

MANEJO DE LAS POBLACIONES DE *Stomoxys calcitrans* (L.) (DIPTERA: MUSCIDAE) MEDIANTE EL USO DE DESCOMPONEDORES EN EL RASTROJO DE PIÑA (*Ananas comosus*) (L.) Merr.

Gabriel Paganella-Chang¹, Helga Blanco-Metzler², Marlen Vargas-Gutiérrez³.

¹Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica. ²Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos, Universidad de Costa Rica, ³Sede Guanacaste, Universidad de Costa Rica.

✉ Correo: helgablanco@gmail.com

RESUMEN. Se evaluaron cuatro tratamientos (BIOECO, Bacthon-SC, Bioprotection-BD + úrea + Nufilm, testigo) para acelerar la descomposición de rastrojos de piña y reducir el sustrato de oviposición para *Stomoxys calcitrans*. El total de huevos de dípteros fue mayor en el testigo y menor en Bacthon. La mayor cantidad de huevos se registró a los 7 días después aplicación (DDA), y se redujo significativamente a los 12 DDA. Se presentaron dos picos de cantidad de larvas donde a los 7 DDA Bioeco y Bioprotection presentaron mayor cantidad de larvas y el segundo pico a los 12 DDA cuando Bacthon fue mayor al testigo. Se recolectaron rastrojos del campo y llevaron al laboratorio para la emergencia de moscas (*S. calcitrans*, *Musca domestica*, Micropezidae y *Euxesta* spp.), donde el 55% de las pupas estaban parasitadas por *Acremonium* sp. (44%), *Fusarium* sp. (9%) y *Trichoderma* sp. (2%). Este resultado indica que existen controladores naturales en el suelo con potencial para incluirse dentro en un manejo integrado de la plaga.

Palabras clave: Mosca de los establos, Microbiología, Plagas agrícolas

Use of decomposers in pineapple residues in *Stomoxys calcitrans* populations

ABSTRACT. Four treatments (BIOECO, Bacthon-SC, Bioprotection-BD + urea + Nufilm, control) were evaluated to accelerate pineapple residue decomposition and reduce substrate oviposition of *Stomoxys calcitrans*. Total Diptera eggs was higher in the control and lower with Bacthon. The highest number of eggs was registered at 7 DAA (days after application) and was significantly reduced at 12 DAA. Two peaks for larvae number were observed at 7 DAA when Bioeco and Bioprotection presented the highest number of larvae; second peak was at 12 DAA when Bacthon was higher than the control. Pineapple residues were collected from the field and taken to the laboratory for fly emergence (*S. calcitrans*, *Musca domestica*, Micropezidae and *Euxesta* spp.), where 55% of pupae were parasitized by *Acremonium* sp. (44%), *Fusarium* sp. (9%) and *Trichoderma* sp. (2%). Results show that there are natural control agents in the soil with potential to be used in an IPM strategy.

Key words: Stable fly, Microbiology, Agricultural pests

INTRODUCCIÓN

El sector agroindustrial del cultivo de la piña en Costa Rica genera alrededor de 1.5 millones de toneladas métricas de rastrojo anuales, las cuales se transforman en desecho una vez finalizado el ciclo del cultivo. Si estos rastrojos no se manejan adecuadamente, se produce la proliferación de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans* L. (Diptera: Muscidae) la cual es hematófaga, y ataca ganado y animales domésticos (MAG, 2006), con lo cual se afecta tanto la producción de piña al elevarse los costos de producción como la producción de leche ya que el ganado se estresa y baja los rendimientos de producción, además de ser un vector de protozoarios, virus y bacterias Víquez (citado por Proyecto reduciendo el escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe PREPMC (2009).

La producción de piña en Costa Rica, se ha incrementado vertiginosamente en los últimos años, pasando de 8 000 has en el año 2000, a más de 45 000 has en el 2009 (SEPSA, 2009). Este incremento en área de producción conlleva a un aumento en los residuos de cosecha y de los problemas de mosca. El cultivo de la piña por lo general conlleva dos cosechas, y dependiendo de los intereses de la empresa, se puede realizar una tercera cosecha

(Proyecto Dri - IZABAL, 1992). A partir de la segunda o tercera cosecha, las plantas deben eliminarse con lo cual se genera gran cantidad de rastrojos que deben manejarse para reducir los brotes de la mosca.

Para facilitar la remoción de los rastrojos del campo, algunos productores acostumbran aplicar herbicida a las plantas para secarlas y luego quemar la plantación sin embargo, este método presenta inconvenientes debido al alto nivel de contaminación. Otros incorporan la materia orgánica en el suelo después del derribo del cultivo por medio de la trituración del área y el pase de rastra para desintegrar los tallos y hojas de las plantas, además de utilizar microorganismos que aceleran la descomposición de los rastrojos de piña (MAG, 2006; Solórzano *et al.*, 2013). Sin embargo, éstas prácticas no han sido tan exitosas debido a la gran cantidad de productos comerciales que existen en el mercado para el manejo de los desechos orgánicos, ya que no aseguran una calidad uniforme en el proceso de descomposición. Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo seleccionar el mejor descomponedor comercial que acelere el proceso de descomposición del rastrojo de piña e identificar los entomopatógenos asociados a larvas y pupas de la mosca de los establos obtenidos de los residuos de piña.

MATERIALES Y MÉTODO

El ensayo se realizó en una plantación comercial de piña en Venecia de San Carlos, Alajuela. La zona presenta una precipitación anual de 3 200 mm, una humedad relativa del 80%, la temperatura promedio de 25°C, con suelos ácidos (pH 4.5-5) tipo inceptisoles, semi-planos a 640 msnm. La densidad de siembra utilizada en la finca es 67 000 plantas.ha⁻¹.

Se evaluaron tres productos comerciales descomponedores de la materia orgánica constituidos principalmente por hongos y bacterias (Cuadro 1) más el testigo (trituración en verde). El diseño experimental fue completamente al azar con testigos apareados, con cuatro repeticiones para cada tratamiento. Es importante mencionar que al tener cada tratamiento su testigo, ayudó a lograr una homogeneidad en la topografía del terreno y evitar resultados poco confiables debido a la variabilidad que puede presentarse bajo condiciones tropicales. Previo a la aplicación de los tratamientos se realizó un pase de trituradora en el lote definido para el ensayo. La aplicación de descomponedores se realizó en horas de la tarde al inicio del ensayo y posteriormente se realizó una segunda y última aplicación a los 15 días, mediante un Spray boom de 16 boquillas acoplado al tractor de la finca.

Para el análisis de los datos se realizó un análisis de variancia mediante el uso del paquete estadístico Info-Stat.

Cuadro 1. Composición microbiológica de los descomponedores comerciales utilizados en la mineralización del rastrojo de piña

| Trat | Producto comercial | Microorganismos | Concentración | Dosis | Casa Comercial |
|------|-------------------------------|--|--|---------------------------|---------------------|
| D1 | Activador de materia orgánica | Levaduras <i>Bacillus subtilis</i> Actinomycetes <i>Saccharomyces</i> sp. | 7.7 x 10 ⁶ ufc g ⁻¹ 2.9 x 10 ⁷ ufc g ⁻¹ 2.9 x 10 ⁷ ufc g ⁻¹ 2.9 x 10 ⁷ ufc g ⁻¹ | 20l ha ⁻¹ | Bioeco |
| D2 | Bachton SC | <i>Azospirillum brasiliense</i> <i>Azobacter chroococcum</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | 4 x 10 ⁷ ufc ml ⁻¹ 3 x 10 ⁷ ufc ml ⁻¹ 10 x 10 ⁷ ufc ml ⁻¹ 10 x 10 ⁴ ufc ml ⁻¹ | 1 – 1.5l ha ⁻¹ | Orius Biotecnología |

Cuadro 1(Continuación). Composición microbiológica de los descomponedores comerciales utilizados en la mineralización del rastrojo de piña

| Trat | Producto comercial | Microorganismos | Concentración | Dosis | Casa Comercial |
|------|--|---|--|---|---------------------------|
| D3 | Tratamiento de la finca Bioprotection BD + urea + Nufilm P 17 | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>var. ellipsoides</i> <i>Rhodotorula glutinis</i> <i>Lactobacillus lactis</i> <i>Streptococcus lactis</i> <i>Cytophaga</i> spp. Nufilm P 17 UREA | 3×10^5 ufc ml ⁻¹ 2.3×10^3 ufc ml ⁻¹ 2.4×10^3 ufc ml ⁻¹ 3×10^3 ufc ml ⁻¹ 4×10^4 ufc ml ⁻¹ | 30l ha ⁻¹ 2 ^l ha ⁻¹ 15 kg ha ⁻¹ | Laboratorio s Dr. Obregón |
| T | Testigo | Triturado en verde | | | |

Se realizaron seis evaluaciones a partir del día de la aplicación. En cada evaluación se tomaron dos submuestras, se usó un cuadro de tubo PVC de 25 cm² que fue lanzado aleatoriamente dentro de la parcela. En cada uno de estos cuadros se recolectó el volumen comprendido por éste hasta una profundidad de 20 cm. Las submuestras fueron llevadas al invernadero de entomología de la Universidad de Costa Rica.

Análisis de muestras

Cada submuestra se analizó individualmente en busca de huevos, larvas y pupas. Las pupas encontradas se clasificaron de acuerdo a la guía elaborada por Solórzano *et al.* (2011); estas se lavaron con agua destilada, luego se colocaron dentro de envases plásticos individuales de 4 oz con vermiculita previamente esterilizada en autoclave. Cada submuestra fue analizada individualmente en busca de huevos, larvas y pupas. A las pupas se les asperjó con agua destilada para mantener la humedad del medio y esperar la emergencia de los adultos o de algún parasitoides. Las pupas que presentaron signos de hongos se llevaron al laboratorio de Fitopatología para la identificación de los mismos.

Para la identificación de las diferentes moscas se utilizó la guía elaborada por Solórzano *et al.* (2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio total de huevos de dípteros encontrados en el rastrojo, muestra que el testigo fue el que presentó la mayor cantidad de huevos, seguido de Activador de Materia Orgánica (D1). El tratamiento Bacthon (D2) mostró el menor número de estos. Todos los tratamientos, inclusive el testigo, presentaron la mayor cantidad de huevos a los 7 días de aplicados los productos, estos se redujeron a cantidades sumamente bajas desde los 12 a los 28

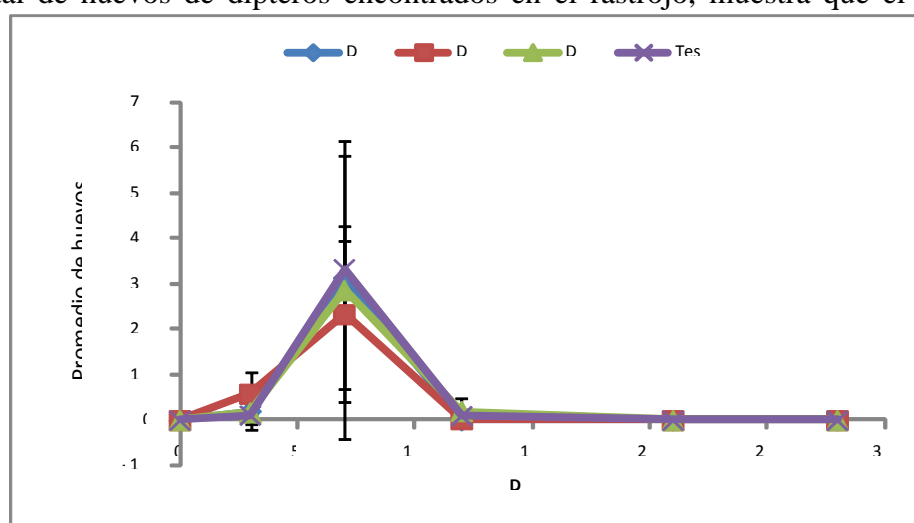


Figura 1. Promedio del total de huevos de dípteros encontrados en el rastrojo de piña. San Carlos, Costa Rica. DDA (Días Después de la Aplicación).

DDA (Figura 1). Estos resultados coinciden con los encontrados por Solórzano *et al.* (2013) quienes determinaron que la mayor cantidad de inmaduros de mosca del establo ocurren 3 – 12 días después de iniciado el proceso de descomposición del rastrojo. Estudios realizados por Rodrigues *et al.* (2010) y MAG (2006) demuestran que un buen manejo de rastrojos de piña incluyendo el uso de descomponedores, disminuyen la población de *S. calcitrans*, además de aportar microorganismos benéficos al suelo que aceleran el proceso de descomposición.

El total de larvas de dípteros se presentaron en mayor cantidad con el Bacthon y a los 12 DDA (Figura 2). El Activador MO así como el Bioprotection (D3) mostraron la mayor cantidad de larvas a los 7 DDA, coincidiendo con los picos de hallazgo de huevos (Figura 1); a partir de este momento, se presentó una disminución de más del 50% en la población de larvas hasta poblaciones casi nulas a los 22 días. Sin embargo, no queda claro las razones del porqué coinciden los picos de presencia de inmaduros para D1 y D3 a los 7 DDA o porqué el testigo presentó un promedio de larvas bajo a través de todos los muestreos. Garro-Vásquez (2009) quien en un estudio para determinar el efecto de cuatro descomponedores aplicados individualmente y en combinación con insecticidas, no encontró diferencias para el número de larvas de *S. calcitrans* entre los tratamientos, pero sí encontró que todos difirieron significativamente del testigo.

Los picos de presencia de huevos y larvas en rastrojos de piña concuerdan con los de otros investigadores, que indican que la mayor cantidad de inmaduros (huevos, larvas y pupas) de la *S. calcitrans* se producen entre los 3 a 12 días después de que se inicia la descomposición del rastrojo (Solórzano *et al.*, 2013).

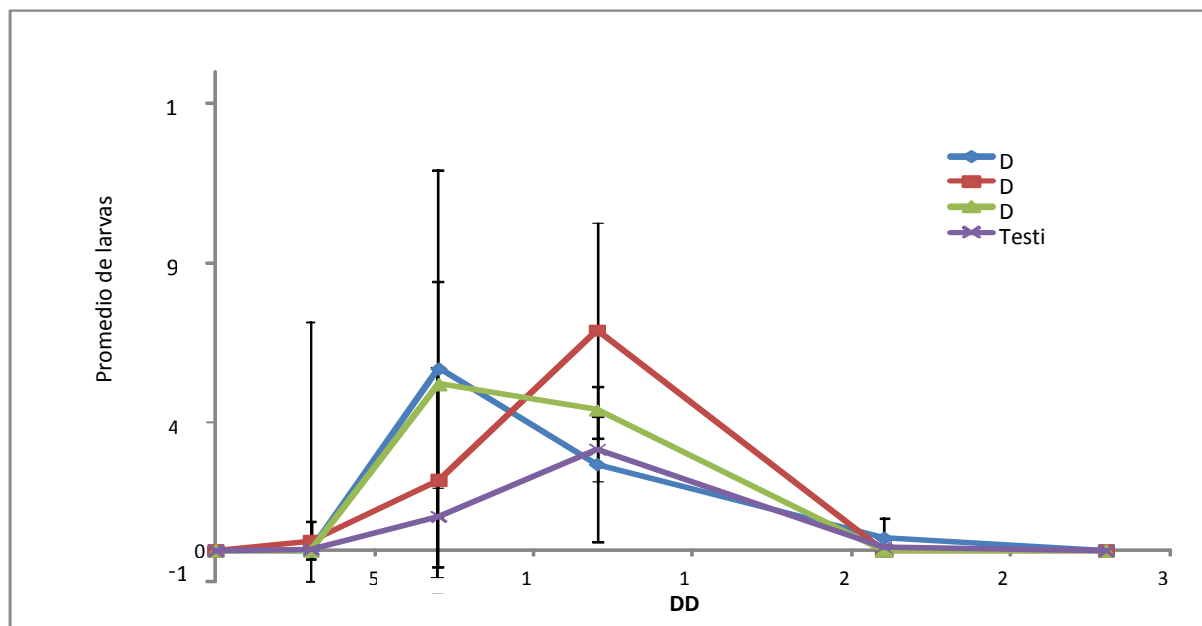


Figura 2. Promedio del total de larvas de dípteros encontrados en el rastrojo de piña. San Carlos, Costa Rica. DDA (Días Después de la Aplicación)

Las pupas recolectadas pertenecen a *S. calcitrans*, *Musca domestica* L. (Muscidae), Micropezidae y *Euxesta* sp. (Figura 3).

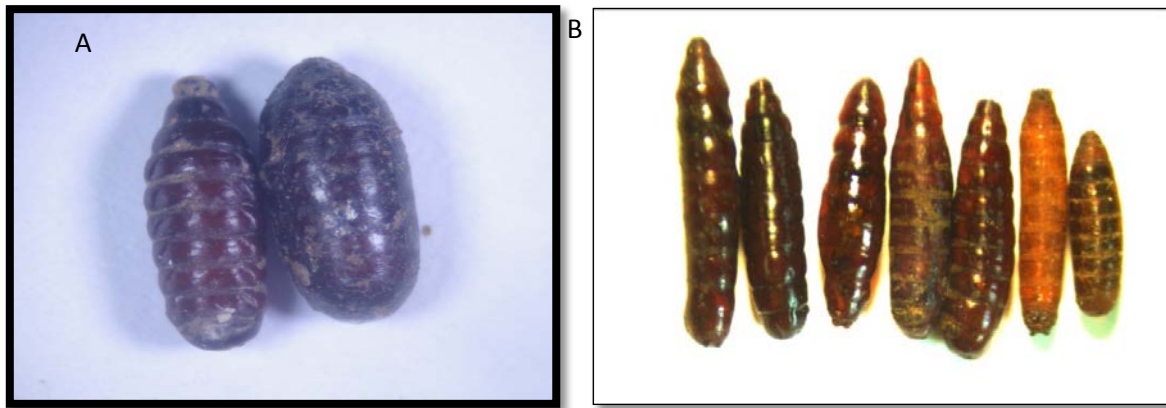


Figura 3. A) Pupas de *Stomoxys calcitrans* B) Otras pupas encontradas pertenecientes a Micropezidae *Musca domestica* y *Euxesta* sp

En la Figura 4 se observa el porcentaje de pupas sanas y parasitadas por entomopatógenos. El 45 % de las pupas no se parasitaron, sin embargo, el 55 % si fue parasitada. El hongo que se presentó con mayor frecuencia fue *Acremonium* sp., seguido por *Fusarium* sp. y *Trichoderma* sp. con un 44%, 9% y 2% respectivamente (Figura 5). Estos resultados indican que existen controladores naturales en el suelo con potencial para incluirse como estrategia integral para el combate de la mosca del establo.

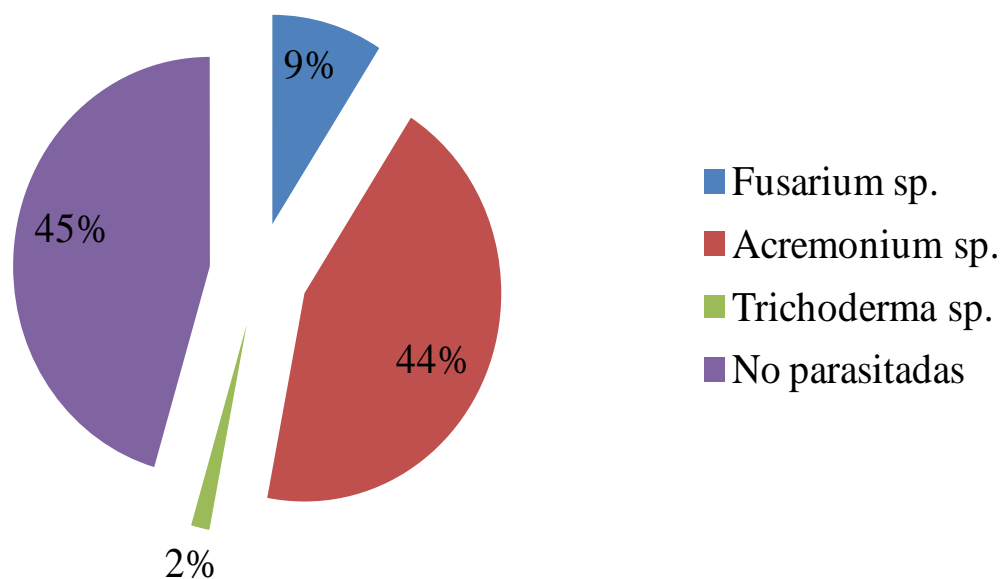


Figura 4. Porcentaje de pupas sanas y pupas parasitadas por entomopatógenos.

Varios estudios demostraron la patogenicidad de *Trichoderma* spp. en insectos, Iglesias (2011) encontró una reducción en ninfas vivas de *Aulacaspis yasumatsui* Takagi (Hemiptera: Diaspididae) por el parasitismo de *Trichoderma* spp. mientras que Shakeri y Foster (2007) informaron del efecto insecticida de dos cepas de *T. harzianum* en larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), al aplicarse sobre la cutícula de los adultos.

Estos autores sugieren que existe relación entre la forma de patogenicidad que tiene el hongo para controlar tanto insectos, como otros hongos.



Acremonium sp.

Fusarium sp.

Trichoderma sp.

Figura 5. Pupas de *Stomoxys calcitrans* mostrando signos de parasitismo por diversos hongos.

Las enmiendas orgánicas han sido utilizadas para estimular y diversificar las poblaciones de hongos que suprimen otros hongos, insectos o nematodos; sin embargo, su uso ha producido resultados inconsistentes en su efectividad como biocontroladores. Las inconsistencias han sido atribuidas parcialmente a la composición química de las enmiendas orgánicas (Nguyen *et al.*, 2007; Tabarant *et al.*, 2011). Por ejemplo, Jaffee (2004) y Nguyen *et al.* (2007) informaron sobre un incremento en la actividad depredadora de algunos hongos nematófagos depredadores (HND) por la adición de enmiendas orgánicas al suelo, mientras que la misma enmienda orgánica puede no producir el mismo efecto en otras especies de HND (Jaffee *et al.*, 1998). Tabarant *et al.* (2011) sugiere que la variación en respuesta obedece a que las enmiendas orgánicas pueden contener diversos tipos de fuentes de carbono con lo cual se produce una interacción diferenciada entre los microorganismos del suelo y las enmiendas orgánicas.

CONCLUSIONES

Las prácticas de triturado y recolección de rastrojos de piña pueden reducir las poblaciones de *S. calcitrans*.

La mayor cantidad de inmaduros (huevos, larvas y pupas) de la *S. calcitrans* se producen entre los 3 a 12 días después de que se inicia la descomposición del rastrojo.

El 55% de pupas de *S. calcitrans* fue parasitadas por los entomopatógenos *Acremonium* sp., *Fusarium* sp. y *Trichoderma* spp.

LITERATURA CITADA

- Garro-Vásquez, L. 2009. Establecimiento de un protocolo para el manejo de residuos de cosecha en plantaciones de piña (*Ananas comosus*) con el fin de evitar la propagación de la mosca del establo (*Stomoxys calcitrans*). Informe final de pasantía. San José, Escuela de Agronomía/Universidad de Costa Rica. 8 p.
- Iglesias, P. 2011. Evaluación de tácticas para el combate de la escama de las cicas *Aulacaspis yasumatsui* Takagi (Hemiptera:Sternorrhyncha:Diaspididae) la Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Tesis Lic. Agronomía. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 58 p.
- Jaffee, B.A.; Ferris, H.; Scow, K.M. 1998. Nematode-trapping fungi in organic and conventional cropping systems. *Ecology and Population Biology* 88(4):344-350.

- Jaffee, B.A. 2004. Do organic amendments enhance the nematode-trapping fungi *Dactylellina haptotyla* and *Arthrobotrys oligospora*? *Journal of Nematology* 36(3):267–275.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2006. Procedimientos en el manejo de desechos orgánicos para el control de *S. calcitrans*. *Actualidad Fitosanitaria* (Costa Rica) 28:1-4.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2010. Manual de buenas Prácticas Agrícolas para la producción de piña (*Ananas comosus* L.). IICA. San José, Costa Rica. 133 p.
- Nguyen, V.L., Bastow, J.L., Jaffee, B.A., Strong, D.R. 2007. Response of nematode trapping fungi to organic substrates in a coastal grassland soil. *Mycological Research* 111:856–862.
- Proyecto Dri – IZABAL. 1992. Manual del cultivo de piña Tropical. Dri – Izabal. Puerto Barrios, Guatemala. 33 p.
- Proyecto reduciendo el escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe (PREPMC). 2009. Evaluación del impacto ambiental generado por la eliminación del rastrojo de piña a través de su incorporación al suelo. MINAET, MAG y PROAGROIN. San José, Costa Rica. 16 p.
- Rodrigues, A., Pinheiro, V., Bittencourt, A. 2010. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* sobre estágios imaturos de *Stomoxys calcitrans*. *Ciência Rural*. 40(8): 1802-1807.
- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, CR). 2009. Boletín estadístico Agropecuario N° 19. Serie Cronológica 2004-2008. San José, Costa Rica. Disponible en www.infoagro.go.cr
- Solórzano, J.A., Morales, J.L., Gómez, Y., Vargas, C., Rodríguez, L., Alpízar, D. 2011. Guía Práctica de diagnóstico de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans* y otros dípteros asociados a rastrojos de piña. PITTA piña, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica. 32p.
- Solórzano, J.A., Treviño, J., Hidalgo, E., Gómez, Y., Blanco, H., Apuy, M., González, L., Meneses, D. 2013. Manual de recomendaciones para el manejo de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans* en el cultivo de la piña. Memorias Taller Manejo de rastrojos del cultivo de piña y plagas que afectan la competitividad 30, 31 octubre y 01 noviembre 2012. Hotel Tilajari, Muelle de San Carlos, Costa Rica. PITTA Piña. 32p.
- Shakeri, J., Foster, H.A. 2007. Proteolytic activity and antibiotic production by *Trichoderma harzianum* in relation to pathogenicity to insects. *Enzyme and Microbial Technology* 40: 961-968
- Tabarant, P., Villenave, C., Risede, J.M., Roger-Estrade, J., Thuries, L., Dorel, M., 2011. Effects of four organic amendments on banana parasitic nematodes and soil nematode communities. *Applied Soil Ecology* 49:59–67.