IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS POLINIZADORES EN LA SOSTENIBILIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS

IMPORTANCE OF POLLINATING INSECTS IN THE SUSTAINABILITY OF PRODUCTIVE AGROECOSYSTEMS

Rubén D. Collantes G.
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, Panamá
rdcg31@hotmail.com

Ruth Del Cid A.
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, Panamá
ruthdelcida07@gmail.com

Alonso Santos-Murgas
Universidad de Panamá, Panamá
santosmurgasa@gmail.com

Randy Atencio V.
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, Panamá
randy.atencio@gmail.com

Revista Científica Semilla del Este
vol. 3, núm. 2, p. 8 - 26, 2023
Universidad de Panamá, Panamá
ISSN-E: 2710-7469
Periodicidad: Semestral
semillasdeleste@up.pa.ac

Recepción: 31 Octubre 2022
Aprobación: 27 Marzo 2023

URL: https://portal.amelica.org/ameli/journal/343/3433519002/

Resumen: La polinización es un proceso natural importante para las plantas con flores o angiospermas, el cual consiste en la transferencia del polen hacia el órgano femenino, dando como resultado la obtención de frutos y semillas. Esto adquiere mayor relevancia en los agroecosistemas productivos, en los cuales se cuenta con especies vegetales y cultivares de importancia comercial. Los insectos polinizadores tienen potencial de contribuir con el incremento sustancial de los rendimientos en algunos rubros, así como brindar otros productos alternativos derivados de la polinización como miel y polen. La presente revisión tuvo por objetivo abordar la importancia de los insectos polinizadores en la sostenibilidad de los agroecosistemas. Para ello, se consultaron 50 documentos relacionados con la materia y se incluyeron imágenes inéditas. Como resultados, se obtuvo que los insectos polinizadores tienen un rol protagónico en la preservación de la biodiversidad, en la seguridad alimentaria y nutricional, así como en la diversificación productiva sostenible. Sin embargo, son susceptibles a factores abióticos como el cambio climático y a la acción irresponsable del ser humano en aquellos sistemas productivos en los que aún prevalece el manejo convencional altamente dependiente de plaguicidas de síntesis. Como conclusión, el presente trabajo remarca la importancia estratégica de los insectos polinizadores en la sostenibilidad de los agroecosistemas productivos y, por consecuencia, en la seguridad alimentaria y nutricional, pero con un manejo adecuado y responsable.

Palabras clave: Agroecosistema, insectos, polinizadores, producción, rendimiento.

Abstract: Pollination is an important natural process for flowering plants or angiosperms, which consists of the transfer of pollen to the female organ, resulting in the production of

Notas de autor

rdcg31@hotmail.com

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

fruits and seeds. This acquires greater relevance in productive agroecosystems, in which there are plant species and cultivars of commercial importance. Pollinating insects have the potential to contribute to a substantial increase in yields in some areas, as well as providing other alternative benefits like products derived from pollination as honey and pollen. The aim of this review was to present the importance of pollinating insects in the agroecosystems sustainability. For this, 50 documents related to the matter were consulted and unpublished images were included. As results, it was obtained that pollinating insects have a leading role in the preservation of biodiversity, in food and nutritional security, as well as in sustainable productive diversification. However, they are susceptible to abiotic factors such as climate change and the irresponsible action of the human being in those productive systems in which conventional management highly dependent on synthetic pesticides still prevails. In conclusion, this paper highlights the strategic importance of pollinating insects in the sustainability of productive agroecosystems and, consequently, in food and nutritional security; but with proper and responsible management.

Keywords: Agroecosystem, insects, pollinators, production, yield.

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

INTRODUCCIÓN

La polinización es la transferencia de polen desde los estambres hasta el estigma; lo cual hace posible la fecundación y, por ende, la producción de frutos y semillas. La polinización puede realizarse mediante agentes bióticos (animales) y abióticos (agua o viento); sin embargo, la mayoría de plantas con flores o angiospermas, dependen de los primeros, en especial de los insectos (Pantoja et al., 2014).

El crecimiento constante de la población humana, trae como consecuencia una mayor demanda de alimentos en cantidad y calidad; por ello, para alcanzar la seguridad alimentaria y nutricional, los agroecosistemas deben orientarse hacia la sostenibilidad. Tanto los polinizadores silvestres o nativos, así como los introducidos o manejados por el ser humano, ofrecen servicios ecosistémicos esenciales de polinización (Bayer Bee Care Center, 2018).

Se estima que, de los 115 cultivos de mayor importancia en el mundo, al menos 85 dependen de la polinización asistida por animales; lo cual también correspondería al 35% de los frutos y vegetales consumidos (Pantoja et al., 2014). Es decir, entre 5 – 8% de la producción mundial depende de la polinización animal, con un valor estimado entre los USD 235 – 577 mil millones. Solamente en los Estados Unidos de América, se estima un valor de USD 3 mil millones en frutas y vegetales producidos por año, gracias a la polinización asistida por las abejas (Pantoja et al., 2014; Bayer Bee Care Center, 2018; Ekesi et al., 2020).

Estos datos reflejan la importancia económica, social y ambiental de los insectos polinizadores, en especial de las abejas, como constituyentes esenciales de los agroecosistemas sostenibles (García et al, 2016). El presente trabajo es una revisión bibliográfica sobre la importancia de los insectos polinizadores en el agroecosistema, la cual, considerando el escenario post COVID-19, es pertinente, considerando además aspectos de seguridad alimentaria y nutricional que pueden ser potenciados con servicios naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se consultaron 50 documentos técnicos, científicos y periodísticos, publicados en su mayoría durante los últimos 10 años. El criterio para la selección de estos se basó en su afinidad con la temática de polinización, sostenibilidad y agroecosistemas. El documento incluye fotografías inéditas que ilustran la actividad relevante de los insectos polinizadores en campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Importancia de los insectos polinizadores en la preservación de la biodiversidad

La polinización es un proceso coevolutivo de varios millones de años, entre plantas con flores y polinizadores; siendo uno de los mecanismos principales para preservar y promover la biodiversidad general en muchos hábitats (incluidos los agroecosistemas), así como la vida en la Tierra (Escobés y Vignolo, 2018). Se estima que, los polinizadores ayudan en la reproducción del 87.5% de las plantas silvestres con flores en el planeta (cerca de 308 mil especies); mientras que alrededor del 40% de la producción agrícola mundial proviene de cultivos que dependen de la labor de los insectos (Kaur y Kaleka, 2021; Slow Food, 2021).

Citando al Biólogo Edward O. Wilson: "Si toda la humanidad desapareciera, el mundo se regeneraría de nuevo al rico estado de equilibrio que existía hace diez mil años. Si los insectos desaparecieran, el medio ambiente colapsaría en el caos" (Slow Food, 2021). Esta frase deja de manifiesto los impactos que las diversas actividades humanas pueden ocasionar en el ambiente natural. Por ello, es importante también conocer cómo se comportan los polinizadores en ambientes urbanos.

En relación con lo anterior, Baldock et al. (2015), desarrollaron un estudio comparativo de insectos polinizadores en áreas urbanas, fincas y reservas naturales; si bien no encontraron diferencias significativas entre dichos ambientes, respecto a la abundancia de visitadores de flores y la riqueza de especies, la riqueza de especies de abejas fue mayor en áreas urbanas que en fincas. Adicionalmente, los autores también encontraron un mayor nivel de interacciones específicas plantas-polinizadores en fincas y reservas naturales, afirmando que las áreas urbanas están creciendo. Por lo anterior, reconocer el valor de los polinizadores debe ser parte de toda estrategia nacional para la conservación y restauración de los ecosistemas.

Importancia de los insectos polinizadores en la seguridad alimentaria y nutricional

La polinización entomófila es fundamental para la producción de alimentos, siendo así un servicio ecosistémico clave (Miñarro et al., 2018). Las poblaciones naturales de varios insectos polinizadores están disminuyendo día a día, como consecuencia de la actividad humana irresponsable; lo que ha generado preocupación en materia de seguridad alimentaria, porque unas tres cuartas partes de los cultivos producidos en el mundo, dependen en cierta medida de la polinización por insectos y un tercio de la producción global total dependen completamente de estos organismos (Akhter et al., 2016; Ritchie, 2021). En la tabla 1, se ilustran ejemplos de cultivos y el efecto de los polinizadores en el rendimiento de los mismos.

Tabla 1.

Cultivos y su dependencia de insectos polinizadores. Adaptado de Ritchie (2021).

Dependencia	Cultivos
No depende: Los polinizadores no afectan el rendimiento	Cereales: trigo, maíz, arroz, sorgo, cebada, centeno, mijo, avena. Raíces y tubérculos: yuca, papa, camote, zanahoria. Leguminosas: lenteja, habichuela, garbanzo. Frutas y vegetales: banana, piña, uva, lechuga, pimienta. Cultivos azucareros: caña y remolacha. También se incluyen: nueces de areca, espárrago, repollo, semilla de ricino, coliflor, raíces de achicoria, dátiles, ajo, avellanas, semillas de jojoba, puerro, aceitunas, cebolla, pistacho, quinua, espinaca, malanga, triticale, nuez.
Poca: 0-10% de reducción del rendimiento sin polinizadores	Frutas y vegetales: cítricos, tomate, papaya. Cultivos de aceite: palma, amapola, linaza, cártamo. Leguminosas: frijoles, porotos, guandú, maní. También se incluyen: frijoles bambara, chiles, caquis, judías verdes.
Moderada: 10-40% de reducción del rendimiento sin polinizadores	Cultivos de aceite: semilla de girasol, sésamo, mostaza, colza, soya Frutas: fresas, higos, grosellas, uchuva, berenjena. Coco, ocra, granos de café. También se incluyen: habas, nueces de karité, semillas de algodón.
Alta: 40-90% de reducción del rendimiento sin polinizadores	Frutas: manzana, albaricoque, arándano, cereza, mango, durazno, ciruela, pera, zarzas, aguacate. Nueces: almendras, marañón, nueces de cola. También se incluyen: pepino, alforfón, nuez moscada, anís, hinojo, cilantro.
Esencial: más del 90% de reducción del rendimiento sin polinizadores	Frutas: kiwi, melón, calabaza, sandía. Granos de cacao. Nueces de Brasil. También se incluyen: vainilla, membrillo.

En relación con lo presentado en la tabla 1, los autores del presente estudio, han observado en ambientes con vegetación silvestre, cultivos (Figura 1) y en ambientes urbanos (Figura 2), la presencia de insectos frecuentando flores, en especial el Orden Hymenoptera; siendo lo más común Apis mellifera L. (Apidae) y el género Bombus (Apidae). Por su parte, Ostiguy (2011), refirió que, hay más de 200,000 especies de animales polinizadores y la gran mayoría son insectos, los cuales incluyen escarabajos, moscas, hormigas, polillas, mariposas, abejorros, abejas melíferas, abejas solitarias y avispas. La autora precisó además que, las mariposas y polillas (Lepidoptera), son polinizadores importantes en ecosistemas silvestres, parques y patios. Las mariposas y las polillas tienen nichos diferentes; las mariposas están activas durante el día, mientras que las polillas están activas por la tarde y por la noche.

Debido a que las larvas y adultos de Lepidoptera no consumen los mismos alimentos, es necesario que el ecosistema contenga néctar y plantas hospedantes; para que los Lepidoptera adultos puedan colocar huevos en plantas apropiadas para que al emerger las larvas se alimenten; porque, sin dichos hospedantes, los Lepidoptera adultos pueden no estar presentes aún con oferta de néctar y algunas relaciones de polinización son específicas (Ostiguy, 2011).

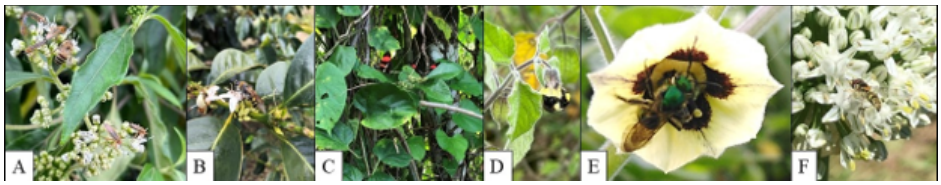

Figura 1.
Insectos en flores de vegetación silvestre y cultivos: A) A. mellifera y Stenomacra marginella; B) Tiphia sp. en Coffea arabica; C) Heliconius erato; D) Bombus sp. en Physalis peruviana; E) Halictidae en P. peruviana; F) Allograpta sp. en flores de Allium cepa.

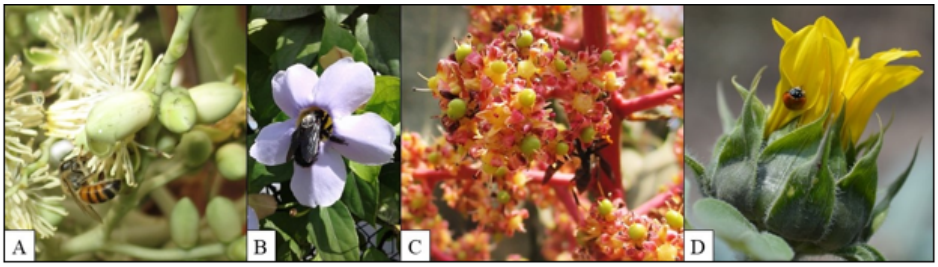

Figura 2.
Insectos visitando flores en ambientes urbanos: A) A. mellifera en Phoenix roebelenii; B) Bombus sp. en Thunbergia grandiflora; C) Polystes sp. en Mangifera indica; D) Cycloneda sanguínea en Helianthus annuus.

Además de lo mencionado previamente, los cultivos polinizados por animales contienen la mayoría de los lípidos dietéticos disponibles, vitamina A, C y E; los cuales son fundamentales para el desarrollo físico e intelectual de los niños, mujeres gestantes, personas con enfermedades endémicas e individuos inmunocomprometidos (por desnutrición o condiciones preexistentes) (Ekesi et al., 2020). También, al generarse oportunidades de empleo local con equidad y consciencia, se contribuye con el empoderamiento e inclusión social (Figura 3), que son fortalezas importantes para poder alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), según lo propuesto por Naciones Unidas (2022).

Además de apoyar la producción de cultivos y la salud humana a través de una dieta diversificada, los insectos polinizadores también son una fuente de varios productos comerciales (miel, cera, veneno, jalea real y resinas); que son importantes para la industria cosmética, farmacológica, preservantes, medicina alternativa y son parte de la identidad cultural de varias naciones (Ekesi et al, 2020; Pashte et al., 2020; Chirsanova et al., 2021).

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Figura 3.
Rubros estratégicos como oportunidad de inclusión social: A) Mujeres secando granos de café al sol; B) Trabajador manual con cortadora de granos de cacao.

Manejo de polinizadores en el agroecosistema

La contribución de los insectos polinizadores en el rendimiento y calidad de los cultivos varía de acuerdo con la intensificación agrícola, por lo que la implementación de mejores prácticas agrícolas puede promover el crecimiento y estabilidad de las poblaciones de estos y otros organismos benéficos en el agroecosistema (Dar et al., 2017). Bartomeus et al. (2014), encontraron que, el rendimiento promedio puede mejorar entre un 18 y un 71 %, según el cultivo; la calidad también puede mejorar, al aumentar el contenido de aceite en semillas oleaginosas, disminuir el porcentaje de granos vacíos y mejorar la calidad comercial. También señalaron que, los paisajes complejos tenían una mayor riqueza general de especies de polinizadores silvestres, pero las tasas de visitas solo eran más altas en los paisajes complejos para algunos cultivos; siendo esto último el factor que mejoró los rendimientos. Si bien los autores mencionaron a *Apis mellifera* como el polinizador más abundante y que podría compensar parcialmente la pérdida de polinizadores silvestres en algunas áreas, se necesitan acciones a escala de paisaje que contribuyan a mejorar las poblaciones de polinizadores silvestres.

Esto último guarda relación con lo investigado en Chile por Rodríguez et al. (2021), quienes afirmaron que, las abejas nativas y las abejas melíferas difieren en el uso de su hábitat y recursos florales; lo cual puede mejorar la coexistencia entre ambos grupos de polinizadores, siempre y cuando la gestión de los agroecosistemas mediterráneos se centre en aumentar el cierre del dosel forestal en los restos de hábitats seminaturales, manteniendo la diversidad de flores cerca de cultivos y tierras altas.

Además de los servicios ecosistémicos brindados por los insectos polinizadores, es meritorio complementar los mismos con otras buenas prácticas, como el manejo apropiado de fertilizantes (Martínez-Rodríguez et al., 2017). Chen et al. (2021), evaluaron el efecto de insectos polinizadores, materia orgánica y fertilizantes en el cultivo de frambuesa, encontrando que, los polinizadores por sí solos contribuyen a incrementar el peso de la fruta en un 11% y el rendimiento promedio hasta un 33%; mientras que el contenido de materia orgánica del suelo mejora la tasa de visitas de los polinizadores, traduciéndose en un incremento del peso de la fruta en un 20.5%, pero no contribuye significativamente con el número de frutos ni con el rendimiento.

Otro aspecto importante en lo referido al manejo de insectos polinizadores, es la oferta floral (Sáez et al., 2014). Peter et al. (2021), determinaron que, los campos con flores silvestres sembradas son una alternativa para mitigar el predominio de *Jacobaea vulgaris* Gaertn. (Asteraceae), conocida como hierba de Santiago, en las redes de plantas y polinizadores; dado que las mezclas de flores silvestres se adaptan a los requisitos específicos de las especies visitantes de las flores. Sin embargo, a futuro se debe investigar si los campos de flores silvestres mitigan en última instancia las consecuencias negativas asociadas con las ocurrencias locales masivas de *J. vulgaris* (riegos para la salud de humanos y del ganado), sin socavar los objetivos de conservación en extensos pastizales.

Otro aspecto importante en el manejo del agroecosistema, son las cercas vivas que colindan con áreas cultivadas (Cepeda-Valencia et al., 2014). Se ha observado con especial interés, que estas plantas, como el ciprés y el romero, pueden servir como refugio de entomofauna benéfica representada por depredadores, parasitoides y polinizadores (Figura 4); con lo cual se pueden enriquecer las interacciones tróficas, en las cuales las abejas también pudiesen servir como presa de depredadores generalistas (Collantes y Jerkovic, 2020a, b; Collantes et al., 2022).

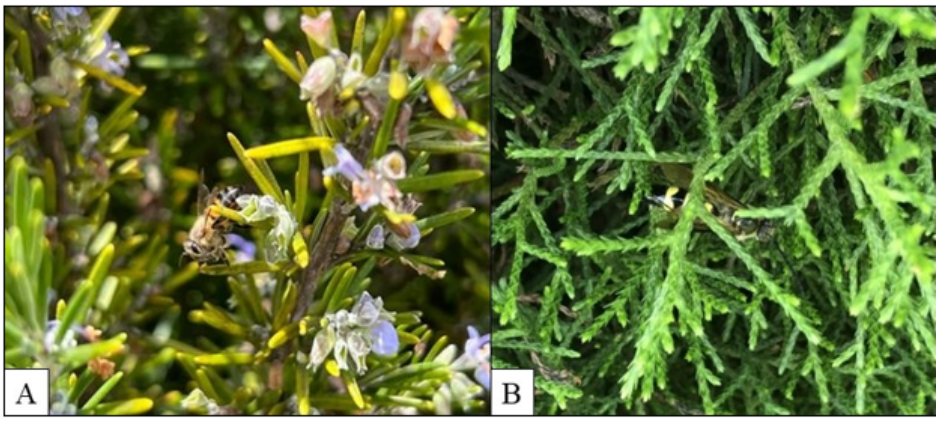

Figura 4.
Entomofauna benéfica en cercas vivas de Cerro Punta, Chiriquí, Panamá: A) A. mellifera en Salvia rosmarinus; B) Tiphia sp. en Cupressus lusitanica.

Cambio climático y los insectos polinizadores

En respuesta al cambio climático, la distribución geográfica y la fenología de los insectos polinizadores cambian, sus interacciones con las plantas y otros taxa se alteran y, en algunos casos, los servicios de polinización se reducen (Maglianesi, 2016). Algunas especies de plantas que dependen de insectos polinizadores podrían enfrentar la extinción, poniendo en riesgo la salud humana y la producción de alimentos (Hernández y López, 2016). La reacción de las plantas al calentamiento global, las precipitaciones irregulares y otras condiciones ambientales pueden influir en la floración, así como en cambios de la oferta de recursos florales, la distribución, la calidad de las visitas, el rendimiento reproductivo de los polinizadores y la aparición de plagas; derivando ello en respuestas de los polinizadores, como: cambios en el forrajeo, tamaño corporal, la vida útil, patrones de flujo de polen y eficiencia de la polinización (Sabbahi, 2022).

En relación con lo anterior, Di Trani et al. (2022), evaluaron las condiciones ambientales y el forrajeo de abejas en el cultivo de la sandía en Panamá, encontrando que, cada grupo de abejas concentra sus actividades en condiciones favorables, dependiendo de su biología, estableciendo además patrones diarios de alimentación.

Por su parte, Shrestha et al. (2018), evaluaron la influencia potencial de la variación de la temperatura floral en el comportamiento de los insectos polinizadores, encontrando que algunas especies vegetales pueden regular una temperatura apropiada para la visita de abejas, por ejemplo; mientras que otras especies carecen de dicha capacidad, siendo menos atractivas en un evento climático extremo. Los autores también precisaron que, estos cambios en las dinámicas entre flores y polinizadores, puede variar en función de cada localidad.

Persistencia del manejo convencional en algunos sistemas productivos

La agricultura intensiva amenaza la polinización y la diversidad de insectos polinizadores, porque el uso de insecticidas puede tener efectos negativos sobre la abundancia de especies al combinar la toxicidad y el nivel de exposición; además, el uso de herbicidas compromete la oferta floral de plantas silvestres, la cual puede ser aprovechada por polinizadores introducidos y nativos (UN Environment, 2016; Woodcock et al., 2017).

Woodcock et al. (2017), encontraron una correlación negativa, entre la reproducción de *Bombus terrestris y Osmia bicornis*, frente a residuos de insecticidas neonicotinoides; lo cual reflejó que, estos ingredientes activos (i. a.), limitan la capacidad de las abejas para establecer nuevas poblaciones, luego de la exposición. Con este precedente, el uso de i. a., como fipronil fue restringida en parte de la Unión Europea (UE) en el año; medida que fue ampliada en 2017, cuando la UE prohibió todos los usos del fipronil y en 2018 prohibió totalmente el uso de los neonicotinoides imidacloprid, tiametoxam y clotianidina, en cultivos extensivos al aire libre, permitiendo su uso en casas de vegetación permanentes (AEET, 2019).

Pese a estas iniciativas, otros herbicidas genéricos como el glifosato aún siguen usándose ampliamente en la UE y otras partes del mundo, aún con pruebas recientes que demuestran que este i. a., altera la microbiota intestinal de las abejas, reduciendo su protección frente a patógenos oportunistas como Serratia marcescens (Motta et al. 2018). Por otro lado, el uso de fungicidas inhibidores de biosíntesis de ergosterol (IBE), pueden reducir la capacidad de desintoxicación de las abejas; con lo cual se genera un efecto sinérgico entre dicho fungicida e insecticidas neonicotinoides (clothianidin), incrementando el riesgo de muerte de las abejas (Sgolastra et al. 2017).

Adicionalmente, AEET (2019), refiere diversos trabajos en los cuales remarcan la importancia de la interacción con los patógenos, ya que algunos insecticidas pueden ocasionar un efecto inmunosupresor en abejas; haciéndolas más susceptibles a la infección de patógenos como los hongos del género Nosema y pudiendo promover, además, la expansión del ácaro Varroa destructor entre los apiarios.

Otro problema derivado del uso irresponsable de plaguicidas es la contaminación de la miel de abeja y otros productos de la colmena. En este sentido, Bergero et al. (2021), realizaron un estudio para detectar contaminación por agroquímicos en la miel y las colmenas; encontrando el glifosato como el más frecuente, además de otros cuatro ingredientes activos. Esto reafirma lo señalado por Motta et al. (2018), sobre los riesgos que implican para la salud de las abejas, las personas y el agroecosistema la aplicación de este plaguicida.

En el año 2020, el apiario de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, ubicado en Chiriquí, sufrió la pérdida de 100 colmenas, traducido en la muerte de 60 a 80 mil abejas por colmena; como consecuencia de la aplicación irresponsable de plaguicidas en zonas de cultivo aledañas (Guevara, 2022). Este hecho derivó en una pérdida superior a los USD 200 mil (Testa, 2020).

La predominancia del manejo convencional es común en diversos sistemas productivos, tanto de hortalizas (Herrera et al., 2021), como de frutales de importancia estratégica para el consumo local y para la agroexportación (Collantes et al., 2015). En síntesis, la agricultura convencional es considerada una de las principales causas de la simplificación del entorno (monocultivos), causando impactos negativos en el ambiente y, por ende, comprometiendo el desarrollo de muchas especies benéficas (Hernández-Aranda et al., 2022).

Insectos polinizadores y la diversificación productiva sostenible

En la medida en que se incorpora biota funcional en el agroecosistema, esto enriquece las interacciones tróficas del mismo, creando sinergias y contribuyendo con la resiliencia del mismo; sin embargo, para lograr que estas inclusiones sean eficaces, debe contarse con un conocimiento apropiado del agroecosistema a intervenir (Rosset y Altieri, 2018).

Si bien hay esfuerzos notables en incrementar la utilización de insectos polinizadores, no va en paralelo con la diversificación de cultivos en los mismos sistemas productivos; lo cual guarda relación con el hecho de que, en zonas donde predominan los monocultivos de importancia agroindustrial, se comprometen varios servicios naturales (Aizen et al., 2019).

Un rubro que ha ganado auge es la producción y comercialización de orquídeas silvestres, como alternativa de aprovechamiento sostenible (Tejada-Sartorius et al., 2017). Al respecto, Singer (2009), citó los trabajos de Charles Darwin, refiriéndose a la morfología floral y la polinización de las orquídeas; en los cuales el célebre naturista sugirió que las flores de orquídeas deben ser polinizadas por abejorros, debido a que estos insectos parecen ser morfológicamente muy apropiados por su tamaño y fuerza. Esto también ha podido ser observado por los autores en campo (Figura 5), por lo que, una alternativa interesante para el aprovechamiento óptimo de los polinizadores en el agroecosistema, es incorporar especies ornamentales de alto valor económico. Sin embargo, como consecuencia de dicho auge, hay una fuerte presión de extracción, debido a la demanda del comercio nacional e internacional, poniendo en peligro a muchas especies de orquídeas y prácticamente todas han sido incluidas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre); razón por la que es importante conocer las especies que se van a multiplicar y procurar que se obtengan de manera legal (MINAM, 2015).

Figura 5.
Euglossini. Visitando flores de orquídea silvestre en Chicá, Panamá Oeste.

Un aspecto importante a considerar antes de introducir especies polinizadoras foráneas, como *Bombus terrestris* (L., 1758), es el potencial riesgo de desplazamiento de las abejas nativas al competir por recursos, sumado a la posible transmisión de patógenos; los cuales representan los principales peligros para la apifauna nativa, en especial las especies solitarias con bajos tamaños poblacionales (Pérez, 2013). Por otro lado, en condiciones de mayor control como invernaderos (casas de vegetación), se ha encontrado que la utilización de *Bombus impatiens* Cresson, 1863 como polinizador en el cultivo de chile, incrementó en un 23.33% la cantidad de fruta exportable, mejoró la calidad del fruto e incremento el beneficio neto en un 53.62% (Pineda, 2014). Adicionalmente, en los lugares donde los polinizadores dominantes y generalizados son escasos, es posible que se necesiten casi todas o incluso todas las especies de polinizadores presentes en el agroecosistema; siendo las especies raras las que brindan contribuciones esenciales en la polinización (Cavigliasso et al., 2019). Todo esto redunda en contar con un manejo apropiado de la biota funcional (Rosset y Altieri, 2018).

CONCLUSIONES

El presente trabajo ha reafirmado la importancia estratégica de los insectos polinizadores en la sostenibilidad de los agroecosistemas productivos y, por consecuencia, en la seguridad alimentaria y nutricional. Sin embargo, se requiere sumar esfuerzos para crear mayor consciencia y comprensión sobre la materia, en especial en los ámbitos productivos en los cuales aún persiste el manejo convencional. Además, el uso o

incremento de polinizadores debe ir acompañado de una adecuada estrategia de implementación, que contemple también la mejora del paisaje y la oferta floral en cantidad y calidad. Es necesario seguir desarrollando estudios de biodiversidad de insectos nativos, relevantes en los ciclos tróficos y, por consecuencia, para la preservación de la vida en el planeta.

Agradecimientos

Al Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), por el apoyo brindado mediante el Proyecto de Investigación e Innovación Apícola en Panamá (PIIAP).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEET (Asociación Española de Ecología Terrestre). (2019). *Medidas para la conservación de la biodiversidad de los polinizadores silvestres en la Península Ibérica*. https://www.mcng.cat/uploads/polinizadores-aeet.pdf

Aizen, M., Aguiar, S., Biesmeijer, J., Garibaldi, L., Inouye, D., Jung, C., Martins, D., Medel, R., Morales, C., Ngo, H., Pauw, A., Paxton, R., Sáez, A., y Seymour, C. (2019). Global agricultural productivity is threatened by increasing pollinator dependence without a parallel increase in crop diversification. *Global Change Biology, 25*, 3516-3527. https://doi.org/10.1111/gcb.14736

Akhter, F., Khanday, A. L., y Ahmad, S. T. (2016). Pollination potential: A comparative study of various hymenopteran insects pollinating some economically important crops in Kashmir. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences, 3*(9), 50-59. http://dx.doi.org/10.22192/ijarbs.2016.03.09.007

Baldock, K., Goddard, M., Hicks, D., Kunin, W., Mitschunas, N., Osgathorpe, L., Potts, S., Robertson, K., Scott, A., Stone, G., Vaughan, I., y Memmott, J. (2015). Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 282*(1803), 20142849. http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.2849

Bartomeus, I., Potts, S., Steffan-Dewenter, I., Vaissière, B., Woyciechowski, M., Krewenka, K., Tscheulin, T., Roberts, S., Szentgyörgyi, H., Westphal, C., y Bommarco, R. (2014). Contribution of insect pollinators to crop yield and quality varies with agricultural intensification. *PeerJ, 2*, e328. http://dx.doi.org/10.7717/peerj.328

Bayer Bee Care Center. (2018). *La Importancia de los insectos polinizadores en la agricultura.* Beeinformed No. 7. Alemania. https://www.bayer.com/sites/default/files/BEEINFOrmed_No7_-_La_Importancia_de_los_insectos_polinizadores_en_la_agriculturajsliiguy.pdf

Bergero, M., Bosco, L., Giacomelli, A., Angelozzi, G., Perugini, M., y Merola, C. (2021). Agrochemical Contamination of Honey and Bee Bread Collected in the Piedmont Region, Italy. *Environments, 8*, 62. https://doi.org/10.3390/environments8070062

Cavigliasso, P., Basualdo, M., Bello, F., Monzon, N. O., Challiol, C., Lare, M. V., Rivadeneira, M. F., y Gennari, G. P. (2019). Polinización de arándano con *Bombus atratus* y *Apis mellifera*. INTA, Secretaría de Agroindustria, Argentina. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_polinizacion_de_arandano_con_bombus_atratus_vs_apis_mellifera._boletin_cavigliasso.pdf

Cepeda-Valencia, J., Gómez P., D., y Nicholls, C. (2014). La estructura importa: abejas visitantes del café y estructura agroecológica principal (EAP) en cafetales. *Revista Colombiana de Entomología, 40*(2), 241-250. http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v40n2/v40n2a18.pdf

Chen, K., Fijen, T., Kleijn, D., y Scheper, J. (2021). Insect pollination and soil organic matter improve raspberry production independently of the effects of fertilizers. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 309*, 107270. https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107270

Chirsanova, A., Capcanari, T., Boistean, A., y Khanchel, I. (2021). Bee honey: History, characteristics, properties, benefits and adulteration in the beekeeping sector. *Journal of Social Sciences, 4*(3), 98-114. http://dx.doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4(3).11

Collantes, R., y Jerkovic, M. (2020a). Organismos plaga y benéficos asociados a cítricos de traspatio en Tierras Altas, Chiriquí, Panamá. *Aporte Santiaguino, 13*(1), 48-58. https://doi.org/10.32911/as.2020.v13.n1.680

Collantes, R., y Jerkovic, M. (2020b). Comunidad de arañas asociadas al romero en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. *Aporte Santiaguino, 13*(2), 139-146. https://doi.org/10.32911/as.2020.v13.n2.689

Collantes, R., Pittí, J., Santos-Murgas, A., Caballero, M., y Jerkovic, M. (2022). *Oligonychus ununguis* (Acari: Tetranychidae): plaga del ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) en Tierras Altas, Chiriquí, Panamá. *Revista Investigaciones Agropecuarias, 4*(2), 21-30. https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias/article/view/2924

Collantes, R., y Rodríguez, A. (2015). Sustentabilidad de agroecosistemas de palto (*Persea americana* Mill.) y mandarina (*Citrus* spp.) en Cañete, Lima – Perú. *Tecnología & Desarrollo, 13*(1), 27-34. https://www.researchgate.net/publication/304580657_Sustentabilidad_de_agroecosistemas_de_palto_Persea_americana_Mill_y_mandarina_Citrus_spp_en_Canete_Lima_-_Peru

Collantes, R., Rodríguez, A., y Canto, M. (2015). Caracterización de fincas productoras de palto (*Persea americana* Mill.) y mandarina (*Citrus* spp.) en Cañete, Lima, Perú. *Aporte Santiaguino, 8*(1), 33-44. https://doi.org/10.32911/as.2015.v8.n1.241

Dar, S. A., Lone, G. M., Parey, S. H., Hassan, Gh. I., y Rather, B. A. (2017). Insect pollinators and their conservation. *Journal of Entomology and Zoology Studies, 5*(3), 1121-1131. https://www.researchgate.net/publication/344058754_Insect_pollinators_and_their_conservation

Di Trani, J. C., Meléndez, V., Añino, Y., y Barba, A. (2022). Environmental conditions and bee foraging on watermelon crops in Panama. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, 10*(4), 2234. https://doi.org/10.31893/jabb.22034

Ekesi, S., Lattorff, M., y Dubois, T. (2020). *Research Finds Protecting Pollinators is Critical For Food Security in Africa*. Agrilinks. https://www.agrilinks.org/post/research-finds-protecting-pollinators-critical-food-security-africa

Escobés, R., y Vignolo, C. (2018). *Guía de los polinizadores más comunes de las zonas verdes de Madrid*. Editorial CSIC, España. https://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/didactica/guia_polinizadores_madrid_09_10_18.pdf

García García, M., Ríos Osorio, L. A., y Álvarez del Castillo, J. (2016). La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura. *Idesia (Arica), 34*(3), 53-68. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016000300008

Guevara, C. (2022). *Universidad de Panamá, sede en Chiriquí, reactivó producción apícola tras la muerte de más de 6 millones de abejas en el 2020*. Semanario La Universidad. https://launiversidad.up.ac.pa/node/2657

Hernández, E. T., y López Morales, C. A. (2016). La desaparición de abejas en el mundo: polinización, ecología, economía y política. *Ciencias, 118-119*, 102-105. https://www.revistacienciasunam.com/es/201-revistas/revista-ciencias-118-119/1984-la-desaparici%C3%B3n-de-abejas-en-el-mundo-polinizaci%C3%B3n,-ecolog%C3%ADa,-econom%C3%ADa-y-pol%C3%ADtica.html

Hernández-Aranda, V., Jarquin-Gálvez, R., Lara-Ávila, P., y Aguilar-Benítez, G. (2022). Bioprospección de insectos benéficos en sistemas de producción agroecológicos y orgánicos en San Luis Potosí. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 13*(3), 511-525. https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.2896

Herrera, R., Collantes, R., Caballero, M., y Pittí, J. (2021). Caracterización de fincas hortícolas en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. *Revista de Investigaciones Altoandinas, 23*(4), 200-209. https://doi.org/10.18271/ria.2021.329

Kaur, N., y Kaleka, A. S. (2021). Diversity, Importance and Decline of Pollinating Insects in Present Era. En (Ed.), *Global Decline of Insects*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.100316

Martínez-Rodríguez, M. R., Viguera, B., Donatti, C. I., Harvey, C. A., y Alpizar, F. (2017). *La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura*. Módulo 3. Proyecto CASCADA. Conservación Internacional (CI). Centro Agronómico de Investigación y enseñanza (CATIE). División de Investigación y Desarrollo. Turrialba, Costa Rica. https://namacafe.org/sites/default/files/content/proyecto_cascada_modulo_3_servicios_ecosistemicos_en_la_agricultura.pdf

MINAM (Ministerio de Ambiente, Perú). (2015). *Guía de identificación de orquídeas con mayor demanda comercial*. Primera edición, Editora Image Print Peru EIRL. Jr. Azángaro 644 – Lima 01. 99 p. https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2019/10/GU%C3%8DA-DE-IDENTIFICACI%C3%93N-DE-ORQUIDEAS-CON-MAYOR-DEMANDA-COMERCIAL.pdf

Miñarro, M., García, D., y 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

Motta, E., Raymann, K., Moran, N. (2018). Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees. *PNAS, 115*(41), 10305-10310. https://doi.org/10.1073/pnas.1803880115

Naciones Unidas. (2022). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/#

Ostiguy, N. (2011). Pests and Pollinators. *Nature Education Knowledge 3*(10), 3. https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/pests-and-pollinators-23564436/

Pantoja, A., Smith-Pardo, A., García, A., Sáenz, A., y Rojas, F. (2014). *Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe*. Primera Edición. FAO, Santiago, Chile. https://www.fao.org/3/i3547s/i3547s.pdf

Pashte, V. V., Pashte, S. V., y Said, P. P. (2020). Nutraceutical properties of natural honey to fight health issues: A comprehensive review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9*(5), 234-242. http://dx.doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i5d.12220

Pérez, V. (2013). Introducción de *Bombus* (Bombus) *terrestris* (linnaeus, 1758)) (Hymenoptera: Apidae) en la región de Magallanes: Potencial riesgo para las abejas nativas. *Anales Instituto Patagonia, 41*(1), 147-152. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2013000100015

Peter, F., Hoffmann, U., Donath, T., y Diekötter, T. (2021). Sown wildflower fields are an efficient measure to reduce visitation rates of honeybees and other pollinating insects on *Jacobaea vulgaris*. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 307*, 107231. https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107231

Pineda, W. (2014). Uso de abejorros (*Bombus impatiens*, Hymenoptera) como agentes polinizadores bajo condiciones protegidas, en el cultivo de chile pimiento. [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Guatemala]. http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/17/Pineda-Wilson.pdf

Ritchie, H. (2021). *How essential are pollinators for global food security?* World Economic Forum. https://www.weforum.org/agenda/2021/08/how-essential-are-pollinators-for-global-food-

security#:~:text=The%20populations%20of%20many%20pollinator,production%20totally%20depends%20on%20them.

Rodríguez, S., Pérez-Giraldo, L., Vergara, P., Carvajal, M., y Alaniz, A. (2021). Native bees in Mediterranean semi-arid agroecosystems: Unravelling the effects of biophysical habitat, floral resource, and honeybees. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 307*, 107188. https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107188

Rosset, P., y Altieri, M. (2018). *Agroecología: Ciencia y Política.* Primera Edición en español, SOCLA, Ecuador. https://www.researchgate.net/publication/329591874_AGROECOLOGIA_ciencia_y_politica

Saéz, A., Sabatino, M., y Aizen, M. (2014). La diversidad floral del borde afecta la riqueza y abundancia de visitantes florales nativos en cultivos de girasol. *Ecología Austral, 24*, 94-102. https://doi.org/10.25260/EA.14.24.1.0.41

Sabbahi, R. (2022). Effects of Climate Change on Insect Pollinators and Implications for Food Security — Evidence and Recommended Actions. En: Behnassi, M., Gupta, H., Barjees Baig, M., Noorka, I.R. (eds) *The Food Security, Biodiversity, and Climate Nexus*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-12586-7_8

Singer, R. (2009). Morfología floral y polinización de orquídeas: el segundo libro de Charles Darwin. *Acta Biológica Colombiana, 14*(1), 337-350. http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v14s1/v14n4a21.pdf

Sgolastra, F., Medrzycki, P., Bortolotti, L., Renzi, M. T., Tosi, S., Bogo, G., Teper, D., Porrini, C., Molowny-Horas, R., y Bosch, J. (2017). Synergistic mortality between a neonicotinoid insecticide and an ergosterol-biosynthesis-inhibiting fungicide in three bee species. *Pest Management Science,73*(6),1236-1243. https://doi.org/10.1002/ps.4449

Slow Food. (2021). *Pollinators and biodiversity: a fundamental duo for us and the planet*. https://www.slowfood.com/pollinators-and-biodiversity/

Shrestha, M., Garcia, J., Bukovac, Z., Dorin, A., y Dyer, A. (2018). Pollination in a new climate: Assessing the potential influence of flower temperature variation on insect pollinator behaviour. *PLoS ONE, 13*(8), e0200549. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200549

Tejada-Sartorius, O., Téllez-Velasco, M. A. A., y Trejo-Téllez, L. I. (2017). Características ornamentales de orquídeas silvestres y su propagación con fines comerciales. Alternativa de aprovechamiento sustentable *ex situ*. *Agroproductividad, 10*(6), 37-45. https://core.ac.uk/download/pdf/249320808.pdf

Testa, M. (2020). *UP interpone denuncia penal y administrativa por mortandad de abejas*. La Estrella de Panamá. https://www.laestrella.com.pa/nacional/200202/up-interpone-denuncia-penal-administrativa-mortandad-abejas

UN Environment (United Nations Environment Programme). (2016). *Pollinators and Pesticides Keeping our bees safe*. https://saicmknowledge.org/sites/default/files/publications/Pollinators_and_Pesticides.pdf

Woodcock, B., Bullock, J., Shore, R., Heard, M., Pereira, M., Redhead, J., Ridding, L., Dean, H., Sleep, D., Henrys, P., Peyton, J., Hulmes, S., Hulmes, L., Sárospataki, M., Saure, C., Edwards, M., Genersch, E., Knäbe, S., y Pywell, R. (2017). Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees. *Science, 356*(6345),1393-1395. https://doi.org/10.1126/science.aaa1190

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

AmeliCA

Disponible en:
https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/343/3433519002/3433519002.pdf

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

Rubén D. Collantes G., Ruth Del Cid A., Alonso Santos-Murgas, Randy Atencio V.

IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS POLINIZADORES EN LA SOSTENIBILIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS

IMPORTANCE OF POLLINATING INSECTS IN THE SUSTAINABILITY OF PRODUCTIVE AGROECOSYSTEMS

Revista Científica Semilla del Este
vol. 3, núm. 2, p. 8 - 26, 2023
Universidad de Panamá, Panamá
semillasdeleste@up.pa.ac

ISSN-E: 2710-7469