



Enfoque aplicado de la entomología durante los últimos cuarenta años en Panamá¹

Applied approach to entomology during the last forty-years in Panama

Randy Atencio-Valdespino², Rubén Collantes-González³

- ¹ Recepción: 19 de abril, 2022. Aceptación: 10 de junio, 2022. Este trabajo formó parte de los estudios asociados a Entomología Agrícola en Panamá realizados dentro del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Panamá.
- ² Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa (CIAD), Grupo de Investigación de Protección Vegetal (GPV). Panamericana, Los Canelos, Santa María, Estafeta de Divisa, 0619 Herrera, Panamá / Sistema Nacional de Investigación (SNI), Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), Ciudad de Panamá, Panamá. randy.atencio@gmail.com (autor para la correspondencia, <https://orcid.org/0000-0002-8325-9573>).
- ³ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Centro de Innovación Agropecuaria Occidental, Estación Experimental de Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. rdcg31@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>).

Resumen

Introducción. Los insectos están asociados a las comunidades humanas con impactos positivos y negativos dentro de cada sociedad. Este aspecto fundamenta el estudio de los insectos como una ciencia llamada entomología, que conlleva el desarrollo de diversas ramas. Debido a la importancia social y económica de esta ciencia en diversos ámbitos de la sociedad panameña, se logró un significativo desarrollo durante los últimos cuarenta años. **Objetivo.** Determinar las ramas de la entomología aplicadas en Panamá durante las últimas cuatro décadas. **Desarrollo.** El desarrollo de la entomología en Panamá se enfocó en impulsar la entomología general, agrícola, veterinaria, médica y forense, a través del desarrollo de investigaciones, la enseñanza y el establecimiento de las bases necesarias para impulsar la ciencia. **Conclusiones.** Cinco ramas que incluyen la entomología general, agrícola, veterinaria, médica y forense constituyeron la piedra angular y el impulso del desarrollo de la entomología como ciencia durante cuarenta años al servicio de la sociedad panameña, justificados en necesidades sociales relacionadas a aspectos de la salud, alimentación y economía. Durante los últimos años también se han incluido temáticas como el medio ambiente, el cambio climático y la sostenibilidad.

Palabras clave: insectos, ciencias agrícolas, ciencias forenses, ciencias médicas, ciencias veterinarias.

Abstract

Introduction. Insects are associated with human communities, with positive and negative impacts within each society. This aspect is the basis of the study of insects as a science called entomology, which involves the development of various branches. Due to the social and economic importance of this science in various areas of Panamanian society, a significant development has been achieved during the last forty years. **Objective.** To determine the branches of entomology applied in Panama during the last four decades. **Development.** The development of entomology in Panama focused on promoting general, agricultural, veterinary, medical, and forensic entomology through the development of



research, teaching, and the establishment of the necessary foundations to promote science. **Conclusions.** Five branches, including general, agricultural, veterinary, medical, and forensic entomology, constituted the cornerstone and the impetus for the development of entomology as a science for forty years at the service of Panamanian society, justified by social needs related to health, food, and the economic aspects. In recent years topics such as the environment, climate change, and sustainability have also been included.

Keywords: insects, agricultural sciences, forensic sciences, medical sciences, veterinary sciences.

Introducción

Los insectos han estado junto a las comunidades humanas desde el origen y conciencia de la existencia de la civilización, que incluye reportes históricos y creencias asociadas con la concepción mística de los insectos dentro de antiguas civilizaciones como la China, Egipcia, Azteca, entre otras en diversos continentes como Asia, África y América (Rasnitsyn & Quicke, 2002).

Los insectos existen sobre el planeta tierra desde hace más de cuatrocientos millones de años (Período Devónico), según las evidencias encontradas, mucho antes que la aparición de las plantas con flores y que los humanos, razón por la cual constituyen uno de los grupos de seres vivos con mayor biodiversidad y adaptado a una gran diversidad de ecosistemas (Guzmán Mendoza, 2010).

El estudio ordenado de los insectos no se inicia hasta los estudios de taxonomía impulsados por los aportes de Carlos Linneo con el desarrollo base de una nomenclatura binomial de la Clase Insecta (1758), que incluyó elementos iniciales como la presencia y ausencia de alas para clasificar diversos órdenes y subórdenes, dando paso al desarrollo paulatino de la ciencia de la entomología y sus diversas ramas (Rasnitsyn & Quicke, 2002).

Varios investigadores contribuyeron a formar la entomología como ciencia, entre los cuales se incluyen Jean Henri Fabre, Charles Darwin, Charles Valentine Riley, entre otros investigadores, que fueron dando aportes para establecer las bases modernas de la entomología como ciencia (Conner Sorensen et al., 2019).

El estudio de la entomología ha permitido conocer la función de los insectos dentro de los ecosistemas terrestres y su influencia directa sobre las sociedades humanas, aspecto que incluye elementos tales como la alimentación, la salud, la cultura y los agroecosistemas, no solo como grupo de competidores, sino también como elementos pronosticadores y promotores de servicios sistémicos en un contexto mundial (Guzmán-Mendoza et al., 2016).

La entomología es la ciencia que estudia los insectos y es considerada una ciencia compleja por las diversas ramas que la componen, con un carácter básico y aplicado en la agricultura, alimentación, salud, desarrollo industrial y ciencia en general (Navas, 1985), razón por la cual suele ser percibida como una ciencia rigurosa y solo dirigida a un público técnico especializado e investigador.

El mundo de los insectos se constituye en una fuente constante de inspiración para la mitología, literatura, desarrollo científico y cultural dentro de las diversas sociedades humanas en la actualidad (Costa-Neto et al., 2012).

Desde su separación de Colombia, el 3 de noviembre en 1903, en Panamá se figuró el establecimiento de un sistema social que incluyó temáticas básicas tales como salud pública, educación, vivienda, diversas infraestructuras de beneficio social, entre otros elementos para el bienestar de los ciudadanos (Kuethe, 2006).

La entomología como ciencia también encontró en Panamá un espacio para su desarrollo y aplicación dentro de diversos ámbitos, sobre todo los últimos cuarenta años con el fortalecimiento de la educación en entomología, mediante la formación de una nueva generación de entomólogos (Universidad de Panamá, 2019).

En el año de 1983, la gestión de pioneros de la entomología panameña como el Doctor Octavio Sousa, el Doctor Abdiel Adames y el Profesor Diego Navas, sentó las bases para la creación de El Programa Centroamericano de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá (Universidad de Panamá, 2019), hecho que motivó que otras

universidades estatales, como la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), incluyeran la entomología dentro de sus planes de estudio asociados a la biología, con estudios orientados a la distribución, abundancia, riqueza de insectos acuáticos y la calidad del agua de los ríos David y Mula de la provincia de Chiriquí (Ríos et al., 2015).

Dentro del medio tropical de Panamá los estudios sobre la biodiversidad de los insectos tropicales ejecutados por el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI), fueron fundamentales para conocer parte de la riqueza taxonómica y ecológica establecida en Panamá (Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, 2021).

Los estudios de insectos relacionados con enfermedades en humanos, en particular sobre insectos vectores asociados a enfermedades letales, llevados por el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud (ICGES), sentaron las bases para investigar la biología, la ecología y el comportamiento de las poblaciones de especies de artrópodos de importancia médica en Panamá (Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, 2021).

La incorporación en la última década de las investigaciones de insectos realizadas por el Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología de Panamá (INDICASAT), fueron importantes para el renglón de la entomología, mismas que incluyeron temas asociados a la globalización, los movimientos humanos, la conectividad, la capacidad para invadir y proliferar de los organismos asociados a los humanos que incluyó importantes insectos para la salud pública como el género *Aedes* Meigen (Diptera:Culicidae) (Noticias de la Ciencia y la Tecnología, 2018).

Los estudios de insectos polinizadores como las abejas (*Apis mellifera* L. [Hymenoptera: Apidae]) que son importantes polinizadores de plantas con flores, fueron fundamentales y justificados en la sostenibilidad de la vida sobre el planeta (Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología de Panamá & Asociación de Interés Público, 2020).

La necesidad de garantizar la seguridad alimentaria de la población, impulsó el estudio de poblaciones de insectos determinadas para enfrentar el riesgo fitosanitario y el impacto que tendrían el surgimiento de focos de determinadas plagas insectiles con diversos patrones de comportamientos y daños (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, 2020).

Los estudios de insectos que atacan a las plantas de interés agrícola en el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), enfocaron factores predeterminantes como el transporte internacional de productos agrícolas en la región, asociados con la adaptación de diversas especies de insectos-plagas a las condiciones climáticas actuales, y a un elevado número de plantas hospedantes, entre estas, malezas y cultivos agrícolas (Zachrisson, 2016), que constituyen temas críticos para la seguridad alimentaria en Panamá.

El objetivo del presente estudio fue determinar las ramas de la entomología aplicadas en Panamá durante las últimas cuatro décadas. Para ello, se seleccionaron publicaciones de treinta y tres entomólogos que realizaron investigaciones dentro de las diferentes ramas de la entomología que se desarrollaron en Panamá dentro del plazo indicado. Estas publicaciones abarcan cada rama de la entomología dentro del estudio, son más de 15 000 publicaciones en las últimas cuatro décadas sobre entomología asociadas a Panamá, la intención del trabajo es fundamentar cada enfoque.

Los estudios de referencias bibliográficas utilizadas para este fin, fueron obtenidos con el uso de los buscadores Google Académico, Scientific Electronic Library Online, Springer Link y World Wide Science. Para el estudio de los documentos, se definió la siguiente expresión de búsqueda: “Entomología en Panamá”, “Panama entomology”, “insectos de Panamá” o “insects of Panama”.

Enfoques de la entomología general desarrollados en Panamá

La entomología general es una de las ramas de esta ciencia que mayor desarrollo alcanzó en Panamá, que incluyó aspectos básicos tales como la morfología interna, morfología externa, fisiología, taxonomía y ecología de los insectos (Navas, 1985).

Estas bases de la entomología general, facilitaron la creación de las grandes obras de investigación orientadas a estudios de biodiversidad ecológica de insectos en Panamá, que incluyó grupos taxonómicos dentro de los órdenes Coleoptera, Lepidoptera y Thysanoptera, entre otros, dentro de la geografía panameña y la región mesoamericana (Quintero & Aiello, 1992).

Existen estudios complementarios desarrollados sobre el conocimiento asociado a la diversidad, biología, comportamiento y taxonomía de diversos grupos de insectos, que incluyen los trabajos sobre la biología de mantispidos (Neuróptera: Mantispidae) (Santos-Murgas & Gutiérrez, 2021), el registro de arañas como presas de avispas de diversos géneros de la familia Pompilidae del orden Hymenoptera (Cambra et al., 2004); aportes sobre la composición de la gran diversidad de artrópodos asociados a especies de árboles en el dosel del Parque Metropolitano en Panamá (Medianero et al., 2017), así como la identificación de familias complejas de la entomofauna de coleópteros, principalmente de la familia Curculionidae (Coleoptera) en copas de árboles (Barrios, 2012).

Valiosos aportes a la entomología general con los estudios sobre la interacción de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) con los hongos que las enferman en Panamá, han sido fundamentales para estudiar la complejidad del comportamiento de estos insectos (Nilipour, 2020). También se reconocieron especies de áfidos (Hemiptera: Aphidoidea) que habitan diversas especies de plantas en múltiples hábitats (Quiros & Emmen, 2006), que incluye de manera importante los estudios sobre hábitats acuáticos donde los invertebrados acuáticos, encabezados por los insectos, fueron integrados dentro de estudios de la calidad del agua, la diversidad y distribución de los insectos acuáticos en subcuencas y ríos de Chiriquí, Panamá (Aguila & García, 2012; Bernal Vega & Castillo, 2012).

Los estudios de entomología general fueron fortalecidos con los resultados sobre diversidad, taxonomía, biogeografía y ecología de especies de insectos tales como *Pacarina* sp. (Hemiptera:Cicadellidae) y *Amorphosoma penicillatum* (Klug) (Coleoptera: Buprestidae) (Aiello, 2019; Aiello & Stucky, 2020), así como los aportes sobre la composición de las mariposas (Lepidoptera) en la isla de Barro Colorado, Panamá (Basset et al., 2015), los resultados sobre las especies de riquezas de efemerópteros (Ephemeroptera) (Cornejo & Flowers, 2015), los estudios asociados a biodiversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) y su comportamientos (Pinzón, 2016), los aportes sobre la composición y distribución de especies del género *Anopheles* Meigen (Diptera: Culicidae) (Loaiza et al., 2008).

Esta revisión de literatura brinda un ejemplo entre la gran diversidad de estudios de entomología general que se han realizado y que estuvieron orientados a la biodiversidad y la ecología de las especies de insectos en Panamá.

Enfoques de la entomología agrícola desarrollados en Panamá

Impulsado por un aspecto esencial para una nación como lo es la seguridad alimentaria de las poblaciones humanas, hacen de la entomología agrícola una piedra angular para el desarrollo del país (Morell, 2006).

Entre los sectores más importantes en la sociedad moderna donde se aplica el conocimiento de la entomología está el sector agrícola, al enfocarse hacia el manejo integrado de plagas fundamentado en la ecología y el manejo de poblaciones que son afectadas por múltiples factores bióticos y abióticos, que favorecen la abundancia y proliferación de los insectos (Navas, 1985).

El conocimiento de los factores bióticos y abióticos permite manipular el ambiente para mantener las poblaciones de las plagas en niveles que no causen daño económico a las plantas cultivadas (Navas, 1985). Esta rama de la entomología obtuvo avances en Panamá con la identificación de los insectos asociados al cultivo de guandú (*Cajanus cajan* L. [Fabales: Fabaceae]) que incluyó especies de familias de insectos de importancia agrícola, tales como Agromyzidae (Diptera) y Pyralidae (Lepidoptera) (Araúz et al., 2013); también, producto de los estudios enfocados en fitófagos como los saltamontes (Orthoptera: Acridoidea), que se alimentan de diversas familias de plantas cultivadas (De Gracia & Santos Murgas, 2021), la identificación de parasitoides asociados a

diversas especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) en diversos frutales en Panamá (Alvarado-Gálvez & Medianero, 2015), con los estudios sobre el efecto de *Oebalus insularis* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L. [Poales: Poaceae]) en el campo y a nivel industrial (Rodríguez et al., 2006); así como los resultados de estudios bioecológicos de laboratorio y de campo para determinar la tasa de parasitismo de parasitoides como una opción de control biológico sobre el chinche llamado *O. insularis* que ataca el arroz (Zachrisson & Martínez, 2011).

Hay estudios de descripción detallada de huevos y ninfas de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae), conocido como chinche de patas de hoja, que fue definida como una importante plaga de naranja (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck [Sapindales: Rutaceae]) en la zona de Azuero en Panamá (Collantes González et al., 2016); así como investigaciones sobre el uso de aislados del hongo entomopatógeno del género *Isaria* para el control de adultos de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari [Coleoptera: Curculionidae]) (Lezcano et al., 2015); y la identificación de especies de arvenses con presencia de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) asociadas al cultivo de la sandía (*Citrullus lanatus* [Thunb.] Matsum. y Nakai [Cucurbitales: Cucurbitaceae]) en la región de Azuero, Panamá (Barba & Suris, 2015).

Otros aportes fueron realizados sobre el conocimiento y manejo integrado del barrenador del tallo *Diatraea tabernella* Dyar (Lepidoptera: Crambidae), que causa perforaciones dentro de los tallos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L. [Poales: Poaceae]), que provocan la reducción de la producción de azúcar (Atencio et al., 2020); los estudios sobre la comprensión de las interacciones multitróficas entre parasitoides, plagas y plantas hospederas como aspecto importante para el desarrollo de alternativas de manejo agroecológico que potencien el restablecimiento de funciones ecosistémicas (González-Dufau et al., 2020).

Durante gran parte de este período de desarrollo de la entomología en Panamá, se destacó el profesor y entomólogo Cheslavo Korytkowski, considerado uno de los más grandes impulsores y motivadores del crecimiento de la entomología agrícola en Panamá a nivel de investigación y enseñanza, que enfocó estudios aplicados sobre diversidad de insectos tales como complejas especies de moscas carpófagas (Del Moral, 2007).

La integración de la gran diversidad de estudios realizados por los entomólogos agrícolas en Panamá, ha logrado ahondar en estudios de identificación, biología, comportamiento y manejo integrado de insectos plagas dentro de diversos agroecosistemas de importancia fundamental para la sociedad panameña, tal como se argumentó previamente.

El enfoque de la entomología veterinaria en Panamá

La entomología veterinaria se enfoca en la salud de los animales al servicio de la sociedad, en muchos casos en hábitats salvajes, con importantes estudios que describen por primera vez la ovipostura de moscas de la especie *Lucilia purpurecens* (Walker) (Diptera: Calliphoridae), que pueden ocasionar miasis facultativas en seres humanos y animales como por ejemplo los roedores *Oryzomys albigularis* (Tomes) (Rodentia: Muridae) y *Scotinomys xerampelinus* (Bangs) (Rodentia: Muridae) en el Parque Internacional la Amistad de Panamá (Bermúdez, Camacho & Vargas, 2006).

El estudio de los ectoparásitos de mamíferos domésticos en Panamá, reportó la presencia de estos organismos en 238 mamíferos domésticos que incluyó perros, caballos, gatos, mulas y vacas, donde fueron colectados en los órdenes Diptera (*Dermatobia hominis* [L.] [Oestridae]), Siphonaptera (*Ctenocephalides canis* [Curtis] [Pulicidae], *Ctenocephalides felis* [Bouché] [Pulicidae] y *Polygenis* spp. [Rhopalopsyllidae]) y Phthiraptera (*Bovicola equi* [Denny] [Trichodectidae], *Heterodoxus spiniger* Enderlein [Boopidae] y *Trichodectes canis* De Geer [Trichodectidae]) (Bermúdez, Miranda & Medianero, 2006).

Importantes también fueron los estudios para la detección de *Rickettsia* sp. en ectoparásitos (incluyó pulgas, piojos, garrapatas y otros ácaros analizados a nivel molecular) de animales domésticos y silvestres de la Reserva Natural Privada Cerro Chucantí y comunidades aledañas (Bermúdez et al., 2012).

Resultado de estudios se registró por primera vez un caso de miasis por larva de Sarcophagidae (Diptera) sobre una rana de la especie *Hyalinobatrachium fleischmanni* Boettger (Anura: Centrolenidae), colectada en el Parque Nacional Soberanía (Panamá) (Medina et al., 2009).

Como resultado de las investigaciones sobre la garrapata *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille) (Acari: Ixodidae), una de las especies más importantes relacionadas con la salud pública (transmite varios patógenos a perros y humanos), se identificaron sus enemigos naturales que incluyeron diversas especies de arañas de las familias Filistatidae, Oecobiidae, Pholcidae y Theridiidae y tres morfoespecies de avispas parasitoides del género *Ixodiphagus* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (Miranda et al., 2013).

Aunque los ácaros no son insectos, fueron integrados dentro de estudios de la entomología veterinaria, hecho que dio como resultado el reporte por primera vez en Panamá de la presencia de “ácaro de serpientes” *Ophionyssus natricis* (Gervais) (Mesostigmata: Macronyssidae) sobre diversas especies de serpientes que incluyó miembros de la familia Boidae (Squamata) que contempla a *Boa constrictor* L., *Epicrates maurus* Gray, *Corallus ruschenbergerii* (Cope) y *Corallus caninus* (L.) (Miranda et al., 2017).

Bajo estos argumentos la entomología veterinaria presentó en Panamá un franco desarrollo como resultado de investigaciones puntuales en beneficio de los animales de cría para consumo y compañía, que incluyó también animales silvestres.

El enfoque de la entomología médica en Panamá

La entomología médica constituye una herramienta para la salud pública que contribuye al bienestar humano, que justificó diversas investigaciones sobre aquellos inquilinos indeseables en habitaciones como ácaros (*R. sanguineus* y *Dermatophagoides pteronyssinus* Trouessart [Acariformis: Pyroglyphidae]) y chinches de cama (*Cimex lectularius* [L.] [Hemiptera: Cimicidae]) (Dutary et al., 2014); así como los resultados de estudios sobre la especie de flebótomo *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva) (Diptera: Psychodidae) de importancia en la salud pública por ser portadora principal de *Leishmania infantum* y *Leishmania chagasi* que causan leishmaniasis visceral (Valderrama et al., 2019).

Los estudios sobre *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) y *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) que son los mosquitos transmisores de distintos virus como el virus del dengue (DENV), el virus del chikungunya (CHIKV), virus de la fiebre amarilla (YFV), fiebre por virus Zika (ZIKAV), entre otros, fueron fundamentales para la salud pública en Panamá (Méndez-Ríos et al., 2015).

Los estudios enfocados en determinar los niveles de susceptibilidad y resistencia a diversos insecticidas, en larvas y adultos de *A. aegypti* procedentes de diversas localidades de Panamá, fueron importantes para el manejo del insecto vector (Bisset et al., 2003). Aportes también significativos provenientes de los estudios sobre *Anopheles albimanus* Wiedemann (Diptera: Culicidae), que incluyó la identificación de los conocimientos, actitudes y prácticas que favorecen la transmisión de la malaria en la población indígena guna de Madugandí en Panamá (Griffith et al., 2015).

Aportes significativos fueron los estudios sobre la especie *Culex (Melanoconion) aikenii* (Aiken & Rowland) (Diptera: Culicidae) como un eficiente vector natural y la principal especie transmisora en zonas endémicas de la encefalitis equina venezolana en Panamá (Galindo & Grayson, 1971); aunado a las investigaciones que determinaron la encefalitis equina venezolana como una enfermedad que afecta a caballos, mulas y burros que es causada por un alfavirus que solo se encuentra en la Región de las Américas (Ruiz, 1997).

Los estudios sobre la vigilancia, prevención y control de la enfermedad de Chagas en comunidades endémicas de Panamá, lograron significativos impactos sobre la salud pública, así como los estudios sobre el comportamiento de *Rhodnius pallescens* (Barber) (Hemiptera: Reduviidae) y *Triatoma dimidiata* (Latreille) (Hemiptera: Reduviidae) vectores primarios del parásito *Trypanosoma cruzi*, que ocasiona la enfermedad de Chagas (Jaramillo et al., 2009; Hurtado et al., 2014; Rodríguez & Loaiza, 2017).

Las investigaciones asociadas a la entomología médica fueron fortalecidas con los estudios sobre la biología y ecología de escorpiones (Arachnida: Scorpiones), por el grado de peligrosidad que exhiben las toxinas de algunas especies distribuidas en diferentes partes del mundo (Miranda et al., 2015).

Los elementos antes expuestos fortalecen la entomología médica al servicio de la salud pública de la población en Panamá, sobre todo en zonas menos favorecidas y vulnerables.

El enfoque de la entomología forense en Panamá

Del estudio de insectos asociados a cadáveres de humanos y otros animales, se encarga la entomología forense que incluyó estudios sobre artrópodos asociados a cadáveres humanos en Panamá, con el registro de veintidós especies, que incluyó la familia Calliphoridae (Diptera), moscas en etapas inmaduras y adultas de las especies *Chrysomya rufifacies* (Macquart), *Chrysomya megacephala* (F.) y *Cochliomyia macellaria* (F.) (Bermúdez & Pachar, 2010).

Los estudios básicos sobre entomofauna asociada a animales domésticos muertos fue fundamental para el crecimiento de la entomología forense en Panamá, con ejemplos de estudios como fue la determinación de la entomofauna asociada a carcasas de cerdos domésticos (*Sus scrofa* L.) (Artiodactyla: Suidae), que incluyó el registro de un total de cincuenta especies dentro de veintiocho géneros, principalmente del orden Díptera (Garcés et al., 2004).

Los argumentos anteriores sostienen que esta rama de la entomología tiene un alto potencial de desarrollo, sobre todo por el apoyo que puede brindar en varios aspectos legales y de diversidad funcional a la cual están asociada los insectos.

Las perspectivas del desarrollo de la entomología en Panamá

Diversas ramas de la entomología tienen campo fértil para desarrollarse en Panamá, hecho que incluye la etnoentomología como campo de estudio científico de las relaciones totales de los seres humanos con los insectos, puesto que los insectos están insertados en la vida del ser humano, en relación con aspectos cognitivos, afectivos y de comportamiento (Costa-Neto et al., 2012).

El estudio de los insectos como materia prima alimenticia contra la hambruna es un aspecto de igual importancia con potencial a desarrollarse en Panamá, puesto que los insectos constituyen una solución nutricional para el futuro de los humanos con la existencia de registros de más de 2100 especies de insectos que sustentan la entomofagia en 120 países a nivel mundial (Pulido Blanco et al., 2020).

Los insectos acuáticos tienen potencial de ser utilizados como bioindicadores en ecosistemas naturales, principalmente los órdenes Diptera y Odonata (Hernández Oviedo et al., 2013), además de su potencial uso en los estudios asociados al cambio climático (del-Val & Sáenz-Romero, 2017).

Los insectos tienen un sitio en los servicios de polinización, eslabón clave para las plantas con flores de interés agrícola y dentro de la biodiversidad de plantas en medios silvestres (Miñarro Prado et al., 2018). Los servicios en beneficio del ecosistema del suelo abren la oportunidad a estudios de diversas especies de la familia Scarabaeidae (Coleoptera) dentro del ecosistema de las praderas (Crespo, 2013).

Se requiere impulsar los estudios sobre diversidad de insectos desde el punto de vista de la “ecología del paisaje” que incluyen el cambio temporal y espacial (Aguilera Garramuño, 2006).

El estudio de plagas insectiles de granos y productos almacenados es otra línea de interés y potencial desarrollo en Panamá por la importancia que conlleva la protección de los alimentos almacenados para la población (Caro-Greifstein, 1997).

Las especies invasoras integran estudios puntuales en Panamá de potenciales plagas insectiles que constituyen un riesgo para la seguridad alimentaria de cualquier país o región determinada, por el grave peligro que representa la introducción de una especie de insecto dañino proveniente de otra región de manera accidental o intencional dentro de un nuevo ambiente (Gutiérrez Bonilla, 2006).

La capacitación y la docencia en la identificación de plagas insectiles exóticas, permite determinar la presencia o ausencia de una determinada plaga de importancia, para brindar claridad y tranquilidad a la población interesada, como el caso de la “Langosta Centroamericana” (*Schistocerca piceifrons piceifrons* [Walker] [Orthoptera: Acrididae]), aún no presente en Panamá, pero vigilada por los servicios fitosanitarios del país (Collantes González, 2020).

La aplicación de nuevas tecnologías moleculares a la entomología es una herramienta esencial en amplia expansión en Panamá, como por ejemplo el uso de ADN mitocondrial (Bejarano, 2001).

La aplicación de la entomología a la educación es otra temática que, en Panamá, tiene potencial de incorporarse directa o indirectamente dentro de diversos planes de estudio en varios niveles de educación (Mondragón & Contreras Peña, 2015).

La búsqueda de nuevas alternativas de manejo de plagas insectiles constituye una línea de estudio que incluye el desarrollo de feromonas para determinadas especies del orden Lepidoptera y Coleoptera (Ramírez de Lucas, 1996).

En Panamá, la utilización de insectos dentro de la biotecnología y aplicaciones varias dentro de tecnología moderna, representa un potencial por desarrollar dentro de proyectos de investigación, como en el caso de la biotecnología para cubrir la demanda de proteínas recombinantes (Gómez-Sebastián, 2014), el desarrollo de robots insectos (Romero Herrera et al., 2009), entre otras aplicaciones recientes dentro de la tecnología donde los insectos tienen espacio aún por explorar.

Los estudios entomológicos en Panamá, al igual que otras ciencias en el país, sufren las mismas limitantes que varias temáticas asociadas a la ciencia en general por problemas que afectan a toda la sociedad panameña que incluyen la limitación de fondos, prioridades a otros tipos de estudio dentro del renglón social de un país en vías de desarrollo, la pobreza, la ausencia de generación de empleos dentro de un sistema económico sostenido, limitaciones en el sistema de salud, idiosincrasia de las personas de diversas comunicadas, la necesidad de adecuaciones dentro del sistema y estructuras educativas no uniformes a lo largo de la geografía nacional, entre otras causas que constituyen serías limitantes al desarrollo de estudios de entomología (Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2016).

Aunque existen mejoras en el impulso de la ciencia de la entomología en Panamá con el fortalecimiento de programas de formación en entomología en la Universidad de Panamá a través del Programa Centroamericano de Maestría en Entomología y dentro de los cursos de formación en licenciatura en biología, agronomía y carreras afines, este aspecto para el desarrollo de esta ciencia requiere inversiones en infraestructuras, equipos y fortalecimientos de los planes de formación (Rivera, 2021).

Las perspectivas futuras de la entomología en Panamá, están orientadas a incrementar los programas de formación profesional e investigación aplicada de la entomología a través de proyectos de innovación y desarrollo, pero además del establecimiento de proyectos de colaboración con la industria privada que busquen la aplicabilidad de los conocimientos generados en beneficio de toda la sociedad panameña (Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2016).

Conclusiones

Las principales ramas de la entomología que han sido desarrolladas y aplicadas en Panamá durante las últimas cuatro décadas incluyen la general, agrícola, veterinaria, médica y forense, las cuales están orientadas hacia los

ecosistemas naturales, agroecosistemas de producción agropecuaria, salud humana, salud animal y apoyo a las ciencias forenses.

La entomología contribuyó en los últimos cuarenta años a resolver problemas básicos para la sociedad, que van desde la alimentación hasta el bienestar público. Estos elementos argumentan que la entomología básica y aplicada en Panamá constituyen una herramienta útil para las necesidades básicas de la población.

Las perspectivas futuras del desarrollo de entomología en Panamá están asociadas a la biodiversidad de insectos que existen en el país, aunada a la potencial entrada en los años venideros de insectos exóticos producto del comercio mundial que obligan a fortalecer las estructuras, equipamiento, formación de personal humano y desarrollo de proyectos de innovación y desarrollo que fortalezcan la investigación de la entomología en Panamá en todas sus ramas y aquellas que aún requieren ser desarrolladas que incluye el fortalecimiento del uso de herramientas moleculares y tecnológicas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y al Programa Centroamericano de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá, por el desarrollo de la disciplina en Panamá, en especial de la Entomología Agrícola, así como a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) de Panamá por financiar diversos proyectos de investigación asociados a la entomología en todas sus ramas en Panamá. El primer autor agradece el apoyo brindado por el Sistema Nacional de Investigación (SNI) de la SENACYT.

Referencias

- Aguila, Y., & García, A. N. (2012). Descripción de la Comunidad de Macroinvertebrados Asociados a Hojarasca y su Relación con Aguas de Diferente Calidad, en Nuevo San Juan y Chilibre, Panamá. *Tecnociencia*, 14(1), 103–118. <https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/977>
- Aguilera Garramuño, E. (2006). Perspectivas de la ecología del paisaje en entomología aplicada. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7(1), 54–60. <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/59>
- Aiello, A. (2019). *Amorphosoma penicillatum* (Klug, 1827) (Coleoptera: Buprestidae: Agrilinae): A fearless Jewel Beetle in Panama. *The Coleopterists Bulletin*, 73(4), 1102–1104. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-73.4.1102>
- Aiello, A., & Stucky, B. (2020). First host plant record for *Pacarina* (Hemiptera, Cicadidae). *Neotropical Biology and Conservation*, 15(1), 77–88. <https://doi.org/10.3897/neotropical.15.e49013>
- Alvarado-Gálvez, L., & Medianero, E. (2015). Especies de parasitoides asociados a moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en Panamá. *Scientia*, 25(2), 47–62. <https://revistasvip.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/1142>
- Araúz, N., Santos, A., Cambra, R. A., & Bernal Vega, J. B. (2013). Insectos plagas y parasitoides asociados al cultivo de guandú (*Cajanus cajan* (L.) Millsp. Fabaceae) en Chiriquí, República de Panamá. *Tecnociencia*, 15(1), 5–18. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/1026>

- Atencio, R., Régis-Goebel, F., Guerra, A., & López, S. (2020). Impacto de la diversidad agroecológica sobre el barrenador del tallo de la caña de azúcar. *Ciencia Agropecuaria*, 31, 76–98. <https://bit.ly/3mPC5V0>
- Barba, A., & Suris, M. (2015). Presencia de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en arvenses asociadas al cultivo de la sandía para la región de Azuero, Panamá. *Revista de Protección Vegetal*, 30(3), 171–175. <http://revistas.censa.edu.cu/index.php/RPV/article/view/604>
- Barrios, H. (2012). Efecto de las epifitas en la diversidad y la estructura de la comunidad de escarabajos (Insecta: Coleoptera) del dosel de árboles tropicales. *Tecnociencia*, 14(1), 5–19. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/964>
- Basset, Y., Barrios, H., Segar, S., Srygley, R.B., Aiello, A., Warren, A.D., Delgado, F., Cornado, J., Lezcano, J., Arizala, S., Rivera, M., Pérez, F., Bobadilla, R., López, Y., & Ramírez, J. A. (2015). The butterflies of Barro Colorado Island, Panama: Local extinction since the 1930s. *PLoS ONE*, 10(8), Article e0136623. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136623>
- Bejarano, E. E. (2001). Nuevas herramientas para la clasificación taxonómica de los insectos vectores de leishmaniosis: utilidad de los genes mitocondriales. *Biomédica*, 21(2), 182–191. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v21i2.1107>
- Bermúdez, S. E., Camacho, G. C., & Vargas, J. F. (2006). Notas sobre la ovipositora de *Lucilia purpurescens* (Walker, 1837) (Diptera: Calliphoridae) sobre tres especies de roedores de estación Las Nubes, Parque Internacional La Amistad, Panamá. *Scientia*, 21(1), 89–92. <https://revistasvip.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/483/473>
- Bermúdez, S. E., Miranda, R., & Medianero, E. (2006). Ectoparásitos de mamíferos domésticos en Panamá Oriental, con notas sobre su importancia médica y veterinaria. *Scientia*, 21(1), 19–32. <https://revistasvip.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/478>
- Bermúdez, S., Miranda, R., Zaldivar, Y., González, P., Berguido, G., Trejos, D., Pascale, J., & Labruna, M. (2012). Detección de *Rickettsia* sp. en ectoparásitos de animales domésticos y silvestres de la Reserva Natural Privada Cerro Chucantí y comunidades aledañas, Panamá, 2007-2010. *Biomédica*, 32(2), 189–195. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v32i2.390>
- Bermúdez, S., & Pachar, J. V. (2010). Artrópodos asociados a cadáveres humanos en Ciudad de Panamá, Panamá. *Revista Colombiana de Entomología*, 36(1), 86–89. <https://doi.org/10.25100/socolen.v36i1.9126>
- Bernal Vega, J. A., & Castillo, H. M. (2012). Diversidad, distribución de los insectos acuáticos y calidad del agua de la subcuenca alta y media del río Mula, Chiriquí, Panamá. *Tecnociencia*, 14(1), 35–52. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/970>
- Bisset, J. A., Rodríguez, M. M., & Cáceres, L. (2003). Niveles de resistencia a insecticidas y sus mecanismos en 2 cepas de *Aedes aegypti* de Panamá. Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kourí”. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 55(3), 191–195.
- Cambra, R., Quintero, D., & Miranda, R. J. (2004). Presas, comportamiento de anidación y nuevos Registros de Distribución en Pompílidos Neotropicales (Hymenoptera: Pompilidae). *Tecnociencia*, 6(1), 95–109. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/650>
- Caro-Greiffenstein, G. (1997). *Manual sobre Administración de bodegas de alimentos. Proyecto de Asistencia Técnica en Poscosecha y Comercialización de Granos y Papas (GCP/ECU/065/NET)*. Ministerio de Agricultura, & Fundación de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/20/13950925849400/c12.pdf>

- Collantes González, R. (2020). *Taeniopoda varipennis* Rehn (Orthoptera: Acridoidea: Romaleidae) asociado a áreas urbanas en la ciudad de David, Chiriquí, Panamá. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.48204/j.ia.v3n1a1>
- Collantes González, R., Rodríguez, P., Romero, B., & Rodríguez, E. (2016). Estados inmaduros de *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera, Coreidae): agente relacionado con la caída de naranjas (*Citrus sinensis*) en Azuero, Panamá. *Aporte Santiaguino*, 9(1), 93–100. <http://doi.org/10.32911/as.2016.v9.n1.216>
- Conner Sorensen, W., Smith, E. H., Smith, J. R., & Weber, D. C. (2019). *Charles Valentine Riley. Founder of modern entomology*. University Alabama Press.
- Cornejo, A., & Flowers, W. (2015). Orden Ephemeroptera (Insecta) en Panamá: Listado de especies, distribución de géneros y comparación con la riqueza taxonómica regional. *Puente Biológico*, 7(1), 37–67. <http://pluseconomia.unachi.ac.pa/index.php/puentebiologico/article/view/396>
- Costa-Neto, E. M., Santos-Fita, D., & Serrano González, R. (2012). La investigación etnoentomológica y la conservación de la biodiversidad. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 51, 367–369. <https://bit.ly/3OkStK7>
- Crespo, G. (2013). Funciones de los organismos del suelo en el ecosistema de pastizal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(4), 329–334. <http://cjasience.com/index.php/RCCA/article/view/399>
- De Gracia, P. L. I., & Santos Murgas, A. (2021). Observaciones Biológicas y Conductuales de Algunos Saltamontes (Orthoptera: Acridoidea) de Panamá. *Tecnociencia*, 23(1), 364–384. <https://doi.org/10.48204/j.tecno.v23n1a20>
- Del Moral, T. (2007, diciembre 7). *Carpófagos primarios y secundarios. Intrusos en las frutas. Dípteros*. La Prensa. https://www.prensa.com/cultura/Intrusos-frutas_0_2173282836.html
- del-Val, E., & Sáenz-Romero, C. (2017). Insectos descortezadores (Coleoptera: Curculionidae) y Cambio Climático: Problemática Actual y Perspectivas en los Bosques Templados. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 20(2), 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.recqb.2017.04.006>
- Dutary, S. R., Miranda, R. J., & Bermúdez, S. (2014). Inquilinos indeseables: ácaros y chinches de cama. *Puente Biológico*, 6, 19–23. <http://revistas.unachi.ac.pa/index.php/puentebiologico/article/view/298/302>
- Galindo, P., & Grayson, M. A. (1971). *Culex (Melanoconion) aikenii*: natural vector in Panama of endemic Venezuelan encephalitis. *Science*, 172(3983), 594–595. <https://doi.org/10.1126/science.172.3983.594>
- Garcés, P., Bermúdez, S., & Quintero, G. (2004). Determinación de la entomofauna asociada a carcasas de cerdos domésticos vestidos (*Sus scrofa*), en el puerto de Vacamonte, Prov. de Panamá. *Tecnociencia*, 6(2), 59–74. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/661>
- Gómez-Sebastián, S. (2014, noviembre). *Insectos al servicio de la Biotecnología*. Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular. <https://bit.ly/3NNXnyO>
- González-Dufau, G. I., Santamaría-Guerra, J., Castrejon, K., Herrera, I., & Monzón, A. (2020). Interacciones tróficas entre *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) y *Trialetrodoes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate y pimentón. *Ciencia Agropecuaria*, 31, 1–18. <https://bit.ly/39p9a78>
- Griffith, M., Rovira, J., Torres, R., Calzada, J., Victoria, C., & Cáceres, L. (2015). Conocimientos, actitudes y prácticas sobre la malaria en la población indígena guna de la comarca de Madungandí, Panamá, 2012. *Biomedica*, 35(4), 480–485. <http://doi.org/10.7705/biomedica.v35i4.2386>

- Gutiérrez Bonilla, F. P. (2006). *Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31392>
- Guzmán Mendoza, R. (2010). Los insectos: antiguos constructores del mundo. *Elementos: Ciencia y Cultura*, 17(79), 29–33. https://elementos.buap.mx/num_single.php?num=79
- Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. D., & Martínez-Yáñez, R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(3), 370–379. <https://doi.org/10.21829/azm.2016.323971>
- Hernández Oviedo, A. I., Martínez, R., Moreno, D., & Martínez, L. (2013). Diversidad de insectos acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua de la microcuenca del río Jutiapa en las quebradas corralitos, limones y Jutiapa del parque nacional La Tigra, Francisco Morazán, Honduras. *Revista Ciencia y Tecnología*, 10, 25–56. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i10.1061>
- Hurtado, L. A., Calzada, J. E., Pineda, V., González, K., Santamaría, A. M., Cáceres, L., Wald, C., & Saldaña, A. (2014). Conocimientos y factores de riesgo relacionados con la enfermedad de Chagas en dos comunidades panameñas donde *Rhodnius pallescens* es el vector principal. *Biomédica*, 34(2), 260–270. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.2133>
- Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud. (2021). *Departamento de Investigación en Entomología Médica*. www.gorgas.gob.pa/departamento-de-entomologia-medica/
- Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología de Panamá, & Asociación de Interés Público. (2020, agosto 31). *Panamá lanza el proyecto Biobanco*. <https://indicat.org.pa/noticias/panama-lanza-el-proyecto-biobanco/>
- Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. (2021). *Entomología*. <https://stri.si.edu/es/disciplinas/entomologia>
- Jaramillo, N., Arboleda Sánchez, S., Chaverra, D., Caro Riaño, H., Gómez Palacio, A., Gómez, L., Saldaña, A., Calzada, J., & Cáceres, L. (2009). *Rhodnius pallescens* Barber, 1932 (Hemiptera: Reduviidae): una comparación de las poblaciones colombianas y panameñas, basada en su ecología, epidemiología, morfometría y biología molecular. En C. Corredor Pereira, F. Guhl Nannetti, & C. Duque Beltrán (Eds.), *Tendencias y Futuro de la Investigación en Parasitología y en Productos naturales. Memorias del Seminario Internacional ACOFACIEN – ACCEFYN* (pp. 113–139). Guadalupe S. A.
- Kuethe, A. J. (2006). Historia general de Panamá. *Tareas*, 123, 137–144.
- Lezcano, J. A., Saldaña, E., Ruíz, R., & Caballero, S. (2015). Patogenicidad y virulencia del aislado de la cepa nativa de *Isaria* spp. y dos hongos entomopatógenos comerciales. *Ciencia Agropecuaria*, 23, 20–38. <https://bit.ly/3tztPDO>
- Loaiza, J. R., Bermingham, E., Scott, M. E., Roviera, J. R., & Conn, J. E. (2008). Species composition and Distribution of Adult *Anopheles* (Diptera: Culicidae) in Panamá. *Journal of Medical Entomology*, 45(5), 841–851. <https://doi.org/10.1093/jmedent/45.5.841>
- Medianero, E., Carrasco, G., Pérez, E., Araúz-Araúz, B., Castaño-Meneses, G., & Martínez-Torres, A. O. (2017). Composición de la comunidad de artrópodos que habitan en el dosel en un bosque tropical de tierras bajas en Panamá. *Scientia*, 27(2), 51–67. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/68>
- Medina, D., Rivera, M., Cossio, R., Medina, E., & Bermúdez, S. (2009). Primer registro de miasis por Sarcophagidae (Diptera: Oestroidea) en *Halinobatrachium fleishmanni* (Anura: Centrolenidae) de Panamá. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(1), 263–264. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.001.603>

- Méndez-Ríos, J. D., López-Vergès, S., Suarez, J. A., Moreno, B., Vergès de López, C., Méndez Dutary, D. E., Estripeaut, D., González-Santamaría, de Villareal, G., Valderrama, A., Cáceres, L., & Sosa, N. (2015). Zika en Panamá y Latinoamérica: Aspectos clínicos y moleculares de una problemática emergente. *Revista Médica de Panamá*, 35(3), 11–20. <https://www.doi.org/10.37980/im.journal.rmdp.2015388>
- Miñarro Prado, M., García García, D., & Martínez Sastre, R. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad. *Ecosistemas*, 27(2), 81–90. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1394>
- Miranda, R., Bermúdez, S., Cleghorn, J., & Cambra, R. A. (2015). Presas de escorpiones (Arachnida: Scorpiones) de Panamá, con observaciones sobre el comportamiento de depredación. *Revista Ibérica de Aracnología*, 27, 115–123. http://sea-entomologia.org/gia/ria_27_115_123.html
- Miranda, R. J., Cleghorn, J. E., Bermúdez, S. E., & Perotti, M. A. (2017). Occurrence of the mite *Ophionyssus natricis* (Mesostigmata: Macronyssidae) on captive snakes from Panama. *Acarologia*, 57(2), 365–368. <https://www.doi.org/10.1051/acarologia/20164161>
- Miranda, R., Kadoch Z., N., & Bermúdez C., S. E. (2013). Notas preliminares sobre enemigos naturales de *Rhipicephalus sanguineus* s.l. (Latreille 1806) (Ixodida: Ixodidae) en condiciones urbanas y rurales de Panamá. *Revista Ibérica de Aracnología*, 23, 141–143. <http://sea-entomologia.org/PDF/RIA23/141143RIA23NCEnemigosRhipicephalus.pdf>
- Mondragón, I., & Contreras Peña, Y. (2015). Uso de los insectos *Tenebrio molitor*, *Trilobium castaneum* y *Palembus dermestoides* (Coleoptera, Tenebrionidae) como recurso didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista de Investigación*, 86(39), 255–270.
- Morell, M. (2006). *Estado de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en Panamá*. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.oda-alc.org/documentos/1340501842.pdf>
- Navas, D. (1985). La Enseñanza de los aspectos básico de la entomología. *Ceiba*, 26(1), 25–31. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3880/1/19.pdf>
- Nilipour, L. (2020, 16 de abril). *Las hormigas ciudadinas, ¿son más débiles?* Smithsonian Tropical Research Institute. <https://stri.si.edu/es/noticia/cosmopolita>
- Noticias de la Ciencia y la Tecnología (2018, 18 de abril). *La historia de cómo los mosquitos Aedes invadieron el istmo de Panamá*. <https://bit.ly/3ggzS58>
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2020). *Alerta fitosanitaria regional. Langosta Centroamericana, Schistocerca piceifrons piceifrons Walker (1870) (No. SV 01-2020)*. <https://bit.ly/3Xalkot>
- Pinzón, J. A. (2016). *Las hormigas agricultoras*. Panorama. <https://bit.ly/3UQmPXe>
- Pulido Blanco, V. C., González Chavarro, C. F., Tapia Polanco, Y. M., & Celis Ruíz, X. M. (2020). Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 24(2), 81–100. <http://ww.ucol.mx/revaia/pdf/2020/mayo/6.pdf>
- Quintero, D., & Aiello, A. (1992). *Insects of Panama and Mesoamerica: Selected studies*. Oxford University Press.
- Quiros, D. I., & Emmen, D. A. (2006). Diversidad biológica de los afidos (Hemiptera: Aphididae) de Panamá. *Tecnociencia*, 8(2), 63–75. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/748>
- Ramírez de Lucas, P. (1996). Las feromonas de insectos y su aplicación en agricultura. *Palmas*, 17(3), 27–32. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/553>

- Rasnitsyn, A. P., & Quicke, D. L. J. (Eds.). (2002). *History of insects*. Springer Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/0-306-47577-4>
- Ríos, T., González, G., & Bernal Vega, J. A. (2015). Diversidad de insectos acuáticos y calidad del agua de los ríos David y Mula, provincia de Chiriquí, Panamá. *Gestión y Ambiente*, 18(1), 113–128. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/41586>
- Rivera, R. (2021, septiembre 22). *VIP realiza evaluación externa para la reacreditación de la Maestría de Entomología*. Revista Hacia la Luz. <https://bit.ly/3mPFiUg>
- Rodríguez, I. G., & Loaiza, J. R. (2017). American trypanosomiasis, or Chagas disease, in Panama: a chronological synopsis of ecological and epidemiological research. *Parasites & Vectors*, 10, Article 459. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2380-5>
- Rodríguez, G., P., Navas, D., Medianero, E., & Chang, R. (2006). Cuantificación del daño ocasionado por *O. insularis* (Heteroptera: Pentatomidae) en el cultivo de arroz (*Oryzica-1*) en Panamá. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2), 131-135.
- Romero Herrera, R., Beciez Cambray, T. M., & Serrano Talamantes, J. F. (2009, noviembre 26-27). *Robot Insecto Orientado a Comportamiento* (Presentación en congreso). 8° Congreso Nacional de Mecatrónica, Veracruz, México. <http://www.mecamex.net/anterior/cong08/articulos/03.pdf>
- Ruiz, A. (1997). Brote de encefalitis equina venezolana. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 1(1), 78–83.
- Santos-Murgas, A., & Gutiérrez L., J. J. (2021). Ampliación del rango de distribución de *Climaciella obtusa* Hoffman (Neuroptera: Mantispidae) en el bosque protector Palo Seco (Provincia De Bocas Del Toro, Panama). *Scientia*, 31(1), 38–43. <https://doi.org/10.48204/j.scientia.v31n1a5>
- Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2016). *Series históricas de indicadores científicos y su correlación con indicadores económicos y sociales*. <https://bit.ly/3mOrcCK>
- Universidad de Panamá. (2019). *Programa Centroamericano de Maestría en Entomología*. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. <http://viceipup.up.ac.pa/entomologia/maestria/>
- Valderrama, A., Santos, M., Castro, A., & Andrade Filho, J. D. (2019). Especies Crípticas *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Phlebotominae) y sus Implicaciones en la Transmisión de Leishmaniasis en Panamá. *Revista Médica de Panamá*, 39(1), 2–7. <https://www.doi.org/10.37980/im.journal.rmdp.2019784>
- Zachrisson, B. (2016, octubre 19-22). *El control biológico clásico: subsidio para el manejo de insectos-plagas invasoras, en Panamá* (Presentación en congreso). XVI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología. Wyndham Panamá Hotel Albrook Mall, Ciudad de Panamá, Panamá. <https://bit.ly/3ObjqhW>
- Zachrisson, B., & Martínez, O. (2011). Bioecología de *Telenomuspodisi* (Ashmead) y *Trissolcus basalis* (Wollaston) (Himenoptera: Scelionidae), parasitoides oófagos de *Oebalus insularis* (Kulghast) (Heteroptera: Pentatomidae). *Tecnociencia*, 13(1), 65–76. <https://revistas.csuca.org/Record/TECNOCENCIA920>