

DIVERSIDAD DE ENTOMOPATÓGENOS EN SUELO AGRÍCOLA DE TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN TEPATEPEC ESTADO DE HIDALGO

Argelia Ramírez-Sanjuan¹, Antonio San Juan-Lara¹, Itzcóalt Martínez-Sánchez², Filiberto Martínez-Lara², Jorge San-Juan Lara^{1*}.

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Domicilio conocido s/n, Tepatepec, Francisco I. Madero, Hidalgo, México. C.P.: 42660.

²Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Unidad Académica Metztlán “Reserva de la Biosfera”. Domicilio conocido, Barrio Tepeyacapa s/n, Metztlán, Hidalgo. C.P. 43350.

Autor de correspondencia: teotsintli@gmail.com.

RESUMEN. De 1350 larvas incubadas de *Tenebrio molitor* 853 (63 %) mostraron infección por microorganismos entomopatógenos y saprofitos. De acuerdo al sistema de producción hubo diferencias significativas, encontrando una mayor mortalidad de larvas en los lotes dos y tres con un 23 % de infección en las larvas. El porcentaje de larvas infectadas de acuerdo al manejo de suelo por sistemas de producción para el lote uno hubo diferencias significativas, los hongos (23 %) y virus (20 %) causaron una mayor mortalidad, para el lote dos hubo diferencias significativas siendo los hongos (52 %) los que causaron una mayor mortalidad, al igual que en el lote tres (42 %). El porcentaje de larvas infectadas de *T. molitor* por hongos entomopatógenos y saprofitos por lote de acuerdo al sistema de producción mostró diferencias significativas siendo el lote dos y tres donde hubo una mayor mortalidad de larvas seguido del lote uno con un 52 %, 42 % y 23 % de mortalidad respectivamente. El porcentaje de infección en larvas de *T. molitor* por hongos entomopatógenos y saprofitos de acuerdo al manejo de suelo del sistema de producción, para el lote uno hubo diferencias significativas siendo *Aspergillus* sp. (14 %) el hongo saprofito que ocasionó una mayor mortalidad de larvas. En el lote dos *Beauveria bassiana* (41 %) causó una mayor mortalidad, lo mismo ocurre para el lote tres, el cual, el mismo entomopatógeno provocó una mayor mortalidad en larvas de *T. molitor* (30 %). En la presente investigación se observó que la agricultura de conservación permite una mayor abundancia de entomopatógenos, sin embargo, el rastrojo disminuye la abundancia de los hongos entomopatógenos y una mayor abundancia de hongos saprofitos.

Palabras clave: Infección, entomopatógenos, saprofitos, abundancia.

Diversity of entomopathogens in agricultural soil of three production systems in Tepatepec Hidalgo, State.

ABSTRACT. 1350 incubated larvae of *T. molitor*, 853 (63%) showed infection by entomopathogenic and saprophytes microorganisms. According to the production system there were significant differences found increased mortality of larvae in two and three lots with 23% infection in larvae. The percentage infection in larvae according to the production system for the lot one there were significant difference, fungi (23%) and viruses (20%) caused increased mortality, for lot two there were significant differences fungi (52%) which caused increased mortality, similar for lot three (42%). The percentage of infected larvae of *T. molitor* by entomopathogenic fungi and saprophytes according to the production system showed significant differences being the lot two and three where there was a higher mortality of larvae followed the lot one with a 52%, 42% and 23% mortality, respectively. The percentage of infection on *T. molitor* larvae by entomopathogenic fungi and saprophytic according to the production system, for lot one there were significant difference being *Aspergillus* sp. (14%) the saprophytic fungus that caused increased mortality of larvae. In lot two *B. bassiana* (41%) caused increased mortality, the same happened for the three lots which the same entomopathogenic caused increased mortality in larvae of *T. molitor* (30%). In the present investigation it was found that conservation agriculture allows a greater abundance of entomopathogenic, however, stubble decreases the abundance of entomopathogenic fungi and a greater abundance of saprophytic fungi.

Key words: Infection, entomopathogenic, saprophytes, abundance.

INTRODUCCIÓN

La crisis económica que afecta a los países que dependen fundamentalmente de la agroexportación y la caída de los precios en el mercado mundial, exige la búsqueda de alternativas que además de bajar los costos de producción, contribuyan a la sostenibilidad de los agroecosistemas. Así mismo el uso excesivo de plaguicidas provoca efectos negativos en el suelo, el agua y el ambiente. Por lo tanto, ha contribuido a aumentar los problemas de plagas debido al desarrollo de resistencia y a la destrucción de los enemigos naturales. Existe alrededor de medio millón de especies de insectos descritas en el mundo (Groombridge, 1992), de éstas, aproximadamente, el 10 % pueden considerarse plagas agrícolas, forestales o urbanas. Una de las alternativas para reducir las poblaciones de insectos plaga es el uso de organismos entomopatógenos tales como virus, bacterias, hongos y nemátodos los cuales tienen la capacidad de causar enfermedades en artrópodos (Aung *et al.*, 2008).

Se conocen aproximadamente 700 especies de hongos entomopatógenos entre los más importantes destacan: *Metarhizium* y *Beauveria* (García *et al.*, 2008). Estos hongos, se pueden encontrar en rastrojos de cultivos, agua, en el suelo y sobre la vegetación en forma natural. Así mismo se conocen aproximadamente 90 especies de bacterias causantes de enfermedades infecciosas en los insectos, de las cuales sólo algunas tienen un alto potencial como agentes de control biológico. Los principales géneros con especies entomopatógenas son *Bacillus*, *Paenibacillus* y *Clostridium* (Cloutier, 1992). Los virus son patógenos obligados, pero no son considerados como genuinos microorganismos de vida libre. Actualmente, se conocen más de 1,600 virus patógenos de invertebrados que afectan a un importante número de especies, la mayoría de las cuales son insectos pertenecientes a 13 órdenes distintos (Caballero, 2001).

De igual forma se reporta dos familias de nemátodos, Sterneinematidae y la Heterorhabditidae que son parásitos obligados de insectos y que son la base de varios plaguicidas biológicos diseñados específicamente para su uso en contra de plagas del suelo (Kaya y Gaugler, 1993). Por lo tanto, el siguiente trabajo tuvo como objetivo analizar la distribución natural de microorganismos entomopatógenos en suelo agrícola de acuerdo al sistema de producción: agricultura de conservación con y sin rastrojo y agricultura convencional en lotes de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Tepatepec estado de Hidalgo.

MATERIALES Y MÉTODO

El experimento se realizó en verano del 2014 analizando tres tipos de sistemas de producción, lote 1 agricultura de conservación con rastrojo (20° 13' 48.08'' N, 99° 05' 24.12'' W), lote 2 agricultura de conservación sin rastrojo (20° 13' 48.09'' N, 99° 05' 22.65'' W) y lote 3 agricultura tradicional (20° 13' 34.88'' N, 99° 05' 31.75'' W) ubicados en la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Se colectaron seis muestras por lote en zig-zag a cada 10 metros a una profundidad de cinco centímetros de la superficie del suelo, cada muestra tuvo un peso de 1 kg. Posteriormente se pesó 50 gramos de suelo y vertido en vasos de plástico con capacidad de 100 ml obteniendo 15 repeticiones por muestra para un total de 270 repeticiones en los tres lotes. Las muestras de suelo se les agregó entre 5 a 20 ml de agua destilada para humedecer sin llegar a punto de saturación. Para el aislamiento de los entomopatógenos se usó la técnica del insecto cebo (Zimmermann, 1986). Se utilizaron larvas de *T. molitor* con una longitud de 2.5 a 3 cm. En cada vaso se incubaron cinco larvas de *T. molitor* a una temperatura de 28 ± 3 °C con humedad relativa de 75 % por 30 días. Las muestras se examinaron cada dos días y cuando la larva presentó síntomas de infección fue retirada del vaso y desinfectada con agua destilada estéril, después de la desinfección la larva se incubó en vaso de plástico con capacidad de 20 ml. con algodón húmedo para favorecer el desarrollo del microorganismo entomopatógeno, para el caso de los nematodos,

bacterias y virus se incubaron en cajas petri para permitir supervivencia. Cuando el hongo entomopatógeno presentó esporulación fue aislado en medio de cultivo Agar Dextrosa Sabouraud (ADS). La identificación de los entomopatógenos se realizó mediante el uso de claves taxonómicas propuestas por Humber (1997) y Weiser (1969). Los datos obtenidos del porcentaje de larvas infectadas por microorganismos entomopatógenos de los tres lotes muestreados fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-wallis y la comparación de medias a través de la prueba de Bonferroni utilizando SAS 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 1350 larvas incubadas de *T. molitor* 853 (63 %) mostraron infección por microorganismos entomopatógenos y saprofitos. El porcentaje de larvas infectadas de *T. molitor* por microorganismos entomopatógenos y saprofitos de acuerdo al sistema de producción mostró diferencias significativas ($X^2 = 19.52 < 0.0001$, $p = 0.0004$) pudiéndose encontrar una mayor infección de larvas en el lote tres y dos seguido del lote uno (Fig. 1). El porcentaje de larvas infectadas de *T. molitor* de acuerdo al sistema de producción para el lote uno hubo diferencias significativas ($X^2 = 94.6 < 0.0001$) presentándose una mayor mortalidad de larvas ocasionado por hongos y virus, en el lote dos hubo diferencias significativas ($X^2 = 172.8 < 0.0001$) los hongos fueron los que causaron una mayor mortalidad con un 52 % y para el lote tres estos mismos microorganismos ocasionaron una mayor mortalidad con un 42 % de infección en larvas de *T. molitor* ($X^2 = 146.8 < 0.0001$) (Fig. 2).

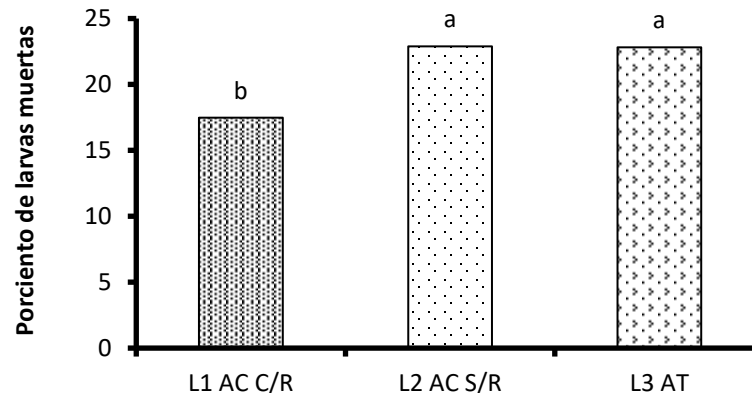


Figura 1. Porcentaje de larvas infectadas de *T. molitor* por microorganismos entomopatógenos y saprofitos de acuerdo al sistema de producción. L1 AC C/R (Lote 1: agricultura de conservación con rastrojo), L2 AC S/R (Lote 2: agricultura de conservación sin rastrojo), L3 AT (Lote 3: agricultura tradicional convencional). Letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Bonferroni ($p = 0.05$).

El porcentaje de infección en larvas de *T. molitor* por hongos entomopatógenos y saprofitos de acuerdo al manejo de suelo por sistema de producción para el lote uno hubo diferencias significativas ($X^2 = 64.7 \% < 0.0001$), *Aspergillus sp.* fue el hongo saprofita que ocasionó una mayor mortalidad de larvas, en el lote dos hubo diferencias significativas ($X^2 = 126.7 \% < 0.0001$), *B. bassiana* fue el entomopatógeno que causó una mayor mortalidad y en el lote tres el porcentaje de mortalidad de larvas fueron diferentes estadísticamente ($X^2 = 112.6 \% < 0.0001$) siendo nuevamente *B. bassiana* el entomopatógeno que causó una mayor mortalidad (Fig. 3). San Juan y colaboradores (2014) reportan que el porcentaje de larvas de *T. molitor* infectadas por hongos entomopatógenos y saprofitos *M. anisopliae* fue el entomopatógeno que ocasionó una mayor

infección en larvas con un 30% de infección, *B. bassiana* y *Lecanicillium sp.*, con 8.6% y 5.1% de infección respectivamente. Sun y Liu (2008) reportan el aislamiento de 377 hongos de estos 21 eran patógenos oportunistas y 19 colonizadores secundarios los patógenos oportunistas tuvieron altas ocurrencias en el suelo con una frecuencia de hasta 36.9%.

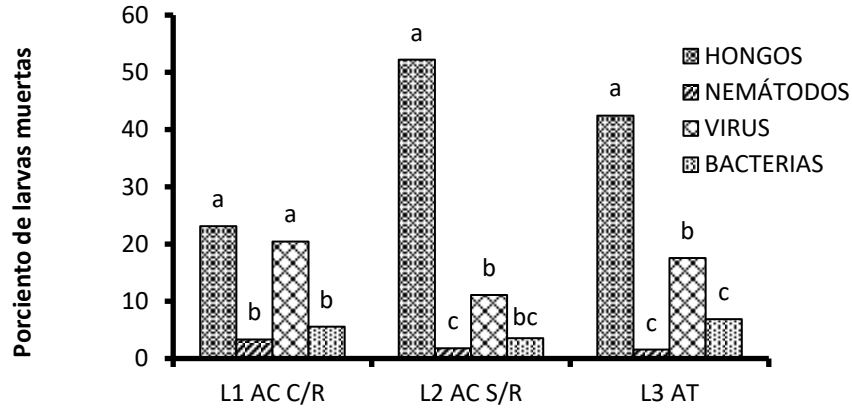


Figura 2. Porcentaje de larvas infectadas de *T. molitor* por microorganismos entomopatógenos de acuerdo al sistema de producción. L1 AC C/R (Lote 1: agricultura de conservación con rastrojo), L2 AC S/R (Lote 2: agricultura de conservación sin rastrojo), L3 AT (Lote 3: agricultura tradicional convencional). Letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Bonferroni ($p = 0.05$).

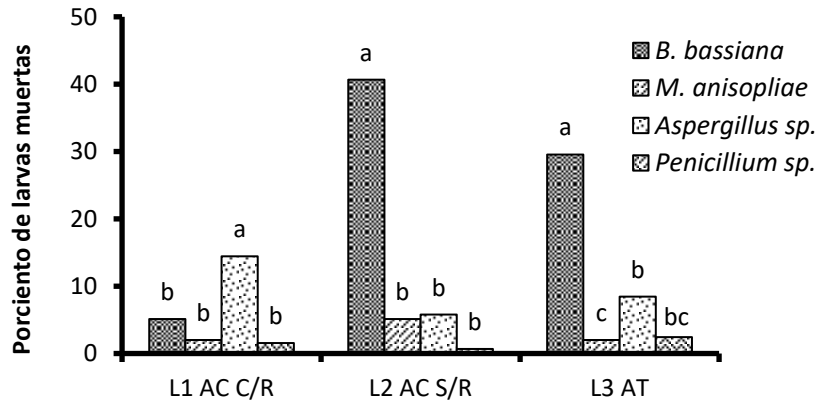


Figura 3. Porcentaje de larvas infectadas de *T. molitor* por microorganismos entomopatógenos de acuerdo al sistema de producción. L1 AC C/R (Lote 1: agricultura de conservación con rastrojo), L2 AC S/R (Lote 2: agricultura de conservación sin rastrojo), L3 AT (Lote 3: agricultura tradicional convencional). Letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Bonferroni ($p = 0.05$).

La mayoría de los reportes indican que los hongos entomopatógenos son menos frecuentes en suelos con manejo intensivo (agrícolas) que en suelos forestales (Vanninen, 1995; Bałazy, 2004). Los hongos entomopatógenos se encuentran comúnmente en el suelo y en la hojarasca de los bosques en todo el mundo, sin embargo, en los bosques templados la diversidad de hongos entomopatógenos es relativamente baja en comparación con los hábitats (Aung *et al.*, 2008). La diversidad de hongos entomopatógenos en las zonas agrícolas en comparación en bosques templados es bastante alto (Sosnowska *et al.*, 2004). En la presente investigación se observó que la abundancia de los microorganismos entomopatógenos fue común en el lote dos (agricultura de conservación sin rastrojo) y tres (agricultura tradicional) esto coincide con los reportes de los autores antes citados ya que ambos lotes no presentaban rastrojo lo que posiblemente hizo

diferencia con el lote uno (agricultura de conservación sin rastrojo) condicionando una disminución en la presencia de los microorganismos entomopatógenos, así también, puede observarse que los hongos entomopatógenos fueron los más prevalentes en los tres lotes, sin embargo, en el lote dos fue donde hubo una mayor presencia de estos microorganismos. En cuanto a la distribución de microorganismos entomopatógenos y saprofitos destaca una mayor presencia de *B. bassiana* en el lote dos y una presencia de *Aspergillus sp.* en los tres lotes, pero con una frecuencia más alta en el lote uno.

CONCLUSIONES

El manejo del suelo puede condicionar de alguna manera la abundancia de los entomopatógenos, en esta investigación puede observarse que la agricultura de conservación permite una mayor abundancia de entomopatógenos, sin embargo, el rastrojo puede ocasionar una disminución en la abundancia de los hongos entomopatógenos y una mayor presencia de hongos saprofitos. *B. bassiana* fue el entomopatógeno más abundante en el lote dos (agricultura de conservación sin rastrojo) y tres (agricultura tradicional) y *Aspergillus sp.* fue más abundante en el lote uno (agricultura de conservación con rastrojo).

Literatura Citada

- Aung, O. M., Soyong, K. and K. D. Hyde. 2008. Diversity of entomopathogenic fungi in rainforests of Chiang Mai Province, Thailand. *Fungal Diversity*, 30: 15–22.
- Bałazy, S. 2004. Znaczenie obszarów chronionych dla zachowania zasobów grzybów entomopatogenicznych [Significance of protected areas for the preservation of entomopathogenic fungi]. *Kosmos*, 53(1): 5–16.
- Cloutier, C. 1992. Les solutions biologique de lutte puor la repression des insects et acarines ravageurs des cultures, Chapitre 2. Pp. 33. In: Vincent et D. Coderre (Eds.). La Lutte Biologique. CTec & Doc Lavoisier, Québec, Canada.
- García, M. A., Cappello, G. S. y J. M. Leshner. 2019. Hongos entomopatógenos como una alternativa en el control biológico. *Kuxulkab'*, 51: 25–28.
- Groombridge, B. (Ed.) 1992. Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources, World Conservation Monitoring Centre, Chapman and Hall, London. 585 pp.
- Humber, R. A. 1997. Fungi: Identification. Pp. 153-185. In: Lacey LA, editor. Manual of Techniques in Insect Pathology. Academic Press.
- Kaya, H. K. and R. Gaugler. 1993. 'Entomopathogenic nematodes' *Annual Review of Entomology*, 38: 181–206.
- Monzón, A. 2001. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Manejo Integrado de Plagas*, (63): 95–103.
- San-Juan Lara, J. 2014. Distribución natural de microorganismos entomopatógenos en suelo de uso agrícola en los municipios de Zacualtipán y Francisco I. Madero del Estado de Hidalgo. *Control Biológico*. 1(1): Pp. 85-86. ISBN *en trámite*.
- SAS Institute Inc. 2011. Base SAS® 9.3 Procedures Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sosnowska, D., Bałazy, S., Prishchepa, L. and N. Mikulska. 2004. Biodiversity of Arthropod Pathogens in the Białowieża Forest. *Journal of Plant Protection Research*, 44(4): 313–321.
- Sun, B. D. and X. Z. Liu. 2008. Occurrence and diversity of insect-associated fungi in natural soils in China. *Applied Soil Ecology*, 39, 100–108.
- Vänninen, I. 1995. Distribution and occurrence of four entomopathogenic fungi in Finland: effect of geographical location, habitat type and soil type. *Mycological Research*, 100(1): 93–101.
- Zimmermann, G. 1986. The "Galleria bait method" for detection of entomopathogenic fungi in soil. *Journal of Applied Entomology*, 102: 213–215.