

ENTOMOFAUNA BENÉFICA (HYMENOPTERA: PARASÍTICA) EN CAÑA DE AZÚCAR, ASOCIADA A LAS ÁREAS CON INFESTACIÓN DEL BARRENADOR DEL TALLO

José Manuel Márquez¹; Edwin Reyes²; José Miguel Lemus³; Estuardo López⁴; Lester Torres⁴; Rolando Duarte⁵; Sóstenes Leal⁵; Luis Carlos Arroyo⁶; Marvin Pec⁶; Elías López¹
¹Programa MIP-CENGICANA; ²Biología-USAC; ³Ingenio La Unión; ⁴Ingenio Magdalena; ⁵Ingenio Pantaleón; ⁶Ingenio Santa Ana

RESUMEN

Con el propósito de generar información de la distribución temporal y espacial de la entomofauna benéfica (Microhymenoptera) y su abundancia relativa en campos de caña de azúcar con diferentes grados de incidencia del Barrenador del tallo, fue establecido este estudio en siete fincas de cuatro ingenios en Guatemala. Fue realizado un programa de capturas mensuales en el borde y dentro de los campos de caña con el uso de trampas de intercepción (Malaise) y de atracción (Moericke) de color amarillo. El estudio indica que el orden Díptera fue el de mayor abundancia (27-48 %), seguido por insectos del orden Hymenóptera (9-26 %). Un total de 23 familias de Hymenópteros fueron encontradas, pero las de mayor importancia como potenciales parasitoides de Lepidópteros como el Barrenador (*Diatraea* sp) fueron: *Scelionidae* (18.2 %), *Braconidae* (7.5 %), *Ichneumonidae* (3.7 %) y *Mymaridae* (5.0 %). La abundancia relativa de *Scelionidae* y *Mymaridae* fue mayor en el corredor de vegetación y el borde, mientras que *Braconidae* estuvo presente con igual abundancia en el borde y dentro del cultivo. Los Ichneumonidos fueron los insectos con mayor presencia en las trampas Malaise, ubicadas dentro del cultivo de caña y junto con los Braconidos, deben ser las especies a explorar a corto plazo, en busca de potenciales parasitoides del Barrenador del tallo.

PALABRAS CLAVE: Microhimenópteros, Cultivo de caña de azúcar, Barrenador de la caña de azúcar, Trampas Malaise, Trampas Moericke.

ABSTRACT

In order to generate information of the temporal and spatial distribution of the beneficial entomofauna (Microhymenoptera) and its relative abundance in fields of sugarcane with different degrees of incidence of Sugarcane borer, was established this study in seven farms in Guatemala. It was carried out a program of monthly catches on the edge and into the cane fields using pitfall traps (Malaise) and attraction traps (Moericke). The study indicates that Diptera was the most abundant (27 and 48%), followed by insect order Hymenoptera (9-26%). A total of 23 families of Hymenoptera were found, but the most important as potential parasitoids of Lepidoptera like Sugarcane borer (*Diatraea* sp) were: *Scelionidae* (18.2%), *Braconidae* (7.5%), *Ichneumonidae* (3.7%) and *Mymaridae* (5.0 %). The relative abundance of *Scelionidae* and *Mymaridae* was higher in the corridor of vegetation and edge, while *Braconidae* was present with equal abundance on the edge and within the crop. Ichneumonids were more presence in Malaise traps, located in the cane growing and along with Braconids should be the species to explore the short term, looking for potential parasitoids of Sugarcane borer.

KEYWORDS: Microhymenopterans, Sugarcane Crop, Sugarcane borer, Malaise traps, Moericke traps.

INTRODUCCIÓN

Según los registros del Comité de Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar (CAÑAMIP), el Barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) mostró un incremento significativo de 9, 747 hectáreas (26.4 %) con daño superior al umbral, en la zafra 2014-2015. Muchos son los factores que se pueden atribuir a este fenómeno, sin embargo, es notable que el cambio climático con sus variantes en el aumento de la temperatura media global, el cambio en el régimen de lluvias y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, parece ser el de mayor relevancia tal como está planteado por Karuppaiah y Sujayanad (2012) en su estudio “Impacto del cambio climático sobre la dinámica poblacional de los insectos plaga”. Se reconoce que los parámetros abióticos tienen un impacto directo en la dinámica de la población de insectos a través de la regulación de las tasas de desarrollo, la supervivencia, la fecundidad, el voltinismo y la dispersión, siendo la temperatura un factor

muy importante. Sin duda el Barrenador del tallo se ha beneficiado, en buena medida, de estos eventos adaptando su dinámica de ocurrencia dentro del cultivo de caña, de tal manera que las áreas de alta incidencia muestran un período crítico que va de julio hacia la cosecha (Márquez *et al.*, 2014). El uso de productos químicos para el control no está generalizado ya que en la zafra 2014/15 solo fue aplicado en 5,274 hectáreas (11.3 %) a pesar que los estudios realizados en varios ingenios sobre la toxicidad, no encontraron evidencia de que los productos disminuyan la población de Hymenópteros en las áreas aplicadas (Márquez *et al.*, 2014).

Reducir el efecto del cambio climático y mantener la sostenibilidad del cultivo es un esfuerzo de toda la agroindustria y para ello, CENGICAÑA y el Comité CAÑAMIP, plantearon es presente estudio con el propósito de generar información de la distribución temporal y espacial de la entomofauna benéfica y su abundancia relativa en diferentes áreas de incidencia del Barrenador del tallo.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

Este estudio fue desarrollado con el apoyo de los Departamentos de Plagas de los ingenios: Magdalena, La Unión, Pantaleón y Santa Ana, seleccionando un total de siete fincas por su contraste en su grado de daño por Barrenador, el sistema de riego, variedad y tipo de cosecha, tal como se describe en el Cuadro 1. Son fincas cosechadas en el primer tercio de zafra en donde se estableció un plan de captura mensual de la diversidad de insectos. También fue importante el aporte del Área de Biología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), mediante un estudiante de EPS con amplio conocimiento de los insectos benéficos y en especial con la capacidad para identificar los insectos Microhymenopteros.

Cuadro 1. Descripción de la ubicación y características de las fincas incluidas en el estudio

Ingenio	Estrato	Finca (lote)	Ubicación	Grado daño 14-15 (% I.I)	Sistema de riego	Variedad	Fecha de corte	Tipo de cosecha
Magdalena	Bajo	Santa Rita (108)	La Democracia, Escuintla	Leve (4.74%)	Mini aspersión	CP88-1165	31-dic	Manual quemado
	Bajo	Santa Rita (140)	La Democracia, Escuintla	Moderado (9.33)	Mini aspersión	CP73-1547	6-dic	Manual quemado
	Bajo	Santa Rita (127)	La Democracia, Escuintla	Moderado (7.21%)	Mini aspersión	CP88-1165	1-dic	Manual quemado
La Unión	Medio	Belén (303)	Santa Lucia Cotz. Escuintla	Alto (23.73%)	Aspersión	CG98-78	29-dic	Manual quemado
	Medio	Belén (512)	Santa Lucia Cotz. Escuintla	Alto (19.8%)	Aspersión	CP72-2086	1-ene	Manual quemado
	Bajo	Tehuantepec (202)	Santa Lucia Cotz. Escuintla	Leve (3.34%)	Aspersión	CP73-1547	31-dic	Manual quemado
Pantaleón	Litoral	California (1107)	Iztapa, Escuintla	Moderado (9.28%)	Avance Frontal	CP73-1547	24-nov	Mecanizada en verde
	Litoral	California (904)	Iztapa, Escuintla	Leve (1.02%)	Avance Frontal	CP72-2086	15-nov	Mecanizada en verde
	Litoral	California (203)	Iztapa, Escuintla	Leve (1.63%)	Aspersión	CP73-1547	27-ene	Manual quemado
	Alto	Las Delicias (507)	Santa Lucia Cotz. Escuintla	Moderado (5.17%)	Sin riego	PR 75-2002	26-ene	Manual quemado
	Alto	Las Delicias (501)	Santa Lucia Cotz. Escuintla	Leve (0.31%)	Sin riego	PR87-2015	20-dic	Manual quemado
Santa Ana	Litoral	La Aurora (207)	Puerto San José, Escuintla	Leve (1.78%)	Mini aspersión	CP73-1547	19-dic	Mecanizada en verde
	Litoral	California (513)	Iztapa, Escuintla	Moderado (8.58)	Avance Frontal	CP73-1547	20-nov	Mecanizada en verde

Tipo de trampas para captura de insectos

Se desarrollo un programa mensual de captura de insectos voladores en cada finca con el uso de dos tipos de trampa. La trampa de intercepción tipo “Malaise” (Figura 1) y la trampa de atracción tipo “Moericke” de color amarillo (Figura 2). Las trampas Malaise fueron colocadas dentro del cultivo de caña para monitorear la diversidad de entomofauna desde marzo a julio, cubriendo un período de altas temperaturas en un ambiente cálido donde se desarrolla el cultivo de caña, no obstante, también fue considerado el tipo de riego de cada campo. Las trampas tipo “Moericke” fueron

colocadas en el mismo momento que las Malaise, pero sirvieron como un complemento para coleccionar especímenes de insectos que ocurren especialmente en los bordes del campo o bien en los corredores de vegetación (quineles, zanjones), en el área improductiva que rodea al campo de caña. Los especímenes coleccionados fueron clasificados por el tipo de trampa, mes de colecta y posición dentro del agroecosistema del cultivo de caña.

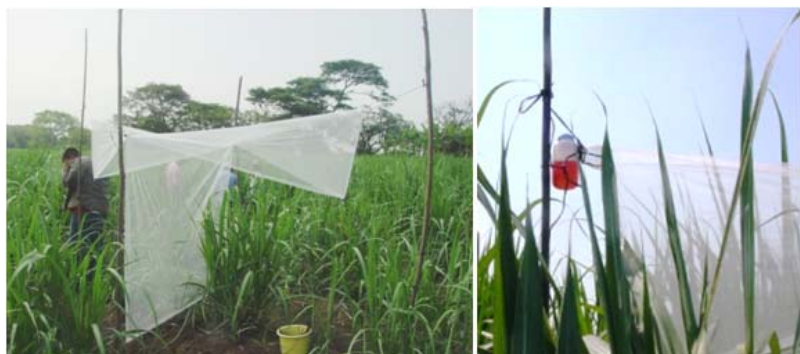


Figura 1. Trampa de intercepción tipo Malaise para la captura de insectos voladores dentro del cultivo



Figura 2. Trampa de atracción tipo Moericke en el corredor de vegetación y el borde del campo de cultivo de caña

Ubicación de las trampas

Una trampa Malaise fue colocada a 50, 100 y 150 metros dentro del campo de caña para estimar su abundancia y diversidad de insectos dentro del monocultivo. Cada trampa fue elaborada bajo el diseño del Programa MIP-CENGICANA y el apoyo de cada ingenio, utilizando tela “tul” o “malla antiafidos” como elemento de intercepción y extendida en el campo con la ayuda de cuatro varas (Figura 1). El insecto interceptado ascendió hacia uno de los extremos de la trampa y fue capturado por un recipiente plástico conteniendo 100 ml de una solución conteniendo el 10 por ciento del desinfectante “Fabuloso” y el 19 por ciento de alcohol isopropílico, como atrayente y preservante. Para analizar la distribución espacial de la entomofauna fue necesario completar este estudio con el uso de la trampa de atracción tipo “Moericke” de color amarillo, colocando cinco trampas en el “borde” de cada campo de caña (próximo a la calle) y cinco trampas en el

lindero identificado como “Corredor de vegetación” donde se concentran las malezas y arbustos, pero no cultivo de caña (Figura 3). En cada mes el equipo de captura colocó ambos tipos de trampa, en la misma ubicación y capturando insectos por espacio de tres días consecutivos.

Todos los insectos fueron colectados en un recipiente plástico conteniendo una solución de alcohol al 95 por ciento y con su identificación de finca, tipo trampa y posición. En el laboratorio de Entomología de CENGICANA, fueron observados al estereoscopio y clasificados al nivel taxonómico de Orden. Luego fueron separadas todas las avispas y colocadas en un vial con la etiqueta de ubicación y en alcohol al 95 por ciento. Mediante la manipulación bajo el estereoscopio con pinceles de punta delgada, agujas de disección y pipetas desechables Pasteur fue determinada la familia de cada espécimen. Esto fue posible mediante las descripciones de las claves taxonómicas definidas para cada familia del orden Hymenóptera.

Trampas tipo Malaise dentro del cultivo				M3	
			M2		
		M1			
Trampa Moericke amarilla en el borde	Cu1	Cu2	Cu3	Cu4	Cu5
Trampa Moericke amarilla en Corredor de vegetación	Cv1	Cv2	Cv3	Cv4	Cv5

Figura 3. Esquema de la distribución de los dos tipos de trampa para la captura de insectos

Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza para el porcentaje de insectos por tres días de captura, como una medida de la abundancia del orden y familia, asociado con el mes de captura, sistema de riego, sistema de cosecha y grado de daño por Barrenador del tallo, alcanzado en la zafra anterior (2014-2015).

RESULTADOS Y DISCUSION

Abundancia relativa de los diferentes ordenes de insectos

El programa de capturas mensuales y por tres días de exposición, mostró que los Dípteros fueron los insectos predominantes durante el período del estudio con valores promedio entre 27 y 48 por ciento y solamente en finca Belén fue observado un equilibrio de abundancia con los insectos del orden Hymenóptera (Figura 4). Los insectos del orden Hymenóptera fueron los siguientes en abundancia con valores promedio entre 9 y 26 por ciento, sin embargo en finca La Aurora (Santa Ana) la cantidad fue significativamente menor que el resto de fincas monitoreadas. Hemípteros, Coleópteros y Lepidópteros, mostraron menor porcentaje de ocurrencia en la diversidad de la entomofauna asociada a la caña de azúcar.

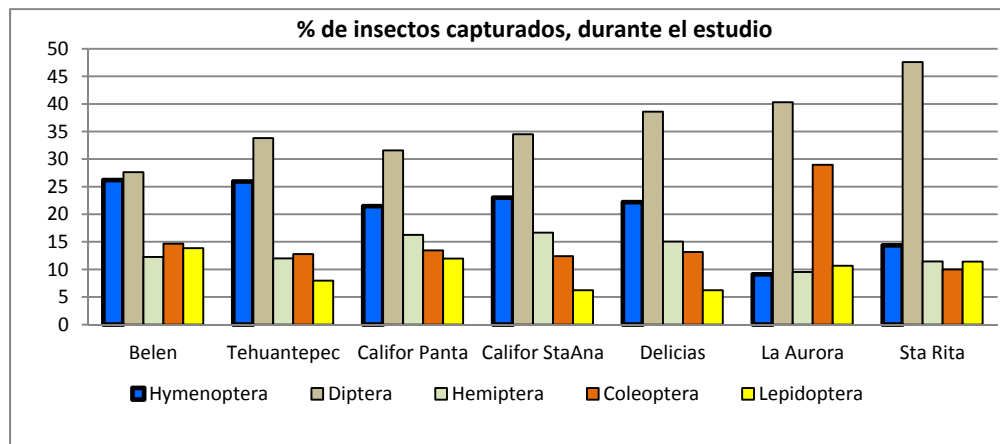


Figura 4. Abundancia relativa (%) de los diferentes ordenes de insectos capturados en campos en el ecosistema de la caña de azúcar

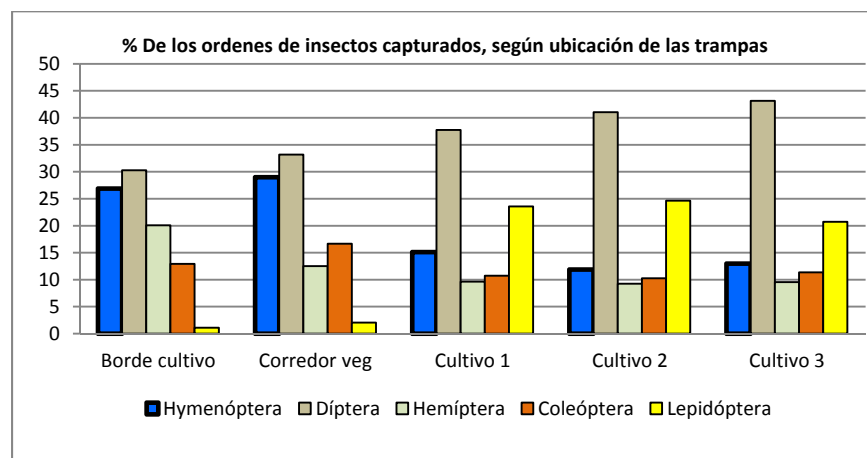


Figura 5. Abundancia relativa de los insectos, según la ubicación de las trampas en el sistema de producción de caña de azúcar

Los insectos del orden Díptera, entre los que podemos mencionar; mosquitos y zancudos (familia *Culicidae*), mosca común (familia *Muscidae*) y moscas de la fruta (familia *Drosophilidae*), mostraron un incremento en su abundancia conforme se avanza dentro del campo de cultivo (Figura 5), pero en el borde del cultivo y en el corredor de vegetación, su abundancia fue menor. Por el contrario, los Hymenópteros mostraron que su mayor abundancia está marcadamente influenciada por la diversidad de vegetación que ocurre en el borde de los campos y el corredor de vegetación. Al introducimos en el monocultivo de caña, su abundancia disminuyó significativamente (Figura 5). Los insectos del orden Lepidóptera (*Noctuidae*, *Pyrilidae*), mostraron una captura significativamente mayor dentro del campo de cultivo, siendo evidente su preferencia por el hospedero de caña de azúcar que la diversidad de vegetación que se encuentra en el borde de los campos.

Análisis de la abundancia relativa de familias de avispas parasíticas del orden Hymenóptera

El orden Hymenóptera es uno de los más diversos e incluye muchas especies de importancia económica, que se agrupan en dos subórdenes: Símfita (Symphyta) y Apócrita. El primero incluye 14 familias, mientras que Apócrita está subdividido en dos series informales: Aculeata o Vespomorpha y Parasítica. Por su parte, Parasítica incluye cerca

de 48 familias, agrupadas en 11 superfamilias que reúnen a las especies de Himenópteros parasitoides y las especies formadoras de agallas, además de algunas fitófagas. En este estudio, la revisión fue enfocada hacia los especímenes de microhimenópteros parasíticos ya que es en donde se agrupan a los insectos benéficos con potencial de uso en el control de las principales plagas del cultivo de caña de azúcar.

La clasificación de insectos en el laboratorio MIP-CENGICAÑA siguió la descripción taxonómica más evidente para cada familia del orden Hymenóptera, según las claves taxonómicas y la dedicación del Biólogo Edwin Reyes (EPS-Facultad de Farmacia USAC). Mediante este proceso se revisó un total de 2,023 insectos agrupados en 23 familias de Hymenópteros y 2 familias del orden Díptera (*Shyrphidae* y *Tachinidae*) por su interés como potenciales parasitoides. Las 10 familias de Hymenópteros de mayor abundancia en el ecosistema de producción de caña se muestran en el Cuadro 2 y la Figura 6, en donde sobresalen algunas familias como: *Scelionidae* (18.2 %), *Braconidae* (7.5 %), *Mymaridae* (5 %) e *Ichneumonidae* (3.7 %) que contienen especies parasitoides nativas con potencial de uso para el control biológico de las principales plagas de la caña.

Cuadro 2. Familias de avispas parasíticas con mayor ocurrencia en el ecosistema de producción de caña de azúcar

Familia	Cantidad de especímenes	Porcentaje de abundancia
<i>Diapriidae</i>	502	24.8
<i>Scelionidae</i>	368	18.2
<i>Ceraphronidae</i>	281	13.9
<i>Platygastridae</i>	157	7.8
<i>Braconidae</i>	152	7.5
<i>Figitidae</i>	146	7.2
<i>Encyrtidae</i>	127	6.3
<i>Mymaridae</i>	102	5.0
<i>Ichneumonidae</i>	75	3.7
<i>Chalcididae</i>	40	2.0

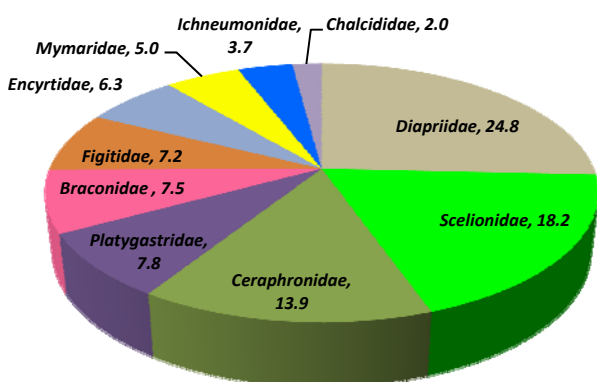


Figura 6. Las diez familias de avispas parasíticas (Hymenóptera) con mayor abundancia en el sistema de producción de caña de azúcar

La distribución temporal y espacial de las familias de microhimenópteros

El análisis de las familias es complejo, sin embargo, fue evidente que la mayor abundancia y diversidad se observó en junio, probablemente por el cambio de fotoperíodo, la abundancia de vegetación en los bordes de los campos de caña motivada por el establecimiento de la estación

lluviosa. No obstante, marzo fue el segundo mes con bastante diversidad y abundancia. En julio la abundancia de las familias disminuyó significativamente por los efectos de la alta precipitación en los campos (Figura 7). Insectos de la familia *Diapriidae* mantuvieron un incremento significativo entre marzo-mayo, mostrando una preferencia por el ambiente cálido-seco. *Platygastridae* fue la familia con evidente incremento en marzo y luego, disminuyó significativamente en el resto del estudio. Afortunadamente los especímenes de *Scelionidae*, *Braconidae* y *Mymaridae* se incrementaron significativamente en junio y son importantes familias de potenciales parasitoides del Barrenador del tallo (Figura 7). *Icheumonidae* es importante ya que es la familia con presencia dentro del campo de cultivo, con potenciales parasitoides de Lepidópteros.

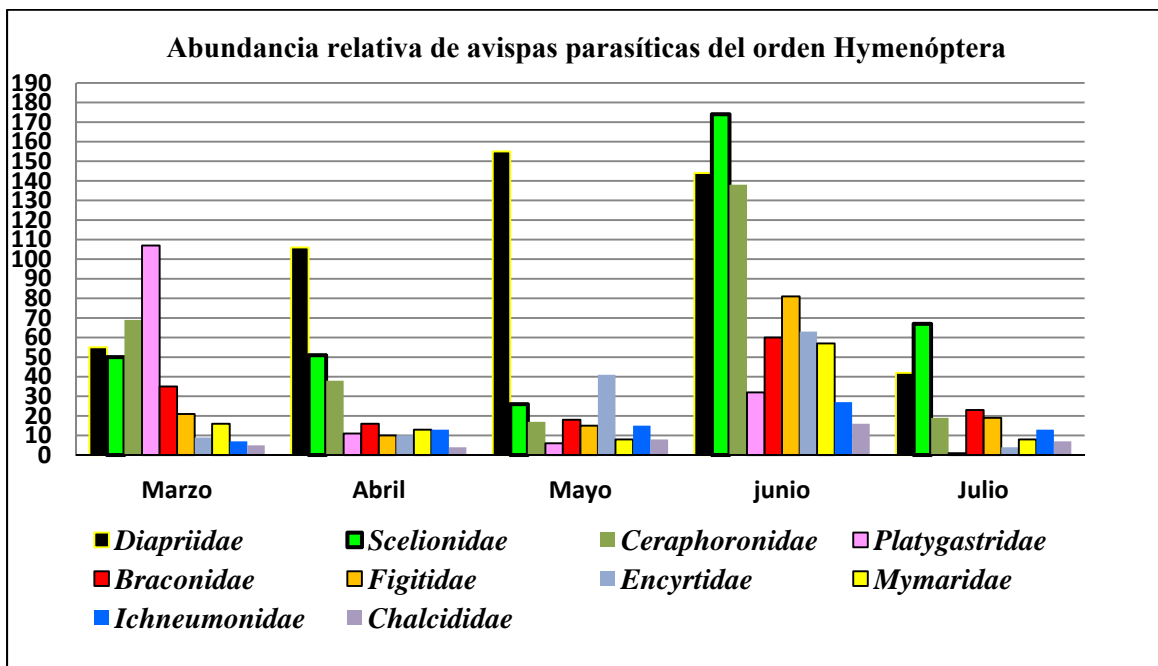


Figura 7. Abundancia relativa de las 10 familias con mayor abundancia en caña de azúcar.

El estudio determinó que el tipo de trampa y la ubicación de las mismas, es importante para los futuros estudios de diversidad de microhimenópteros en caña de azúcar ya que las trampas amarillas tipo Moericke, capturaron en los bordes y el corredor de vegetación la mayor cantidad de estos insectos (Figura 8), mientras que las trampas Malaise ubicadas dentro del monocultivo indican una reducida abundancia, con excepción de las familias *Ichneumonidae* y *Braconidae*.

Otro factor que influyó en la abundancia fue el grado de daño por Barrenador de los campos, ya que la diversidad de familias y su abundancia fue mayor en los campos con antecedentes de mayor grado de daño (zafra 2014-2015), mientras que en las de daño leve como California Pantaleón, Las Delicias (estrato alto) y Santa Rita, la cantidad fue significativamente menor así como su diversidad (Figura 9). Seguramente los factores climáticos que promueven la ocurrencia de la plaga, también impacta en la de otros insectos que no necesariamente se consideran plagas en el cultivo.

El tipo de cosecha de la caña, fue otro factor relevante en la distribución ya que el 68 por ciento de los insectos capturados con trampas Malaise y Moericke correspondió a los campos que tuvieron cosecha manual quemado y solamente el 32 por ciento fue encontrado en los campos con cosecha mecanizada (Figura 10), esto puede explicarse por la mayor cantidad de malezas en los campos de cosecha manual y la menor ocurrencia en el mecanizado.

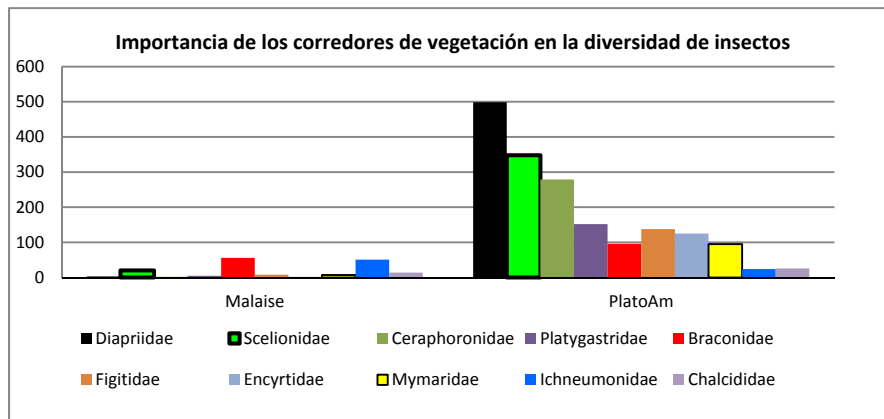


Figura 8. Distribución de insectos capturados según el tipo de trampa y su ubicación

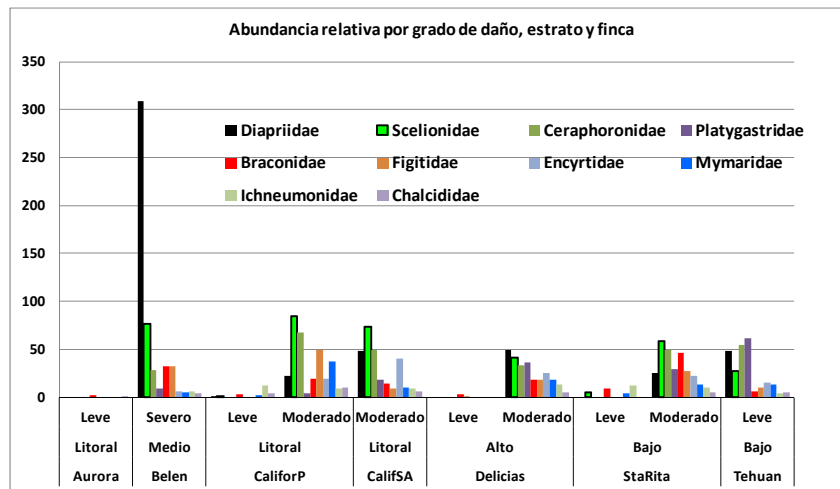


Figura 9. Microhimenópteros de mayor abundancia relativa, según el grado de daño de los campos de caña

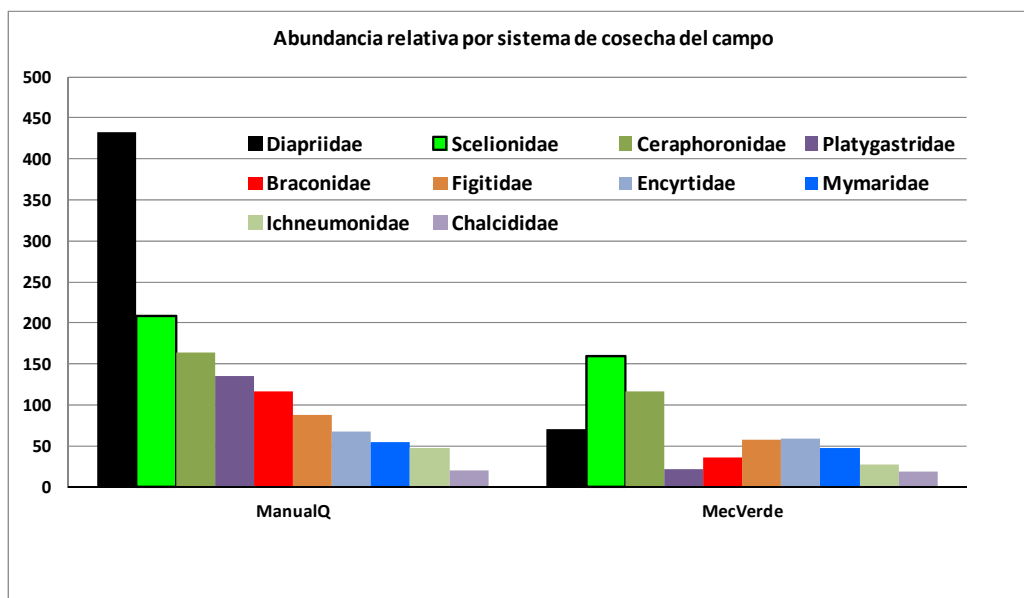


Figura 10. Abundancia de Hymenópteros según el tipo de cosecha del campo de caña

Quiénes son los insectos de la familia *Diapriidae*?

Debido a su predominancia en los campos de caña de azúcar, hacemos una breve descripción. Es una familia de avispas pertenecientes al orden Hymenóptera con una longitud media de 2-4 mm y nunca exceden de 8 mm. Por lo general son parasitoides en larvas y pupas de una amplia gama de insectos, especialmente moscas; unos pocos son hiperparasitoides (por ejemplo, *Ismarus*, que parasita *Dryinidae*, que son a su vez los parásitos de los saltamontes). Este grupo tiene una amplia distribución mundial y **la mayoría de las especies se desarrollan como endoparasitoides primarios de los dípteros (larva-pupa, o pupa)**, hay algunas especies que son parasitoides de formícidos y coleópteros, además, especies solitarias y otras gregarias. Los adultos,

generalmente, se encuentran en hábitats húmedos a la sombra, tales como bosques y pantanos, en el suelo y cerca o en el agua. La familia cuenta con 197 géneros, 79 de ellos de distribución neotropical. Actualmente reúne cuatro subfamilias: *Ismarinae*, *Ambositrinae*, *Belytinae* y *Diapriinae*. Fue importante relacionar su abundancia ya que indudablemente tienen una relación estrecha con la abundancia evidenciada de los Dípteros en los campos de caña y siendo esta familia un parasitoides de este orden, vemos una relación de densidad dependiente con su principal hospedero.

Principales familias de Hymenópteros asociados con el control biológico del Barrenador del tallo

Con base en la literatura y la abundancia observada en el estudio, se consideró importante concentrarse en las familias *Scelionidae*, *Braconidae*, *Mymaridae* e *Ichneumonidae*, porque corresponden a las avispas en donde será importante concentrar los esfuerzos por incrementar su presencia y seleccionar aquellos con potencial para el control biológico del Barrenador y otras plagas de importancia en caña de azúcar. No obstante, hay que estar conscientes de la importancia de su hábitat, ya que en general, el corredor de vegetación y el borde de los campos constituyen, por ahora, el refugio adecuado de su diversidad y abundancia (Figura 11). La familia *Scelionidae* y *Mymaridae* fueron insectos con la mayor abundancia y con presencia casi exclusiva en el corredor biológico y del borde del cultivo, mientras que los parasitoides de las familias *Braconidae* fueron menos abundantes pero de igual distribución en el borde como en el corredor de vegetación y dentro del cultivo. Las fincas mostraron variaciones significativas para los Braconidos y en especial en finca Santa Rita (Magdalena) en donde fue

evidente la presencia en el cultivo de caña de Bracónidos y Sceliónidos (Figura 11). En el caso de Ichneumonidos, su mayor abundancia fue dentro del cultivo de caña y en especial en finca California (Pantaleón) y Santa Rita (Magdalena). El estudio

muestra que el monocultivo de la caña, limita la disponibilidad de recursos de la flora que sirve de alimento para los Hymenópteros y por ello, los ecosistemas con cultivos intercalados o en rotación, ha permitido mantener un mejor equilibrio entre las plagas y sus enemigos naturales. Intercalar estos corredores de vegetación mediante el sistema de cultivos intercalados, puede representar una opción ecológica para incrementar la cantidad de enemigos naturales y restaurar el equilibrio en la diversidad dentro de la producción de caña.

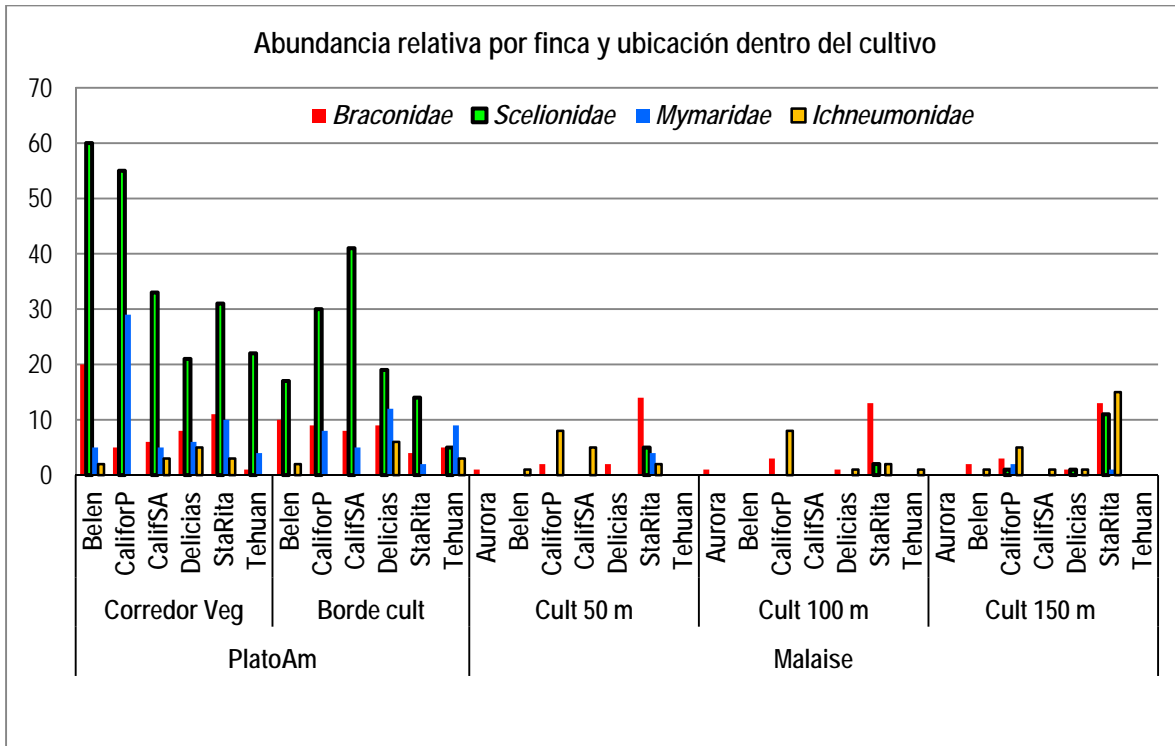


Figura 11. Cantidad de insectos capturados por finca y trampa por tres días, según la posición dentro de agroecosistema de producción de caña de azúcar

Biología de la familia *Ichneumonidae*

Es una de las familias del orden Hymenóptera utilizadas con mayor éxito a nivel mundial en programas de control biológico de insectos plaga, principalmente contra Lepidópteros en bosques y frutales de regiones templadas. En general son avispas parasitoides de otros artrópodos, principalmente de insectos holometábolos de los órdenes Lepidóptera, Coleóptera, Díptera e Hymenóptera. Este estudio muestra que su mayor ocurrencia fue entre marzo a julio en los estratos bajo y litoral (Figura 12), que representa la región en donde el Barrenador del tallo muestra el mayor daño, siendo importante explorar esta familia en búsqueda de parasitoides potenciales. Además, fue la familia con presencia

significativamente mayor dentro del campo de cultivo de caña (Figura 11) y en especial en fincas como California-Pantaleón y Santa Rita (Magdalena). Su presencia disminuyó significativamente a los 100 y 150 metros dentro del cultivo en finca California-Santa Ana.

Según el estudio de biodiversidad de *Ichneumonidae* en México (Ruiz-Cancino *et al.*, 2014), las especies utilizadas en el control biológico de plagas en México han sido muy pocas: *Bathyplectis curculionis* (Thompson), contra el picudo egipcio de la alfalfa *Hypera brunneipennis* (Boheman) y *Diadegma insulare* (Cresson), contra la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* (Linnaeus). En Estados Unidos *B. curculionis* se utilizó para controlar al picudo de la alfalfa *Hypera postica*, mientras que *Mallochia pyralidis* Wharton, una especie descrita de Sinaloa-México, fue liberada en Texas, para el control del barrenador del tallo del arroz *Eoreuma loftini* Dyar en caña de azúcar (Smith *et al.*, 1990). *Diapetimorpha introita* es el ichneumonido parasitoide de pupas del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* más importante en Norteamérica (Molina *et al.*, 2003). *Microcharops anticarsiae* Gupta, especie de Costa Rica, se introdujo para combatir al gusano terciopelo de la soya *Anticarsia gemmatalis* (Hübner); *Eiphosoma laphygmae* se llevó a EUA contra el gusano cogollero (Ashley *et al.*, 1982). *Campoletis chloridea* Uchida se trasladó de Trinidad a Bolivia para controlar la palomilla oriental de la fruta *Cydia molesta* (Busck), mientras que *Diadromus collaris* Gravenhorst se llevó de Trinidad a Honduras contra *P. xylostella* (Vaughan, 1992). En la Figura 13, se muestran especímenes parasitoides de la familia *Ichneumonidae*.

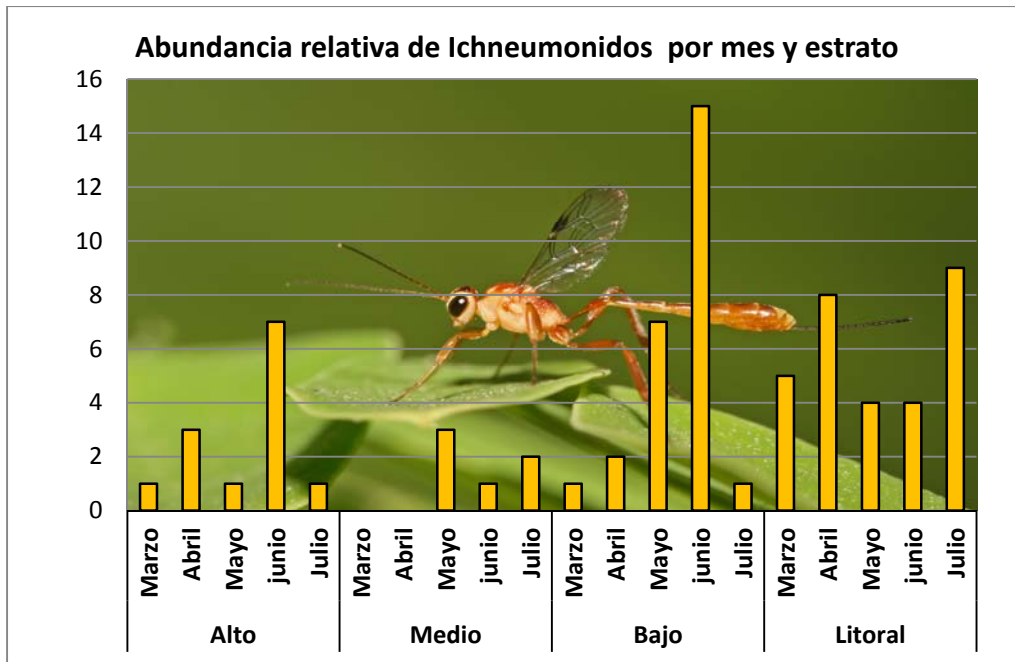


Figura 12. Abundancia relativa de insectos de la familia *Ichneumonidae* en caña de azúcar



Figura 13. Especímenes de la familia *Ichneumonidae*, *Diadegma* sp y *Eiphosoma* sp

Biología de la familia *Braconidae*

Los miembros de esta familia habitan en casi todos los ecosistemas terrestres y la mayoría son avispas parasitoides de otros insectos herbívoros. Las hembras inyectan veneno a sus hospederos para paralizarlos ya sea temporal (koinobiontes) o de forma permanente (idiobiontes)

y luego depositan sus huevos dentro (endoparasitoides) o bien sobre el hospedero (ectoparasitoides). Coronado y Zaldivar (2014) en su estudio sobre biodiversidad de *Braconidae* en México, tienen una amplia descripción de las características de esta familia e indican que la mayoría de los Braconidos endoparasitoides son koinobiontes, mientras que los ectoparasitoides son por lo regular idiobiontes. Indican también que entre los pocos géneros estudiados para el territorio mexicano, se encuentran *Aleiodes* y *Rogas*; *Alabagrus* y *Crassomicrodus* (*Agathidinae*; Sharkey 1988, Figueroa *et al.*, 2011), *Blacus* (*Blacinae*; Sánchez *et al.*, 2010), *Triaspis* (*Brachistinae*; Wharton y López, 2000; *Toxoneuron* (*Cardiochilinae*; Mercado y Wharton, 2003) *Epsilogaster* (*Mendesellinae*; Figueroa *et al.*, 2003)

y *Macrocentrus* (subfamilia *Macrocentrinae*).

En el área de Centro América se tiene el “Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América Central” de Donald Cave (1995) en donde se describen las características biológicas de parasitoides Braconidos y los hospederos que afectan, siendo de importancia los siguientes géneros: *Stenocorse* (subfamilia *Doryctinae*); *Aleiodes* (subfamilia *Rogadinae*); *Homolobus* (subfamilia *Zelinae*); *Braconastrepha* (subfamilia *Opiinae*); *Diachasmimorpha* (subfamilia *Opiinae*); *Doryctobracon* (subfamilia *Opiinae*); *Opius*

(subfamilia *Opiinae*); *Chelonus* (subfamilia *Cheloninae*); *Apanteles* (subfamilia *Microgastrinae*); *Cotesia* (*Microgastrinae*); *Glyptapanteles* (subfamilia *Microgastrinae*); *Urosigalphus* (subfamilia *Sigalphinae*); *Triaspis* (subfamilia *Blacinae*); *Meteorius* (subfamilia *Meteorinae*); *Diaretiella* (subfamilia *aphiniinae*) y *Lysiphlebus* (subfamilia *Aphiniinae*). En la Figura 14 se ilustran especímenes importantes de esta familia.

En este estudio se determinó que la abundancia relativa de Braconidos fue de la misma magnitud en el borde de los campos o en el corredor de vegetación como dentro del cultivo de caña, sin embargo, fue evidente una diferencia en su abundancia en el tiempo ya que entre marzo a mayo se reduce significativamente y en junio se incrementó en la mayoría de fincas evaluadas, excepto en finca Tehuantepec (La Unión) en donde los niveles fueron muy bajos (Figura 14). En junio se observó un aumento significativo en finca Belén (La Unión), California-Pantaleón y Santa Rita (Magdalena). Finca California-Santa Ana y Las Delicias (Pantaleón) mostraron menor abundancia relativa todo el tiempo y el caso extremo fue finca Tehuantepec (La Unión) en donde fue muy baja la cantidad capturada de Braconidos durante todo el estudio.



Figura 14. Braconidos importantes: *Cotesia flavipes*, *Agathis* sp y *Alabagrus* sp

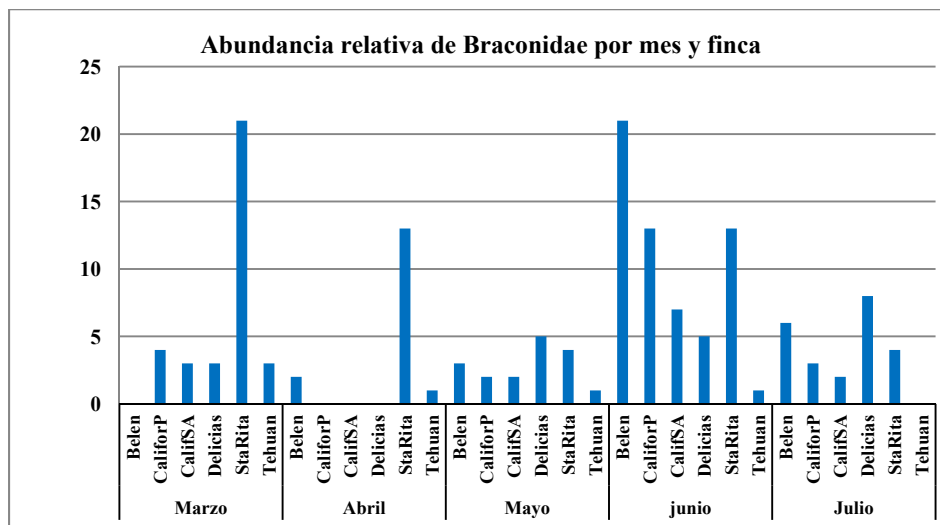


Figura 15. Abundancia relativa de insectos Braconidos en caña de azúcar

Biología de la familia Scelionidae

Son parasitoides de huevos de varios insectos y arácnidos; la longitud del cuerpo es entre 1 y 2.5 mm, rara vez muy pequeños (0.5 mm) o muy grandes (10 mm); de color negro, a veces amarillos o de dos colores con la cabeza negra, mesosoma o tórax rojo/anaranjado, metasoma negro rara vez con coloraciones metálicas (Figura 16). Forma del cuerpo extremadamente variable, depende de la forma y del tamaño del huevo del hospedero del cual emergen; pueden ser cilíndricos a deprimidos, delgados y alargados a muy cortos y robustos. Antena geniculada, usualmente con 9 ó 10 flagelómeros. Visualmente se reconocen por su tamaño reducido, la inserción de las antenas cerca del clipeo y la vena estigmal de corta a moderadamente alargada.

Importancia: particularmente especies de la subfamilia *Telenominae*, ha sido utilizada con éxito en programas de control biológico clásico, dirigido principalmente contra plagas del orden Hemiptera y Lepidoptera (Masner, 1995).

***Telenomus sp.* (Hymenoptera: Scelionidae: Telenominae):** El la revisión del control biológico de plagas en América Latina, Cave (1995) reporta dos especies de importancia, siendo *Telenomus remus* y *T. monilicornis*. El adulto mide 0,5-1,0 mm dependiendo de la especie; cuerpo negro, antenas y patas pardas oscuras. La hembra ataca al huevo del hospedero, examinándolo con las antenas antes de ovipositar. Después de ovipositar la hembra marca el huevo hospedero rascando la superficie con su ovipositor. Así ella deja un químico que le indica a ella misma y otras hembras que el hospedero ya esta parasitado, con lo cual se evita el superparasitismo. Entre los hospederos se reporta: *Spodoptera spp.*, *Erinnys spp*, *Manduca spp* y *Diatraea sp*.

En nuestro estudio, la abundancia de especímenes de *Scelionidae* mostró variaciones significativas por mes, finca, lote y la interacción de mes*finca (Anexo 2). Entre marzo-mayo la población no es abundante y se mantiene presente en especial en finca California-Santa Ana, sin embargo, se incrementa significativamente en junio en todas la fincas monitoreadas, con excepción de finca Tehuantepec (La Unión), tal como se muestra en la Figura 17.



Figura 16. Ilustraciones de *Telenomus sp* como representante de la familia *Scelionidae*

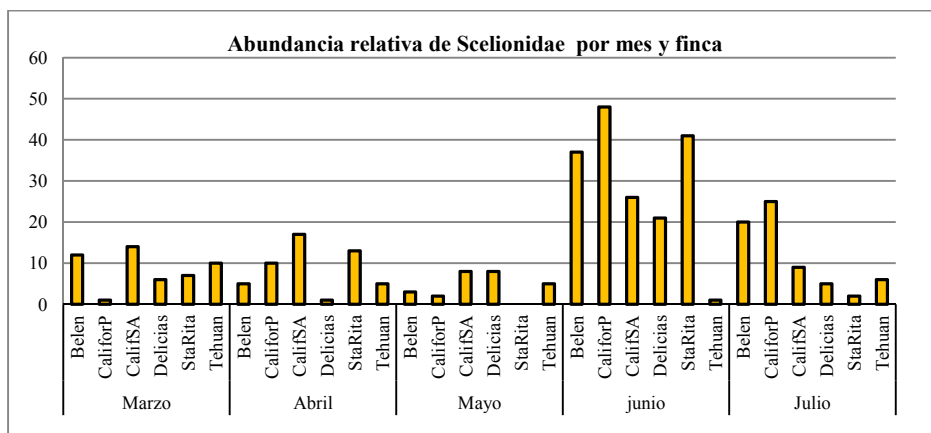


Figura 17. Cantidad de especímenes de *Scelionidae* capturados por mes y finca de la zona cañera de Guatemala

Biología de la familia *Mymaridae*

Es un grupo de Hymenópteros parasitoides de huevos de algunos géneros del orden Hemiptera. Se caracterizan porque la antena en la hembra es de tipo clavada y en el macho es filiforme. Las alas tienen cerdas prominentes en forma de flequillo; las alas posteriores son pedunculadas y de venación reducida (Figura 18). **Importancia ecológica:** los géneros *Anagrus*, *Anaphes* y *Gonatocerus* contienen especies económicamente importantes, algunas de ellas usadas con éxito en control biológico (Fernández & Sharkey, 2006). En general, la mayoría de los mymaridos son

bastante oportunistas en la selección de hospederos al punto que no hay especificidad sobre un solo hospedero.

En este estudio, su abundancia fue marcadamente temporal y espacial ya que estuvo asociada al mes de junio y con énfasis en finca California-Pantaleón, Delicias (Pantaleón, región del Baúl) y Santa Rita (Magdalena), como se muestra en la Figura 19.

Abundancia en relación con el manejo del cultivo de caña

La cantidad de especímenes de las familias *Ichneumonidae*, *Braconidae*, *Scelionidae* y *Mymaridae*, mostró una relación importante con el grado de daño por Barrenador en los campos estudiados (Anexo 2), siendo evidente que los campos con mayor daño en cosecha, mostraron significativamente mayor cantidad de especímenes de estas familias, tal como se observó en las fincas. Belén (La Unión), California-Pantaleón, Las Delicias (Pantaleón) y Santa Rita (Magdalena) que se detalla en la Figura 20. Los campos con daño leve, generalmente no mostraron abundancia importante y puede asumirse que la abundancia de enemigos naturales tiene una interacción compleja con la abundancia y la diversidad de vegetación en los linderos de los campos ya que tanto la plaga como estos Hymenópteros disminuyeron su actividad de forma significativa.



Figura 18. Características de la familia *Mymaridae*, con énfasis en el tercer insecto (izquierda a derecha) que corresponde a *Anagrus urichi*, reportado como parasitoide de huevos de *Aeneolamia lepidor*. <https://www.flickr.com/photos/panoramique/8444726889/>

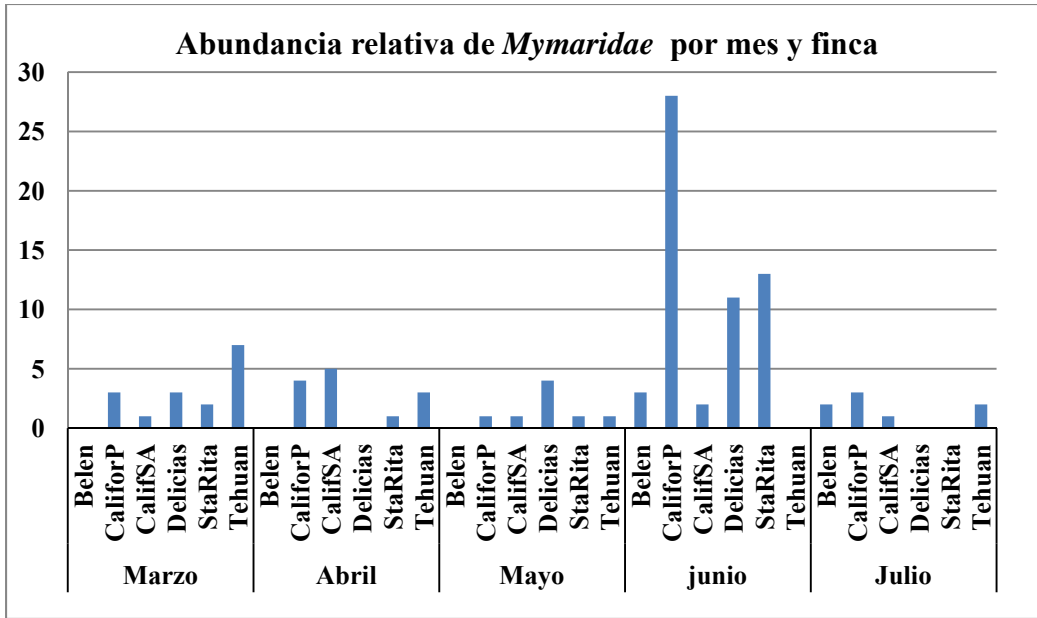


Figura 19. Cantidad de especímenes de la familia *Mymaridae*, capturados por mes y finca de la zona cañera de Guatemala

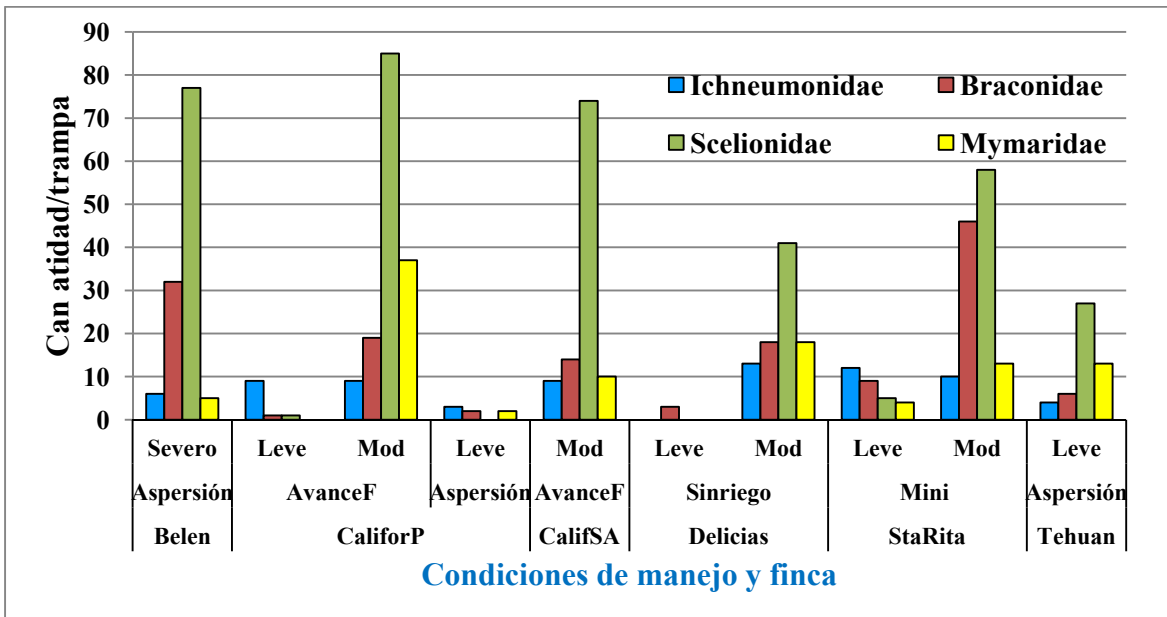


Figura 20. Cantidad de Braconidos, Sceliónidos, Ichneumónidos y Mymáridos, según factores del manejo del cultivo de caña de azúcar

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio de la entomofauna asociada al sistema de producción de caña de azúcar en Guatemala mostró que los Dípteros fueron los insectos predominantes durante el período del estudio, con valores promedio entre 27 y 48 por ciento. Solamente en finca Belén fue observado un equilibrio de abundancia con los insectos del orden Hymenóptera.

Afortunadamente los insectos del Orden Hymenóptera representaron el Segundo grupo en abundancia con valores promedio entre 9 y 26 por ciento.

La población de Microhimenópteros mostró diferencias significativas en su abundancia temporal y espacial, siendo el corredor de vegetación y el borde de los campos, el hábitat que por su diversidad en vegetación silvestre les sirven de refugio y alimentación a la mayor cantidad y diversidad de estos insectos. Dentro del monocultivo de caña, la abundancia disminuyó significativamente. Los insectos del orden Lepidóptera (*Noctuidae*, *Pyralidae*), mostraron una captura significativamente mayor dentro del campo de cultivo, siendo evidente su preferencia por el hospedero de caña de azúcar.

Los insectos de la familia *Diapriidae*, fueron los Hymenópteros de mayor abundancia relativa en caña y al

parecer tienen una estrecha relación con la abundancia de insectos del orden Díptera ya que la mayoría de las especies de esta familia se desarrollan como endoparasitoides primarios de larvas-pupas de dípteros.

Especímenes de las familias *Scelionidae* y *Mymaridae* mostraron su mayor abundancia en el corredor biológico y del borde del cultivo, mientras que los parasitoides de las familias *Braconidae*, fueron menos abundantes pero su distribución cubrió de igual forma el borde, el corredor de vegetación y dentro del propio cultivo de caña. Los Ichneumonidos, aunque de reducida abundancia (3.7 %) fueron los insectos Hymenópteros con mayor presencia en las trampas Malaise, ubicadas dentro del cultivo de caña y juntamente con los Braconidos, pueden ser las especies a explorar, a corto plazo, en busca de potenciales parasitoides del Barrenador del tallo.

Los campos de caña con el antecedente de mayor daño en cosecha, mostraron significativamente mayor cantidad de *Ichneumonidae*, *Braconidae*, *Scelionidae* y *Mymaridae*, tal como se observó en las fincas: Belén (La Unión), California-Pantaleón, Las Delicias (Pantaleón) y Santa Rita (Magdalena). Los campos con daño leve, no mostraron abundancia importante y puede asumirse que la abundancia de enemigos naturales tiene una interacción compleja con los insectos plaga y ambos se benefician por las variaciones de la vegetación y del clima.

Se recomienda continuar con estudios de la ecología de Hymenópteros y evaluar el efecto de la siembra intercalada de nuevas especies vegetales que fomenten, dentro del monocultivo actual, una mayor ocurrencia de enemigos naturales en caña de azúcar, con énfasis en el control del Barrenador del tallo.

BIBLIOGRAFIA

1. **Arias-Penna, T. M. 2003.** Lista de los géneros y especies de la superfamilia Proctotrupoidea (Hymenóptera) de la región Neotropical. *Biota Colombiana* 4(1): 3-32
2. **Ashley T. R., V. H. Waddill, E. R. Mitchell y J. Rye. 1982.** Impact of native parasites on the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) in south Florida and release of the exotic parasite *Eiphosoma vitticolle* (Hymenóptera: Ichneumonidae). *Environmental Entomology* 11:833-837.
3. **Cave, R. 1995.** Parasitoides de Plagas Agrícolas en América Central. Zamorano, Honduras: Zamorano Academic Press. 202 p
4. **Coronado, JM y Zaldivar, A. 2014.** Biodiversidad de Braconidae (Hymenóptera: Ichneumonoidea) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 372-378.

5. **Fernández, F., M. Sharkey. 2006.** Introducción a los Hymenóptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de entomología, Universidad Nacional. Bogotá, pp 893.
6. **Figuroa-De la Rosa, J. I., M. J. Sharkey, J. Romero-Nápoles, J. A. Sánchez-García, A. M. Martínez, V. López-Martínez y S. Pineda. 2011.** Revision of the new world genus *Crassomicrodus* Ashmead (Hymenoptera, Braconidae, Agathidinae), with an identification key to species. *ZooKeys*: 142:27-75.
7. **Masner, L. 2006.** Diapriidae. En: *Introducción a los Hymenóptera de la Región Neotropical*. Fernández, F. & M. J. Sharkey (eds). Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, pp. 615-618
- Sharkey, M. J. 2007.** Phylogeny and classification of Hymenoptera. *Zootaxa* 16 68: 521- 548.
8. **Naumann, I. D. & L. Masner. 1985.** Parasitic wasps of the Proctotrupeoidea complex: a new family from Australia and a key to world families (Hymenoptera: Proctotrupeoidea *sensu lato*). *Australian J. Zool.* 33: 761-783.
9. **Molina, O. J., J. E. Carpenter, E. A. Heinrichs y J. E. Foster. 2003.** Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean basin: an inventory. *Florida Entomologist* 86:254-289.
10. **Mercado, I. y R. A. Wharton. 2003.** Mexican cardiochiline genera (Hymenoptera: Braconidae) including a preliminary assesment of species-groups in *Toxoneuron* Say and *Retusigaster* Dangerfield. *Austin and Witfield Journal of Natural History* 37:845-902.
11. **Ruíz-Cancino, E.; Rafaelevich-Kasparyan, D.; González-Moreno, A.; Ivanovich, A.; Coronado-Blanco, JM. 2014.** Biodiversidad de Ichneumonidae (Hymenoptera) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 385-391.
12. **Sánchez-García, J. A., R. A. Wharton, J. Romero-Nápoles, J. I. Figuroa-De la Rosa, V. López-Martínez, A. M. Martínez, R. Pérez-Pacheco y S. Pineda. 2010.** Four new species of *Blacus* Nees (Hymenoptera, Braconidae, Blacinae) from Mexico. *Zootaxa* 2641:37-46.
13. **Sharkey, M. J. 1988.** A taxonomic revision of *Alabagrus* (Hymenoptera: Braconidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History), Entomology Series* 57:311-437.
14. **Smith, Jr. J. W., L. A. Rodríguez del Bosque y C. V. Agnew. 1990.** Biology of *Mallochia pyralidis* (Hymenoptera: Ichneumonidae), an ectoparasite of *Eoreuma loftini* (Lepidoptera: Pyralidae) from México. *Annals of the Entomological Society of America* 83:961-966.
15. **Vaughan, M. A. 1992.** International biocontrol cooperation within Latin America. *In Opportunities for implementation of Biocontrol in Latin America*, J. R. Coulson y M. C. Zapater (eds.). *Proc. IOBC Workshop, Buenos Aires*. p. 7-38.
16. **Wharton, R. A. y V. López-Martínez. 2000.** A new species of *Triaspis* Haliday (Hymenoptera: Braconidae) parasitic of the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae). *Proceedings of the Entomological Society of America* 102:794-801.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos sinceramente a todos los técnicos de los Departamentos de Plagas de los ingenios: La Unión; Pantaleón; Magdalena y Santa Ana, así como a los trabajadores de campo de las fincas en donde se estableció el monitoreo, por todos el apoyo brindado y su dedicación a la colecta y envío de insectos al Programa MIP-CENGICAÑA. También agradecemos a la Facultad de Farmacia y Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) por permitir que el Biólogo Edwin Reyes realizara la clasificación de todos los insectos en su servicio de EPS.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la cantidad de especímenes de los principales ordenes, capturados por trampa, durante el estudio. Entomofauna en caña de azúcar

Fuente de variación	gl	Hymenoptera			Diptera			Hemiptera			Coleóptera			Lepidóptera		
		CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob
Grado de daño por Barrenador	2	4554.42	12.22	0.0001	3105.70	8.28	0.0003	898.05	3.85	0.0218	584.98	3.42	0.0334	17.44	1.08	0.3403
Tipo riego	3	824.63	2.21	0.0858	1782.50	4.75	0.0028	481.98	2.07	0.1034	207.38	1.21	0.3042	3.66	0.23	0.8776
Ubicación trampas	1	689.73	1.85	0.1744	963.73	2.57	0.1095	7378.62	31.67	0.0001	1691.20	9.90	0.0018	111.19	6.89	0.0089
Error Exp.	514	372.83			374.88			232.99			170.91			16.14		
Total	520															
CV (%)		49.00			41.00			73.60			68.30			74.22		
Media general		27.92			31.72			16.30			14.79			1.57		

Anexo 2. Análisis de varianza para la cantidad de insectos capturados por trampa en tres días de exposición, con transformación raíz cuadrada. Estudio entomofauna en caña de azúcar

Fuente de variación	gl	Ichneumonidae			Braconidae			Mymaridae			Scelionidae			Diapriidae		
		CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob
Mes	4	0.08	1.76	0.1367	0.540	6.39	0.0001	0.62	9.94	0.0001	2.75	10.86	0.0001	0.93	2.26	0.0624
Estrato	3	0.03	0.75	0.5228	0.160	1.94	0.1224	0.13	2.03	0.1092	0.52	2.03	0.1085	9.69	23.45	0.0001
Finca	3	0.10	2.14	0.0945	0.510	5.98	0.0005	0.15	2.37	0.0698	0.86	3.42	0.0174	0.89	2.15	0.0929
Lote	6	0.20	4.41	0.0002	0.067	0.80	0.5713	0.17	2.78	0.0117	1.04	4.09	0.0005	2.48	6.00	0.0001
Mes*estrato	12	0.06	1.40	0.1604	0.290	3.47	0.0001	0.08	1.29	0.2207	0.25	1.00	0.4449	1.73	4.18	0.0001
Mes*finca	12	0.06	1.23	0.2615	0.054	0.65	0.8016	0.21	3.43	0.0001	0.50	1.97	0.0252	0.16	0.40	0.9648
Mes*lote	24	0.10	2.14	0.0015	0.103	1.22	0.2145	0.06	0.92	0.5715	0.21	0.82	0.7125	0.23	0.55	0.9621
Error Exp.	430	0.05			0.08			0.06			0.25			0.41		
Total	494															
CV (%)		27.50			34.50			31.20			51.60			64.50		
Media general		0.15			0.31			0.21			0.74			1.01		

Anexo 3. Análisis de varianza para la cantidad de insectos capturados por trampa en tres días de exposición, con transformación raíz cuadrada. Estudio de entomofauna en cada de azúcar

Fuente de variación	gl	Ichneumonidae			Braconidae			Mymaridae			Scelionidae			Diapriidae		
		CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob	CM	Fc	Prob
Variedad	5	0.07	1.36	0.2384	0.290	3.14	0.0085	0.14	1.92	0.0897	0.88	3.18	0.0078	8.73	20.04	0.0001
Grado daño	2	0.53	5.40	0.0048	0.120	1.34	0.2635	0.06	0.89	0.4103	2.24	8.06	0.0004	0.04	0.08	0.9195
Tipo cosecha	2	0.008	0.18	0.6712	0.090	0.98	0.3224	0.06	0.82	0.3660	0.13	0.47	0.4911	0.04	0.10	0.7499
Tipo riego	2	0.33	6.77	0.0013	0.290	3.19	0.0419	0.19	2.60	0.0753	0.47	1.68	0.1871	0.78	1.81	0.1656
Error Exp.	484	0.05			0.09			0.07			0.28			0.44		
Total	494															
CV (%)		28.60			36.20			33.50			54.00			66.20		
Media general		0.15			0.31			0.21			0.74			1.01		