

# ECLOSIÓN DE ADULTOS DE MOSCA DEL ESTABLO (*STOMOXYS CALCITRANS*) A PARTIR DE LA INCORPORACIÓN DEL RASTROJO DE PLANTAS DE PIÑA AL SUELO

Yannery Gómez-Bonilla<sup>1</sup>, Oscar Bravo Bonilla

## RESUMEN

**Eclosión de adultos de mosca del establo (*Stomoxys calcitrans*) a partir de la incorporación del rastrojo de plantas de piña al suelo.** Los estadios inmaduros del ciclo de vida de la mosca del establo se desarrollan en materia orgánica en descomposición. Cuando se trituran las plantas de piña, atrae a las moscas y las hembras colocan sus huevos en los rastrojos y las larvas se alimentan de los exudados que se producen conforme avanza la descomposición de la planta. La práctica mecanizada de incorporar el rastrojo de piña, es una enmienda recomendada para no exponer material a la oviposición de la mosca y por lo tanto reducir la posibilidad de emisión de adultos de mosca al ambiente. El objetivo fue determinar la eclosión de adultos de la mosca del establo en campo, a partir de la incorporación del rastrojo de plantas de piña al suelo.

Para comprobar la efectividad de esta enmienda, se dio seguimiento a tres lotes de una hectárea en Fincas piñeras ubicadas en Pital de San Carlos durante los años 2013 y 2014. Las plantas de piña fueron derribadas en verde, trituradas e incorporado al suelo mediante dos pases de rastra. En cada lote se colocaron cinco trampas horizontales tipo mesa (constituidas por bolsas de plástico blancas 25x20 cm a las que se le aplicó pegamento Zalpicol® en la parte inferior), colocadas a una distancia de 20 cm del suelo. Las trampas se evaluaron y cambiaron todas las semanas hasta que no se capturaron más moscas. En el sitio A, evaluado en la época lluviosa, se capturaron un total de 1473 moscas durante ocho semanas de evaluación, en el sitio B, se capturaron 263 durante siete semanas y del sitio C que se evaluó en época seca, se capturaron un total de 41 moscas en seis semanas de estudio. Los resultados son congruentes con otros estudios donde a pesar del entierro de rastrojos y la compactación del suelo se determinó emergencia de moscas o bien, una fluctuación poblacional de moscas que podrían originar un brote, por lo que los daños a explotaciones pecuarias que se encuentran cercanas a la plantación se seguirán presentando. Se deben continuar con otras alternativas para la captura y eliminación la mosca del establo en el rastrojo de piña.

**Palabras clave:** mosca del establo, materia orgánica, descomposición, ganado.

**keywords:** stable fly, pineapple stubble, decomposition of plants, livestock.

1 Yannery Gómez-Bonilla, PhD. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Apartado Postal 10094, San José, Costa Rica. yangomez27@yahoo.com, Oscar Bravo exfuncionario del INTA. Este estudio forma parte de un proyecto de investigación financiado por el INTA y Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI), San José, Costa Rica.

## INTRODUCCIÓN

La mosca del establo (*Stomoxys calcitrans*) es una plaga de mucha importancia en el ganado en países como USA, generando grandes pérdidas económicas. Esta mosca es un parásito externo, hematófago, ampliamente distribuido y que afecta de manera importante el ganado de carne o lechero y en altas poblaciones causa efectos adversos, tanto por la pérdida de sangre, como por las molestias e irritación que provocan (Cruz-Vázquez *et al.* 2000). Se ha reportado que la mosca del establo se reproduce muy bien en rastrojo de vegetales en descomposición tales como: piña, hortalizas, caña de azúcar (Solórzano *et al.* 2015; Cook *et al.* 1999; Koller *et al.* 2009)

Las estrategias de control se pueden complicar y ser poco efectivas, debido a que *S. calcitrans* posee un comportamiento biológico diversificado que le permite utilizar sitios alternativos de reproducción, movimientos de migración y el uso de múltiples huéspedes; así el desarrollo y la implementación de estrategias de control, requiere comprender los diversos aspectos que conforman su ciclo de vida, tanto a nivel de los estados inmaduros como de los adultos (Patterson 1981). Para el combate de una plaga es necesario conocer diferentes aspectos de una población específica (Duque 1996). Un sistema agrícola es un conjunto de procesos interconectados caracterizado por unas vías recíprocas de causa y efecto (Grant *et al.* 2001). La mosca del establo es la causante de la molestia de estrés y fatiga en los animales en un sistema que está compuesto por ganado de carne o leche, ganado semiestabulado y piñeras. La presencia y aumento poblacional de la mosca del establo que se reproduce en el material en descomposición de la piña, no afecta en nada al cultivo de la piña, pero impacta al ganado directamente y las piñeras pueden sufrir la clausura de sus fincas en caso de que la vigilancia fitosanitaria lo ordene.

Otra opción para bajar las poblaciones de moscas, abogan por enterrar materiales orgánicos infestados con larvas de mosca y pupas para prevenir una mayor oviposición en el material y evitar emergencia de moscas adultas. Klungness y colaboradores (2005) enterraron fruta infestada con moscas tefritidas como una medida sanitaria recomendada en Hawaii. Spencer, en el año 1947 dio la recomendación que los lugares donde se depositaba la basura y los rellenos sanitarios debían cubrirse diariamente con suelo para evitar que se reprodujera la mosca doméstica. Sin embargo (Cook *et al.* 2020) citando a (Smirnov 1942; Black y Barnes 1956) indican que aplicar suelo sin una debida compactación, no evita que salgan moscas del establo y que estos estudios no indican el nivel de compactación necesario para evitar la salida de los adultos.

Parte de las recomendaciones para ayudar a bajar los niveles de mosca de establo en el rastrojo de piña en Costa Rica fue descrito por González (2012), éste citó “existen dos técnicas o prácticas para la eliminación del rastrojo de piña: la convencional, que incluye la aplicación de herbicida como desecante para disminuir la biomasa de la planta (quema con fuego en algunos casos). Después las labores agrícolas de mecanización e incorporación del rastrojo al suelo, previamente a la derriba, es necesario realizar una chapia manual o mecánica cortando el follaje, para promover el desecamiento, acelerar su descomposición y disminuir la cantidad de rastrojo a procesar e incorporar”.

A pesar de que se realizan estas medidas en muchas de las fincas, los ganaderos han denunciado altas poblaciones de la mosca aún después de ser incorporado el rastrojo al suelo, por lo que este estudio tiene como objetivo determinar la eclósión de adultos de la mosca del establo en campo, a partir de la incorporación del rastrojo de plantas de piña al suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en tres diferentes sitios de derriba de una hectárea de extensión, donde se dio seguimiento al rastrojo del cultivo de piña después de ser incorporado al suelo. Este trabajo fue realizado en una finca comercial de la zona de Pital de San Carlos de la provincia de Alajuela, Costa Rica, con un área de 80 ha. El periodo del estudio fue entre los años 2013 y 2014. En la zona se registró un rango de temperatura de 25 a 29 °C, una humedad relativa de 80 a 95 % y la precipitación varió desde 150 a 780 mm (Base de Datos de PINDECO).

Las piñeras comerciales acostumbran sembrar de manera escalonada, áreas de producción de 1 a 5 ha, dependiendo de la disponibilidad del terreno neto cultivable, la capacidad de siembra, la demanda del mercado, entre otros. El primer sitio (A) muestreado y que se dio seguimiento, se evaluó durante ocho semanas en los meses

de julio-agosto. Los sitios B y C, pertenecen a la misma finca, pero en diferentes lugares evaluados en los meses siguientes de ese mismo año. El sitio (B) se evaluó de octubre a diciembre y el sitio (C) de diciembre a febrero del 2013 al 2014.

Para realizar este ensayo, se esperó a que la finca derribara las plantas con una trituradora y posteriormente se hizo el pase de una rastra de disco pesados, la cual fue pasada dos veces con una semana de separación. para cubrir con suelo los rastrojos según su actividad agrícola normal (Figura 1). Posteriormente se preparó el terreno para la nueva siembra del cultivo de piña. Cabe destacar que el tiempo de trituración en los tres sitios de estudio se efectuó en aproximadamente dos semanas, pero en ocasiones puede tardar hasta un mes según las condiciones ambientales imperantes en el momento y la disponibilidad de la maquinaria.



Figura 1: Uso de maquinaria con discos pesados para incorporar rastrojos de plantas de piña al suelo. Pital de Alajuela, Costa Rica. 2014. Foto de la izquierda facilitada por el Ing. Erick Vargas.

Una vez preparado el terreno se colocaron las trampas en zigzag a lo largo del terreno de manera equidistante (formando una W), se colocaron al azar cinco trampas horizontales (tipo mesa), con bolsa blanco de 25x20 cm en una hectárea de terreno, a una altura 20 cm del suelo, sostenidas con cuatro estacas. La parte inferior de la bolsa se impregnó con pegamento Zalpicol<sup>®</sup> el cual se diluyó con 20% con gasolina regular. Todas las semanas se revisaron las trampas y se contaron todos los adultos de mosca del establo que emergieron del suelo y pegados en la bolsa, luego se colocaba una nueva bolsa. Las trampas fueron evaluadas durante varias semanas, hasta que no se capturaron más moscas.

## Análisis de datos

Se realizó ANDEVA con un modelo lineal generalizado con repeticiones en el tiempo para los conteos de adultos para determinar la cantidad de adultos capturados, con separación de medias utilizando Prueba de Tukey, en el Programa INFOSTAT 2015 (Di Rienzo *et al.* 2008). Análisis de coeficiente de correlación de Pearson para medir la asociación entre las variables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este es el primer estudio en Costa Rica donde se evalúa la emergencia de adultos de mosca del establo, después de la incorporación de rastrojos del cultivo piña en el suelo como medida preventiva para la reproducción de la mosca del establo, evaluado con trampas horizontales impregnadas con pegamento Zalpicol (Figura 2). Las capturas realizadas en los sitios de estudio permitieron monitorear la cantidad de adultos de mosca del establo que emergen del suelo, después de un proceso normal de compactación del rastrojo de piña (Figura 3).

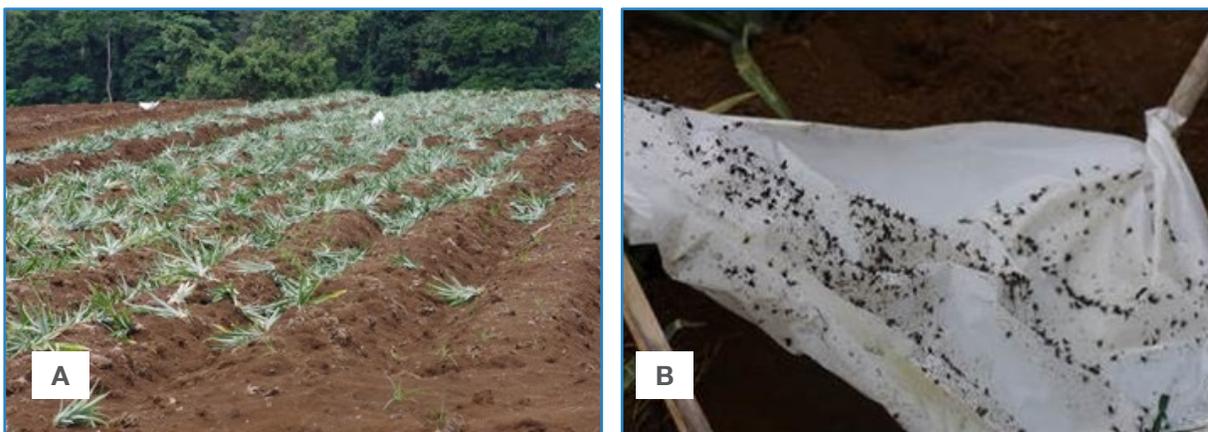


Figura: 2: A. Terreno donde se está sembrado de nuevo el cultivo de piña. B. Trampa mostrando insectos capturados de mosca del establo. Pital de Alajuela, Costa Rica. 2014.



Figura 3: Trampa horizontal en rastrojo de piña recién incorporado. Pital de Alajuela, Costa Rica. 2014.

En la Figura 4, se presenta el conteo semanal de adultos en el sitio A, se contaron 140 individuos en la primera semana, con un pico máximo de 614 especímenes en la quinta semana y se capturó en total 1473 moscas. Durante las tres primeras semanas hubo alta precipitación (140 mm) y se capturaron en promedio 100 moscas. A la semana siguiente cuando la precipitación fue menor, se observó un incremento en la cantidad de moscas capturadas hasta el pico máximo observado. Cuando se da la primera fase de la derriba con la trituración de la biomasa de la plantación de piña, se da la atracción para que la mosca del establo (Solorzano *et. al.* 2015) y empiece a ovipositar. Posteriormente la rastra va mezclando e incorporando el rastrojo con la tierra, es posible que este quede a una profundidad de unos 40 cm y los diferentes estadios de la mosca del establo se encuentren en el rastrojo en un rango de 0-40 cm. En este caso, la lluvia podría bloquear los espacios que utiliza la mosca para abrirse paso entre

el terreno o incluso crear una mayor compactación en el suelo. La compactación es un proceso que causa un aumento de la densidad aparente, acompañada por una disminución en el volumen de aire (Hossne *et al.* 2009). Sin embargo, en el estudio de (Tahir y Ahmad 2013) el suelo compactado sobre la basura (25 cm de profundidad) no evitó la aparición de mosca doméstica. Watson *et al.* (1998) mostró que el entierro realizado con disco, grada y arado de vertedera se incorporó estiércol en el suelo a profundidades de 0, 2,5, 7,5, 15, 22,5 y 30 cm no redujeron la emergencia de la mosca doméstica adulta, y en el estudio de Cook *et al.* (2020) realizado en el laboratorio, mostró que el suelo arenoso, cuando está húmedo y compactado, reduce la capacidad de los adultos de moscas del establo para emerger de la tierra. El estudio de Klunness *et al.* (2005), con la mosca tefrítida del melón determinó que los adultos no pueden emerger si los frutos están enterrados a más de 40 cm de profundidad.

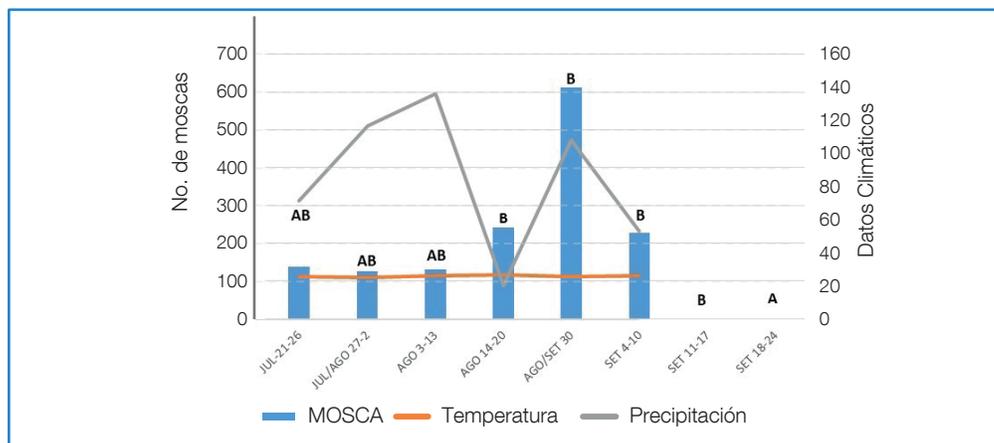


Figura 4: Captura de moscas en el Sitio A, la columna derecha representa la precipitación (mm) y temperatura (°C). Pital de Alajuela, Costa Rica. 2013.

Cuadro 1: Análisis de medias de Tukey, Sitio A de las siete semanas de evaluación de captura de mosca del establo, después de enterrado el rastrojo. Pital de Alajuela. 2013.

Semana	Medias	n	E.E.		
7	0	5	9,85	A	
2	25,2	5	9,85	A	B
3	25,8	5	9,85	A	B
1	27,6	5	9,85	A	B
6	45,4	5	9,85		B
4	48,4	5	9,85		B
5	122,2	5	9,85		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

El análisis de varianza mostró que existen diferencias altamente significativas ( $F=15,47$ ,  $p < 0,0001$ ), en época de lluvia. La fluctuación de lluvia en esa zona es muy variada, puede llover 140 mm en un solo día, o una leve llovizna cada día durante toda la semana o en forma intermitente (llueve-se detiene-llueve). En la (Figura 4) se observa la precipitación total del mes. Las medias de Tukey del sitio A, indican que las semanas cuatro, cinco y seis son las de mayor captura de adultos, en comparación con la semana siete donde no se captura mosca (Cuadro 1). El análisis de correlación de Pearson, muestra que a mayor precipitación hay más altas temperaturas (96 % y 91% respectivamente) esto ayuda a que se acelere la descomposición (Cuadro 2).

En el sitio B, durante la primera semana se capturaron 38 moscas y en la segunda semana hubo un pico máximo de 97 individuos

(Figura 5). En este sitio no se dieron diferencias significativas entre las semanas de muestreo ( $F=3,76$ ,  $p < 0,0118$ ). No obstante, la correlación de Pearson indica que hay una relación entre la precipitación y la temperatura máxima observada. De manera que a medida que llueve más temprano y esporádicamente, las temperaturas son más altas durante el día y esto ayuda que se dé una mayor aceleración en la descomposición de la planta de piña (Cuadro 2). Básicamente la trituración atrae a la mosca, ahí ellas empiezan a ovipositar, con la lluvia y altas temperaturas se da una mayor descomposición del material vegetal y las moscas continúan con su ciclo de vida y otras moscas llegan a colocar sus huevos en este material, de ahí, las altas poblaciones de la mosca. Al enterrarse el material, se corta el ciclo, pero el material que contenía los huevos, larvas y pupas, continua su ciclo hasta salir el adulto.

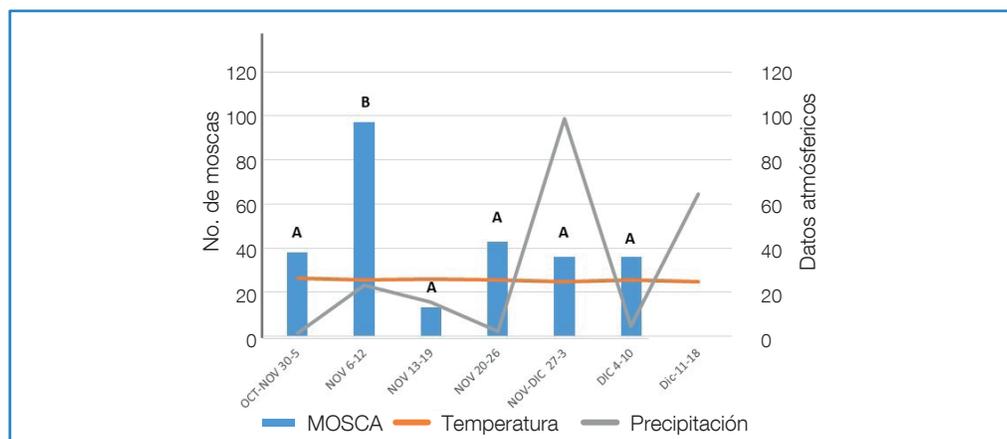


Figura 5: Captura de moscas en el Sitio B, la columna derecha representa la precipitación (mm) y temperatura (°C). Pital de Alajuela, Costa Rica. 2013.

Por último, en el sitio C se capturaron 26 adultos en la segunda semana y durante las semanas posteriores se observó un descenso en la captura cinco o menos moscas por muestreo (Figura 6). Cuando se trabajó en este sitio, la época seca estaba iniciando por lo que había una reducción significativa de la precipitación (en diciembre de 1,8 mm y en febrero de 0,4 mm). La desecación puede ralentizar la descomposición de las plantas haciendo el rastrojo menos atractivo para la oviposición. El estudio de (Tahir y Admad 2013) con mosca doméstica, dice que el suelo mojado de cobertura podría haber mantenido la humedad del medio de cría a un nivel adecuado para el desarrollo de la larva temprana y etapas

posteriores a la eclósión, hasta la aparición de los adultos, además indican que la humedad tiene un efecto limitante añadido sobre las pupas, independientemente de si el suelo estaba compactado o no. Toyama (1988) encontró que 25 cm de compactación de suelo húmedo resulta en un mayor número de la mosca doméstica respecto a un suelo "suelto". La mayoría de los suelos de la zona de Pital son clasificados como ultisoles e inceptisoles, los cuales se desecan con facilidad (Mata *et al.* 2013). No se dan diferencias significativas entre las semanas de evaluación ( $F=2,01$ ,  $p < 0,1667$ ) y la correlación de Pearson determina que la asociación más alta se da entre la lluvia y la temperatura mínima (Cuadro 2).

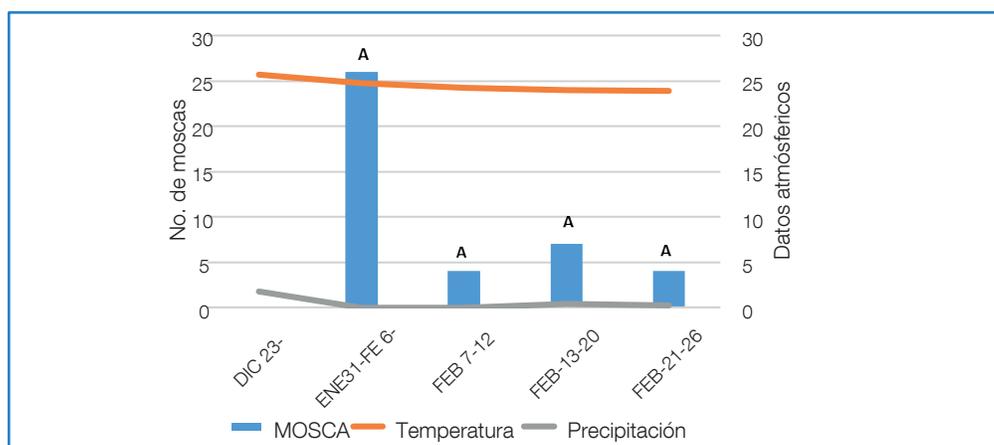


Figura 6: Captura de moscas en el Sitio C, la columna derecha representa la precipitación (mm) y temperatura (°C). Pital de Alajuela, Costa Rica. 2013-2104.

Cuadro 2: Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades de los tres sitios de muestreo de mosca del establo. Pital de Alajuela, Costa Rica. 2012.

SITIO A					
	Mosca	MIN TEMP	PROMEDIO	MAX TEMP	LLUVIA
Mosca	1	0,32	0,92	0,91	0,96
MIN TEMP	-0,49	1	0,92	0,59	0,41
PROMEDIO	-0,05	0,06	1	0,01	0,17
MAX TEMP	0,06	-0,28	0,93	1	0,27
LLUVIA	0,02	-0,42	-0,64	-0,54	1
SITIO B					
Mosca	1	0,69	0,66	0,55	0,62
MIN TEMP	0,19	1	0,55	0,88	0,89
PROMEDIO	0,2	0,28	1	4,70E-03	0,01
MAX TEMP	0,28	-0,07	0,91	1	4,60E-03
LLUVIA	-0,23	-0,07	-0,9	-0,91	1
SITIO C					
Mosca	1	0,68	0,1	0,17	0,58
MIN TEMP	-0,32	1	0,16	0,73	0,1
PROMEDIO	0,9	0,73	1	0,39	0,11
MAX TEMP	0,83	-0,22	0,5	1	0,85
LLUVIA	-0,42	0,99	0,8	-0,12	1

La planta de piña recién triturados, y el material en descomposición atraen a la mosca del establo (Gómez-Bonilla, 2018; Solórzano *et al.* 2015; Gómez-Bonilla y Solórzano en imprenta,) y se llenan de huevos, larvas y pupas. Al triturar, muchos de los individuos son destruidos y otros tantos quedan pegados entre las hojas y el tallo. Resultados similares se describen en el estudio realizado por Cook *et al.* (2011), donde se contabilizaron >1000 moscas del establo por metro cuadrado en hortalizas y se encontró que la mosca

del establo predominaba en los restos de materia orgánica en descomposición sobre otros insectos. Taylor *et al.* (2012), han reportado que, en un sitio de alimentación de heno de tamaño promedio, se pueden capturar hasta 200.000 moscas del establo.

El incorporar el rastrojo de piña al suelo, es una enmienda recomendada porque los niveles de mosca se pueden reducir hasta en un 80% (Gómez-Bonilla, 2018) el suelo crea una barrera

para la oviposición. De manera que es conveniente mantener esta práctica, sin embargo, en este y otros estudios (Watson *et al.* 1998; Tahir y Ahmad 2013) se comprueba que el entierro de la materia orgánica en descomposición no impide que cierto porcentaje de moscas tengan la capacidad de terminar su ciclo y emerger del suelo semanas después.

Según, Cook *et al.* (2020), el entierro de larvas y/o pupas de moscas del establo con un grado de compactación de > 2 toneladas /m<sup>2</sup> resultó en una prevención total de la emergencia de adultos. Esto representa un dato importante y novedoso sobre el grado de compactación necesaria para mitigar esta mosca; por lo que, para futuras investigaciones es recomendable evaluar diferentes niveles de compactación y en diferentes épocas

del año para obtener un resultado de prevención como el mencionado anteriormente. Además, una vez enterrado el rastrojo, hay que implementar otras medidas de combate, por ejemplo, uso de parasitoides de pupas o larvas y continuar el uso de trampas pegajosas, al menos durante un mes después del proceso de incorporación al suelo de los rastrojos.

## Agradecimientos

A la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (Fittacori), por financiar esta actividad, lo cual permitió el desarrollo de una adecuada investigación.

## LITERATURA CITADA

Black, RJ; Barnes, AM. 1956. Effect of earth cover on housefly emergence. *Public Works* 87:109–111.

Cruz-Vázquez, C; Martínez, RS; Vitela, ML. 2000. Variación anual de la infestación por *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae) en tres establos lecheros de Aguascalientes, México. *Tec Pec Mex* 38:135-142.

Cook, DF; Deyl, RA; Lindsey, JB; D'Antuono, MF; Telfer, DV; McPharlin, IR. 2020. Burial and Compaction of Sandy Soils to Prevent Emergence of Adult Stable Fly (Diptera: Muscidae) at the Soil Surface (en línea). *Journal of Economic Entomology* 113(3):1315–1322. Consultado día. Mes. Año. Disponible en doi: 10.1093/jee/toaa015

Cook, DF; Dadour, IR; Voss, SC. 2011. Management of stable fly and other nuisance flies breeding in rotting vegetable matter associated with horticultural crop production. *Int. J. Pest Manag.* 57:315–320.

Cook, DF; Dadour, IR; Keals, NJ. 1999. Stable fly, house fly (Diptera: Muscidae), and other nuisance fly development in poultry litter associated with horticultural crop production. *J. Econ. Entomol.* 92:1352–1357.

Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2008. *InfoStat*, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA Cordoba, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba.

Duque Echeverri, M. 1996. Patrones de disposición espacial y su importancia en la definición de un plan de muestreo en MIP. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 24 p.

Gómez-Bonilla, Y. 2018. Muestreo y fluctuación poblacional de mosca del establo en rastrojo de piña. *Alcances Tecnológicos* 12(1):25-36.

Gómez-Bonilla, Y; Solórzano, A. 2020. Dinámica poblacional de *Stomoxys calcitrans* en rastrojo de piña y ganadería en Costa Rica. *Avances Tecnológicos*. En prensa.

González Alfaro, LA. 2012. Manual técnico para el manejo de rastrojos en el cultivo de piña Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Servicio Fitosanitario del Estado. San José, C.R.: MAG/SFE. 18 p.

Grant, WE; Pedersen, EK; Marín, SL. 2001. Ecología y manejo de recursos Naturales: Análisis de Sistemas y Simulación. San José, Costa Rica, IICA.12 p

Hossne García, AJ; Mayorca Jaime, YN; Salazar Bastardo, LD; Subero Llovera, FA; Zacillo Contreras, AM. 2009. Humedad compactante y sus implicaciones agrícolas en dos suelos franco arenoso de sabana del estado Monagas, Venezuela. Revista Científica UDO Agrícola 9(4):937-950.

Koller, WW; Catto, JB; Bianchine, I; Soares, CO; Paiva, F; Tavares, LER; Graciolli, G. 2009. Outbreaks of the stable fly, *Stomoxys calcitrans*, in Mato Grosso Sul: new problem for the productive chains of flesh and sugarcane? Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. 31 p.

Klungness, L M; Jang, EB; Mau, RFL; Vargas, RI; Sugano, JS; Fujitani, E. 2005. New sanitation techniques for controlling Tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. J. Appl. Sci. Environ. Mgt. 9:5-14.

Mata Chinchilla, R; Vásquez Morera, A; Rosales Ibarra, A. 2013. Principales suelos de Costa Rica (en línea). Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. [www.mag.go.cr](http://www.mag.go.cr) > bibliotecavirtual. Consultado el 22 de setiembre del 2020.

Patterson, RS. 1981. Importance of monitoring house fly and stable fly immature and adult populations in IPM programs using biocontrol. Status of biological control of filth flies. Gainesville, FL USDA. 32 p.

Smirnov, ES. 1942. Mechanical control of the larvae and pupae of synanthropic flies. Med. Parasitol. I. Parazitar. Bolenzi, Moskva 11:97-105.

Solórzano, JA; Gilles, J.; Bravo, O; Vargas, C; Gómez-Bonilla, Y; Bingham, GV; Taylor, DB. 2015. Biology and trapping of stable flies (Diptera: Muscidae) developing in pineapple residues (*Ananas comosus*) in Costa Rica. J. Insect Sci. 15: 145-150.

Spencer, CC. 1947. Recommended wartime refuse disposal practice. Supplement No. 173 to the Public Health Reports. 19 p.

Tahir, NA; Ahmad, AH. 2013. Effects of compaction and wetting of laterite cover soil on development and survival of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) immatures. J. Med. Entomol. 50:999-1002.

Taylor, DB; Moon, RD; Mark, DR. 2012. Economic impact of Stable Fly (Diptera: Muscidae) on beef cattle production. J. Med. Entomol. 49:198-209.

Toyama, GM. 1988. A preliminary survey of fly breeding at sanitary landfills in Hawaii with an evaluation of landfill practices and their effect on fly breeding. Proc. Hawaii. Entomol. Soc. 28:49-56.

Watson DW; Rutz, DA; Keshavarz, k; Waldron, JK. 1998. House fly (*Musca domestica* L.) survival after mechanical incorporation of poultry manure into field soil. J. Appl. Poult. 7:302-308.