

LA FAMILIA ACRIDIDAE (ORTHOPTERA: ACRIDOIDEA) Y SU IMPACTO EN LA AGRICULTURA EN PANAMÁ¹

**Randy Atencio-Valdespino²; Bruno Zachrisson²; Rubén D. Collantes G.²;
José Lezcano B.²; Gladys González-Dufau²; Anovel Amet Barba-Alvarado^{2*}**

RESUMEN

La familia Acrididae está entre los grupos de insectos de mayor importancia en el mundo, dentro de los ecosistemas naturales y agrícolas. Sin embargo, el conocimiento de la familia Acrididae en Panamá ha estado orientado a estudios básicos de biología y taxonomía exclusivamente, excluyendo las investigaciones en los agroecosistemas que ha sido muy limitado. A partir de los estudios realizados, el 86,96% de las especies presentes se consideran de importancia ecológica y el 13,04% de las especies de interés agrícola. Por lo que, es importante, conocer las condiciones favorables para el desarrollo de las poblaciones de especies de Acrididae en los agroecosistemas en Panamá. De esta manera, se fortalecerá el programa de manejo integrado de especies de Acrididae, con potencial para causar daños en cultivos de importancia para la seguridad alimentaria del país. Por lo que, el objetivo de la presente revisión bibliográfica fue la de integrar información relevante a especies de la familia Acrididae reportadas para Panamá, que reduzcan la producción de importantes rubros agrícolas.

Palabras claves: Agricultura, ecología, daños, langostas.

¹ Recepción: 12 de noviembre de 2020. Aceptación: 19 de marzo de 2021. Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP)

² Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Grupo Entomológico de la Langosta (GEL). *Autor de correspondencia: anovelbarba@gmail.com



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

THE FAMILY ACRIDIDAE (ORTHOPTERA: ACRIDOIDEA) AND ITS IMPACT ON AGRICULTURE IN PANAMA

ABSTRACT

The family Acrididae are among the most important insects in the world, within natural and agricultural ecosystems. However, the knowledge of the family Acrididae in Panama has been oriented towards basic studies of biology and taxonomy exclusively, excluding research in agroecosystems has been limited. From the studies carried out, 86,96% of the species present are of ecological importance and 13,04% of the species of agricultural interest. Therefore, it is important to know the favorable conditions for the development of populations of Acrididae species in the Agroecosystems in Panama. In this way, the integrated management program for Acrididae species will be strengthened, with the potential to cause damage to crops that are important for the country's food security. Therefore, the objective of this bibliographic review was to integrate relevant information to species of the family Acrididae reported for Panama, which reduce the production of important agricultural items.

Key words: Agriculture, ecology, damage, locusts.

INTRODUCCIÓN

El sector agrícola panameño está compuesto por más de 31 rubros, entre granos básicos, hortalizas, frutales, cultivos industriales, raíces y tubérculos; producidos en los diferentes pisos altitudinales del país. El mismo aporta a la economía nacional 663 millones de dólares y ocupa alrededor de 200 000 hectáreas, proporcionando empleo directo a unas 35 000 personas, entre pequeños, medianos y agroempresas; con lo cual se deja manifiesto la importancia de estos rubros en el sector, para la soberanía alimentaria del país (MIDA, 2020).

La familia Acrididae, conocidos como “saltamontes” y “langostas”, son insectos que se encuentran en diferentes hábitats del planeta. Comprenden especies de importancia ecológica y plagas de relevancia económica en cultivos estratégicos para la seguridad alimentaria en Panamá. Se destaca *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker), conocida como la langosta centroamericana, cuya distribución abarca los países de Centroamérica (Song et al., 2017).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

En Panamá fue reportada *Schistocerca piceifrons* (Walker) por Rowell (2013) pero sin reportes de capturas de la especie durante los últimos 40 años en cultivos o zonas silvestres en Panamá razón por la cual “The Orthopterists Society” no la reporta aún como presente en Panamá (Cigliano et al., 2020). Otros autores citan como potencial su presencia (OIRSA, 1991; Retana, 2000). Por tanto es muy importante continuar con los trabajos de investigación relacionados para confirmar si la especie está establecida realmente en Panamá (Rowell, 2013).

Algunas especies de *Schistocerca* pueden formar densos enjambres migratorios y presentar una relación denso-dependiente llamada polifenismo producto de la interacción de una elevada población de determinadas especies, incluyendo *S. piceifrons piceifrons* (Song, 2011; Song et al., 2018).

En Panamá, los estudios con los cuales se cuenta a la fecha sobre la familia Acrididae, fueron enfocados hacia aspectos de taxonomía y ecología, tal como se aprecia en los trabajos de Hebard (1924); De Gracia y Cambra (2002); De Gracia et al. (2011).

Posiblemente, el mayor aporte realizado en las últimas décadas se debe al Dr. Charles H.F. Rowell, investigador y experto internacional de Acrididae, cuya información fue compilada en la publicación “The Grasshoppers (Caelifera) of Costa Rica and Panama” (Rowell, 2013). Sin embargo, el conocimiento de la información biológica y ecológica de la familia Acrididae en los agroecosistemas en Panamá es reducido.

A pesar de que este escenario pudiese cambiar en los próximos años, al incorporar información reciente, dejando en evidencia el efecto del cambio climático en la población de *Schistocerca* en Panamá (Poot-Pech et al., 2018; Díaz Bolaños et al., 2019). La presente revisión destaca el aporte de la información recopilada con relación a la familia Acrididae, con potencial de daño en los cultivos prioritarios de Panamá.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

ACRIDIDAE

La familia Acrididae Macleay, 1821

La familia Acrididae cuenta con más de 6 700 especies descritas dentro del suborden Caelifera, distribuidas entre 26 y 30 subfamilias, dependiendo de los autores (Rowell, 2013; Song et al., 2018).

Las subfamilias presentes en América y cosmopolitas incluyen Acridinae (483 especies), Copiocerinae (116 especies), Cyrtacanthacridinae (162 especies), Gomphocerinae (1 274 especies), Leptysminae (79 especies), Marelliinae (1 especie), Melanoplinae (1173 especies), Oedipodinae (792 especies), Ommatolampidinae (292 especies), Pauliniinae (1 especie), Proctolabinae (215 especies) y Rhytidochrotinae (47 especies) (Rowell, 2013; Song et al., 2018).

Acrididae en Panamá

Las investigaciones realizadas en Panamá citan aproximadamente 69 especies de Acrididae, pertenecientes a 11 subfamilias, agrupadas principalmente en Ommatolampinae (24,64%), Proctolabinae (20,29%), Gomphocerinae (13,04%) y Leptysminae (11,59%) (De Gracia y Cambra, 2002; De Gracia et al., 2011; Rowell, 2013).

El 86,96%, de las especies de Acrididae se encuentran ubicadas principalmente en la diversidad de bosques, zonas costeras, montañas y sabanas (De Gracia y Cambra, 2002; De Gracia et al., 2011; Rowell, 2013).

Dentro del otro 13,04% de especies reportadas de Acrididae en Panamá presentan tendencia a transformarse en plagas para diversos cultivos en atención a reportes regionales de América (Carbonell et al., 2020; Cigliano et al., 2020), pero sin presentar evidencias de ser plagas en Panamá, donde se cita las principales referencias para Panamá para especies de la familia Acrididae (Cuadro 1) (De Gracia y Cambra, 2002; De Gracia et al., 2011; Rowell, 2013; Carbonell et al., 2020; Cigliano et al., 2020).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Cuadro 1. Especies representativas de la familia Acrididae, presentes en Panamá, según referencias citadas.

Subfamilia	Especie	Clasificación	Localidad
Acridinae	<i>Metaleptea adspersa</i> (Blanchard 1846).	Plaga ocasional en ciertas regiones	Oeste de Panamá
Copiocerinae	<i>Copiocera harroweri</i> Hebard 1924.	Ecológica	Zona del Canal y Puerto Armuelles
	<i>Copiocera specularis</i> (Gerstaecker 1889).	Ecológica	Chiriquí y Parque Nacional Darién
	<i>Copiocera austera</i> (Gerstaecker 1889).	Ecológica	Darién
	<i>Copiotettix megacephala</i> Descamps 1984.	Ecológica	Zona del Canal
Cyrtacanthacridinae	<i>Schistocerca centralis</i> Dirsh 1974.	Ecológica	Distribuido en Territorio Nacional
	<i>Schistocerca nitens</i> (Thunberg 1815).	Plaga menor en ciertas regiones	Distribuido en Territorio Nacional
	<i>Schistocerca pallens</i> (Thunberg 1815).	Plaga mayor en ciertas regiones	Distribuido en Territorio Nacional
	<i>Schistocerca piceifrons</i> (Walker, 1870)	Plaga mayor en ciertas regiones	Ocasionalmente penetran el sur de Panamá Rowell (2013). No existen reportes de su presencia en Panamá durante al menos los últimos 40 años.
Gomphocerinae	<i>Achurum sumichrasti</i> (Saussure 1861).	Ecológica	Coclé, Panamá Oeste y Panamá
	<i>Amblytropidia trinitatis</i> Bruner 1904.	Ecológica	Parque Nacional Darién
	<i>Dichromorpha viridis</i> Scudder 1862.	Ecológica	Distribuido en Territorio Nacional
	<i>Orphulella punctata</i> (De Geer 1773).	Plaga ocasional en ciertas regiones	Parque Nacional Coiba y Parque Nacional Darién
	<i>Orphulella concinnula</i> (Walker 1870).	Plaga ocasional en ciertas regiones	A nivel nacional
	<i>Rhammatocerus cyanipes</i> (Fabricius 1775).	Plaga ocasional en ciertas regiones	A nivel nacional
	<i>Silvitettix communis</i> (Bruner 1904).	Ecológica	Occidente de Panamá y Panamá Oeste
	<i>Silvitettix gorgasi</i> Hebard 1924.	Ecológica	Occidente de Panamá y Panamá Oeste
	<i>Silvitettix centralis</i> Rowell, 2013	Ecológica	Occidente de Panamá y Panamá Oeste
	Leptysminae	<i>Belosacris coccineipes</i> (Bruner 1906).	Ecológica
<i>Cornops aquaticum</i> (Bruner 1906).		Ecológica	Riberas del canal de Panamá
<i>Cylindrotettix insularis</i> Bruner 1908.		Ecológica	A nivel nacional
<i>Guetaresia lankesteri</i> Rehn 1929.		Ecológica	Costa del Caribe de Panamá
<i>Stenacris fissicauda</i> Bruner 1908.		Ecológica	Riberas del canal de Panamá
<i>Stenacris xanthochlora</i> (Marschall 1836).		Ecológica	Riberas del canal de Panamá
<i>Stenopola dorsalis</i> (Thunberg 1827).		Ecológica	Parque Nacional Coiba
<i>Stenopola puncticeps</i> (Stål 1860).		Ecológica	Disperso en el país



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Continuación

Melanoplinae	<i>Aidemona azteca</i> (Saussure 1861).	Ecológica	Costa del Caribe de Panamá
	<i>Baeacris morosa</i> (Rehn 1905).	Ecológica	Tierras Altas de Chiriquí
Oedipodinae	<i>Heliastus sumichrasti</i> (Saussure 1861).	Ecológica	A nivel nacional
	<i>Lactista stramineus</i> (Erichson 1848).	Ecológica	Provincias centrales, Colón, Panamá Oeste y Panamá.
Ommatolampinae	<i>Abracris dilecta</i> Walker 1870.	Plaga ocasional en ciertas regiones	Chiriquí, Colón, Los Santos y Veraguas.
	<i>Abracris flavolineata</i> (DeGeer 1773).	Plaga ocasional en ciertas regiones	Parque Nacional Coiba
	<i>Ateliacris annulicornis</i> Bruner 1908.	Ecológica	Chiriquí
	<i>Cryptacris costaricensis</i> Descamps & Rowell 1984.	Ecológica	Tierras Altas de Bocas del Toro
	<i>Leptomerinthoprora brevipennis</i> Rehn 1905.	Ecológica	Cordillera central y Bocas del Toro
	<i>Leptomerinthoprora corticina</i> (Hebard 1924).	Ecológica	Cordillera central y Bocas del Toro
	<i>Microtylopteryx fusiformis fusiformis</i> Rehn 1905.	Ecológica	Occidente de Panamá
	<i>Microtylopteryx fusiformis fastigiata</i> Rowell 2003	Ecológica	Occidente de Panamá
	<i>Microtylopteryx hebardii nigrigena</i> Hebard 1924).	Ecológica	Occidente de Panamá
	<i>Nicarchus erinaceus</i> Stål 1878.	Ecológica	A nivel nacional
	<i>Omalotettix chapardensis</i> Bruner 1908.	Ecológica	Darién
	<i>Pseudanniceris nigrinervis</i> (Stål 1878).	Ecológica	Centro y Oriente de Panamá
	<i>Rhachicreagra obsidian</i> Jago & Rowell 1981.	Ecológica	Suroeste de Panamá
	<i>Rhachicreagra achrosta</i> Jago & Rowell 1981.	Ecológica	Noroeste de Panamá
	<i>Rhachicreagra dierythra</i> Rowell 2000.	Ecológica	Medio oeste de Panamá
	<i>Rhachicreagra magnifica</i> Rowell 2000.	Ecológica	Occidente de Panamá
<i>Vilerna polita</i> Descamps & Amedegnato 1989	Ecológica	A nivel nacional	
Pauliniinae	<i>Paulinia acuminata</i> (DeGeer 1773).	Ecológica	Panamá Oeste, Panamá y Darién
Proctolabinae	<i>Adelotettix gigas</i> Descamps & Rowell 1978.	Ecológica	Colón, Panamá y Darién
	<i>Adelotettix ombrophilus</i> Descamps & Amedegnato 1972.	Ecológica	Colón, Panamá y Darién
	<i>Ampelophilus olivaceus</i> (Giglio-Tos 1897).	Ecológica	Parque Nacional Coiba
	<i>Balachowskyacris rhabdota</i> (Hebard 1924).	Ecológica	A nivel nacional
	<i>Coscineuta coxalis</i> Serville 1839.	Ecológica	Provincia de Panamá y Darién
	<i>Drymophilacris panamae</i> Descamps 1976.	Ecológica	Chiriquí
	<i>Drymophilacris rubripes</i> Descamps & Rowell 1984.	Ecológica	Bocas del Toro



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Continuación

	<i>Dryophilacris nigrescens</i> Rowell 2000.	Ecológica	Noroeste de Panamá
	<i>Dryophilacris veraguensis</i> Rowell 2000.	Ecológica	Medio oeste de Panamá
	<i>Dryophilacris melanopsis</i> Rowell 2000.	Ecológica	Centro de Panamá
	<i>Leioscapheus gracilicornis</i> Bruner 1908.	Ecológica	Darién y Zona del Canal
	<i>Leioscapheus hebardí</i> Roberts 1973.	Ecológica	Centro de Panamá
	<i>Lithoscirtus viceitas</i> Rehn 1929.	Ecológica	Colón
	<i>Zosperamerus planus</i> Roberts 1973.	Ecológica	Colón, Panamá y Darién
	<i>Chiriquacris quadrimaculata</i> Rowell & Bentos-Pereira 2005.	Ecológica	Occidente de Panamá
	<i>Hylopedetes fuliginosus</i> Rowell & Bentos-Pereira 2005.	Ecológica	Montañas del Occidente de Panamá
	<i>Hylopedetes gemmeus</i> Rehn 1929.	Ecológica	Coclé y Occidente de Panamá
Rhytidochrotinae	<i>Hylopedetes nigrithorax panamensis</i> Rowell & Bentos-Pereira 2005.	Ecológica	Occidente de Panamá
	<i>Oedalacris cambrai</i> Rowell & Bentos-Pereira 2005.	Ecológica	Parque Nacional Darién
	<i>Oedalacris lesbiae</i> Rowell & Bentos-Pereira 2005.	Ecológica	Costa del Caribe de Panamá
	<i>Piezops ensicornis</i> (Stål 1878).	Ecológica	Tierras Altas a nivel nacional

Potenciales especies de Acrididae a considerar en agroecosistemas presentes en Panamá

Reportadas como plagas ocasionales, pero no en Panamá, se encuentran *Metaleptea adpersa* que ha sido relacionada con daños leves en cultivo de piña en Costa Rica (SENASICA, 2015), *Orphulella punctata* asociada a daños en alfalfa y sorgo en Argentina (Bulacio et al., 2005) y *Orphulella concinnula* que ha causado daños menores tales como hojas raspadas y perforadas en *Heliconia* (Ramírez y Reyna, 2015).

Sin reportes de daños en Panamá, *Rhammatocerus cyanipes* puede asociarse eventualmente a pastos (Poaceae), pero generalmente ocasiona leves daños (da Silva et al., 2006) y *Abracris dilecta* tiene preferencia por plantas silvestres de la familia Asteraceae, pero igualmente puede consumir plantas de la vegetación secundaria de especies de las familias Poaceae, Rubiaceae, Verbenaceae y Melastomataceae, pero se reportan niveles mínimos de daños sobre cultivos básicos (Esperber, 1996).

La especie *Abracris flavolineata* generalmente relacionada a hábitats dentro del bosque y zonas de sucesión, puede estar asociada también a daños menores en plantas



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

como *Wedelia calycina* Rich. (Asteraceae) con potencial uso para extracción de aceites con propiedades tipo antibacterial y antifúngico (Rowell, 2013; Bruzual et al., 2015), pero, aunque presente en Panamá no ha sido reportada causando daños en cultivos agrícolas.

Destacan dos especies además de las anteriormente expuestas: *Schistocerca nitens* y *Schistocerca pallens* con reportes dentro de cultivos agrícolas (Rowell, 2013; Carbonell et al., 2020; Cigliano et al., 2020) a explicar a continuación.

Las poblaciones de *S. nitens* y *S. pallens*, fueron encontradas alimentándose en caña de azúcar en Venezuela en la década de 1950 e inicios de 1960. Sin embargo, *S. nitens* no se ha reportado, cuando solo están las poblaciones de esta especie, causando mayores daños en cultivos de interés agrícola (Centre for Overseas Pest Research, 1982; Rowell, 2013). De manera semejante en México, esta especie no es considerada una plaga que cause daños en cultivos de importancia (Barrientos Lozano et al., 2002).

Con relación a *S. pallens*, fue reportada como plaga polífaga primaria, según registros oficiales en cultivos tropicales en México, Cuba, Barbados, Puerto Rico, Surinam, Venezuela y Brasil (Carbonell et al., 2020; Cigliano et al., 2020).

En el Noreste de Brasil, *S. pallens* es una plaga importante de cultivos tales como frijol, maíz, algodón, caña de azúcar, marañón y pastos cultivados (Barrientos Lozano, 1995; Moreira et al., 1996; Silveira et al., 1998), causando igualmente severos daños en yuca causando defoliación parcial o total de la planta.

En Argentina y Uruguay, *S. pallens* no es considerada una plaga clave (Carbonell et al., 2020; Cigliano et al., 2020), encontrándose en la vegetación ubicada en los márgenes de la costa pacífica de Costa Rica (Rowell, 2013).

Elementos biogeográficos de Panamá a considerar sobre las poblaciones de Acrididae

Diversos elementos biogeográficos se transforman en elementos limitantes sobre el establecimiento de poblaciones de especies de Acrididae en Panamá. De acuerdo con Morrone (2004), Panamá está en el Neotrópico y pertenece a dos Provincias



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Biogeográficas: Provincia Occidental del Istmo de Panamá (desde Guatemala hasta Panamá relacionada con el Golfo de México y con la Región del Chocó) y la Provincia del Oriente de América Central (desde Costa Rica hasta el Oeste de Panamá relacionada con Chiapas, Cuba, Jamaica y La Española).

Estos elementos biogeográficos sugieren que Panamá constituye un ecotono natural que sirve como transición intercontinental, partiendo del concepto de ecotono como la zona de transición entre dos sistemas ecológicos adyacentes que permiten crear características únicas, siendo una zona de mayor riqueza biológica (Carbonell y Torrealba, 2008).

La diversidad de especies tanto animales como vegetales en estas zonas de transición son proporcionalmente abundantes, en comparación con otras latitudes; como sucede en la frontera entre Panamá y Costa Rica, donde se tienen referencias de hábitats en proceso de restauración o de alteración, incluyendo el impacto que ejerce la agricultura y la ganadería (Carbonell y Torrealba, 2008).

Como consecuencia de lo anterior, es probable que, al contar con una mayor biodiversidad, los agroecosistemas sean más estables y si a ello se sumase un diseño adecuado del mismo, como sugieren Altieri y Nicholls (2000), las condiciones implican que las especies invasoras compitan dentro de nichos ecológicos que son finitos, entre otros factores, elemento que mitiga favorablemente el potencial establecimiento de especies invasoras, como la Langosta Centroamericana, pero que también puede cambiar en atención a factores como el cambio climático (Capdevila et al., 2011).

Estrategias de manejo de las especies de Acrididae

Especies de la familia Acrididae, presentes en Panamá como *S. nitens* y *S. pallens*, hasta donde se conoce, mantienen poblaciones que no son gregarias ni migratorias (Rowell, 2013).

Por el momento no existen evidencias para considerarlas plagas primarias en diversos cultivos del país de importancia estratégica, como son el caso de arroz, frijol, maíz



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

y caña de azúcar; siendo este último, uno de los que mayores condiciones presenta por la superficie sembrada a nivel nacional, que incluye más de 29 000 hectáreas (MIDA, 2020).

En regiones de tradición en la producción agrícola en Panamá, existen potenciales limitantes y oportunidades para el desarrollo como potenciales plagas primarias de especies de Acrididae como *S. pallens*, incluyendo que existe una diversidad de estrategias que pueden influir sobre las poblaciones de dichas especies. Entre las cuales podemos fundamentar principalmente el uso de cepas nativas de hongos entomopatógenos y prácticas agrícolas desarrolladas durante la zafra o cosecha de cultivo.

Cepas nativas de hongos entomopatógenos:

Presencia en el territorio panameño de cepas nativas de hongos entomopatógenos, tales como *Metharizium anisopliae* (Metschnikoff) y *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. (Hughes et al., 2004; Martínez, 2009; Castillo et al., 2013; Samaniego et al., 2015; Aguilera-Cogley et al., 2020; Zachrisson y Barba, 2020), cuyos efectos sobre las poblaciones de especies de Acrididae son desconocidas a totalidad.

Se tiene evidencia de otras regiones, como es el caso de las investigaciones realizadas con *Metarizium anisopliae* var. *acridum* (Driver & Milner) y *Paranosema locustae* (*Nosema locustae*) Canning, que han tenido impacto en pruebas de laboratorio y en agroecosistemas sobre la Langosta del Desierto en África, así como diversas especies de Acrididae en Australia y China; transformando además estos hongos entomopatógenos en elementos estratégicos para el combate de especies de Acrididae de relevante importancia (Zhang et al., 2019). Por ejemplo, en plantaciones de caña de azúcar se tiene experiencia con el manejo integrado del chinche salivazo (*Aeneolamia* spp.), pero de igual manera se han controlado indirectamente otras especies, donde durante décadas se han utilizado hongos entomopatógenos tales como *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* tanto a nivel regional (Allard et al., 1990; Almeida et al., 2003; Torres de la Cruz et al., 2006) como en Panamá (Pérez Milián et al., 2018; Vargas-Martínez et al., 2019). Los reportes de investigaciones en caña de azúcar realizadas en Panamá durante las últimas décadas no han reportado especies de Acrididae como plagas de relevancia (Esquivel, 1983; Narváez, 1989; Atencio et al., 2017; Atencio y Goebel, 2018), al menos hasta el momento.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Estos resultados son compatibles con experiencias de la región cañera, en particular Costa Rica y Colombia, donde la aplicación de hongos entomopatógenos ha formado parte de planes de manejo integrado de centros de investigación tales como LAICA (Liga Agrícola de la Caña de Azúcar, Costa Rica) y CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar, Colombia), incluyendo la aplicación de millones de kilogramos de conidias de hongos entomopatógenos tales como *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* durante décadas para el control del chinche salivazo (*Aeneolamia* spp.) (Salazar y Badilla, 1997; Obando et al., 2013).

En el Noreste de Brasil por ejemplo se ha hecho énfasis en el potencial manejo con el uso de *Metarhizium flavoviridae* Gams & Rozsypal (Silveira et al., 1998), asociando los brotes poblacionales de la especie *S. pallens* a situaciones climáticas de años lluviosos seguidos por períodos de sequía (Chagas et al., 1995), tomando en consideración previos estudios específicos de laboratorio de aspectos de las fases del ciclo de vida de *S. pallens* (Antoniou y Robinson, 1974).

Prácticas agrícolas desarrolladas durante la zafra o cosecha de cultivos:

Durante el período de zafra o cosecha, de cultivos como la caña de azúcar, se crean grandes impactos sobre las poblaciones de artrópodos presentes en las plantaciones al momento del corte. Este argumento se sustenta en que esta práctica puede ser ejecutada con quema o caña verde, donde para el caso de la quema se tienen registros sobre el fuerte impacto que tiene esta actividad sobre las poblaciones de Acrididae (López y Méndez, 2018), actividad cada vez más limitada por las regulaciones ambientales implementadas. Para el caso de la cosecha en verde o cosecha sin quema se tiene evidencia de los impactos positivos sobre el incremento de las comunidades de microorganismos entomopatógenos y enemigos naturales de los artrópodos fitófagos dentro de las plantaciones, incluyendo especies de Acrididae (Rachid et al., 2013; White et al., 2011; Dinardo-Miranda y Fracasso, J.V., 2013; Isas et al., 2016).

La investigación orientada al impacto de especies de la familia Acrididae sobre especies de importancia agrícola

La investigación orientada hacia eventuales daños causados por especies de la familia Acrididae sobre cultivos de importancia agrícola en Panamá, tales como arroz, maíz,



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

frijol y caña de azúcar han sido limitadas. Los estudios han estado orientados a biología básica de las especies hasta el momento identificadas (De Gracia et al., 2011; Rowell, 2013); esto, como resultado de la ausencia de daños relevantes a gran escala y a su estatus actual como plagas eventuales, en comparación con otras plagas primarias relevantes.

En otras regiones existen experiencias a esta temática, donde las especies de Acrididae han causado daños considerables en cultivos de importancia estratégica a gran escala como es el caso de México con *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker) (Harvey, 1983; Retana, 2000), en Argentina con *Schistocerca cancellata* (Hunter y Cosenzo, 1990; Medina et al., 2017) y en Senegal con *Schistocerca gregaria* (Davey, 1954; Torto et al., 1994; Buj, 2008).

Perspectivas de estudio de Acrididae en Panamá

Profundizar la investigación sobre la familia Acrididae en aspectos tales como la gregarización, exploración, muestreo, cuantificación y daños de poblaciones de especies de saltamontes y langostas se hace imprescindible por la amenaza que puede constituir muchas de las especies de esta familia para cultivos básicos (Song, 2011).

El desarrollarlo de investigación básica y aplicada sobre la familia Acrididae, desde un punto de vista preventivo como primer paso, incluye la prospección de plantas reservorio para considerarlas dentro de los sistemas de alerta temprana para determinar el incremento de poblaciones considerando los riesgos de factores ambientales favorables y la existencia de biotopos o espacios geográficos, como experiencias previas en la región (Muñoz Pertierra, 2014; Poot-Pech et al., 2016).

El cambio climático, factores ambientales tales como sequías y huracanes, así como factores antropogénicos como la deforestación y la utilización indiscriminada de plaguicidas sintéticos sin programas de manejo integrado concretos pueden impulsar que pequeñas poblaciones de Acrididae se transformen en una plaga en un momento determinado (Song, 2004, 2011; Song et al., 2018; Díaz Bolaños et al., 2019).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

El enfoque de estudios sobre diversas regiones con cultivos con el mayor potencial de recibir daños por posibles brotes y mangas de Acrididae, incluyen el Arco Seco de Panamá que presenta una estación seca diferenciada y prolongada (FAO, 2017).

Esto requiere fortalecer los elementos técnicos requeridos para mitigar su potencial impacto y establecer las prácticas de manejo integrado adecuadas para control de especies de Acrididae, dirigidas hacia el incremento de la resiliencia de los medios de vida agrícola (FAO, 2013; 2017).

Los elementos técnicos incluyen nuevas tecnologías dentro de la agricultura inteligente, como la utilización de drones y equipos no tripulados; pero además integrando profesionales y actores relacionados con el dominio del manejo de especies de Acrididae (Barraza et al., 2019).

Conlleva igualmente fortalecer los mecanismos de gestión, divulgación y capacitación, partiendo de fuentes fidedignas; con la finalidad de fortalecer la vigilancia fitosanitaria en materia de especies de Acrididae de importancia económica. Esto brindará un sustento técnico-científico adecuado, para la toma de decisiones acertadas y oportunas (Song, 2004; Costa-Neto et al., 2012; Song et al., 2018).

CONSIDERACIONES FINALES

La familia Acrididae está relacionado a elementos ecológicos como bosques y sabanas, con un impacto limitado sobre plantas de interés agrícola.

Estudios a mediano plazo sobre especies de Acrididae de interés potencial agrícola pueden ser llevados a ejecución, como es el caso de la especie *S. pallens*, para evaluar factores limitantes de sus poblaciones y su potencial impacto sobre cultivos estratégicos para Panamá como arroz, frijol, maíz y caña de azúcar.

Se hace imperativa la conformación de grupos institucionales de especialistas en entomología orientados hacia el perfeccionamiento de los conocimientos teóricos y aplicados de estudios de Acrididae, así como otras familias de insectos saltamontes y langostas de potencial interés agrícola.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

La creación de programas de contingencia y proyectos de innovación tecnológica pueden ofrecer elementos técnicos para tomar decisiones requeridas dentro de la gestión integrada del manejo de especies de Acrididae para salvaguardar los intereses de seguridad alimentaria del país.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, principalmente al Dr. Arnulfo Gutiérrez, Director General del IDIAP, por la creación del Grupo Entomológico de la Langosta (GEL), para impulsar el estudio de la biología, taxonomía e impacto de Acridoidea en cultivos de importancia estratégica para la seguridad alimentaria de Panamá.

REFERENCIAS

- Aguilera-Cogley, V.A., Jaén-Torrijos, M., Ávila-Rodríguez, L.Y., Herrera-Vásquez, J.Á., Jaén-Sanjur, J.N., y Barba-Alvarado, A.A. (2020). Identificación y virulencia de *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae) como agente de control biológico de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) en Panamá. *Idesia (Arica)*, 38(1), 59-65. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000100059>
- Allard, G.B., Chase, C.A., Heale, J.B., Isaac, J.E., y Pior, C. (1990). Field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) as a mycoinsecticide for control of sugarcane froghopper, *Aeneolamia varia saccharina* (Hemiptera: Cercopidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 55(1), 41-46. [https://doi.org/10.1016/0022-2011\(90\)90030-A](https://doi.org/10.1016/0022-2011(90)90030-A)
- Almeida, J. E. M., Batista Filho, A., y Santos, A.S. (2003). Avaliação do controle biológico de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) com o fungo *Metarhizium anisopliae* em variedades de cana-de-açúcar e diferentes épocas de corte. *Arquivos do Instituto Biológico (Sao Paulo) / Secretaría de Agricultura e Abastecimento*, 70(1), 101-103. http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V70_1/almeida2.pdf
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2000). Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. 250 p.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

https://www.icia.es/icia/download/Agroecolog%C3%ADa/Material/Teoria_agricultura_sustentable.pdf

Antoniou, A., y Robinson, C.J. (1974). Laboratory studies on the effect of crowding on phase and the life history of *Schistocerca pallens* (Thunberg) (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae). *Journal of Natural History*, 8(6), 701-715. <https://doi.org/10.1080/00222937400770591>

Atencio, R., Goebel, F., Pérez Milián, J., Rodríguez, M., y Fernández, L. (2017). Yield Loss in Sugarcane Due to *Diatraea tabernella* Dyar (Lepidoptera: Crambidae) in Panama. *Sugar Tech*, 19, 579–583. <https://doi.org/10.1007/s12355-017-0518-6>

Atencio, R., y Goebel, F.R. (2018). Revisiting the taxonomy of the genus *Diatraea* Guilding with a focus on *Diatraea tabernella* Dyar, using dichotomous keys, in Panama. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(3), 559-564. <http://www.entomoljournal.com/archives/2018/vol6issue3/PartH/6-3-100-684.pdf>

Barraza, J.A., Espinoza, E.J., Espinos, A.G., y Serracín, J. (2019). Agricultura de precisión con drones para control de enfermedades en la planta de arroz. *Rev. Iniciación Científica*, 5, 41–47. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/2368>

Barrientos-Lozano, L. (1995). The Present State of the Locust and Grasshopper Problem in Brazil. *Journal of Orthoptera Research*, 4, 61-64. DOI: <https://doi.org/10.2307/3503459>

Barrientos-Lozano, L., Hernández-Velázquez, V.M., Milner, R.J., y Hunter, D.M. (2002). Advances in Biological Control of Locusts and Grasshoppers in Mexico. *Journal of Orthoptera Research*, 11(1), 77-82. [https://doi.org/10.1665/1082-6467\(2002\)011\[0077:AIBCOL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1665/1082-6467(2002)011[0077:AIBCOL]2.0.CO;2)

Bruzual-Villarroel, H.Y., Henríquez-Guzmán, W., Crescente, O., y Lanza, J.G. (2015). Aceite esencial de *Wedelia calycina* (ASTERACEAE): composición química, actividad antibacteriana y antifúngica. *Saber*, 27(1), 87-93.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131501622015000100011&lng=es&tlng=es.

- Buj, A. (2008). La plaga de la langosta. Permanencia de un riesgo biológico milenario. *Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales, 1999-2008. Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica, Universidad de Barcelona, 26-30 de mayo de 2008*. <http://www.ub.es/geocrit/-xcol/427.htm>
- Bulacio, N., Luiselli, S., y Salto, C. (2005). Cuantificación del daño potencial de *Dichroplus elongatus* y *Orphulella punctata* (Orthoptera: acrididae) en sorgo y alfalfa. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 25(3), 199-206. <http://ri.agro.uba.ar/files/download/revista/facultadagronomia/2005bulacion.pdf>
- Capdevila-Argüelles L., Zilletti, B., y Suárez Álvarez, V.A. (2011). Cambio climático y especies exóticas invasoras en España. Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 146 p. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/Especies_invasoras_tcm7-197788_tcm30-70263.pdf
- Carbonell, F., y Torrealba, I. (2008). Conservación en ecotonos interculturales y transfronterizos: Una visión integral en la Reserva de Biosfera La Amistad, Costa Rica-Panamá. *Textual* (julio a diciembre 2007), 50, 217-242.
- Carbonell, C.S., Cigliano, M.M., y Lange, C.E. (2020). Acridomorph (Orthoptera) species from Argentina and Uruguay. Version II. <https://biodar.unlp.edu.ar/acridomorph/>
- Castillo, S.Y., Bernal Vega, J.A., Lezcano, J., Piepenbring, M., y Cáceres, O. (2013). Hongos Entomopatógenos Asociados a Insectos Recolectados en Plantaciones de Café en el Oeste de Panamá. *Tecnociencia*, 15(2), 29-39. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/1174>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

- Chagas, M.C.M., Moreira, M.A.B., y Barreto, M.F.P. (1995). Biological Aspects of *Schistocerca pallens*, *Stiphra robusta* and *Tropidacris collaris* Grasshoppers Species at Rio Grande do Norte State, Brazil. *Acta Hortic.*, 370, 83-88. https://www.ishs.org/ishs-article/370_12
- Cigliano, M.M., Braun, H., Eades, D., y Otte, D. (2020). Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. <http://orthoptera.speciesfile.org/HomePage/Orthoptera/HomePage.aspx>
- Centre for Overseas Pest Research. (1982). The Locust and Grasshopper Agricultural Manual. Centre for Overseas Pest Research, London. UK. 690 p.
- Costa-Neto, E.M., Santos-Fita, D. y Serrano González, R. (2012). La Investigación Etnoentomológica y la Conservación de la Biodiversidad. *Bol. Soc. Entomológica Aragon. SEA*, 51, 367–369. <http://seaentomologia.org/PDF/Boletin51/367369BSEA51EtnoentomologiaBiodiversidad.pdf>
- Davey, P.M. (1954). Quantities of food eaten by desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk.) in relation to growth. *Bull. Entomol. Res.*, 45, 539-551. <https://doi.org/10.1017/S0007485300029618>
- De Gracia, L., y Cambra, R.A. (2002). Primera contribución al conocimiento de los saltamontes (Orthoptera: Acridoidea) del Parque Nacional Coiba, Panamá. *Tecnociencia*, 4(2), 101–109. <http://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/532/442>
- De Gracia, L., Rowell, C.H.F., y Cambra, R.A. (2011). Diversidad y Biología de los Saltamontes (Orthoptera, Caelifera: Acridomorpha) del Parque Nacional Darién, Estación Rancho Frío, Panamá. *Scientia Panamá*, 21(2), 47–59. <https://vicinvestigacion.up.ac.pa/sites/vicinvestigacion/files/publicaciones/scientia/Scientia-Vol21-No2.pdf>
- Díaz Bolaños, R.E., Alfaro Martínez, E.J., y Leitón Gutiérrez, L. (2019). La plaga de langostas *Schistocerca* sp. (Orthoptera: Acridae) y su relación con el Mega Niño de



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

1877-1878 en Costa Rica. *Cuad. Investig. UNED Univ. Estatal Distancia Costa Rica*, 11(2), 54-64. <http://dx.doi.org/10.22458/urj.v11i2.2200>

Dinardo-Miranda, L.L., y Fracasso, J.V. (2013). Sugarcane straw and the populations of pests and nematodes. *Scientia Agricola*, 70(5), 305-310. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000500012>

Esperber, C.F. (1996). Field Diet of the Grasshopper *Abracris dilecta* Walker (Orthoptera, Acrididae). *Rev. Bras. Zool.*, 13(1), 127-135. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751996000100012>

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. <https://www.semanticscholar.org/paper/Effective-control-of-the-giant-mothborer-Castnia-in-Esquivel/4eb895d95079503fa83b170c889810e1cc7cc514>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2013). Análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias. Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). <http://www.fao.org/3/a-j1302s.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2017). Trabajo estratégico de la FAO para incrementar la resiliencia de los medios de vida. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 28 p. <http://www.fao.org/3/a-i6463s.pdf>

Harvey, A.W. 1983. *Schistocerca piceifrons* (Walker) (Orthoptera: Acrididae), the swarming locust of tropical America: a review. *Bulletin of Entomological Research*, 73, 171-184. <https://doi.org/10.1017/S0007485300008786>

Hebard, M. (1924). Studies in the Acrididae of Panama (Orthoptera). *Trans. Am. Entomol. Soc.*, 50(2), 75-140. <https://www.jstor.org/stable/25077175>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

- Hughes, W.O.H., Thomsen, L., Eilenberg, J., y Boomsma, J.J. (2004). Diversity of entomopathogenic fungi near leaf-cutting ant nests in a neotropical forest, with particular reference to *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*. *J. Invertebr. Pathol.* 85, 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2003.12.005>
- Hunter, D.M., y Cosenzo, E.L. (1990). The origin of plagues and recent outbreaks of the South American locust, *Schistocerca cancellata* (Orthoptera: Acrididae) in Argentina. *Bulletin of Entomological Research*, 80, 295-300. <https://doi.org/10.1017/S0007485300050495>
- Isas, M., Pérez, M.L. del P., Salvatore, A., Gastaminza, G., Willink, E., y White, W. (2016). Impacts of crop residue on damage by sugarcane pests during the tillering phase in Argentina. *Florida Entomologist*, 99(1), 1-5. <https://doi.org/10.1653/024.099.0102>
- López de Molina, W.L., y Méndez Zavala, M.A. (2018). Impacto de las quemadas en cañales (*Saccharum officinarum* L.) sobre la presencia o ausencia de macroinvertebrados del suelo en los Municipios de Verapaz, San Cayetano Istepeque y San Vicente del departamento de San Vicente, El Salvador. Tesis como Requisito para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de El Salvador. Facultad Multidisciplinaria Paracentral. Departamento de Ciencias Agronómicas. 101 p. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19118/1/Impacto%20de%20las%20quemadas%20en%20ca%C3%B1ales%20sobre%20la%20presencia%20o%20ausencia%20de%20los%20macroinvertebrados%20del%20suel.pdf>
- Martínez Batista, E. (2009). Selección de hongos entomopatógenos para el control biológico de áfidos (*T. citricida*) de Coclé. Tesis Presentada como uno de los Requisitos para Optar al Grado del Maestro en Microbiología Ambiental. Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. Programa de Maestría en Microbiología Ambiental. 62 p. <http://up-rid.up.ac.pa/645/>
- Medina, H., Cease, A., y Trumper, E. (2017). The resurgence of the South American locust (*Schistocerca cancellata*). *Metaleptea*, 37(3), 17-21. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Arianne_Cease/publication/319987703_The_resurgence_of_the_South_American_locust_Schistocerca_cancellata/links/59d38c



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

9a0f7e9b4fd7ffb4b8/The-resurgence-of-the-South-American-locust-Schistocerca-cancellata.pdf

MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá). (2020). Cierre año agrícola 2018-2019. Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Panamá. Recuperado de https://mida.gob.pa/upload/documentos/cierre__agricola_2019-2020_ok.pdf

Moreira, M.A., Magalhães, B.P., Valadares, M.C.C., y Chagas, M.C.M. (1996). Occurrence of *Metarhizium flavoviride* Gams & Rozsypal (Hyphomycetes) on *Schistocerca pallens* (Thunberg) (Orthoptera: Acrididae) in Rio Grande do Norte, Brazil. *An. Soc. Entomol. Bras.*, 25, 359-361.

Morrone, J. (2004). Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48(2), 149-162. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262004000200001>

Muñoz Pertierra, J. (2014). Riesgos y catástrofes. El impacto de las plagas de langostas en la España de finales del siglo XVIII (1770-1800). Tesis presentada para aspirar al grado de Doctor por la Universidad de Alicante. Programa de Doctorado en Filosofía y Letras. 455 p. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/90648/1/tesis_jesus_munoz_pertierra.pdf

Narváez, L. (1989). Caña de Azúcar. En *Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro*, ed. K. Andrews and J. Quezada, 623. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano: Honduras.

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). (1991). Reclasificación del complejo *Schistocerca americana*. División de Sanidad Vegetal. Boletín 32. Traducción de Evaristo Morales. 22 p.

Obando B., J.A., Bustillo P., A.E., Castro V., U., y Mesa C., 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. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v39n1/v39n1a05.pdf>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

- Pérez Milián, J. R., Pérez Pérez, Y., Álvarez, J. F., y Ruano Rossil, J. M. (2018). Control Biológico del Salivazo de la Caña de Azúcar *Aeneolamia* spp. con el Nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* y los Hongos Entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* como Opción Económica y Sostenible. *Ceiba*, 55(1), 21-27. <https://doi.org/10.5377/ceiba.v55i1.5447>
- Poot-Pech, M.A., Ruíz-Sánchez, E., Ballina-Gómez, H.S., Gamboa-Angulo, M.M., y Reyes-Ramírez, M.M. (2016). Olfactory Response and Host Plant Feeding of the Central American Locust *Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker to Common Plants in a Gregarious Zone. *Neotrop. Entomol.*, 45, 382–388. doi: 10.1007/s13744-016-0385-y.
- Poot-Pech, M., Ruiz-Sánchez, E., Gamboa-Angulo, M., Ballina-Gómez, H., y Reyes-Ramírez, A. (2018). Population fluctuation of *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Orthoptera:Acrididae) in the Yucatán Peninsula and its relation with the environmental conditions. *Rev. Biol. Trop.*, 66(1), 403–414. <https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i1.29502>
- Rachid, C.T.C.C., Santos, A.L., Piccolo, M.C., Balieiro, F.C., Coutinho, H.L.C., Peixoto, R.S., Tiedje, J.M., y Rosado, A.S. (2013). Effect of Sugarcane Burning or Green Harvest Methods on the Brazilian Cerrado Soil Bacterial Community Structure. *Plos One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059342>
- Ramírez Inga, R.V., y Reyna Mendieta, J.M. (2015). Insectos plagas en plantaciones experimentales de *Heliconia* spp. Linneo, 1771 de la Carretera Iquitos – Nauta. Loreto-Perú. Tesis como requisito para optar el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Biológicas. 92 p. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4155?show=full>
- Retana, J.A. (2000). Relación entre algunos aspectos climatológicos y el desarrollo de la langosta centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* en el Pacífico Norte de



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Costa Rica durante la fase cálida del fenómeno El Niño Oscilacion Sur (ENOS). *Top Meteor Ocean*. 7(2), 73-87.

Rowell, C.H.F. (2013). The Grasshoppers (Caelifera) of Costa Rica and Panama. The Orthopterists' Society. 617.

Salazar, J.D., y Badilla, F. (1997). Evaluación de dos cepas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* y seis insecticidas granulados en el control del salivazo (*Aeneolamia postica*) (Hom: Cercopidae) en caña de azúcar en la región de San Carlos. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*, 43, 9-18. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072004000100002>.

Samaniego, R., Barahona, L., González, A., y Guerra M., J. A. (2015). Evaluación *in vitro* de *Metarhizium anisopliae* para Control Biológico del Picudo del Ají. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. <http://www.idiap.gob.pa/download/evaluacion-in-vitro-de-metarhizium-anisopliae-para-control-biologico-del-picudo-del-aji/?wpdmdl=2022>

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2015). Revista de Vigilancia Pasiva Fitosanitaria, 2(25): 14 p. <https://prod.senasica.gob.mx/ALERTAS/scripts/revista.php?semana=25&anio=2015>

da Silva, R.A., de Jesus, C.R., da Silva, W.R., y Costa, N. de L. (2006). Ocorrência de gafanhotos em áreas de cerrados de Mazagão, Amapá. Comunicado Técnico 120. Embrapa. 5 p. https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11861/1/ComuTec_2006_120.pdf

Silveira, Eni B., Al-Janabi, S. M., Magalhães, B. P., Carvalho, L. J.C.B., y Tigano, M. S. (1998). Polymorphism of the grasshopper *Schistocerca pallens* (Thunberg) (Orthoptera: Acrididae) and its natural pathogen *Metarhizium flavoviride* Gams & Rozsypal (Hyphomycetes), revealed by RAPD analysis. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27(1), 91-99. <https://doi.org/10.1590/S0301-80591998000100012>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

- Song, H. (2004). On the origin of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forskål) (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae). *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, 271, 1641–1648. doi: 10.1098/rspb.2004.2758.
- Song, H. (2011). Density-Dependent Phase Polyphenism in Nonmodel Locusts: A Minireview. *Psyche (Stuttg.)*, Article ID 741769: 1–16. doi: <https://doi.org/10.1155/2011/741769>
- Song, H., Foquet, B., Mariño-Pérez, R., y Woller, D.A. (2017). Phylogeny of locust and grasshoppers reveals complex evolution of density-dependent phenotypic plasticity. *Scientific Reports*. 13 p. DOI:10.1038/s41598-017-07105-y
- Song, H., Mariño-Pérez, R., Woller, D., y Cigliano, M.M. (2018). Evolution, Diversification, and Biogeography of Grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Mol. Phylogenetics Phylogeography*, 2(4): 3; 1–25. <https://doi.org/10.1093/isd/ixy008>
- Torres De La Cruz, M., Madrigal, H., Ortiz, C.F., Lagunas, L., y Díaz, G. (2006). Selección de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* para el manejo de *Aeneolamia postica* en caña de azúcar de tabasco, México. Memorias Congreso Internacional de Control Biológico. Palmira, Colombia, p. 22. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000101&pid=S0120-0488201200020000200025&lng=en
- Torto, B., Obeng-Ofori, D., Njagi, P.G.N., Hassanali, A., y Amiani, H. (1994). Aggregation pheromone system of adult gregarious desert locust *Schistocerca gregaria* (Forskål). *J Chem Ecol*, 20,1749–1762. <https://doi.org/10.1007/BF02059896>
- Vargas-Martínez, A., Salazar-Blanco, J. D., González-Herrera, A., y Molina-Bravo R. 2019. Análisis genético de *Beauveria* y *Metarhizium* tropicales asociados a insectos en caña de azúcar. *Agron. Mesoam.*, 30(1), 267-280. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.32307>.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

White, W.H., Viator, R.P., y White, P.M. 2011. Effect of Post-Harvest Residue and Methods of Residue Removal on Ground Inhabiting Arthropod Predators in Sugarcane. *Journal American Society of Sugar Cane Technologists*, 31, 39-50. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1060.7742&rep=rep1&type=pdf>

Zachrisson, B., and Barba, A. (2020). Biological Control in Panama. En J.C. van Lenteren, V.H.P. Bueno, M.G. Luna y Y.C. Colmenarez (eds.), *Biological Control in Latin America and the Caribbean: Its Rich History and Bright Future* (pp 345-353), CAB International.

Zhang, L., Lecoq, M., Latchininsky, A., and Hunter, D. (2019). Locust and Grasshopper Management. *Annual Review of Entomology*, 64, 15-34. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011118-112500>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).