

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE ENEMIGOS NATURALES DEL CHAPULÍN (ORTHOPTERA: ACRIDOIDEA) EN EL ESTADO DE QUERÉTARO, MÉXICO

ELISEO URIBE-GONZÁLEZ & MIGUEL ÁNGEL SANTIAGO-BASILIO

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Querétaro, A. C. Calamanda de Juárez, El Marques, Querétaro, México. km. 186.8 Autopista México-Querétaro. C.P.76247. <euribe@cesaveq.org.mx>

Uribe-González, E. & M. A. Santiago-Basilio. 2012. Contribución al conocimiento de enemigos naturales del chapulín (Orthoptera: Acridoidea) en el estado de Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 28(1): 133-144.

RESUMEN. Se realizó un inventario de enemigos naturales del chapulín (Orthoptera: Acridoidea) como resultado de observaciones hechas a través de la exploración, muestreos de ootecas, ninfas y adultos que se llevaron a cabo de 2002 a 2007 en 11,242 ha de 101 comunidades de 11 municipios del sur del Estado. Se examinaron 1620 ootecas y 8122 chapulines identificando tres especies de hongos entomopatógenos, un parasitoide y cinco depredadores. Se encontraron larvas de *Epicauta* spp. (Coleoptera: Meloidae) depredando ootecas de *Melanoplus differentialis* Thomas (Orthoptera: Acridoidea) y dos aves, *Mimus polyglottos* L. y *Toxostoma curvirostre* Swainson (Passeriformes: Mimidae) alimentándose de estadios ninfales o adultos de especies pequeñas. Se observaron estadios ninfales en la telaraña de *Neoscona* spp. (Araneae: Araneidae). Un depredador muy activo de ninfas pequeñas en las horas mas calientes del día fue el “moscón” *Efferia* spp. (Diptera: Asilidae). Se encontró a *Sarcophaga* spp. (Diptera: Sarcophagidae) en *M. differentialis* como huésped. Se observaron tres especies de hongos, *Beauveria bassiana* Balsamo (Hypocreales: Cordycipitaceae), *Metharizium anisopliae* Metschnikoff (Hypocreales: Clavicipitaceae) en todos los estadios y *Entomophaga grylli* Fresenius (Entomophthorales: Entomophthoraceae) en adultos de *M. differentialis* como hospedero, ocasionando epizootias con un buen nivel de infección.

Palabras clave: Muestreo, Inventario, Depredadores, Parasitoides, Patógenos.

Uribe-González, E. & M. A. Santiago-Basilio. 2012. Contribution to the knowledge of natural enemies of the grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) in the state of Querétaro, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 28(1): 133-144.

ABSTRACT. We performed an inventory of natural enemies of grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) as a result of observations made through exploration, sampling of egg pods, nymphs and adults were conducted from 2002 to 2007 in 11,242 ha of 101 communities in 11 municipalities of Southern Querétaro. 1620 egg pods were reviewed and 8122 grasshoppers; three species of entomopathogen were identified, a parasitoid and five predators. *Epicauta* spp. (Coleoptera: Meloidae) larvae were found prey-

ing egg pods of *Melanoplus differentialis* Thomas (Orthoptera: Acridoidea) and two birds, *Mimus polyglottos* L. and *Toxostoma curvirostre* Swainson (Passeriformes: Mimidae) feeding nymphs or adults of small species. Nymphs were observed in the web of *Neoscona* spp. (Araneae: Araneidae). A very active predator of small nymphs during the hottest hours of the day was the blowfly *Efferia* spp. (Diptera: Asilidae). We found *Sarcophaga* spp. (Diptera: Sarcophagidae) in *M. differentialis* as a host. There were three species of fungus, *Beauveria bassiana* Balsamo (Hypocreales: Cordycipitaceae), *Metharizium anisopliae* Metschnikoff (Hypocreales: Clavicipitaceae) in all stages and *Entomophaga grylli* Fresenius (Entomophthorales: Entomophthoraceae) in adults of *M. differentialis* as a host, causing epizooties with a good level of infection.

Key words: Sampling, Inventory, Predators, Parasitoids, Pathogens.

INTRODUCCIÓN

El chapulín es la plaga económicamente más importante en el sur del estado de Querétaro, principalmente para cultivos de temporal (CESAVEQ 2011). Las especies más importantes por su cantidad son *M. differentialis* y *Sphenarium purpurascens* Charpentier (Orthoptera: Acridoidea) de 25 registradas para el estado (Salas-Araiza *et al.* 2006). El complejo de especies llamado chapulín tiene hábitos fitófagos muy variados, comen casi todo tipo de vegetal y en casos extremos de falta de material verde hacia el final de su ciclo biológico pueden comer o al menos roer desde papel hasta materiales de poliestireno expandido (unicel en México), comportamiento que se desconoce si su objetivo es cubrir algún requerimiento nutricional o es algún tipo de hábito (observación personal).

El cultivo del maíz es por excelencia el más importante en el estado; en el ciclo primavera-verano 2009 se cosecharon 76,385 ha de maíz grano (INEGI 2010), del que seguramente un 90% es de temporal. Con niveles de infestación por arriba del umbral económico y sin acciones de control, se estima de manera conservadora, que esta plaga puede ocasionar pérdidas en la producción de maíz y frijol en Querétaro superior a los 5 millones de pesos, sin considerar las pérdidas en la planta de maíz como forraje (CESAVEQ 2011).

En Querétaro, el chapulín se puede presentar desde junio después de las primeras lluvias con el temporal ya establecido, sin embargo, si este temporal se retrasa puede darse el caso que se presenten hasta el mes de agosto como sucedió en éste año (CESAVEQ 2011). En su estado natural se pueden observar diferentes estadios a la vez, pudiendo encontrar ninfas de primer estadio desde junio o julio hasta octubre, apareamientos de septiembre a diciembre, oviposturas de octubre a enero y muerte casi al 100% de la población en enero, sin embargo su población va disminuyendo sensiblemente por el frío principalmente desde octubre (CESAVEQ 2011).

Los controles químicos se llevan acabo año con año desde hace casi 10 como una medida de control preventiva de la población en sus sitios de eclosión en 5 mil a 8 mil ha por año, con el riesgo que conlleva el aplicar químicos en agostaderos, en particular por la toxicidad a animales que pastorean, fauna, insectos y peces.

Por todo lo anterior, el objetivo principal de este trabajo fue identificar los géneros o especies de enemigos naturales del chapulín en sus diferentes estadios del ciclo biológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Para el estudio solo se consideraron 11 de los 18 municipios del estado de Querétaro debido a que es donde se presenta el chapulín como plaga agropecuaria. Las comunidades donde se trabajo se encuentran entre 20° 13' 08.8" y 20° 50' 41.3" de latitud Norte y 100° 00' 19.6" y 99° 59' 46.9" de longitud Oeste. Con altitudes que van de los 1800 msnm en El Pueblito, municipio de Corregidora hasta los 2500 msnm en La Alameda del Rincón, municipio de Amealco; una precipitación promedio anual de 521 mm y una temperatura media anual de 19 °C. En la Figura 1 se indica el área de estudio.



Figura 1. Sitios de muestreo y toma de muestras biológicas.

Muestreo. Con el objeto de conocer los principales enemigos naturales del chapulín durante su ciclo biológico se registraron los hallazgos detectados de manera *in situ* durante el muestreo a través de la colecta directa u observación en su caso en microscopio estereoscópico (Carl Zeiss Modelo Stemi DV4), no se registró el nivel de ataque en el chapulín pues no formaba parte del objetivo de éste trabajo. La actividad se llevó a cabo en los perímetros de las parcelas, parcelas abandonadas, potreros, llanos y bordos de 2002 a 2007. El método de muestreo fue en “cinco de oros” tomando cinco muestras en superficies menores a 20 ha y 10 en mas de 20 ha.

Muestreo de ninfas y adultos. Las ninfas se muestrearon sobre la maleza de julio a septiembre usando una red de golpeo, los adultos se muestrearon de octubre a diciembre con red de golpeo u observación directa. Las muestras se depositaron en bolsas de papel de estraza, se congelaron y observaron en un microscopio estereoscópico. Durante el muestreo, de manera alterna, se estuvo vigilando el comportamiento de ejemplares de chapulín para detectar si alguno presentaba síntomas de parasitismo o enfermedad, así como observación de depredadores vertebrados.

Muestreo de ootecas. El muestreo se llevó acabo de enero a junio. Para ootecas se examinaron cepellones de 1 m² por 5 cm en sitios donde se vio población de adultos en el muestreo. Se revisó con mucho cuidado cada terrón de tierra para detectar la mayor cantidad de ootecas. Estas se colectaron en frascos, se trasladaron al laboratorio y se revisaron minuciosamente en el microscopio estereoscópico para detectar síntomas de entomopatógeno, parasitismo o depredador.

Diagnóstico. En la identificación de patógenos y depredadores se usaron las claves descritas en Rees (1973); así mismo, se consideró el material fotográfico y descripción de síntomas detallado en Pfadt (2002). La depredación por meloidos fue confirmada por la presencia de larvas y pupas dentro de la ooteca o por las características de los agujeros en las paredes de las ootecas que significa daño por ataque (Popov *et al.* 1990; Latchininsky & Launois-Luong 1992). Los depredadores vertebrados se identificaron *in situ*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En éste trabajo se compiló información de observaciones hechas en las diferentes actividades de vigilancia fitosanitaria de la campaña contra el chapulín de 2002 a 2007 en 101 comunidades de 11 municipios (Cuadro 1). En este cuadro se indica el área de estudio y la cantidad de muestras biológicas examinadas para la identificación de los enemigos naturales indicados en el Cuadro 2. En la Figura 1 se muestran los sitios georreferenciados del Cuadro 1 donde se han hecho actividades de vigilancia fitosanitaria y las identificaciones de los enemigos naturales que se enlistan en el Cuadro 2

Cuadro 1. Material biológico examinado por superficie vigilada en el área de estudio de 2002 a 2007.

Municipio	Comunidades	Superficie Vigilada, ha	Puntos Georeferenciados	Ootecas examinadas	Chapulines examinados
Amealco de Bonfil	4	290	93	18	429
Cadereyta de Montes	7	594	123	102	199
Colón	14	1050	152	360	482
Corregidora	6	755	77	48	1447
El Marques	7	1350	82	96	410
Ezequiel Montes	3	200	47	60	572
Huimilpan	16	880	191	48	504
Pedro Escobedo	6	660	117	132	1063
Querétaro	10	435	117	72	1603
San Juan del Río	22	4588	272	540	1091
Tequisquiapan	6	440	71	144	322
<i>Suma</i>	101	11,242	1342	1620	8122

y 3. Se identificaron tres especies de hongos entomopatógenos, un parasitoide y cinco depredadores, de estos últimos, dos son aves.

Los enemigos naturales del chapulín, como en el resto de insectos, están sujetos a un amplio número de parasitoides, depredadores y patógenos, incluyendo hongos, protozoarios y virus (Henry *et al.* 1985). En México, en la última década se han llevado acabo algunos trabajos tendientes a identificar los principales enemigos naturales del chapulín; destacan las publicaciones de Rivera (2004) en el Bolsón de Mapimí, Durango; Lozano-Gutiérrez & España-Luna 2006(2009) en comunidades del municipio de Villanueva, Zacatecas; García-Gutiérrez y González-Maldonado 2006(2009) en el estado de Durango; Salas-Araiza & Salazar-Solís 2006(2009) en el Bajío del estado de Guanajuato, principalmente en el municipio de Irapuato. Por lo observado en éste trabajo y lo descrito en los citados, se sabe que estos enemigos naturales ejercen cierta presión sobre el chapulín, sin embargo, no son suficientes para que mermen la población pues siempre ha sido necesario su control químico debido a que rebasan el umbral económico. Las epifitias observadas en relación a hongos, son casos especiales en las que no se detectaron mermas aparentes de la población, los depredadores y parasitoides también son casos aislados en los que se duda ocasionen un impacto considerable en la población de chapulín.

El hongo *E. grylli*, probablemente el patotipo 2 (*Entomophaga calopteni*) (Bido-chka & Roberts 2002), se observó afectando adultos de *M. differentialis* en el 39% de las comunidades con registro de enemigos naturales (Cuadro 3). Se observaron ejemplares “momificados”, en posición vertical, viendo hacia arriba y abrazados de

Cuadro 2. Listado de enemigos naturales del chapulín registrados.

(Orden: Familia)	Especie	Tipo	Etapas atacadas
Fungi: (Entomophthorales: Entomophthoraceae)	<i>Entomophaga grylli</i> (Fresenius)	Patógeno	Adulto
Fungi: (Hypocreales: Cordycipitaceae)	<i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo)	Patógeno	Ninfas y Adulto
Fungi: (Hypocreales: Clavicipitaceae)	<i>Metharizium anisopliae</i> (Metschnikoff)	Patógeno	Ninfas y Adulto
Aves: (Passeriformes: Mimidae)	<i>Mimus polyglottos</i> (L.)	Depredador	Ninfas y Adulto
Aves: (Passeriformes: Mimidae)	<i>Toxostoma curvirostre</i> (Swainson)	Depredador	Ninfas
Arachnida: (Araneae: Araneidae)	<i>Neoscona</i> spp.	Depredador	Ninfas
Insecta: (Coleoptera: Meloidae)	<i>Epicauta</i> spp.	Depredador	Huevo
Insecta: (Diptera: Asilidae)	<i>Efferia</i> spp.	Depredador	Ninfas
Insecta: (Diptera: Sarcophagidae)	<i>Sarcophaga</i> spp.	Parasitoide	Adulto

Cuadro 3. Comunidades con registro de enemigos naturales.

Enemigo natural	No. comunidades (% del total)	Municipio: comunidades
<i>Entomophaga grylli</i> (Fresenius)	20(39%)	Pedro Escobedo: El Sauz, Ajuhitlancito, San Cirilo, Escolásticas. San Juan del Río: Arcila y Paso de Mata Huimilpan: Taponas, El Vegil, Lagunillas, Buenavista, Ceja de Bravo y El Granjeno. Corregidora: Charco Blanco, Bravo y Presa de Bravo. Querétaro: La Solana y Montenegro. El Marqués: Atongo. Colón: El Saucillo. Cadereyta de Montes: La Nopalera.
<i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo)	1(2%)	Amealco de Bonfil: Los Arenales.
<i>Metharizium anisopliae</i> (Metschnikoff)	5(10%)	San Juan del Río: Arcila. Pedro Escobedo: Ajuchitlancito. Tequisquiapan: Hacienda Grande. Huimilpan: Buenavista y Taponas.
<i>Mimus polyglottos</i> (L.) y <i>Toxostoma curvirostre</i> (Swainson)	3(6%)	San Juan del Río: Santa Rita. Pedro Escobedo: Dolores de Ajuchitlancito. Colón: El Zamorano.
<i>Neoscona</i> spp.	???*	Todos los municipios: más de 80 comunidades.
<i>Epicauta</i> spp	31(61%)	Cadereyta de Montes: San Javier. Colón: El Zamorano, Fracción El Moral y Galeras. Corregidora: Charco Blanco, El Jaral y Joaquín Herrera. El Marqués: El Lobo, Guadalupe la Venta, La Griega, Santa Cruz, Santa María de los Baños y Tierra Blanca. Ezequiel Montes: El Bondotal, Loberas y Palo Seco. Huimilpan: Los Cues y Taponas. Pedro Escobedo: Ajuchitlancito, Dolores de Ajuchitlancito y La Venta. Querétaro: Buenavista, El Gachupín y Mompaní. San Juan del Río: Estancia de Santa Lucía, La Llave, Ojo de Agua, San Sebastián de las Barrancas, Santa Bárbara la Cueva, Santa Isabel El Coto. Tequisquiapan: San José la Laja.
<i>Efferia</i> spp.	1(2%)	Pedro Escobedo: Escolásticas.
<i>Sarcophaga</i> spp.	2(4%)	Pedro Escobedo: Escolásticas. Huimilpan: La Peña.

*No se tiene un registro exacto.

las partes más altas de pastos, herbáceas o arbustivas. Se reporta que dos patotipos son nativos de Norte América y uno más que se aisló de una especie de Australia (Bidochka & Roberts 2002). En México se han publicado algunos trabajos sobre éste patógeno (Sánchez-Peña *et al.* 1996; Sánchez-Peña 2000, 2005; Sánchez-Peña & Álvarez-Amador 2001, 2003), destacando por su importancia el de Sánchez-Peña (2005) debido a que trabajó sobre la producción *in vitro* de hifas como uso potencial

para la obtención de conidias.

Con relación a los hongos del orden Hypocreales solo encontramos adultos de *Sphenarium purpurascens* infectados con *Beauveria bassiana* en la comunidad de Los Arenales del Municipio de Amealco de Bonfil y *M. differentialis* infectados por *M. anisopliae* en el 10% de las comunidades con registro de enemigo natural (Cuadro 3). En los ejemplares enfermos se les ha observado un crecimiento miceliar en partes de su cuerpo o cubriéndolo por completo; micelio de color blanco en *B. bassiana* o de color verde con *M. anisopliae* (Bidochka & Roberts 2002). Estos hongos son los agentes de control biológico más investigados en el mundo, pero recientemente se reportó a *Fusarium verticillioides* (Saccardo) Nirenberg (Ascomycota: Hypocreales) infectando de manera natural ninfas y adultos de *Tropidacris callaris* (Stoll) (Orthoptera: Acridoidea: Romaleidae) en la Provincia del Chaco en Argentina (Pelizza *et al.* 2011). En México se han hecho algunos trabajos con ciertas variedades de *B. bassiana* y *M. anisopliae* (Rodríguez del Bosque & Arredondo-Bernal 2007). Destacan los trabajos del equipo de Ludivina Barrientos Lozano del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamaulipas, México con *M. anisopliae* var. *acridum* contra langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker (Orthoptera: Acrididae), el equipo de Cipriano García Gutiérrez del CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa, México con *B. bassiana* sobre *Brachystola magna* (Girard) (Orthoptera: Romaleidae), el equipo de Raquel Alatorre Rosas del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados en Montecillos, Texcoco, México con *B. bassiana* contra *S. purpurascens* (Orthoptera: Pyrgomorphidae), el equipo de Víctor Manuel Hernández Velázquez del Centro de Investigación en Biotecnología de la Universidad Autónoma del estado de Morelos con *M. anisopliae* var. *acridum* contra langosta *S. piceifrons piceifrons*.

En México, se sabe que el Centro Nacional de Referencia de Control Biológico contaba hasta 2002 con una colección de 40 cepas de *Metarhizium* spp., destacando tres cepas por su virulencia (Barrientos-Lozano *et al.* 2002). Estos mismo autores mencionan que por análisis de ADN dos de las tres cepas mexicanas (MaPL40 y MaPL32) son similares a una cepa Australia (FI-985), sugiriendo que son la misma variedad. *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* se encuentra de manera comercial en Australiana como Green Guard® (Hunter 2005) y *Metarhizium acridum* en África como Green Muscle® (Mullié & Youssoupha 2010), en el primer país se ha utilizado desde el año 2000 con buenos resultados en el control de cuatro especies de Acridoideos (Milner & Hunter 2001) en alrededor de 100,000 ha que representa hasta un 10% de la superficie tratada con Manejo Integrado de la Plaga (MIP) (Hunter 2010), no obstante, la temperatura puede ser una limitante en la efectividad de *B. bassiana* (Amarasekare & Edelson 2004 y Hunter 2010).

El chapulín es también parte de la dieta de *Mimus polyglottos* L. y *Toxostoma curvirostre* Swainson (Passeriformes: Mimidae); estas aves se han visto depredando solo en un 6% de las comunidades con registro de enemigo natural (Cuadro 3). A

estas aves se les puede ver en puestos de vigilancia, preferentemente en lo alto de matorrales, observan al insecto, vuelan, lo capturan y lo comen en el mismo lugar o vuelan a su punto de vigilancia para devorarlo (observación personal). Ambas especies consumen ninfas, pero a *M. polyglottos* se le ha visto consumiendo adultos de algunas especies pequeñas que al volar le llaman la atención y las captura (observación personal). Las aves son importantes depredadores del chapulín a las que poca atención se les ha dado; Branson (2005) y Mullié & Youssoupha (2010) coinciden al citar una marcada preferencia por chapulines de talla grande y media en sus aves estudiadas (talla grande), mismas que no se les ha visto en nuestra área de estudio. No obstante, McEwen *et al.* (2002) hacen referencia a tres aves que pueden consumir hasta 100 chapulines por día, entre ellas a *Sturnella* spp. (Passeriformes: Icteridae) que pertenece al mismo orden que las mencionadas en este estudio. En relación a otros vertebrados, se sabe que el chapulín es un insecto importante en la dieta del coyote *Canis latrans* Say (Carnívora: Canidae) (Guerrero *et al.* 2002) y éste es muy abundante en ésta zona pero no se consideró el estudio de sus heces para determinar consumo en nuestra área de estudio, sin embargo, se ha observado el consumo ocasional de adultos de *B. magna* por perros *Canis lupus familiaris* L. (Carnívora: Canidae) (observación personal).

La araña *Neoscona* spp. (Araneae: Araneidae) necesita de las arbustivas de los matorrales o herbáceas leñosas para hilar su telaraña, por esta razón, son en éstas áreas donde se les encontró depredando a las ninfas principalmente cuando el maíz y la maleza están en floración. El chapulín salta accidentalmente a la telaraña donde es capturado por el depredador, quien inmediatamente lo “enreda” con telaraña para después comerlo. Se les ha visto en las zonas cerriles de más de 80 comunidades de los municipios donde se trabajó (Cuadro 3). Las arañas son de los depredadores menos estudiados, se sabe de la existencia de cuando menos nueve especies, pero la lista es probable esté incompleta (Salas-Araiza & Salazar-Solís, 2006(2009)). Estos mismos autores reportan la presencia del género *Argiope* (Araneae: Araneidae) en el municipio de Irapuato, Guanajuato, México depredando ninfas del género *Syrbula* (Orthoptera: Acridoidea) y Rivera (2004) reporta en el Bolsón de Mapimí, Durango, México la presencia de *Araneus diadematus*? (Araneae: Araneidae), *Argiope aurentia* Lucas (Araneae: Argiopidae) y *Aphonopelma* spp. (Araneae: Theraphosidae).

La borreguilla *Epicauta* spp. (Coleoptera: Meloidae) en su fase de larva se le ha visto depredando ootecas en varias comunidades (Cuadro 3). En ootecas detectadas durante los muestreos en 90 comunidades se observaron signos de depredación por éste coleóptero en 31 de ellas (21.38% de depredación), detectando también que prefiere en un 98% las ootecas de *Melanoplus* spp., quizás por su abundancia o tamaño y solo en un 2% las de *B. magna* (Datos no publicados). La borreguilla es un coleóptero que en su fase larval es un importante depredador de ootecas de chapulín en Estados

Unidos de América, la hembra adulta deposita masas de huevos cercas de las ootecas, cuando nacen las larvas buscan las ootecas, las perforan y devoran los huevecillos, si aun no completa su desarrollo larval sigue buscando más ootecas (Capinera 2003); su ciclo biológico puede durar hasta dos años, según describe Rees (1973). La presencia de *Epicauta* spp. ha sido reportada por otros investigadores en México; Rivera (2004) indica que es un depredador de ootecas de *Boottettix argentatus* Bruner (Orthoptera: Acrididae) y Lozano-Gutiérrez & España-Luna (2006(2009)) en ootecas de *Brachystola* spp.

La mosca *Sarcophaga* spp. se ha visto parasitando en la Comunidad de Escolásticas, Pedro Escobedo y en La Peña, Huimilpan. Si bien es cierto que la mayoría de larvas de especies de sarcófagidos se alimentan de materia en descomposición, se han detectado algunas especies parásitas; Lozano-Gutiérrez & España-Luna (2006(2009)) encontraron que la preferencia de parasitar entre macho y hembra de *Brachystola* spp. es similar, no obstante, se encontraron hasta nueve larvas por hembra contra tres por macho; esto quizás se deba al tamaño de la hembra. En Estados Unidos se reportan de 21 a 23 especies parásitas de chapulín (Hostetter 2002), cinco de las cuales son las más importantes por su nivel de parasitismo hasta del 50%. Las moscas de la familia Sarcophagidae son ovovivíparos, sin excepción, lo que significa que sus huevos eclosionan en el útero y la hembra depositan una larva viva en el hospedero (Shewell 1987).

Por su parte, el moscón *Efferia* spp. (Diptera: Asilidae) se ha visto depredando ninfas en Escolásticas municipio de Pedro Escobedo. Rees & Onsager (1985), mencionan que este insecto es muy voraz y captura al chapulín en pleno vuelo, además, de las 856 especies reportadas 26 depredan chapulín y solo seis tienen definida su preferencia por este insecto. Mientras tanto, Lavigne & Pfadt (1966), concluyeron en un trabajo de seis años en Wyoming, Estados Unidos de América que son tres las especies que se alimentan exclusivamente de chapulín y pueden reducir la población de un 11 a un 15%.

Los enemigos naturales del chapulín en las áreas estudiadas son diversos y contribuyen en su control y regulación de poblaciones, sin embargo sus bandadas llegan a ser tan grandes en la mayoría de comunidades que hace necesario su control químico a través de aplicaciones localizadas en sitios de eclosión.

AGRADECIMIENTOS. Al Dr. Manuel Darío Salas Araiza del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Guanajuato por su ayuda en la identificación de enemigos naturales.

LITERATURA CITADA

Amarasekare, K. G. & J. V. Edelson. 2004. Effect of temperature on efficacy of insecticides to differential grasshopper (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Economic Entomology*, 97: 1595-1602.

- Barrientos-Lozano, L., V. M. Hernández-Velázquez, R. J. Milner & D. M. Hunter.** 2002. Advances in biological control of locusts and grasshoppers in México. *Journal of Orthoptera Research*, 11: 77-82.
- Bidochka, M. J. & D. W. Roberts.** 2002. I. Biological Control: I.5 Identification of Fungal Pathogens of Grasshoppers, pp. I.5-1-I.5-2. In: R. E. Pfadt (Ed.). *Field Guide to Common Western Grasshoppers*. Wyoming Agricultural Experiment Station. Bulletin 912, Third Edition.
- Branson, D. H.** 2005. Direct and indirect effects of avian predation on grasshopper communities in northern mixed-grass prairie. *Environmental Entomology*, 34: 1114-1121.
- Capinera, J. L.** 2003. Striped blister beetle. *Epicauta vittata* (Fabricius) (Coleoptera: Meloidae). *University of Florida. IFAS Extension*.
- [CESAVEQ] Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Querétaro, A.C.** 2011. Información Técnica de la Campaña Contra el Chapulín. Calamanda de Juárez, El Marques, Querétaro, México, s/p.
- García-Gutiérrez, C. & M. B. González-Maldonado.** 2006 (2009). Control biológico de la plaga del chapulín (Orthoptera: Acrididae) en Durango, México. *Vedalia*, 13: 79-83.
- Guerrero, S., M. H. Badii, S. S. Zalapa & A. E. Flores.** 2002. Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, (86): 119-137.
- Henry, J. E., M. C. Wilson, E. A. Oma & J. L. Fowler.** 1985. Pathogenic micro-organisms isolated from West African grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Tropical Pesticide Management*, 31: 192-195.
- Hostetter, D. L.** 2002. I. Biological Control: I.8 Natural Enemies Attacking Grasshopper Nymphs and Adults, pp. I.8-1-I.8-7. In: R. E. Pfadt (Ed.). *Field Guide to Common Western Grasshoppers*. Wyoming Agricultural Experiment Station. Bulletin 912, Third Edition.
- Hunter, D. M.** 2005. Mycopesticides as part of integrated pest management of locusts and grasshoppers. *Journal of Orthoptera Research*, 14: 197-201.
- Hunter, D. M.** 2010. Credibility of an IPM approach for locust and grasshopper control: The Australian example. *Journal of Orthoptera Research*, 19: 133-137.
- [INEGI] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2010. Anuario Estadístico del Sector Rural. Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. Secretaría de Desarrollo Agropecuario en Querétaro.
- Latchininsky, A. V. & M. H. Launois-Luong.** 1992. *Le Criquet marocain, Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815), dans la partie orientale de son aire de distribution. CIRAD-GERDAT-PRIFAS, Montpellier, France, 270 pp.
- Lavigne, R. J. & R. E. Pfadt.** 1966. *Parasites and predators of Wyoming rangeland grasshoppers*. Monogr. 3. Laramie, WY: University of Wyoming and Wyoming Agricultural Experiment Station.
- Lozano-Gutiérrez, J. & M. P. España-Luna.** 2006 (2009). Enemigos naturales y control biológico de *Brachystola magna* Girard y *Brachystola mexicana* Bruner (Orthoptera: Acrididae) con *Beauveria bassiana* en Zacatecas, México. *Vedalia*, 13: 91-96.
- McEwen, L. C., B. E. Petersen & C. M. Althouse.** 2002. I. Biological Control: I.10 Birds and Wildlife as Grasshopper Predators, pp. I.10-1-I.10-4. In: R. E. Pfadt (Ed.). *Field Guide to Common Western Grasshoppers*. Wyoming Agricultural Experiment Station. Bulletin 912, Third Edition.
- Milner, R. J. & D. M. Hunter.** 2001. Recent developments in the use of fungi as biopesticides against locusts and grasshoppers in Australia. *Journal of Orthoptera Research*, 10: 271-276.
- Mullié, W. C. & G. Youssoupha.** 2010. Does bird predation enhance the impact of Green Muscle® (*Metarhizium acridum*) used for grasshopper control? *Journal of Orthoptera Research*, 19: 139-155.

- Pelizza, S. A., S. A. Stenglein, M. N. Cabello, M. I. Dinolfo & C. E. Lange.** 2011. First Record of *Fusarium verticillioides* as an Entomopathogenic Fungus of Grasshoppers. *Journal of Insect Science*, 70: 1-8.
- Pfadt, R. E.** 2002. *Field guide to common western grasshoppers*. Wyoming Agricultural Experimental Station. Bulletin, 912, Third Edition.
- Popov, G. B., M. H. Launois-Luong & J. J. van der Weel.** 1990. *Les oothèques des criquets du Sahel*. Niamey, Collection Acridologie Opérationnelle No. 7. Ministère des Affaires Étrangères des Pays-Bas et CIRAD/PRIFAS.
- Rees, N. E. & J. A. Onsager.** 1985. Parasitism and survival among rangeland grasshoppers in response to suppression of robber fly (Diptera: Asilidae) predators. *Environmental Entomology*, 14: 20-23.
- Rees, N. E.** 1973. *Arthropod and nematode parasites, parasitoids, and predators of Acrididae in America north of Mexico*. Tech. Bull. 1460. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Rivera G., E.** 2004. Records of predators and parasites (vertebrates and invertebrates) of creosote bush grasshopper *Boottettix argentatus* Bruner, 1889 (Orthoptera: Acrididae: Gomphocerinae) from the Bolsón de Mapimí, Dgo. (Chihuahuan Desert), México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 20: 287-290.
- Rodríguez del Bosque, L. A. & H. C. Arredondo-Bernal.** 2007. Bibliografía Sobre Control Biológico en México hasta 2005. 02 Jul. 2010. <<http://www.controlbiologico.org.mx/Bibliografia.htm>>.
- Salas-Araiza, M. D. & E. Salazar-Solís.** 2006 (2009). Enemigos naturales de la plaga del chapulín (Orthoptera: Acrididae) con énfasis en Guanajuato, México: Una breve revisión. *Vedalia*, 13: 57-64.
- Salas-Araiza, M. D., P. Alatorre-García & E. Uribe-González.** 2006. Contribución al conocimiento de los Acridoideos (Insecta: Orthoptera) del estado de Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 22: 33-43.
- Sánchez-Peña, S. & S. Álvarez-Amador.** 2001. Potencial del complejo *Entomophaga grylli* (Fres.) Batko (Zygomycetes: Entomophthorales) para el control biológico de algunos acrididos (Orthoptera), pp. 49-51. In: DGSV (Ed.). *Memoria del Taller de Control Microbiano de Langosta*. Dirección General de Sanidad Vegetal. 2-5 de octubre de 2001, Mérida, Yucatán, México.
- Sánchez-Peña, S.** 2000. Entomopathogens from two Chihuahuan desert localities in Mexico. *BioControl*, 45: 63-78.
- Sánchez-Peña, S. R. & S. Álvarez-Amador.** 2003. Potencial del complejo *Entomophaga grylli* (Fres.) Batko (Zygomycetes: Entomophthorales) para el control biológico de algunos acrididos (Orthoptera) en México. *Vedalia*, 9-10: 69-72.
- Sánchez-Peña, S., R. Carruthers, M. Lynn-Cummins & J. C. Stephen-Wraight.** 1996. Entomopatógenos como agentes de control biológico clásico, experiencias con *Entomophaga grylli* (Entomophthorales) contra saltamontes y langostas. Memoria del XIX Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. 14-15 de Noviembre de 1996, Culiacán, Sinaloa, México. pp. 8-10.
- Sánchez-Peña, S. R.** 2005. *In Vitro* production of hyphae of the grasshopper pathogen *Entomophaga grylli* (Zygomycota: Entomophthorales): Potential for production of conidia. *Florida Entomologist*, 88: 332-334.
- Shewell, G. E.** 1987. Sarcophagidae, pp. 1159-1186. In: J. F. McAlpine *et al.* (Eds). *Manual of Nearctic Diptera*. vol. 2. Monogr. 28. Lethbridge, CN: Agriculture Canada, Research Branch, Biosystematics Research Center.