

CONTROL BIOLÓGICO DE GARRAPATA (*Boophilus* spp.) CON DIFERENTES CEPAS DE *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin EN BOVINOS

BIOLOGICAL CONTROL OF TICKS (*Boophilus* spp.) WITH DIFFERENT STRAINS OF *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin IN CATTLE

Martínez-Tinajero, J.J.¹; Izaguirre-Flores, F.^{1*}; Aguirre-Medina, J.F.¹; Ley de Coss, A.¹; Osorio-López, M.W.²; Jáuregui-Jiménez, R.².

¹Cuerpo Académico de Ganadería Tropical Sustentable, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Costera, Huehuetán, Chiapas, México. ²Centro Universitario de Oriente CUNORI de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Chiquimula, Guatemala, C.A.

*Autor responsable: fizaguirreflores@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar cuatro cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metschincoff) Sorokin para el control garrapatas del género *Boophilus* spp., se seleccionaron dos cepas de garrapatas para su evaluación en su fase adulta sobre terneros parasitados. Se utilizó un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y diez repeticiones. En esta fase las cepas PLH y CH 93-3 fueron las que mostraron la mayor efectividad, por lo que fueron evaluadas en garrapatas adultas sobre terneros previamente parasitados; en la prueba *in vivo* se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, cuatro tratamientos (Las dos cepas seleccionadas, un compuesto químico y un placebo a base de agua) y ocho repeticiones. Los resultados mostraron que las dos cepas evaluadas presentaron una efectividad del 50% con respecto al producto químico.

Palabras clave: Garrapatas, cepa, ectoparásitos, terneros, anemia.

ABSTRACT

With the objective of analyzing four strains of the fungus *Metarhizium anisopliae* (Metschincoff) Sorokin used to control ticks of the genus *Boophilus* spp., two tick strains were selected for their assessment during their adult phase on parasitized calves. A completely randomized design with six treatments and ten repetitions was used. In this phase, the PLH and CH 93-3 strains showed the greatest effectiveness, so they were evaluated as adult ticks on calves that had been previously parasitized; during the *in vivo* test, a completely randomized design was used, with four treatments (the two strains selected, one chemical compound and a water-based placebo), and eight repetitions. The results showed that the two strains evaluated presented an effectiveness of 50% with regard to the chemical product.

Key words: ticks, strain, ectoparasites, calves, anemia.



INTRODUCCIÓN

Las garrapatas son parásitos que se alimentan de sangre de animales vertebrados. De las tres familias existentes, se han identificado en el mundo 19 géneros y más de 800 especies, correspondiendo 636, a la familia Ixodidae (Soulsby, 1988). Para América se han identificado 170 especies, de las cuales 48 pertenecen al género *Ixodidae* spp., y en Guatemala, se han identificado 13 especies de las cuales *Boophilus microplus* y *Amblyoma cajennense*, son las de mayor importancia económica para la ganadería, ya que además del daño que provocan, transmiten enfermedades de importancia económica, como la anaplasmosis y piroplasmosis bovina (Prodesa, 1988). Las garrapatas se han logrado adaptar a una gran variedad de hábitats y además poseen una distribución cosmopolita. Los hospederos parasitados por garrapatas presentan una variedad considerable, desde las asociadas a un hospedero en particular, como el caso del *Boophilus* spp. con los bovinos, hasta aquellas con un amplio rango de hospederos como *Amblyoma cajennense* con mamíferos, aves, batracios, roedores y reptiles (Prodesa, 1988).

El uso de garrapaticidas de origen químico, así como la falta de alternativas en el mercado llevan a que sea necesario desarrollar opciones que sean efectivas en el control de las garrapatas, que no contaminen los productos de la explotación bovina y que a la vez sean inocuas al medio ambiente. Los hongos entomopatógenos tienen gran potencial como agentes controladores, constituyendo un grupo con más de 750 especies, diseminados en el medio ambiente y provocando infecciones fúngicas a poblaciones de artrópodos (Pucheta *et al.*, 2006). López y Hans (2001) mencionan que entre los géneros más importantes de hongos entomopatógenos se encuentran: *Metarhizium* spp., *Beauveria* spp., *Aschersonia* spp., *Entomophthora* spp., *Zoophthora* spp., *Erynia* spp., *Eryniopsis* spp., *Akanthomyces* spp., *Fusarium* spp., *Hirsutella* spp., *Hymenostilbe* spp., *Paecilomyces* spp., y *Verticillium* spp., mientras que para la FAO (2003) los géneros de importancia son *Metarhizium* spp., *Beauveria* spp., *Paecilomyces* spp., *Verticillium* spp., *Rhizopus* spp. y *Fusarium* spp. Como respuesta a lo anterior se evaluó eficiencia y efectividad de cuatro cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) como una alternativa de bajo costo e inocua al ambiente, como control para garrapata *Boophilus* spp., en condiciones *in vitro*,

en su fase de vida libre e *in situ*, en su etapa parasitaria en bovinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Centro Universitario de Oriente (CUNORI) localizado en el municipio de Chiquimula, Guatemala (12° 47' 58" N y 89° 31' 05" O) a 320 m de altitud. El municipio se ubica en la zona de vida de bosque seco subtropical con una temperatura mínima de 19 °C, una máxima de 42 °C y precipitación promedio de 850 mm anuales (Cruz, 1982).

Desarrollo experimental

Se determinó *in vitro* la efectividad de cuatro cepas del hongo *Metarhizium* spp. sobre larvas (L1) de garrapatas del género *Boophilus* spp. obtenidas a partir de la incubación en laboratorio para ser inoculadas con una solución estandarizada del hongo en suspensión. En una segunda fase se evaluó con terneros estabulados utilizados como hospederos para el desarrollo de las larvas sembradas en campos delimitados por cámaras instaladas en los mismos, donde se efectuó la aplicación del hongo de las cepas que resultaron más efectivas durante la fase *in vitro*.

Manejo *in vitro*

Se recolectó, identificó, cultivó y reprodujo garrapatas del género *Boophilus* spp. con el propósito de obtener una población homogénea para la aplicación de las cepas de *Metarhizium* spp. La recolección de las hembras repletas o teleóginas, se llevó a cabo en fincas con ganado de doble propósito del municipio de Chiquimula, provenientes de bovinos parasitados; las garrapatas colectadas fueron identificadas y trasladadas posteriormente a una cámara de incubación construida para ese fin, a una temperatura entre 27 °C y 30 °C con humedad relativa promedio de 85%, para que las garrapatas repletas finalizaran su ciclo de vida dentro de frascos de vidrio con papel absorbente en el fondo, hasta llegar a la oviposición la cual se produjo



entre el segundo y quinto día posterior a la introducción de las teleóginas en la cámara de incubación.

Al finalizar la oviposición se retiraron los cadáveres de las hembras repletas y se continuó con el proceso de espera de la eclosión de las larvas (L_1), periodo que duró entre 14 y 16 días. Un día después de iniciada la eclosión de las larvas se procedió a cerrar la boca de los frascos con papel filtro y adhesivo a base de silicón para evitar el escape de las larvas de sus frascos. Las larvas estuvieron en ambiente de 85% y 100% de humedad relativa y se esperó un periodo de entre 14-18 días para obtener un mejor desarrollo de las larvas antes de la inoculación, con soluciones de las cuatro cepas del hongo a prueba.

Manejo del hongo *Metarhizium* spp.

Las cuatro cepas iniciales provinieron de laboratorios comerciales, como el del Ingenio La Unión y el CEN-GICAÑA que proporcionaron las cepas PLH y CH 93-3, respectivamente; y el del Agrícola El Sol, que aportó las cepas AESCHS y AESGC. Para llevar a cabo la inoculación de las larvas (L_1) de las garrapatas con el hongo, las cepas fueron estandarizadas mediante reproducción y multiplicación.

La unidad experimental fue formada por frascos de vidrio, conteniendo no menos de 1,100 larvas de garrapatas del género *Boophilus* spp., eclosionadas de los huevos de dos teleóginas, colocadas en un frasco de vidrio para el desarrollo controlado de su ciclo evolutivo, dispuestos dentro de una cámara de incubación con ambiente controlado. Se utilizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y 10 repeticiones, cuyos tratamientos correspondieron a las cuatro cepas del hongo en estudio, un grupo testigo a base de Amitraz y un placebo. El modelo lineal utilizado en la prueba *in vitro* fue: $Y_{ij} = \mu + \theta_i + \sum(a) + \tau_j + \theta\tau_{ij} + \sum_{ij}$, donde: Y_{ij} =variable respuesta.

μ =efecto de la media poblacional. θ_i =efecto del periodo de incubación del hongo sobre la L_1 de la garrapata. $\sum(a)$ =error asociado a los perio-

dos de incubación. τ_j =efecto de las cepas evaluadas. $\theta\tau_{ij}$ =efecto de la interacción entre el periodo de incubación y las cepas. \sum_{ij} =error experimental asociado a las unidades experimentales. Los tratamientos evaluados fueron T1=Amitraz, T2=Placebo, T3=PLH, T4=CH 93-3, T5=Cepa A.S.G.C y T6=Cepa A.E.S.CH.S.

En las pruebas *in vitro* se efectuaron conteos a las 48 y 96 horas después de la aplicación de los tratamientos sobre las larvas de garrapatas para evaluar el periodo de incubación del hongo. Posteriormente se obtuvieron los porcentajes de larvas muertas de cada uno de los tratamientos evaluados en relación con el número total de larvas; estos porcentajes fueron transformados mediante el arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción. Los conteos se hicieron con el estereoscopio a 40X y para determinar el crecimiento de micelio en fase de desarrollo sobre las larvas de garrapata con microscopio a 10X. Los porcentajes de las larvas de garrapata (L_1) muertas de cada uno de los periodos de incubación transformados mediante el arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción fueron sometidos a un análisis de varianza y las diferencias estadísticas entre los factores y su interacción fueron analizadas con el procedimiento de comparación de medias mediante la prueba Tukey, con un nivel de 0.05 de significancia.

Evaluación *in vivo*

Se adquirieron ocho bovinos, jóvenes encastados con peso promedio de 195 kg vivo, que fueron estabulados individualmente y alimentados con forraje verde picado *ad libitum*, durante el tiempo que duró el experimento. Previo a la fase de experimentación se aplicó un periodo de adaptación de los animales que incluyó aplicación de vacunas (Ántrax, Pierna Negra y Edema Maligno) vía parenteral y desparasitante oral a base de Albendazole (12 mg kg^{-1}). Para mantener libre de garrapatas a los bovinos se aplicó Amitraz mediante aspersión en dosis de 2 ml L^{-1} de agua, tres semanas antes del experimento.

Cámaras de tela sobre los bovinos

Para la siembra de larvas se elaboraron 32 cámaras de tela de 20 centímetros de diámetro cada una, adheridas con pegamento de contacto en las regiones escapular y fosa paralumbar en ambos flancos de los animales, numeradas del uno al cuatro, iniciando por el lado izquierdo anterior, y en cuyo interior se llevó a cabo la siembra de las larvas de garrapata en fase de vida libre (L_1) que parasitaron al bovino huésped, desarrollándose hasta la fase de teleógina o hembra



repleta. En total se efectuaron dos siembras con un intervalo de 48 horas en las cámaras instaladas sobre los bovinos. Una vez ya colocadas en los bovinos, se inició el proceso de siembra y desarrollo de las larvas de garrapatas dentro de las cámaras. Para tal efecto se realizaron dos siembras, agregando a cada cámara las larvas nacidas de dos teleoginas adultas, cuya producción promedio se estimó en al menos 1,700 larvas por garrapata adulta. Se efectuaron dos eventos de siembra con intervalos de tres días entre sí (Figura 1).

Manejo del Hongo *Metarhizium anisopliae*

Para llevar a cabo las aplicaciones en la prueba de campo, previamente se seleccionaron dos cepas del hongo *M. anisopliae*, las cuales mostraron mejores resultados en la prueba *in vitro* y fueron sometidas a un proceso de revigorización a través de repetir fases de multiplicación y desarrollo para la aplicación en la prueba *in vivo*. La unidad experimental fue constituida por una cámara de tela de forma circular de 20 centímetros de diámetro adherida a la piel de los terneros que sirvieron de huéspedes para la siembra de no menos de 7,000 larvas de garrapata del género *Boophilus* spp, colocadas en dos siembras. Los tratamientos fueron las dos cepas del hongo que resultaron más efectivas en la fase *in vitro*, un tratamiento testigo a base de un garrapaticida y un placebo con materia inerte (T1=Amitraz, T2=Placebo, T3=PLH, T4=CH 93-3, respectivamente).

Diseño experimental y análisis de datos

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y ocho repeticiones, con el modelo: $Y_{ij} = \mu + \theta_i + \theta_j(\beta_j) + \tau_k + \theta\tau_{ijk} + \sum_{ijk}$; donde: Y_{ijk} =variable respuesta. μ =efecto de la media poblacional. θ_i =efecto del período de incubación del hongo sobre la garrapata en su fase parási-

ta. $\theta_j(\beta_j)$ =efecto anidado de los períodos de incubación dentro de las repeticiones. τ_k =efecto de las cepas evaluadas. $\theta\tau_{ijk}$ =efecto de la interacción entre el período de incubación y las cepas. \sum_{ijk} =error experimental asociado a las unidades experimentales. Se efectuó un conteo de garrapatas al momento del apareamiento de las primeras teleogías previo a la aplicación; posteriormente se efectuaron conteos diarios de garrapatas vivas y muertas por cámara/tratamiento durante, 24, 48, 72, 96 y 120 horas con el fin de evaluar el período de incubación del hongo y su efecto en los diferentes periodos. Finalmente se obtuvieron porcentajes totales de garrapatas vivas y muertas de cada tratamiento, transformados mediante el arco seno de la raíz cuadrada de la proporción, y fueron sometidos a un análisis de varianza y comparación de medias (prueba Tukey) a 0.05 de significancia.

Variables

Porcentaje de efectividad en la prueba *in vitro*

Se determinó efectuando el conteo del total de larvas dentro de cada unidad experimental y estableciendo el número de larvas de garrapata del género *Boophilus* que mostraron infestación del hongo manifestado mediante crecimiento de micelio, desarrollo de conidios y penetración de la cutícula; esto con el apoyo de estereoscopio y microscopio.

Porcentaje de efectividad en la prueba *in vivo* y de eficiencia

Se determinó efectuando un conteo previo a la aplicación de los tratamientos y luego cada 24 horas por cinco días para establecer el número de garrapatas adultas muertas y vivas que aún se hospedaban en cada cámara. El porcentaje de eficiencia de los productos



Figura 1. A: Aplicación de larva (L1) de *Bophillus* spp., en bovinos. B: Terneros sometidos a la prueba de respuesta animal. C: Frascos conteniendo L1 de *Bophillus* spp., 4000 por unidad. D: Huevos de larva (L1) invadidos por el micelio de *Metarhizium anisopliae*.

obtenidos se determinó usando la fórmula: $PE=L1-L2/L1$, donde: PE =Porcentaje de eficiencia. $L1$ =Número de garrapatas antes de la aplicación. $L2$ =Número de garrapatas vivas post aplicación por cada lectura.

Características cualitativas

Éstas se determinaron mediante pruebas documentales de los efectos del hongo, principalmente durante la esporulación sobre la garrapata. Para verificar la infección del hongo sobre las garrapatas en la prueba *in vivo* se efectuó un muestreo de 10 garrapatas muertas por tratamiento, colocadas sobre cámaras húmedas para establecer si se realizaba desarrollo del micelio y posterior esporulación del hongo, a partir de lo cual se realizaron cortes histológicos que identificaron los daños ocasionados por el hongo sobre la cutícula de la garrapata.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de efectividad en la prueba *in vitro*

La prueba *in vitro* realizada para determinar la efectividad del *M. anisopliae*, en la L_1 de garrapatas del género *Boophilus* spp, mostró que los tratamientos tuvieron diferencias altamente significativas en la efectividad para el control de larvas del garrapata en estado de vida libre ($CV=8.82\%$). El comportamiento de los seis tratamientos aplicados en la prueba *in vitro* y su efectividad con respecto a los dos conteos llevados a cabo evidenciaron un incremento lineal de larvas muertas infectadas con respecto al incremento en el periodo de conteo, con porcentajes de 17.60% para la cepa proveniente de la Unión, 19.10 para la cepa de CENGICAÑA; 5.50 para la cepa AESGC y 7.30 para la cepa AESCHS, a las

96 horas post-aplicación. La Figura 2 muestra la diferencia entre tratamientos y entre las cuatro cepas sometidas a la prueba, de las cuales La Unión y CENGICAÑA fueron relevantes.

En un experimento llevado a cabo para determinar la efectividad de 12 cepas de *M. anisopliae* sobre hembras repletas de garrapatas del género *Boophilus* spp., Guedes-Frazon (2000) encontró que seis de las cepas ocasionaron ente 20 y 50% de infección a las teleóginas, entre el cuarto y el séptimo día post-aplicación de una suspensión de conidios a 10^6 y 10^5 conidios ml^{-1} . Moreno *et al.* (2001) evaluaron a *M. anisopliae*, *B. bassiana* y *Verticillium lecanii* sobre teleóginas de *Boophilus microplus*, donde *M. anisopliae* generó inhibición de 87% a concentración de 10^9 conidiosporas ml^{-1} . Posada y Lecuona (2009) evaluaron la efectividad de 259 aislados de *B. bassiana* obtenidos del suelo, de garrapatas muertas y de colección fúngica para el control de *B. microplus*, registrando que la CL_{50} para 98 de los aislados más virulentos fue de 1×10^7 y $1,15 \times 10^7$ conidios ml^{-1} . Fernández-Ruvalcaba *et al.* (2005) evaluaron la efectividad *in vitro* de *M. anisopliae*

a diferentes concentraciones en cepas de *B. microplus* resistente y sensible a organofosforados, hallando que una concentración de 10^8 esporas $\times ml^{-1}$ genera 100% de mortalidad a los 20 días postinfección. De igual manera, hubo reducción de los parámetros reproductivos con variación en las diferentes concentraciones (Cuadro 1).

Porcentaje de efectividad en la prueba *in vivo*

En la prueba *in vivo* realizada para determinar la efectividad de *M. anisopliae* en garrapatas del género *Boophilus* spp., en su fase parásita sobre huéspedes bovinos estabulados, se observó que los tratamientos mostraron diferencias altamente significativas en la efectividad (Cuadro 2). Es de hacer notar que el efecto placebo no fue la aplicación de dicho tratamiento, sino por el efecto animal de liberarse de las garrapatas. Sin embargo, el comportamiento de las cepas del hongo *M. anisopliae* evaluadas con respecto a su efectividad en los diferentes conteos efectuados post-aplicación demostraron que ambas aumentan de forma lineal, haciéndose más notorio a partir de las 72 horas. Además, se muestra



Figura 2. Garrapatas del género *Boophilus* spp. infectadas de *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff) y en pleno desarrollo de la fase de colonización (producción de conidios). Efecto de las hifas de hongo *Metarhizium anisopliae*, (Metschinkoff) sobre la cutícula de garrapatas adultas (corte histológico de la cutícula), CUNORI.

Cuadro 1. Análisis de varianza de la prueba *in vitro* para determinar la efectividad de seis tratamientos en el control de L₁ de garrapatas del género *Boophilus* spp.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Probabilidad	Significancia
Total	35	33251.108				
Periodo (A)	1	813.17	813.17	134.0157	0.0003	**
Error a	4	24.280	6.070			
Tratamiento (B)	5	31794.813	6358.963	1397.995	0.0000	**
A×B	5	527.325	105.465	23.186	0.0000	**
Error	20	90.973	4.549			

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. Efectividad de cuatro tratamientos en el control de garrapatas (*Boophilus* spp.), fase parásita en bovinos estabulados.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	Probabilidad	Significancia
Total	159					
Periodo (A)	4	7593.267	1898.317	49.979	0.0000	**
Periodo de bloques	35	1329.379	37.982			
Tratamiento (B)	3	32771.646	10923.882	280.219	0.0000	**
A×B	12	1190.086	99.174	2.544	0.0055	**
Error	105	4093.255	38.983			

Fuente: de elaboración propia, Coeficiente de Variación: 17.37 %.

la interacción existente entre las dos cepas de *M. anisopliae* revigorizadas con respecto al periodo post-aplicación, evidenciando una efectividad creciente en el tiempo, principalmente en la cepa proveniente de CENGICAÑA. En un experimento llevado a cabo para evaluar la posibilidad de incrementar la capacidad infecciosa de dos cepas de *M. anisopliae* sobre hembras repletas de garrapatas *Boophilus microplus*, Guedez-Frazon (2000) observó que después de infectar artificialmente teleóginas y a partir de ellas elaborar el inóculo para un segundo pasaje (proceso de revigorización), dos días después de la aplicación se presentó un porcentaje de efectividad de 84%, contrastando con 1.8% obtenido de las mismas cepas en la primera aplicación. En los trabajos realizados en animales, las variaciones en la efectividad de las cepas se pueden relacionar directamente con los factores climáticos y el lugar de procedencia de las cepas, ya que existen algunas que presentan una mayor tolerancia a altas temperatura y exposición a rayos UV (Fernández y Bittencourt, 2008; Biduchka *et al.*, 2001), así como al microambiente del animal, como la temperatura de la piel, ya que se ha demostrado que al

incrementarse la temperatura por encima de 34 °C, la germinación del hongo empieza a reducirse (Polar *et al.*, 2008).

Porcentaje de eficiencia

En función de los resultados se observa que las cepas La Unión y CENGICAÑA fueron las que mejor eficiencia mostraron en la evaluación *in vitro* y a partir de éstos se seleccionaron para ser evaluadas en la prueba *in vivo* o de campo. Los resultados mostrados en los Cuadros 3 y 4 evidencian el nivel de eficiencia de las cepas La Unión y CENGICAÑA, con porcentajes de 45% y 48% de lo registrado por el testigo a base de Amitraz.



Cuadro 3. Porcentaje de eficiencia (PE) de seis tratamientos evaluados *in vitro*, con base en sumatoria de conteos.

Indicador	Tratamientos					
	Amitraz	Placebo	La Unión	Cengicaña	AESGS	AESCHS
L1	9909.00	12299.00	13202.00	12164.00	16408.00	7763.00
L2	0.00	12175.00	11177.00	9886.00	15479.00	7163.00
PE	100	1.0082	15.3386	18.7274	5.6619	7.7290

Cuadro 4. Porcentaje de eficiencia (PE) de cuatro tratamientos evaluados *in vivo* con base en sumatoria de conteos.

Indicador	Tratamientos			
	Amitraz	Placebo	La Unión	Cengicaña
L1	107.00	192.00	145.00	155.00
L2	13.00	165.00	88.00	90.00
PE	87.8505	14.0625	39.3103	41.9355

Características cualitativas

En el efecto del *M. anisopliae* sobre la cutícula de la garrapata se observó una invasión de las hifas penetrando las membranas, rompiendo la continuidad del tejido; sin embargo, no se debe olvidar el efecto enzimático del hongo que a través de una histólisis favorece la penetración de las hifas y la degeneración hialina, que posiblemente sea de tipo extracelular por la precipitación de proteínas plasmáticas de los organelos que se han escapado de la pared celular de las garrapatas, ocurriendo la muerte por un proceso de consunción en la garrapata.

CONCLUSIONES

Las cuatro cepas del hongo *M. anisopliae* evaluadas en la prueba *in vitro* para el control de garrapatas en estado de larva (L_1) presentaron crecimiento de micelio sobre larvas de garrapatas del género *Boophilus* spp. En la prueba *in vitro* existieron diferencias altamente significativas entre las cuatro cepas del hongo y el control químico sobre la mortalidad de garrapatas en estado de larva (L_1); las cepas del hongo La Unión y CENGICAÑA evaluadas *in vitro* fueron las de mayor mortalidad sobre garrapatas en estado de larva (L_1) y en la prueba *in vivo* incrementaron su efectividad en el

control de garrapatas del género *Boophilus* spp. en su fase parásita, registrando hasta 50% de efectividad respecto al mostrado por Amitraz.

LITERATURA CITADA

- Bidochka M.J., Kamp A.M., Lavender T.M., Dekoning J, and De Croos J.N.A. 2001 Habitat association in two genetic groups of the insect atrogenic fungus *Metarhizium anisopliae*: Uncovering crypt species? *Applied Environmental Microbiology*; 67:1335-1342.
- CENGICAÑA. 1998 Manejo integrado de la chinche salivosa en caña de azúcar. Guatemala. COMIP, (Comité de Manejo Integrado de Plagas GT). 33 p.
- CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar Gt). 2002. Informe anual 2001-2002. Guatemala 58p.
- Cruz S., J.R. De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Dirección General de Servicios agrícolas. 42 p.
- Fernandez E.D., Bittencourt V.R.E.P. 2008 Entomopathogenic fungi against South American tick species. *Experimental Applied Acarology* 46:71-93.
- Fernández-Ruvalcaba M., Zhioua E., García-Vázquez Z. 2005 Infectividad de *Metarhizium anisopliae* en contra de cepas de garrapata *Boophilus microplus* sensible y resistente a los organofosforados. *Técnica Pecuaria en México*, v. 43, n. 3, p. 433-440.
- FAO. 2003 Resistencia a los antiparasitarios: estado actual con énfasis en América Latina. Roma: Dirección de producción y sanidad animal de la FAO. p. 33-35.



- Guedez-Frazon A.P. 2000. In vitro assesment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus* (en línea) Brazil, Veterinary Parasitology, ELSEVIER 105 p. Consultado 10 de junio 2012 disponible en: www.elsevier.com/locate/vetpar 39
- López-Llorca I.V., Hans-Börje J. 2001. Biodiversidad del suelo: control biológico de nematodos fitopatógenos por hongos nematófagos. Cuaderno de Biodiversidad, v. 3, n. 6, p. 12-15, Disponible en: <http://www.ua.es/es/informacion/biodiversidad/cuadbi06.pdf>. Acceso en: junio 2012.
- Moreno R., Hernández F., Benavides E.; Cotes A.M.; Romero A., Gómez E. I. García L.P. 2001 Evaluación *in vitro* de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Verticillium lecanii* para el control de la garrapata *Boophilus microplus* Canestrini (Mestastigmata: Ixodidae). In: CONGRESO SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA, 28., 8-10 de agosto 2001, Pereira. Resúmenes. Bogotá: SOCOLEN.
- Posada J.B., Lecuona R.E. 2009 Selection of native isolates of *Beauveria bassiana* (Ascomycetes: Clavicipitaceae) for the microbial control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). Journal of Medical Entomology, v. 46, n. 2, p. 284-291, <http://dx.doi.org/10.1603/033.046.0213>
- PRODESA. 1988. Resumen del estudio y proyecto de control de garrapatas en Guatemala, Guatemala. p. 26.
- Polar P., Moore D., Kairo M., Ramsuhbag A. 2008 Topically applied myco-acaricides for the control of cattle ticks: overcoming the challenges. Exp Applied Acarology 46:119-148.
- Puchera-Díaz M., Flores Macías A., Rodríguez-Navarro S., De La Torre M. 2006 Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. INCI, v. 31, n. 12, p. 856-860.
- Soulsby E.J.L. 1988. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 7 ed. México, Editorial Interamericana. 823 p.



AP
AGRO
PRODUCTIVIDAD

