

USO DE *Galleria mellonella* L. (LEP.: PYRALIDAE) COMO PRESA CENTINELA PARA EVALUAR EL IMPACTO DE ENEMIGOS NATURALES SOBRE *Diatraea tabernella* DYAR (LEP.: CRAMBIDAE) EN CAÑA DE AZÚCAR EN PANAMÁ.

Galleria mellonella L. (LEP.: PYRALIDAE) AS SENTINEL PREY TO EVALUATE THE IMPACT OF NATURAL ENEMIES OF *Diatraea tabernella* DYAR (LEP.: CRAMBIDAE) IN SUGARCANE IN PANAMA.

¹Randy Atencio V., ²François-Régis Goebel, ³Abby Guerra y ³Silvia Lopéz

¹Universidad de Montpellier, Escuela Doctoral GAIA, Francia. randy.atencio@gmail.com

²CIRAD (Centro de Cooperación Internacional en la Investigación Agronómica para el Desarrollo), unidad AIDA (Agroecología y Manejo Sostenible de Cultivos Anuales), en Montpellier, Francia. regis.goebel@cirad.fr

³Laboratorio de Biotecnología, Compañía Azucarera La Estrella S.A., Panamá (Grupo CALESA).

abby.guerra@grupocalesa.com ; silvia.lopez@grupocalesa.com

RESUMEN

Para identificar los potenciales depredadores y parasitoides de *D. tabernella* en caña de azúcar diferentes estadios de *G. mellonella* fueron utilizados como presa centinela durante un periodo de 12 meses en campos de caña de azúcar en Panamá para investigar una alternativa en la evaluación del impacto de los enemigos naturales sobre el barrenador el tallo de la caña de azúcar. Un total de 2233 artrópodos fueron capturados y la familia predominante en las capturas fue Formicidae con 6 especies colectadas. Las especies más abundantes fueron: *Solenopsis* sp. (63%) y *Camponotus* spp. (15.6%). Las especies con el mayor impacto sobre los huevos, larvas y pupas de *G. mellonella* (+84.1% de depredación) fueron: *Linepithema* sp., *Camponotus* spp. y *Ectatomma* sp. (Hymenoptera: Formicidae). Existe un potencial uso de *G. mellonella* como presa centinela para estudiar entomofauna e identificar especies que tengan un rol supresivo sobre poblaciones del barrenador del tallo, especialmente Formicidae.

Palabras claves: Caña de azúcar, barrenador del tallo, depredadores, parasitoides, *Galleria mellonella*

ABSTRACT

To identify potential predators and parasitoids of *D. tabernella* in sugarcane, different stages of *G. mellonella* were used as sentinel prey during a 12 month period in sugarcane fields in Panama. A total of 2233 arthropods were captured and the Formicidae was the predominant family with 6 species collected. The most abundant species were: *Solenopsis* sp. (63%) and *Camponotus* spp. (15.6%). The species with the highest impact on eggs, larvae and pupae of *G. mellonella* (+84.1% predation) were *Linepithema* sp., *Camponotus* spp. and *Ectatomma* sp. (Hymenoptera: Formicidae). There is a potential use of *G. mellonella* in sugarcane as a sentinel prey to identify entomofauna and suppressive species on stemborers, mainly Formicidae.

Keywords: Sugarcane, stemborers, predators, parasitoids, *Galleria mellonella*

Artículo recibido: 10 de febrero, 2020

Artículo aceptado: 03 de marzo, 2020

INTRODUCCIÓN

En Panamá los barrenadores del tallo *Diatraea saccharalis* (Fab.), *D. tabernella* Dyar, *Telchin licus* (Durry) y *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) han sido reportados como las plagas más importantes en caña de azúcar (Esquivel, 1980; Narvaes, 1989).

Los enemigos naturales de barrenadores en tallos de caña de azúcar pueden ser nativos o introducidos. Las especies introducidas han incluido frecuentemente parasitoides (Braconidae, Tachinidae y otros) considerando su especificidad de hospederos comparada con los depredadores (Formicidae, Salticidae y otros) que son generalistas en sus hábitos alimenticios, de allí el interés en evaluar la importancia de la depredación de artrópodos sobre barrenadores puesto que frecuentemente es subvalorada (Hall, 1988; Cherry y Nuessly, 1992; Riechert y Lockley, 1984; King y Saunders, 1984; Cherry y Robert, 2009; Cherry, 2003; Richards-Haynes, 2015).

La taxa de artrópodos presentes en campos de cañas de azúcar son principalmente depredadores tales como hormigas y arañas que comen huevos, larvas y pupas de *Diatraea* spp. (Negm y Hensley, 1972; Ali y Reagan, 1985; Woolwine y Reagan, 2001). En estudios conducidos en América Latina, las hormigas depredadoras fueron abundantes (Jemal y Hugh-Jones, 1993). En Estados Unidos de América estudios de depredación sobre *Diatraea* spp fueron conducidos por la Universidad de Florida indicando la importancia de artrópodos tales como: *Solenopsis invicta* Buren, *Pheidole dentata* Mayr, *Pheidole floridana* Emery (Hymenoptera: Formicidae), *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae), *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae), *Cicindela* spp. (Coleoptera: Carabidae) y diversas especies de arañas (Capinera, 2011). En Panamá ha sido reportada la depredación de huevos y larvas del barrenador gigante *Telchin licus* (Lepidoptera: Castiniidae) por *Ectatomma tuberculatum* (Ol.), *Euponera cognata* (Emery), *Pheidole flavens* (Roger), *Crematogaster* sp y *Solenopsis geminata* (F.) (Esquivel, 1983).

La cría y liberación de insectos para control biológico del barrenador del tallo *Diatraea* spp. en caña de azúcar es la práctica mas eficiente en América Latina (Lenteren y Bueno, 2003 ; Fuentes et al. 2012). Los parasitoides más importantes son *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) (Badilla, 2002; Wiedenmann et al. 2003), *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), (Flanders y Quednau, 1960; Browning y Melton, 1987) y las moscas taquinidas (Diptera: Tachinidae) *Lixophaga diatraeae* Towns., *Billaea* (*Paratheresia*) *claripalpis* Wulp., *Lydella* (*Metagonistylum*) *minense* (Towns.), *Palpozenillia palpalis* Aldr. y *Diatraeophaga striatalis* Towns. (Fauconnier y Bassereau, 1970; Risco, 1996) y *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) (Fauconnier y Bassereau, 1970).

La cuantificación de la efectividad de la depredación y el parasitismo es esencial para la búsqueda de candidatos adecuados para control biológico sobre barrenadores de tallos de caña de azúcar. Los métodos corrientes para medir la eficiencia del parasitismo y depredación incluyen el uso de huevos, larvas y pupas colectadas en campo de *D. tabernella*. Un gran número de tallos son requeridos para encontrar los estadios de *Diatraea* necesarios, haciendo la evaluación de parasitismo o depredación tediosa, ineficiente y de un alto costo de ejecución.

Sin embargo, estas dificultades pueden ser superadas utilizando presas centinelas tales como *G. mellonella* (una alternativa a insectos hospederos principales). Estas pueden ser colocadas en los campos y monitoreando que sucede con ellas podemos determinar los más importantes depredadores y parasitoides dentro de los campos de caña de azúcar. Con esta información es posible determinar si existen parasitoides o depredadores efectivos como agentes de control biológico.

Como especie centinela potencial la polilla de la cera *G. mellonella* es un candidato ideal. Las polillas hembras pueden ovipositar entre 50 a 250 huevos en su período de vida (Mishra et al. 2009). La polilla de la cera ha sido ya utilizada como hospedero para la cría masiva de parasitoides y depredadores en diversos programas de control biológico (Ranjbar Aghdam et al. 2015) incluyendo las crías masivas de *Trichogramma* para control de *Chilo sacchariphagus* (Lepidoptera: Pyralidae) (Goebel et al. 2001), *L. diatraeae* (Grenier et al. 1982) y *Tetrastichus howardi* (Ochoa, 2013; Piñero et al. 2016) para control de *D. saccharalis*.

G. mellonella fue utilizada en la producción de hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* en Colombia (Obando et al. 2013) y la identificación de nematodos entomopatógenos en India (Razia et al. 2011). En Colombia, esta especie también ha sido utilizada para la producción de los nematodos tales como *Steinernema* sp. y *Heterorhabditis* sp. para su potencial utilización en el

manejo integrado de *D. saccharalis* en caña de azúcar (López-Llano y Soto-Giraldo, 2016).

El objetivo de este estudio fue la evaluación potencial de huevos, larvas y pupas de *G. mellonella* como presa centinela para la evaluación de enemigos naturales de barrenadores del tallo en caña de azúcar en Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio del estudio

Este estudio fue realizado en Grupo CALESA (Compañía Azucarera La Estrella S.A.) en Natá, Panamá (N 08°17.425'; W 080°31.180'). Las observaciones fueron realizadas desde marzo 2016 a febrero 2017 (12 meses) sobre la variedad B74-125.

Cría de *G. mellonella*

Para las evaluaciones se utilizaron huevos, larvas y pupas de *G. mellonella*. Estas producciones fueron establecidas en el Laboratorio de Control Biológico de CALESA. Los insectos fueron criados utilizando dieta artificial con los siguientes ingredientes: Salvado de trigo (280 g), harina (120 g), reemplazo de leche de ternero (160 g), miel de abeja (250 ml) (Diferentes estadios de *G. mellonella* son mostrados en las figuras 1, 2 3).

Localización de puntos centinelas de *G. mellonella* (Huevos, larvas y pupas) en campo.

El estudio fue realizado en un campo de 9 ha dividido en 9 parcelas (cada sitio = 1 ha) (Figura 4 a). Se instaló una trampa en el centro de cada parcela (50 metros desde la calle principal adyacente a la parcela y 30 surcos de caña desde el borde de la parcela. La trampa consistió de un tubo (vial) Coring Eppendorf 50 conteniendo cuatro larvas y cuatro pupas (con perforaciones en la tapa) colocadas en el medio de los tallos de caña de azúcar (Figura 4 b). Los tallos fueron escogidos al azar y la altura del vial dependió del tamaño del tallo. La *G. mellonella* centinelas fueron revizadas una vez a la semana para verificar la presencia de parasitoides y/o depredadores. Pupas y larvas de *G. mellonella* fueron llevados al laboratorio para su revisión. Al mismo tiempo, un nuevo dispositivo centinela fue colocado con pupas y larvas (Figura 4 b y 4 c). Revizando la depredación de huevos, 40 *G. mellonella* huevos fueron colocados en una etiqueta de papel con goma (unidad) de 2 cm x 2 cm sobre una hoja de la parte superior del tallo (El ultimo internudo cerca del meristema apical). Estos fueron removidos después de siete días y regresados a el laboratorio para revizar la mortalidad.



Figura 1. Larvas de *G. mellonella* (25 mm).



Figura 2. Pupas de *G. mellonella* (20 mm).



Figura 3. Huevos de *G. mellonella* (0.45 x 0.35 mm).

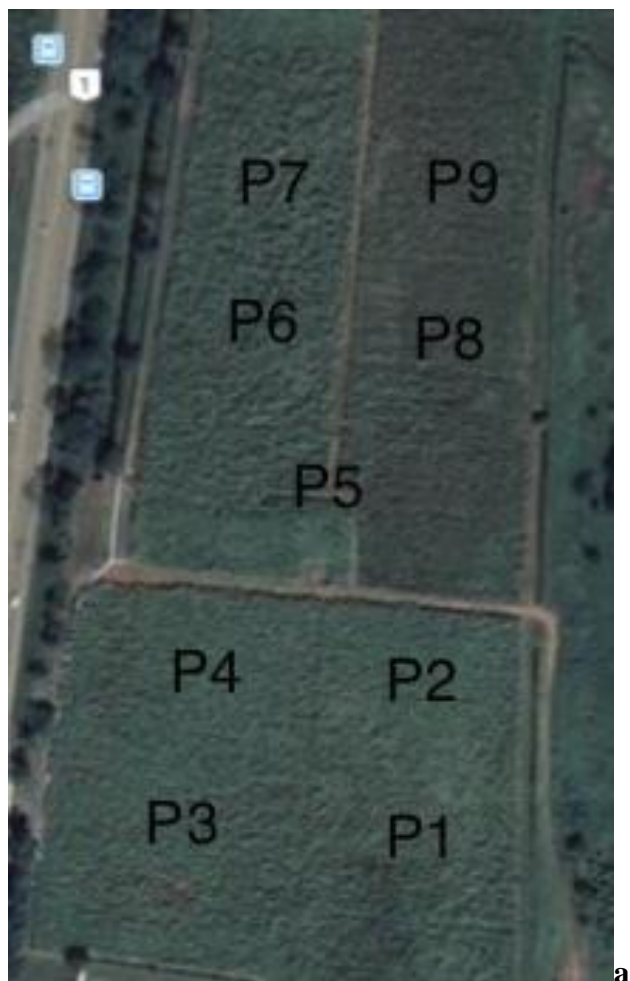


Figura 4. Disposición en campo (Google, 2020) e instalación de larvas, pupas y huevos sobre tallos de caña de azúcar (a, b y c).

Todos los especímenes obtenidos de los dispositivos con larvas, pupas y huevos de *G.mellonella* fueron identificados y preservados en etanol al 90%.

Tasa de depredación y parasitismo

Las tasas de depredación y parasitismo se estimaron según las siguientes fórmulas:

Tasa de depredación: $\frac{\text{Número de huevos depredados}}{\text{Total huevos}} \times 100$; $\frac{\text{Número de larvas depredadas}}{\text{Total larvas}} \times 100$; y $\frac{\text{Número de pupas depredadas}}{\text{Total pupas}} \times 100$.

Tasa de parasitismo: $\frac{\text{Número de huevos parasitados}}{\text{Total huevos}} \times 100$; $(\frac{\text{Número de larvas parasitadas}}{\text{Total larvas}}) \times 100$; $(\frac{\text{Número de pupas parasitadas}}{\text{Total pupas}}) \times 100$.

Porcentaje de Entrenudos barrenados (% E.B.) y tasa de parasitismo.

Cien tallos fueron muestreados por mes (cuatro réplicas de 25 tallos molibles cada una). Estos fueron tomados de cuatro puntos dentro de 2 ha de campo. Cada tallo fue medido longitudinalmente para obtener la altura (cm) y abiertos longitudinalmente para contar el número de entrenudos barrenados (E.B.) y calcular:

% E.B.: Número de entrenudos barrenados / Número de entrenudos total * 100

Tasa de parasitismo: Número de larvas parasitadas / Total larvas x 100 y/o Número de pupas parasitadas / Total de pupas x 100.

Análisis de datos.

La tabulación semanal de datos, el cálculo de porcentajes y los gráficos fueron realizados con el programa Microsoft Excel 2016.

RESULTADOS

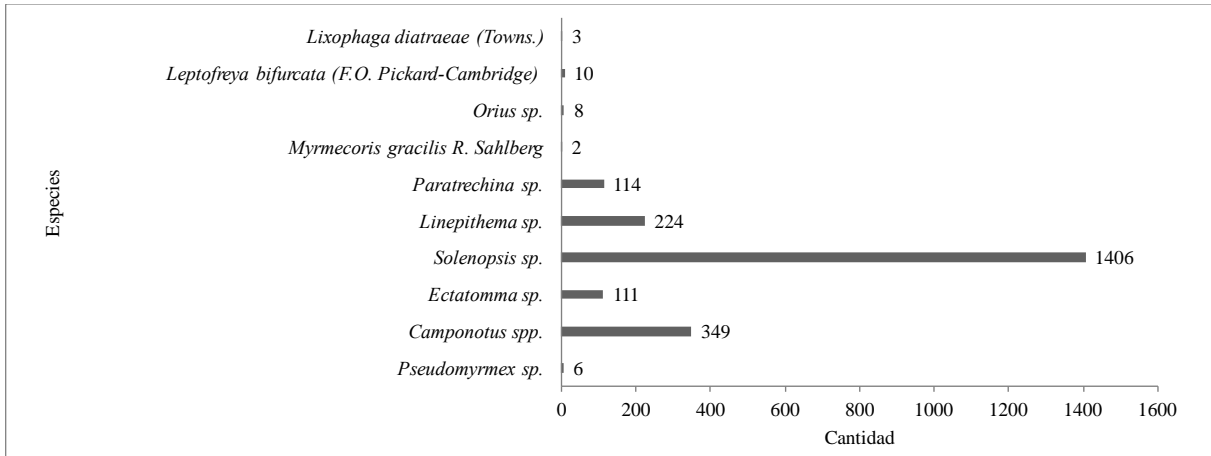
Capturas en puntos centinelas de *G. mellonella* en campo.

Se capturaron 2233 de artrópodos pertenecientes a 2 clases, 4 órdenes, 5 familias y 10 especies (Cuadro 1; Figuras 5, 6, 7 y 8).

Cuadro 1. Artrópodos capturados con *G. mellonella* en caña de azúcar en Panamá.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES	HÁBITO ALIMENTARIO	*N. I.	%	EST.	REFERENCIA
	Diptera	Tachinidae	<i>Lixophaga diatraeae</i> Townsend	Larvas	3	0.1	I	Brown <i>et al.</i> , 2010
	Hemiptera	Anthocoridae	<i>Orius</i> sp.	Huevos-Pupas	8	0.4	A	Shapiro <i>et al.</i> , 2010
		Miridae	<i>Myrmecoris gracilis</i> R. Sahlberg	Huevos-Pupas	2	0.1	A	Schwartz, 2008
Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus</i> spp.	Huevos-Larvas-Pupas	349	15.6	A	Bolton, 1994
			<i>Ectatomma</i> sp.	Huevos-Larvas-Pupas	111	5	A	Bolton, 1994
			<i>Linepithema</i> sp.	Huevos-Larvas-Pupas	224	10	A	Bolton, 1994
			<i>Paratrechina</i> sp.	Huevos-Larvas-Pupas	114	5	A	Bolton, 1994
			<i>Pseudomyrmex</i> sp.	Huevos-Pupas	6	0.3	A	Bolton, 1994
			<i>Solenopsis</i> sp.	Huevos-Larvas-Pupas	1406	63	A	Bolton, 1994
Arachnida	Araneae	Salticidae	<i>Leptofreya bifurcata</i> (F.O. Pickard-Cambridge)	Huevos-Larvas-Pupas	10	0.5	A	Edwards, 2015
					2233	100		

*N.I.=Número de individuos; Est.=Estadio; Estadio: a=adulto; i=inmaduro



Figura

5. Número de capturas por especie con *G. mellonella* en caña de azúcar en Panamá.



Figura 6. *Camponotus* spp. (10 mm).



Figura 7. *Solenopsis* sp. (6 mm).



Figura 8. Pupa de *G. mellonella* depredada por *Camponotus* spp. (10 mm).



Figura 9. *Myrmecoris gracilis* R. Sahlberg. (10 mm).

Tasa de depredación y parasitismo

Para cada estadio de *G. mellonella*, la mortalidad debida a enemigos naturales fue detallada por huevos (95.8%), larvas (70.6%) y pupas (83.2%), con una mortalidad media de 92.6% (Cuadro 2).

Con respecto a la tasa de depredación en los cuadros 2 y 3, los resultados indican que la depredación de huevos por *Myrmecoris gracilis* R.F. Sahlberg (Hemiptera: Miridae) (Figura 9) fue la mas alta, seguida por *Ectatomma* sp. y *Camponotus* spp. La depredación de larvas de *G. mellonella* fue principalmente debida a *Paratrechina* sp., seguida por *Linepithema* sp y *Ectatomma* sp. Considerando la tasa de depredación de pupas de *G. mellonella*, esta fue dominada por 3 especies: *Myrmecoris gracilis*, *Linepithema* sp. y *Pseudomyrmex* sp., dependiendo del tiempo en que las especies fueron observadas. La depredación de todos los estadios de *G. mellonella* fue principalmente debida a *Linepithema* sp., *Camponotus* spp. y *Ectatomma* sp.

Cuadro 2. Mortalidad de *G. mellonella* como presa centinela en caña de azúcar en Panamá.

ESTADIO	INDIVIDUOS INICIALES	INDIVIDUOS DEPREDADOS / ASESIONADOS	% MORTALIDAD
Huevos	16760	16052	95.8
Larvas	1676	1184	70.6
Pupas	1676	1395	83.2
Total	20112	18631	92.6

Cuadro 3. Tasa de depredación y parasitismo en diferentes estadios de *G. mellonella* en caña de azúcar en Panamá.

ESPECIE	TASA *DEPR. HUEVOS	TASA PAR. HUEVOS	TASA DEPR. LARVAS	TASA PAR. LARVAS	TASA DEPR. PUPAS	TASA PAR. PUPAS	TASA PROMEDIA (DEPR. – PAR.)	HÁBITO ALIMENTARIO
<i>Pseudomyrmex</i> sp.	66.7	0	0	0	100.0	0	55.6	Huevos - Pupas
<i>Camponotus</i> spp.	98.2	0	64.2	0	90.9	0	84.4	Huevos - Larvas - Pupas
<i>Ectatomma</i> sp.	99.1	0	65.6	0	87.5	0	84.1	Huevos - Larvas - Pupas
<i>Solenopsis</i> sp.	92.2	0	60.4	0	86.1	0	79.6	Huevos - Larvas - Pupas
<i>Linepithema</i> sp.	93.8	0	68.8	0	.0	0	87.5	Huevos - Larvas - Pupas
<i>Paratrechina</i> sp.	93.4	0	70.3	0	87.5	0	83.8	Huevos - Larvas - Pupas
<i>Myrmecoris gracilis</i> R. Sahlberg	100.0	0	0	0	100.0	0	66.7	Huevos - Pupas
<i>Orius</i> sp.	75.0	0	0	0	75.0	0	50.0	Huevos - Pupas
<i>Leptofreya bifurcata</i> (F.O. Pickard-Cambridge)	60.0	0	40.0	0	60.0	0	53.3	Huevos - Larvas - Pupas
<i>Lixophaga diatraeae</i> (Townsend)	0	0	0	75	0	0	25.0	Larvas

Depr.: Depredación; Par.: Parasitismo

Porcentaje de entrenudos barrenados (% E.B.) y tasa de parasitismo

Durante la evaluación de un periodo de 12 meses, *C. flavipes* (33.3%) fue encontrada parasitando larvas de *D. tabernella* en tallos con una altura de 221.8 cm (11 meses de edad) (Para el sitio y condiciones de este estudio). El porcentaje mas alto de entrenudos barrenados ocurrio cuando la altura de los tallos de 17.3 (4.1%), 25.9 (5%) y 45.9 cm (6.1%) (3 a 5 meses de edad) (Cuadro 4 y Figura 10).

Hubo un período activo de depredación que va principalmente desde 3 a 7 meses, correspondientes al período de crecimiento de la caña de azúcar (Cuadro 4 y Figura 10).

Cuadro 4. Presencia de hormigas y el parasitoide *C. flavipes* durante el período de crecimiento de caña de azúcar en Panamá.

ALTURA DE LA PLANTA (CM)	EDAD DE LA PLANTA (MES)	<i>Camponotus</i> sp. (No.)	<i>Solenopsis</i> sp. (No.)	TASA DE PARASITISMO POR <i>Cotesia flavipes</i> (%)	% E.B.
0	1	50	37	0	0
8.5	2	6	52	0	0
17.3	3	57	288	0	4.1
25.9	4	70	44	0	5
45.9	5	52	91	0	3
68.8	6	11	171	0	1
88.8	7	12	285	0	1
148.8	8	36	198	0	1.3
181.8	9	11	42	0	0.9
201.8	10	5	128	0	1.4
221.8	11	15	34	33.3	6.2
241.8	12	24	36	0	0

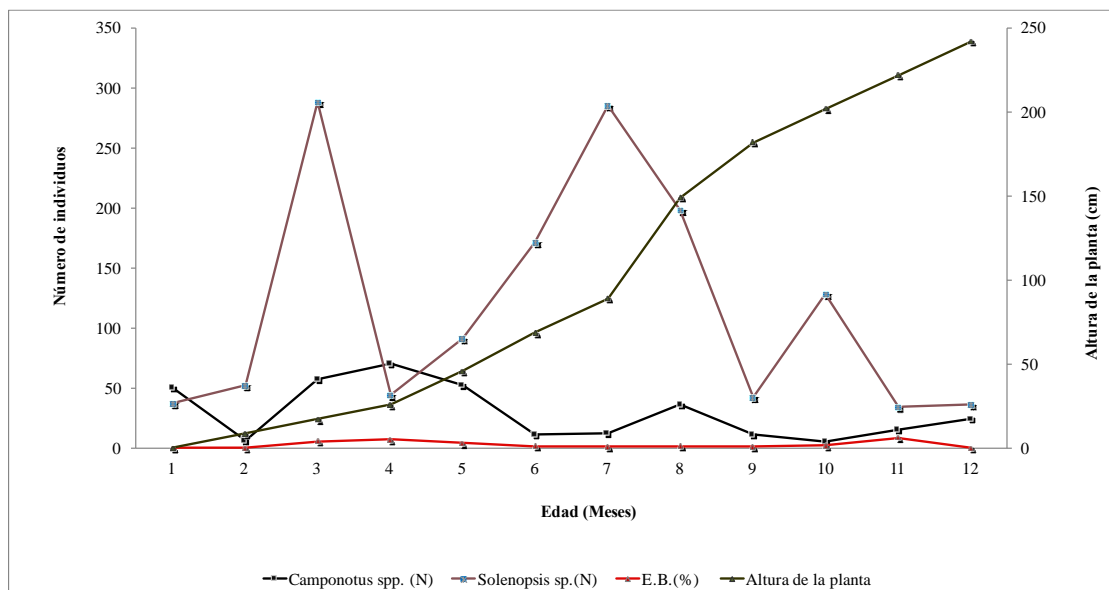


Figura 10. Evolución de hormigas depredadoras (*Camponotus* spp.-*Solenopsis* sp.) vs daño por *D. tabernella* (% E.B.) en relación a la altura del tallo (cm) en Panamá.

DISCUSIÓN

Capturas en puntos centinelas de *G. mellonella* en campo.

Formicidae fue la familia predominante comprendiendo 6 especies, dentro de las cuales las especies más capturadas fueron *Solenopsis* sp. (63%) y *Camponotus* spp. (15.6%). El impacto de las hormigas como depredadores sobre barrenadores del tallo de la caña de azúcar como el caso por ejemplo de *Diatraea* spp. ya había sido demostrado por ciertas investigaciones realizadas en diferentes regiones de América (Negm y Hensley, 1972; Ali y Reagan, 1985; Jemal y Hugh-Jones, 1993; Woolwine y Reagan, 2001), lo que indica que el uso de puntos centinelas de *G. mellonella* en campo tiene una utilidad práctica para establecer las poblaciones, especies y potencial impacto de dichos depredadores.

Tasa de depredación y parasitismo

La eficiencia de depredación de especies de hormigas sobre huevos, larvas y pupas de *G. mellonella* coincidieron con otros registros de depredación establecidos sobre barrenadores del tallo como *Diatraea* spp. (Negm y Hensley, 1972; Ali y Reagan, 1985; Woolwine y Reagan, 2001).

Huevos y pupas de *G. mellonella* no atrajeron parasitoides durante el período de observación, mientras el estadio de larva fue parasitado (75%) por la mosca taquinida *L. diatraeae* (Diptera: Tachinidae), parasitoide relacionado a *Diatraea* spp. en estudios realizados (Fauconnier y Bassereau, 1970; Risco, 1996).

Se destaca que se encontró el depredador *M. gracilis*, que es un chinche que mimetiza con hormigas del género *Formica* y fue reportada depredando áfidos, pequeños insectos y huevos de insectos (Wachmann et al. 2004). Las especies de hormigas (Formicidae) *Ectatomma* sp., *Camponotus* spp., *Linepithema* sp., *Pseudomyrmex* sp., fueron reportadas como depredadores *D. saccharalis* y otros artrópodos sobre plantaciones de caña de azúcar (Oliveira et al. 2012; Bailly-Maitre et al. 2012). *Paratrechina fulva* fue reportada como agente de control para hormigas cortadoras de hojas (*Atta* sp.); sin embargo, esta especie puede desplazar entomofauna nativa particularmente otras hormigas por consiguiente decreciendo la biodiversidad del ecosistema (Arcila et al. 2002).

Porcentaje de entrenudos barrenados (% E.B.) y tasa de parasitismo

El parasitoide *C. flavipes* que fue encontrado dentro de los entrenudos de los tallos, es según los estudios realizados el más importante parasitoide de *Diatraea* spp. (Badilla, 2002; Wiedenmann et al. 2003).

El más alto número de *Solenopsis* sp. fue capturado con *G. mellonella* cuando la altura de los tallos fue de 17.3 cm (3 meses de edad), que coincide cuando el nivel de daño de *D. tabernella* fue 4.1 % E.B. y también cuando el más alto número de *Camponotus* sp. capturados coincide cuando la altura del tallo fue 25.2 cm (4 meses de edad) cuando el nivel de daño de *D. tabernella* fue de 5 % E.B. La tasa de parasitismo más alta de *C. flavipes* sobre larvas de *D. tabernella* coincidió con el pico de 6.1% E.B. por *D. tabernella* cuando la altura fue de 221.8 cm (11 meses).

La importancia de la depredación de artrópodos sobre barrenadores que había sido frecuentemente subvalorada, ha retomado importancia durante los últimos años sobre todo por los aspectos relacionados ha establecer un equilibrio agroecológico dentro de los campos de cultivos (Cherry y Nuessly, 1992; Riechert y Lockley, 1984; Cherry y Robert, 2009; Cherry, 2003; Richards-Haynes, 2015).

CONCLUSIONES

Los enemigos naturales de barrenadores de tallos reportados fueron principalmente de la familia Formicidae con 6 especies. Las especies dominantes fueron: *Solenopsis* sp. (63%) y *Camponotus* spp. (15.6%). La presencia de hormigas como depredadores en campos de caña de azúcar evidencia que existe una red trófica presente y necesita ser preservada. Existe un uso potencial de *G. mellonella* como centinelas para estudios de entomofauna principalmente buscando determinar la presencia e impacto de depredadores.

AGRADECIMIENTOS

SENACYT y Grupo CALESA (Compañía Azucarera la Estrella, S.A.) por proveer el soporte técnico y logístico. Guillermo Ramirez (Departamento de Campo), Angela María Fuentes Gómez (Laboratorio de Biotecnología) y Amed Ramos (Técnico de Campo) por su colaboración. Expresamos igualmente nuestra gratitud hacia William White (USDA ARS, Louisiana) por revisar el manuscrito.

REFERENCIAS

- Ali, A.D. y Reagan, T.E. (1985). Spider inhabitants of sugarcane ecosystems in Louisiana an update. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 48, 18–22.
- Arcila, A.M., Gómez, L.A. y Ulloa-Chacón, P. (2002). Immature Development and Colony Growth of Crazy ant *Paratrechina fulva* Under Laboratory Conditions. *Sociobiology*, 39(2), 1-15.
- Badilla, F. (2002). Un programa exitoso de control biológico de insectos plaga de la caña de azúcar en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 64, 77-87.
- Bailly-Maitre, J., Goebel, R. y Vercambre, B. (2012). Evidence of the role of predatory ants in natural pest control in banana-sugarcane rotation systems. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, 65, 49-68

- Bolton, B. (1994). Identification Guide to the Ant Genera of the World. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Brown, B.V., Borkent, A., Cumming, J.M., Wood, D.M., Woodley, N.E. y Zumbado, M. (2010). Manual of Central American Diptera Vol. 2. NRC Research Press.
- Browning, H.W. y Melton, C.W. (1987). Indigenous and exotic trichogrammatids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) evaluated for biological control of *Eoreuma loftini* and *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) borers on sugarcane. *Environmental entomology*, 16(2), 360-364.
- Capinera, J.L. (2011). Sugarcane Borer, *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae). Retrieved from <http://edis.ifas.ufl.edu/in374>.
- Cherry, R.H. y Nuessly, G.S. (1992). Distribution and Abundance of Imported Fire Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Florida Sugarcane Fields. *Environmental Entomology*, 21(4), 767–70.
- Cherry, R. (2003). The Effect of Harvesting and Replanting on Arthropod Ground Predators in Florida Sugarcane. *Florida Entomologist*, 86(1), 49–52.
- Cherry, R. y Robert, G. (2009). The Effect of Harvesting and Replanting on Arthropod Ground Predators in Florida Sugarcane. University of Florida. IFAS Extension (pp 1–3).
- Edwards, G.B. (2015). Freyinae, a major new subfamily of Neotropical jumping spiders (Araneae: Salticidae). *Zootaxa*, 4036, 1-87.
- Esquivel, R. (1980). Basic studies on sugarcane resistant varieties to the giant borer (*Castnia licus* Drury) in Panama. *Entomology Newsletter, International Society of Sugarcane Technologists*, 8, 8-9.
- Esquivel, R.E.A. (1983). Effective control of the giant mothborer *Castnia licus* Drury in Panama, utilising biological-cultural methods. *Entomology Newsletter, International Society of Sugar Cane Technologists*, 14, 6-7.
- Fauconnier, R. y Bassereau, D. (1970). Les Enemis Animaux de la Canne à Sucre. La Canne à Sucre. Techniques Agricoles et Productions Tropicales. Collection dirigée par René Coste.
- Flanders, S.E. y Quednau, W. (1960). Taxonomy of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera, Chalcidoidea, Trichogrammatidae). *Entomophaga*, 5(4), 285-294.
- Fuentes, F., Ferrer, F. y Salas, J. (2012). Reseña Histórica del Control Biológico En Centroamérica y El Caribe. Revisión de logros del Control Biológico en la Región neo-tropical con énfasis a los principales países del Caribe. Editorial Académica Española, 200 pp.
- Goebel, R., Tabone, E., Rochat, J. y Fernandez, E. (2001). Biological Control of the Sugarcane Stem Borer *Chilo sacchariphagus* (Lep: Pyralidae) in Réunion Island: Current and Future Studies on the Use of *Trichogramma* spp. *Proceedings of South African Sugar Technologists Association*, 75, 171-174.

- Grenier, S., Barthelemy, S. y Bonnot, G. (1982). Dynamique de la maturation des œufs chez le parasitoïde *Lixophaga diatraeae* (Diptera, Tachinidae) élevé dans un hôte de substitution *Galleria mellonella* (Lepidoptera, Pyralidae). *Reproduction Nutrition Développement*, 22(3), 523-535.
- Hall, D.G. (1988). Insects and Mites Associated with Sugarcane in Florida. *Florida Entomologist*, 71(2), 138–150.
- Jemal, A. y Hugh-Jones, M. (1993). A review of the red imported fire ant (*Solenopsis invicta* Buren) and its impacts on plant, animal, and human health. *Preventive Veterinary Medicine*, 17(1–2), 19–32.
- King, A.B.S. y Saunders, J.L. (1984). Las Plagas Invertebradas De Cultivos Anuales Alimenticios En America Central. *Overseas Development Administration*, ODA/CATIE/TDRI. 182 pp.
- Lenteren, J.C. y Bueno, V.H.P. (2003). Augmentative biological control of arthropods in Latin America. *BioControl*, 48(2), 123-139.
- López-Llano, R. A. y Soto-Giraldo, A. (2016). Aislamiento de Nematodos Entomopatógenos Nativos en Cultivos de Caña Panelera y Pruebas de Patogenicidad Sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). Boletín Científico. Centro de Museos. *Museo de Historia Natural*, 20(2), 114-123.
- Narvaes, L. (1989). Caña de Azúcar. En: K. Andrews y J. Quezada (Eds.), *Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano.
- Negm, A.A. y Hensley, S.D. (1972). Role of predaceous arthropods of the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (F.) in Louisiana. Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists Fourteenth Congress, New Orleans, Louisiana, October 22 November 5, 445-453.
- Obando, J.A., Bustillo, A.E., Castro, U. y Mesa, N.C. (2013). Selección de cepas de *Metarhizium anisopliae* para el control de *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), 26-33.
- Ochoa, A. (2013). Algunos aspectos etológicos y efectividad de *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae), en el control de *Diatraea saccharalis* (Fab.) (Lepidoptera : Pyralidae) en áreas forrajeras de la Empresa Azucarera Majibacoa. Tesis de Master en Pastos y Forrajes. Cuba: Universidad De Matanzas Camilo Cienfuegos Estación Experimental De Pastos y Forrajes Indio Hatuey.
- Oliveira, R.D.F., Almeida, L.C., Souza, D.R., Munhae, C.B., Bueno, O.C. y Morini, M.S.D. C. (2012). Ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) and predation by ants on the different stages of the sugarcane borer life cycle *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *European Journal of Entomology*, 109(3), 381-387.
- Piñeyro, N.G., Fagundes Pereira, F., Gomes Borges, F.L., Rossoni, C., Souza Silva, A. y Oliveira Kassab, S. (2016). ¿Multiplicar *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) en la oruga de la seda afecta su biología?. *Acta Biológica Colombiana*, 21(1), 189-193.

- Ranjbar Aghdam, H., Yousefi Porshokouh, A. y Sedighi, L. (2015). Temperature-dependent life table parameters of *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Crop Protection*, 28(4), 727-738.
- Razia, M., Padmanaban, R., Karthik, Raja, R., Chellapandi, P. y Sivaramakrishnan. (2011). Monitoring entomopathogenic nematodes as ecological indicators in the cultivated lands of Karur District, Tamil Nadu: a survey report. *Electronic Journal of Biology*, 7(1), 16-19.
- Richards-Haynes, C. (2015). Indigenous Natural Enemies of the Sugarcane Stem Borer (*Diatraea* spp) their Relationship and Importance in the Guyana Sugarcane Eco-System. Guyana Sugar Corporation Inc, Agricultural Research Department No. 11. Recuperado de: <http://www.jamaicasugar.org/WIST2004/PDF%20files/Papers/Paper14.PDF>
- Riechert, S. y Lockley, T. (1984). Spiders as Biological Control Agents. *Annual Review of Entomology*, 29, 299–320.
- Risco, S.H. (1996). Exitos historicos de taquinidos y braconidos en el control biologico de *Diatraea* en cana de azucar cultivada en América. *Revista Peruana de Entomología*, 39, 85-90.
- Schwartz, M.D. (2008). Revision of the Stenodemini with a Review of the Included Genera (Hemiptera: Heteroptera: Miridae: Mirinae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 110(4), 1111-1201.
- Shapiro, J.P., Shirk, P.D., Kelley, K., Lewis, T.M. y Horton, D.R. (2010). Identity of two sympatric species of *Orius* (Hemiptera: Heteroptera: Anthocoridae). *Journal of Insect Science*, 10, 189.
- Wachmann, E., Melber, A. y Deckert, J. (2004). Cimicomorpha: Microphysidae (Flechtenwanzen), Miridae (Weichwanzen). Neubearbeitung der Wanzen Deutschlands, Österreichs und der deutschsprachigen Schweiz. Die Tierwelt Deutschlands. Wanzen. Band 2 [in German]. Goecke & Evers, Keltern. 288 pp.
- Wiedenmann, R. N., Smith, J. W. y Rodríguez-del-Bosque, L. A. (2003). Host suitability of the New World stalkborer *Diatraea considerata* for three Old World *Cotesia* parasitoids. *BioControl*, 48(6), 659-669.
- Woolwine, A.E. y Reagan, T.E. (2001). Potential of Winter Cover Crops to Increase Abundance of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) and Other Arthropods in Sugarcane. *Environmental Entomology*, 30(6), 1017-1020.