioplaguicidas utilizados se obtuvieron a partir de las cepas de producción de los hongos entomopatógenos *M. anisopiliae*, *L. lecanii* y *B. bassiana* procedentes del Laboratorio de Bioplaguicidas del INISAV.

Para el montaje de los experimentos se utilizaron discos de hojas de plátano de 5 cm de diámetro colocados sobre algodón húmedo (limpios y estériles) contenido en placas Petrie de 90 mm x 1,2 cm (previamente esterilizada), con un borde humedecido del algodón para evitar el escape de los fitoácaros, como indica el método de sobrevivencia en hojas de fitoácaros en algodón humedecido (Almaguel, 2014). El pase de los ácaros de la cría a la unidad experimental se realizó con una aguja entomológica con la ayuda de un microscopio estereoscópico marca Karl Zeiss LCD a 25X de aumento. Para ello cada placa fue infestada con 10 hembras adultas fecundadas de *T. tumidus*. Posteriormente se procedió a la aplicación por aspersión de los hongos entomopatógenos con un aspersor de mano de 1 L de capacidad.

Para evaluar el efecto acaricida de las cepas de producción de los hongos entomopatógenos *M. anisopiliae*, *L. lecanii* y *B. bassiana* fue comparado con el estándar de producción para el control de ácaros fitófagos, el bioplaguicida *B. thuringiensis* cepa LBT-13 a concentración de 10 conidios/mL (Tabla 1). Cada tratamiento contó de cuatro réplicas.

**Tabla 1. Tratamientos realizados con diferentes cepas de producción****Table 1. Treatments made with different production strains**

Tratamiento	Bioproducto	Concentración	Cepa
1	Testigo	–	–
2	<i>M. anisopilae</i>	10 <sup>8</sup> conidos/mL	MA-11
3	<i>L. lecanii</i>	10 <sup>8</sup> conidos/mL	LBVL-5
4	<i>B. bassiana</i>	10 <sup>8</sup> conidos/mL	LBb-1
5	<i>B. thuringiensis</i>	10 <sup>8</sup> conidos/mL	LBt-13
6	Testigo		

Las placas se colocaron en bandejas que contenían una pequeña película de agua para evitar la entrada de hormigas u otros artrópodos depredadores. Dentro del local se mantuvo una temperatura entre 23 y 25 °C y humedad relativa del 72,08 %. Este método fue descrito por Almaguel *et al.* (1993).

Las observaciones se realizaron a las 24, 48 y 72 horas, y a los 5, 7 y 10 días después de la aplicación. Durante cada observación se contabilizaron los individuos vivos y muertos, número de huevos puestos y el tiempo de sobrevivencia de las larvas. El efecto provocado en la mortalidad se determinó por la fórmula de Abbott (1925), el cual da la medida del porcentaje de la efectividad que tuvo cada tratamiento en cada una de las observaciones realizadas:

$$\% \text{ mortalidad} = \left( \frac{Cd - Td}{Cd} \right) \times 100$$

donde:

*Cd*: Individuos vivos del tratamiento testigo

*Td*: Individuos vivos en placas tratadas

Se realizó un corte en las evaluaciones a las 24 y 72 horas de evaluados los productos con el objetivo de comparar efectividad y analizar si existen diferencias entre los momentos de evaluación de los bioplaguicidas y considerando el modo de acción lento de los mismos. Se analizó el efecto de los tres bioplaguicidas en el número de huevos puestos por día, comparados con el testigo y el estándar de producción. Para el porcentaje de eclosión se evaluó el número total de huevos durante todo el tratamiento, y de ellos cuántos eclosionaron. El efecto sobre los huevos y las larvas se realizó a partir del efecto residual que tienen estos bioplaguicidas en las diferentes fases de desarrollo de los fitoácaros. Para el procesamiento estadístico se realizó la normalización de los datos con la fórmula  $\sqrt{x+1}$  y se realizó un análisis de varianza utilizando el Test Newman-Keuls para determinar los productos con mayor efectividad, donde letras diferentes indica una diferencia significativa a un nivel de confianza del 95,0 % por el paquete estadístico Statgraphics Plus versión 5.1 (2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ensayos de laboratorio con las diferentes cepas de producción de los hongos entomopatógenos *M. anisopilae*, *L. lecanii* y *B. bassiana* para el control de *T. tumidus* muestran una alta efectividad, donde a partir de las 72 horas de evaluados se observa que *B. bassiana* y *L. lecanii* muestran resultados semejantes al estándar de producción, continuando la efectividad, alcanzándose valores por encima del 90 % en los tres entomopatógenos a los 10 días de evaluados y superiores a los alcanzados por el *B. thuringiensis* (Tabla 2). De los tres hongos evaluados, *B. bassiana* es el que muestra un mayor control. El uso de estos organismos benéficos nos permitirá contar con herramientas efectivas para el control de fitoácaros, conociendo que son hongos que crean epizotias en los lugares en que son utilizados como reguladores biológicos.

**Tabla 2. Porcentaje de efectividad de los bioplaguicidas sobre *T. tumidus*****Table 2. Percentage of effectiveness of biopesticides on *T. tumidus***

Bioproducto	Efectividad (%)					
	24 h	48 h	72 h	5 d	7 d	10 d
<i>M. anisopilae</i>	2,57	16,22	35,14	0	48,0	96,0
<i>L. lecanii</i>	0	25,0	62,00	57,0	66,67	90,0
<i>B. bassiana</i>	38,46	40,54	64,86	100,0	0	0
<i>B. thuringiensis</i>	43,59	54,05	70,27	81,82	84,84	86,67

Resultados semejantes fueron obtenidos por Slavimira y Spaska (2010) en ensayos realizados con varias cepas de *B. bassiana* sobre *T. urticae*, donde presentaron un efecto en la mortalidad desde el primer día de aplicado, alcanzando el cuarto día hasta un 100 %, al igual que *L. lecanii*, el cual presenta un alto porcentaje de efectividad en el control de ácaros fitófagos y de garrapatas (Martínez *et al.*, 2017).

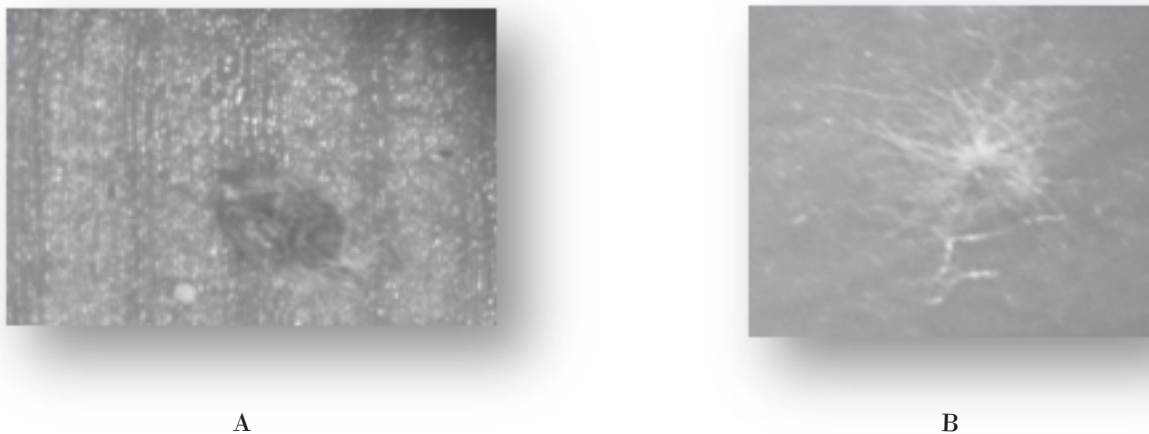
En el caso del *M. anisopliae*, es partir de los siete días que se obtiene un 48 %, y a los 10 días un 96 % de efectividad. El empleo de este hongo a nivel mundial demuestra su efectividad para el control de ácaros al obtener resultados semejantes. Frazzon *et al.* (2000), al evaluar 12 aislados del hongo *M. anisopliae* sobre *B. microplus*, obteniendo el 100 % de mortalidad a una concentración de  $10^7$  conidiosporas/mL, así como Abolins *et al.* (2007) en el control *in vitro* e *in vivo* del ácaro *Psoroptes ovis* (Hering) con *M. anisopliae*, en preparados con tierra de diatomeas y seco, provocó una infección superior al 90 %.

La actividad acaricida tardía puede estar causada porque la cepa utilizada no tenga una efectividad inmediata para el control de ácaros, el cual puede estar dado por su mecanismo de acción o por las condiciones de temperatura y humedad con que se realizó el experimento, donde existe una variabilidad intraespecífica de los aislados cubanos del complejo *M. anisopliae* patogénicos, en el comportamiento y la adaptabilidad a las condiciones edafoclimáti-

cas actuales en Cuba (Gato *et al.*, 2016). Gauss y Furlong (2002) y Giraldo (2009) plantearon que los hongos entomopatógenos son de acción lenta y que su acción depende generalmente de las condiciones ambientales de temperatura y de elevada humedad relativa, por lo que generalmente tardan una semana como mínimo en eliminar a la víctima o al menos que este deje de alimentarse. Para Fernández y Juncosa (2002) y Torres *et al.* (2013) la temperatura y la humedad son las principales limitantes para la eficacia de los hongos, el cual puede ser contrarrestado con la adición de coadyuvantes que mejoran la germinación de esporas.

Además, los hongos entomopatógenos presentan grados variables de especificidad. Pueden ser específicos a nivel de familia o especies muy relacionadas. En el caso de las cepas, pueden ser específicas a nivel de especie, sin afectar a los enemigos naturales (Cañedo y Ames, 2004; Fabián *et al.*, 2015).

En el esteromicroscopio se observó la formación de micelios en ácaros muertos, lo que pudiera traer como consecuencia la propagación de estos hongos a esta especie y a otras (*Fig. 1*), como plantean Chávez *et al.* (2014) que los hongos inician un crecimiento micelial e invaden todos los órganos del hospedero y las hifas penetran la cutícula desde el interior del insecto y emergen a la superficie, donde en condiciones ambientales apropiadas inician la formación de nuevas esporas.



*Figura 1.* Ácaros afectados por hongos entomopatógenos. (A) Micosis provocada por *B. bassiana*. (B) Micosis provocada por *L. lecanii*.  
*Figure 1.* Mites affected by entomopathogenic fungi. (A) Mycosis caused by *B. bassiana*. (B) Mycosis caused by *L. lecanii*.

En las evaluaciones realizadas a las 24 y 72 horas de evaluado el producto (Fig. 2) se observa que a las 24 horas solo *B. bassiana* no difiere estadísticamente del estándar *B. thuringiensis*, y ambos difieren estadísticamente del resto de los tratamientos y del testigo. A partir de las 72 horas, *B. bassiana* y

*L. lecanii* presentan diferencias significativas con respecto a *M. anisopliae* y al testigo, y vale señalar que tienen un comportamiento estadísticamente similar con respecto a la cepa LBT-13, lo que revela las cualidades positivas de este bioproducto para el manejo de esta plaga.

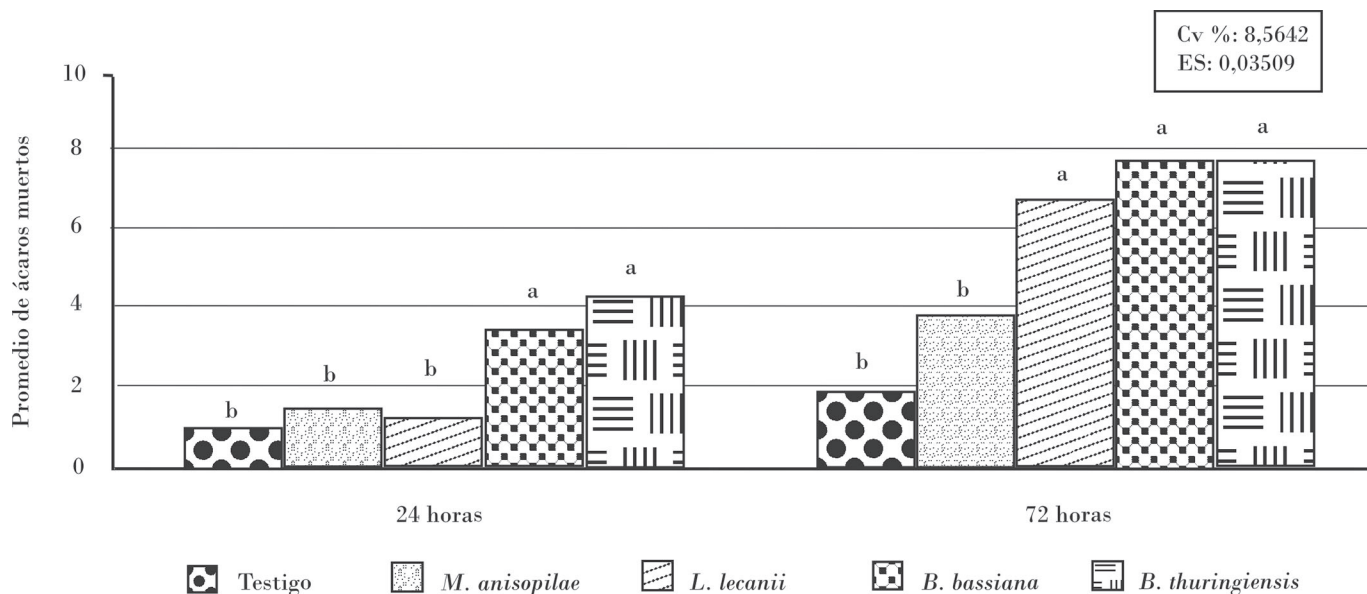


Figura 2. Promedio de hembras muertas de *T. tumidus* en los intervalos de 24 y 72 horas de aplicación.  
 Figure 2. Average of dead females of *T. tumidus* in the intervals of 24 and 72 hours of application.

Los resultados alcanzados son similares a los obtenidos por García y González (2010) y Yousef *et al.* (2013), los cuales evaluaron la efectividad de *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *P. fumosoroseus* para el control de ácaros en cultivos de hortalizas, generando una mortalidad superior al 80 % a las 72 horas de aplicados los bioplaguicidas. Por su parte, Alayo-Aguirre *et al.* (2014) obtuvieron un alto efecto entomopatógeno de *B. bassiana* y *L. lecanii* sobre ninfas y adultos de *P. citri*, así como Molina (2010) y Chacin (2013), los cuales realizaron tratamientos con *M. anisopliae* y *B. bassiana*, respectivamente, para el control en las poblaciones naturales de *Varroa destructor* (ácaro de la colmena), obteniendo un 100 % de mortalidad sin perjudicar a las abejas, el propóleo y la miel, lo que le permite a este insecto seguir con sus actividades normales, controlando la plaga de forma biológica y no química.

El amplio rango de hospedantes de los hongos entomopatógenos y su facilidad para producir epizootias en condiciones naturales (Moore *et al.*, 1996) apoya la hipótesis de que estos hongos *B. bassiana*,

*M. anisopliae* y *L. lecanii* sean ampliamente utilizados a nivel mundial para la disminución de las poblaciones de ácaros fitófagos (Fragas *et al.*, 2006). Elósegui *et al.* (2003) plantearon además que *B. bassiana* es uno de los hongos entomopatógenos más usados a nivel mundial como control biológico debido a su estabilidad fuera del hospedante.

Los bioproductos disminuyeron significativamente el número de puesta con respecto al testigo, siendo los tratamientos con *L. lecanii* y *B. Bassiana* en los que se obtienen diferencias significativas a partir de las 48 horas con respecto al estándar *B. thuringiensis* cepa LBT-13. Esto puede estar dado por la mortalidad de las hembras tratadas con estos bioplaguicidas y a un efecto en la disminución del número de huevos que pueden ovipositar las hembras de *T. tumidus* (Fig. 3).

El efecto del *B. thuringiensis* cepa LBT-13 está dado por el efecto teratogénico que presenta dicha cepa, donde en los ensayos de lucha contra *T. tumidus* en plátano se observó que, además de la mortalidad directa en los ácaros tratados, las hembras vírgenes, que no

morían, disminuían su oviposición o no ovipositaron. Los estados que sobrevivieron presentaban anomalías típicas tales como alargamiento de la duración del

estado larval, afectación en el mecanismo motriz, en el proceso de muda y en la alimentación, lo que altera su tasa de multiplicación (Almaguel *et al.*, 1993).

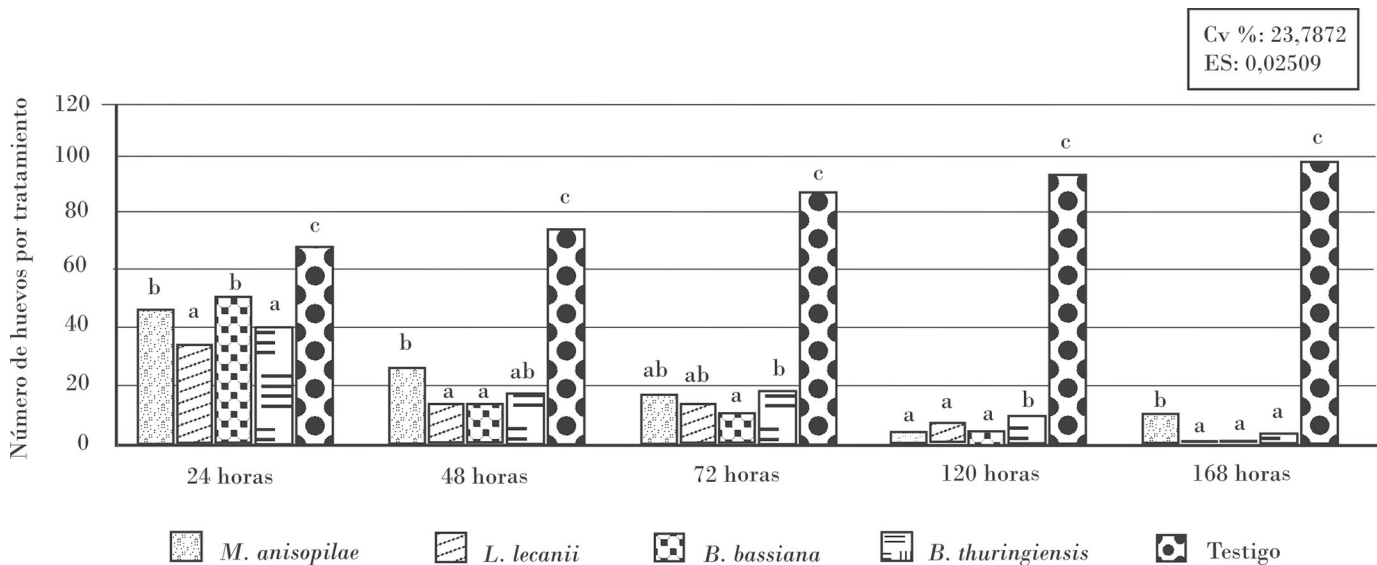


Figura 3. Efecto de los bioplaguicidas sobre el número de huevos puestos de *T. tumidus*.

Figure 3. Effect of biopesticides on the number of laid eggs of *T. tumidus*.

En el caso de los hongos entomopatógenos, según Farzaneh-Sadat *et al.* (2012) en experimentos realizados en condiciones de laboratorio, el período de desarrollo de los estadios inmaduros no es afectado por la acción del hongo *B. bassiana*, aunque existe diferencia en la duración del período larval. En hembras y machos la longevidad, el período de oviposición y la fecundidad es mucho más corto en los ácaros tratados, en los que se redujo hasta la mitad el número de puesta desde

las 48 horas de haberse aplicado los hongos entomopatógenos.

En los resultados obtenidos sobre la fase de huevo (Fig. 4), los porcentajes de eclosión en los diferentes tratamientos difieren estadísticamente del testigo sin tratar y del estándar de producción LBT-13. Solo aproximadamente el 50 % de los huevos eclosionó en los tratamientos realizados con *B. bassiana* y *L. lecanii*.

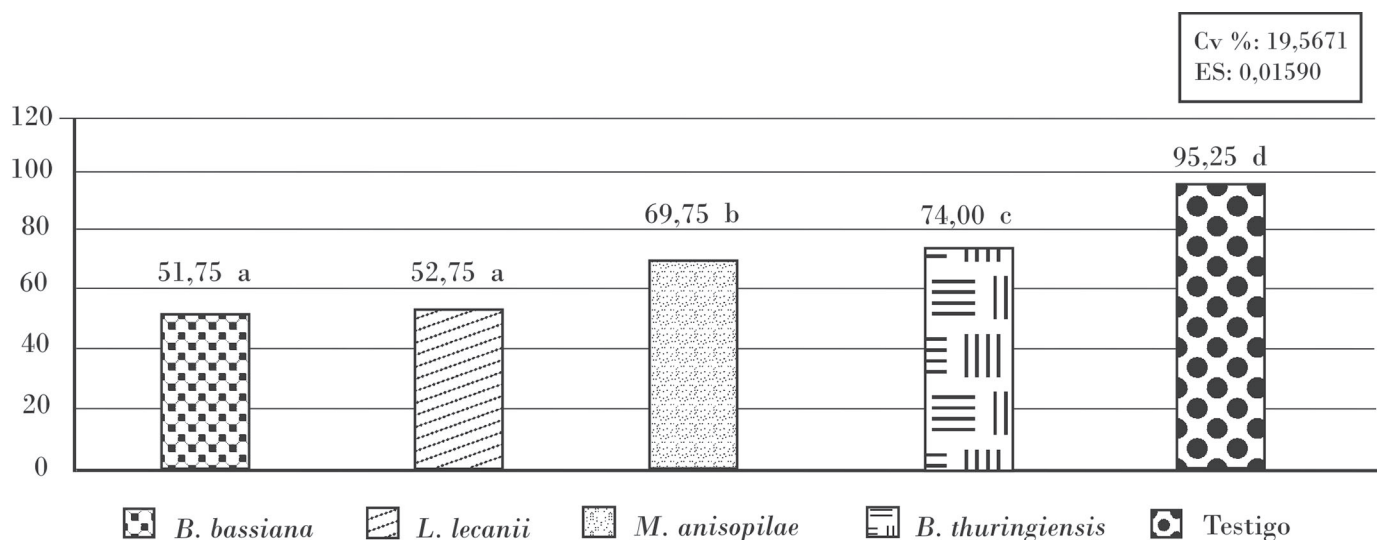


Figura 4. Porcentaje de eclosión de los huevos de *T. tumidus*.

Figure 4. Percentage of hatching of *T. tumidus* eggs.

El efecto en la reducción de la eclosión de los huevos puede estar dada por el efecto que tienen estos hongos en los adultos al reducir la oviposición y que los huevos no sean viables. Como plantea López (2015), en ensayos realizados con varias cepas de *M. anisopliae* para el control de *B. microplus* donde ocurre inhibición en la oviposición, en un 24 % y actividad patogénica en huevos y larvas del 99 y 100 %, respectivamente.

El número de larvas se ven afectadas significativamente en los diferentes tratamientos con hongos entomopatógenos con respecto al testigo (Fig. 5). Con respecto

al estándar de producción, en *B. thuringiensis* cepa LBT-13 se obtuvo resultados semejantes, dado porque estos organismos sintetizan sustancias que provocan que nazcan individuos débiles o toxinas que quedan en el alimento, contaminándolo, y por tanto provocar la muerte de los individuos. Como informaron Wang *et al.* (2005) donde los hongos entomopatógenos poseen la capacidad de sintetizar toxinas de baja toxicidad y de elevada acción insecticida, acaricida y nematocida que son utilizadas en las relaciones patógeno-hospedero y debilitan al hospedero.

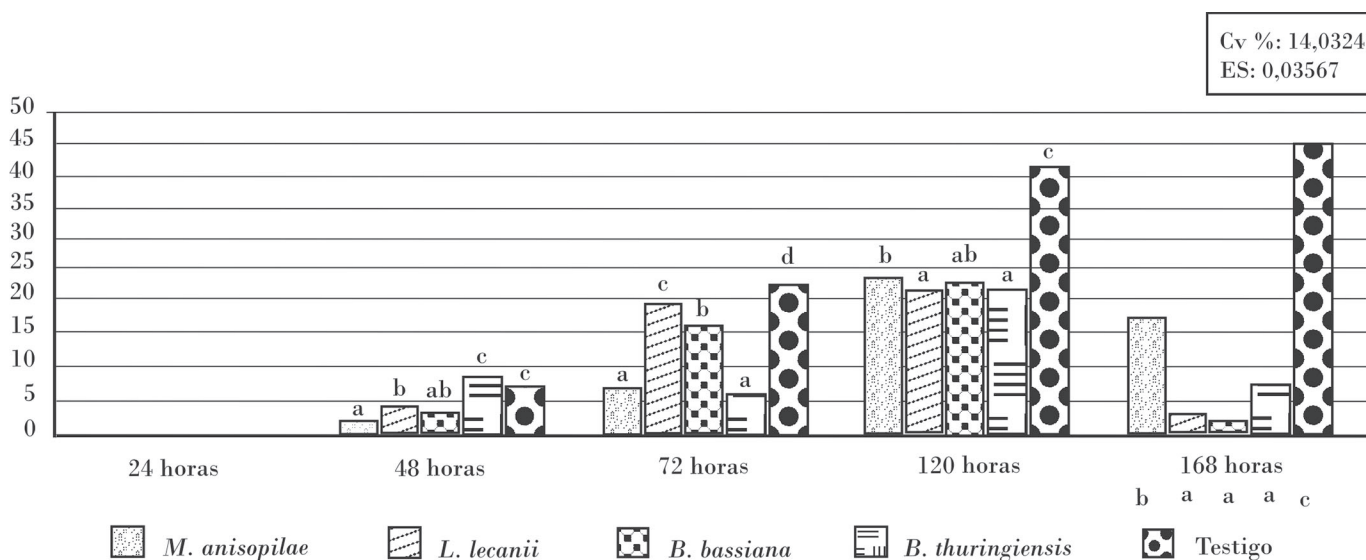


Figura 5. Promedio de larvas de *T. tumidus* emergidas en los diferentes tratamientos.  
 Figure 5. Average larvae of *T. tumidus* emerged in the different treatments.

Resultados semejantes obtuvo Souza *et al.* (2005) al utilizar *M. anisopliae* para el control de *B. microplus*, donde hubo una reducción significativa ( $p < 0,05$ ) de un 87 a un 94 % de las poblaciones de larvas después de aplicados los adultos con el hongo, así como Soares *et al.* (2004) en ensayos realizados con varios aislados de *B. bassiana* y *M. anisopliae* para el control del ácaro verde *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae), donde obtuvieron un control del 97,0 % con mortalidad confirmada de adultos del 9,0 al 91,0 %, y en larvas del 8,0 al 45,0 % a 8,6 y 19,8 días de aplicados los tratamientos, siendo los aislados de *B. bassiana* los que ejercieron un mayor control que los aislados de *M. anisopliae*.

En experimentos realizados por Kirkland *et al.* (2004) para el control de *Amblyomma maculatum* Koch y *A. americanum* L. (Acari: Ixodidae), las larvas y ninfas presentaron mayor susceptibilidad a estos

hongos entomopatógenos que los adultos, así como Gindin *et al.* (2002), que reportan que todos los estadios inmaduros de *Hyalomma excavatum* Koch (Acari, Ixodidae) es más susceptible a la infección por *M. anisopliae* que los adultos. No siendo así para el caso de los ácaros *T. urticae* y *M. tanajoa* (Acari: Tetranychidae), donde los estadios inmaduros presentan menor susceptibilidad a la infección con *B. bassiana* y *Neozygites floridana* (Fisher) (Entomophthorales, Neozygitaceae) que los adultos (Saénz-de-Cabezón *et al.*, 2003).

En trabajos realizados por Wekesa *et al.* (2006) se evaluó la mortalidad y fecundidad de *T. evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) con *B. bassiana* y *M. anisopliae*. Estos arrojaron que la mortalidad de las larvas, protoninfas y deutoninfas fueron elevadas y presentaron diferencias significativas con respecto a la mortalidad en adultos en las diferentes cepas

evaluadas, logrando una mortalidad del 50 % de la población a cinco o seis días después de ser aplicados. Además, las deutoninfas tratadas que llegaron a hembras adultas con respecto al control redujeron significativamente el número de puestas.

El manejo de los factores que inciden en la selectividad, junto con el seguimiento de la evolución de las plagas y sus enemigos naturales, favorecen la compatibilidad entre productos fitosanitarios y organismos beneficiosos (Montoya *et al.*, 2013; Bernardi *et al.*, 2013), por lo que el uso de estos bioproductos sería una herramienta efectiva en el control de fitoácaros como mencionan Fernández *et al.* (2003), que plantean que estos organismos son una alternativa para el control efectivo de plagas dentro de un programa de manejo integrado, así como Motta y Betselene (2011) y Reddy *et al.* (2014), quienes señalan que son capaces de regular los sistemas agroecológicos al mantener las plagas en niveles adecuados, donde el empleo de *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *L. lecanii* de manera integrada con insectos predadores puede ser una alternativa viable por la compatibilidad de los hongos entomopatógenos con predadores y parásitos (Souza *et al.*, 2014).

## CONCLUSIONES

- Los hongos entomopatógenos *M. anisopliae*, *L. lecanii* y *B. bassiana* para el control de *T. tumidus* muestran una alta efectividad, cuando a partir de las 72 horas de evaluados se observa que *B. bassiana* y *L. lecanii* muestran resultados semejantes al estándar de producción, continuando su efectividad al alcanzar valores por encima del 90 % en los tres entomopatógenos a los 10 días de evaluados, y superiores a los alcanzados por el *B. thuringiensis*.
- Los diferentes bioproductos disminuyeron la oviposición, porcentaje de eclosión y el número de larvas de *T. tumidus*, siendo los tratamientos con *B. bassiana* y *L. lecanii* los de mejores resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbott WS, 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomology*. 18, 265–267.
- Abolins, S.; Thind, B.; Jackson, V.; Luke, B.; Moore, D.; Wall, R. *et al.* 2007. Control of the sheep scab mite *Psoroptes ovis* in vivo and in vitro using fungal pathogens. *Veterinary Parasitology*, v. 148, n. 3/4, p. 310-317, <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.06.008>. (Revisado: 4 de febrero 2015).
- Alayo-Aguirre, E P. y J H. Wilson-Krugg. 2014. Efecto de *Lecanicillium lecanii* y *Beauveria bassiana* sobre el ácaro *Panonychus citri* en condiciones de laboratorio. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. REBIOL, Perú, 34(1): 42-50, enero-junio.
- Almaguel, Lérida; González, Nancy; Fernández - Larrea, Orietta; Massó, Elina; Roselló, Bárbara; Márquez, M<sup>a</sup> Elena. 1993. *Bacillus thuringiensis* Berliner cepa LBT-13 en programas de luchas contra ácaros en cítricos, plátano y papa. Informe al VIII Forum de Ciencia y Técnica, INISAV. P: 37.
- Almaguel Rojas, Lérida. 2004. Morfología, Taxonomía y Diagnóstico Fitosanitario de ácaros de importancia agrícola. Curso Introductorio a la Acarología. 83 p.
- Almaguel Rojas Lérida, P. de la Torre Santana, Zuleika Gutiérrez Martínez, Aurora Suárez, L. R.I Machado, B Roselló, M Santos Gotera, Yunaisy Díaz Finalé; L Álvarez. 2014. Manual de Acarología Agrícola. La Habana, p: 341.
- Bernardi D, Botton M, Cunha US, Bernardi O, Malausa T, Garcia MS, Nava DE. 2013. Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. *Pest Manage Sci*. 69:75–80.
- Bettio W, Rivera MC, Mondino P, Montealegre A, Jaime R, Colmenares YC, editores. 2014. Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe. CDU 632.937, 404 p.
- Cáceres, Idalia; Pérez, R.; Almaguel, Lérida 1993. Evaluación económica de las pérdidas causadas por *T. tumidus* Banks en el cultivo del plátano. *Protección de plantas*, 3(1): 7 pp.
- Cañedo V., Ames T. 2004. Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. pp. 62.
- Carrillo-Rayas María Teresa, Alejandro Blanco-Labra. 2009. Potencial y Algunos de los Mecanismos de Acción de los Hongos Entomopatógenos para el Control de Insectos Plaga Vol. 19 no. 2, mayo-agosto.
- Chacin Zambrano, Christian, Francys Lilibiana Duarte, Lisbeth Carolina Reyes. 2013. Evaluación del efecto de *Beauveria bassiana* en el control biológico de *Varroa destructor*, parásito de la abeja melífera (*Apis mellifera*) en la finca Felisa en el municipio de los Patios, Norte de Santander. <http://innovaciencia.udes.edu.co/images/v1n1a2013/v1n1a2013art3.pdf>. (Revisado: 4 de febrero 2015).
- Chávez I E, S Rodríguez Navarro, L C Sánchez Pérez, A Hamdan Partida, J E Barranco Florido. sep.-dic. 2014. Actividad insecticida *in vitro* de extracto crudo de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin sobre larvas de *Phyllophaga* spp. (Harris). *Rev. Protección Veg.*, vol. 29. no. 3, 226:230. La Habana.
- Elósegui Orestes, Carmen Nieves, Raysa Díaz, Noris Bel Padrón y Aidanet Carr. junio 2003. Comportamiento del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. cepa LBb-1 en agar sabouraud dextrosa producido en cuba. *Fitosanidad*. vol. 7, no. 2. pp. 49-53.
- Fabián Fernández, Diego Fernando Mera, Luis Fernando Lenis, Johannes Delgado, Raúl Alberto Cuervo. dic 2015. Elaboración de bioinsecticida a partir de los hongos *Beauveria bassiana* y *Trichoderma lignorum* para el control de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*). *Rev. Protección Veg.*, vol. 30 Número Especial (diciembre, 2015): 79. La Habana.
- Farzaneh-Sadat Seyed-Taleb, Katayoon Kheradmanda, Reza Talei-Hassanlouib Khalil Talebi-Jahromib. March 2012. Sublethal effects of *Beauveria bassiana* on life table parameters of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) a) Department of Plant Protection, College of Abureyhan, University of Tehran, Pakdasht, Iran; b) Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, *Biocontrol Science and Technology*, vol. 22, No. 3, p 293-303.

- Fernández E, O Fernández-Larrea y R Núñez. 2003. Influencia de los nutrientes sobre la velocidad de crecimiento de *Bacillus thuringiensis* LBT-25, *Fitosanidad*, vol. 7, no. 2, p: 43-49. Cuba.
- Fernández, C.; Juncosa, R. Biopesticidas. 2002: ¿La agricultura del futuro? *Phytoma*, vol. 141, p. 14 – 19.
- Fragas, I. Gema, G. F.; Hidalgo, L. 2006. Formulación de hongos entomopatógenos como control biológico. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. La Habana, Cuba. <<http://appaperu.org/appa2002/invpdf/sani/85Sanal.pdf>> Fecha último acceso: [15-dic-2006].
- Frazzon, A. P. G.; Vaz Junior, I. D. S.; Masuda, A.; Schrank, A.; Vainstein, M. H. 2000. In vitro assessment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus*. *Veterinary Parasitology*, v. 94, n. 1/2, p: 117-125. [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4017\(00\)00368-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00368-X)
- García Gutiérrez y Gonzales C.; Maldonado M. B. González. 2010. Uso de bioinsecticidas para el control de plagas de hortalizas en comunidades rurales. *Ra Ximhai*, v. 6, n. 1, p: 17-22.
- Gato Cárdenas Y, M E. Márquez Gutiérrez, Y Baró Robaina, Á Porras González, Y Ulloa Martín, Y Quesada Mola. ene.-abr. 2016. Caracterización de aislados cubanos del complejo de especies *Metarhizium anisopliae* con actividad patogénica frente a *Cylas formicarius* Fabricius (Coleoptera: Brentidae). *Rev. Protección Veg.*, vol.31, no.1. p: 50-56. La Habana.
- Gauss, C.L.B.; Furlong, J. 2002. Comportamiento de larvas infestantes de *Boophilus microplus* em pastagem de *Brachiaria decumbens*. *Ciencia Rural*, v.32, p: 467-472.
- Gindin G, Samish M, Zangi G, Mishoutchenko A, Glazer I, 2002. The susceptibility of different species and stages of ticks to entomopathogenic fungi. *Exp. Appl. Acarol.* 28, 283–288.
- Giraldo J. 2009. Uso de hongos entomopatógenos en el control de ectoparásitos. Universidad del Tolima. Artículo de divulgación, Revista Ganadero. Tolima, Colombia. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/sanidad/articulos/uso-hongos-entomopatogenos-controlt2540/p0.htm> (Revisado: 4 de febrero 2015).
- Goff GJL, Hance T, Detrain C, Deneubourg JL, Maillieux AC. 2014. Impact of living with kin/non-kin on the life history traits of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Exp Appl Acarol.*;63(1):37-47.
- Infoagro Control biológico en hortalizas. ([http://www.infoagro.com/hortalizas/lucha\\_biolgica\\_tuta\\_absoluta.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/lucha_biolgica_tuta_absoluta.htm)) (Revisado: 4 de febrero 2015).
- Kirkland BH, Cho E-M, Keyhani NO, 2004. Differential susceptibility of *Amblyomma maculatum* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) to the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Biol. Control.* 31: 414-421.
- López Valencia Gustavo. Epidemiología, Diagnostico y Control de Enfermedades parasitarias en bovinos. [https://books.google.com.cu/books?id=Htlxps44\\_WQC](https://books.google.com.cu/books?id=Htlxps44_WQC). Compendio no. 2 (Revisado: 15 junio de 2015)
- Malpartida-Zevallos J, M Narrea-Cangoy W Dale-Larraburre. 2013. patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., sobre el gusano defoliador del maracuyá *Dione juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae) en laboratorio. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú, *Ecología Aplicada*, 12(2): 36-41.
- Martínez M A, M del Toro, A Sánchez, F Rodríguez, J Arevalo.set.-dic 2017. Efecto de *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & W. Gams cepa VL-01 sobre *Myzus persicae nicotianae* Blackman (Hemiptera: Aphididae) en condiciones de laboratorio. *Rev. Protección Veg.* vol. 32. no. 3. pp. 1-5, La Habana.
- Matthes D, Richter L, Müller J, Denisiuk A, Feifel SC, Xu Y. et al., 2012. In vitro chemoenzymatic and in vivo biocatalytic syntheses of new beauvericin analogues. *Chem Commun.* 48:5674-5676.
- Molina Campos Nélide Sonia. 2010. Control de *Varroa Destructor* Anderson & Trueman en *Apis Mellifera* L. Con el aislamiento qu-m845 de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) sorokin, en condiciones de campochile. [Http://www.bibliodigital.udec.cl/sdx/udec4/tesis/2010/molina\\_n/doc/molina\\_n.pdf](http://www.bibliodigital.udec.cl/sdx/udec4/tesis/2010/molina_n/doc/molina_n.pdf) (Revisado: 15 junio de 2015).
- Montoya A, Rodríguez H, Posos P. 2013. Selectividad de *Amblyseius largoensis* (Muma) a productos fitosanitarios en la producción protegida de pimiento (*Capsicum annum* L.) *Rev. Protección Veg.* 28(1):65-69.
- Moore, D.; P. M. Higgins; C. J. Lomer. 1996. Effects of Simulated and Natural Sunlight on the Germination of Conidia of *Metarhizium flavoviride* Gams and Rozsypal and Interactions with Temperature, *Biocontrol Science and Technology* 6: 63-76.
- Motta-Delgado P A, Betselene MO. 2011. Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de Plagas. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 6, n. 2. 45-53.
- Pérez R, Almaguel L, Cáceres I, Feitó E, de la Torre E. 2015. Los depredadores de *Tetranychus tumidus* Banks en Cuba. (En línea). Disponible en: <http://agris.fao.org/?query=%2BcitationTitle> (Consultada: 21 de mayo de 2015).
- Reddy G, Zhao Z, Humber R. Laboratory and field efficacy of entomopathogenic fungi for the management of sweet potato weevil, *Cylas formicarius* (Coleoptera: Brentidae). *Journal of Invertebrate Pathology.* 2014; 122:10-15.
- Sung Il KimHyun-Na KooYeseul ChoiBueyong ParkHyun Kyung KimGil-Hah Kim. 05 January 2019. Acequinocyl Resistance Associated With I256V and N321S Mutations in the Two-Spotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, Volume 112, Issue 2, April 2019, Pages 835-841.
- Saba, F. 1974. Life history and population dynamics of *Tetranychus tumidus* in Florida (Acarina: Tetranychidae). *The Florida Entomologist*, Vol. 57, No. 1, pp. 47-63. Published by: *Florida Entomological Society*. Article Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/3493833>. (Consultado: 3 de febrero de 2015).
- Soares Barreto Rodrigo; Edmilson Jacinto Marques; Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr.; José Vargas de Oliveira Nov./Dec. 2004. Selection OF *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. for the control of the mite *Mononychellus tanajoa* (Bondar) *Sci. Agric.* (Piracicaba, Braz.), v.61, n.6, p.659-664.
- Saénz-de-Cabezón Irigaray FJ, Marco-Mancebó V, Pérez-Moreno I, 2003. The entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and compatibility with triflumeron: effects on the twospotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Biol. Control* 26, pp. 168-173.
- Schlesener DCH, Duarte AF, Guerrero MFC, Cunha US, Nava DE. 2013. Efeitos do nim sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e os predadores *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (Mcgregor) (Acari: Phytoseiidae). *Rev. Bras. Frutic.* 35:59-66.
- Slavimira A. Draganova , Spaska A. Simova. 2010. Susceptibility of *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) to Isolates of Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* *Plant Protection Institute, 35 Panayot Volov Str., 2230 Kostinbrod, Bulgaria.* *Pestic. Phytomed.* (Belgrade), 25(1), 51-57.
- Souza Basso Lúcia Mara de; Antonio Carlos Monteiro; Marco Antonio de Andrade Belo; Vando Edesio Soares; Marcos Valério Garcia; Dinalva Alves Mochi. June 2005. Controle de larvas de *Boophilus microplus* por *Metarhizium anisopliae* em pastagens infestadas artificialmente. *Pesq. Agropec. Brasília*, vol. 40 no.6. p.595-600, Brasília.
- Souza R, Azevedo R, Lobo A, Rangel D. Conidial water affinity is an important characteristic for thermotolerance in entomopathogenic fungi. *Biocontrol Science and Technology.* 2014; 24(4):448-461.

- Stamets, P. E. 2003. Mycopesticides. US Patent 6660290.
- Torres M, Cortéz H, Ortiz C, Capello S, de la Cruz A. Caracterización de aislamientos nativos de *Metarhizium anisopliae* y su patogenicidad hacia *Aneolamia postica*, en Tabasco, México. *Revista Colombiana de Entomología*. 2013;39(1):40-46.
- Wang L, Huang J, You M, Guan X, Liu B. 2005. Effects of toxins two strains of *V. lecanii* (Hypomycetes) on biotributes of predatory ladybeetle, *Delphastus catalinae* (col. Coccinellidae). *J. Appl. Entomol.* 129: 32-38.
- Wekesa V. W.;M. Knapp, N. K. Maniania and H. I. Boga1. 2006. Effects of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on mortality, fecundity and egg fertility of *Tetranychus evansi*. *J. Appl. Entomol.* 130(3), 155-15.
- Yousef M, Lozano-Tovar MD, Garrido-Jurado I, Quesada-Moraga E. Biocontrol of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) with *Metarhizium brunneum* and Its Extracts. *Journal of Economic Entomology*, 2013; 106 (3):1118-1125.