



DUGESIANA

Revista de Entomología



Volumen 31 número 2

ISSN 2007-9133



Dugesiana, Año 31, No. 2, (julio-diciembre, segundo semestre 2024), es una publicación semestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través del Centro de Estudios en Zoología, por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ramón Padilla Sánchez # 2100, Nextipac, Zapopan, Jalisco, Tel. 3337771150 ext. 33218, <http://dugesiana.cucba.udg.mx/index.php/DUG>, glenusmx@gmail.com. Editor responsable: José Luis Navarrete-Heredia. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2009-062310115100-203, ISSN: 2007-9133, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: José Luis Navarrete-Heredia, Editor y Ana Laura González-Hernández, Asistente Editorial. Fecha de la última modificación 1 de julio 2024.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Guadalajara.

La crisis de la diversidad de insectos en México

The insect diversity crisis in Mexico

Juan Márquez^{1*}, Julieta Asiain¹ y María Razo-González²

¹Laboratorio de Sistemática Animal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. ²Colección Nacional de Insectos, Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, 04510, Ciudad de México. E-mails: marquezorum@gmail.com*, asiainae@gmail.com, maria_razo@hotmail.com. ORCID: 0000-0001-5423-3545, 0000-0002-7958-4779, 0000-0002-5088-9472

RESUMEN

En este escrito se aborda el problema de la pérdida de la diversidad de insectos en el mundo y en México, con la finalidad de hacerlo evidente y conocer las consecuencias que pueden derivarse de esta situación, así como las causas principales que la provocan, con ejemplos concretos basados en experiencias personales. Finalmente, se aportan algunas sugerencias que podrían ayudar a reducir esta problemática, varias de ellas se derivan de las referencias consultadas y otras más se proponen por primera vez.

Palabras clave: conservación, especies, extinción, hexápodos.

ABSTRACT

This paper addresses the problem of the loss of insect diversity in the world and Mexico, to make it evident and know the consequences that may arise from this situation, as well as the main causes that cause it, with specific examples based on personal experiences. Finally, some suggestions are provided that could help reduce this problem, several of them are derived from the references consulted and others are proposed for the first time.

Keywords: conservation, species, extinction, hexapods.

Los insectos integran el grupo de seres vivos con la mayor diversidad conocida, ya que superan el millón de especies (Janicki et al. 2022, Zhang 2011). No hay ningún otro grupo biológico que se compare con dicha riqueza, ni con lo importante que son en la existencia de la vida en nuestro planeta (van der Sluijs 2020).

A lo largo de la historia de la humanidad, los insectos han sido un tanto repulsivos o desagradables, ya que su conocimiento e interacción con las personas se limita a aquellas especies asociadas a las actividades humanas, como las moscas domésticas, las cucarachas o los mosquitos (Salazar-Buenaño y Donoso 2019). Pero estos insectos, aunque muy abundantes en algunos lugares, son una minoría de la gran diversidad que ellos poseen. En cambio, la mayoría de los insectos son benéficos para el ser humano y la naturaleza (Angulo 2023, Salazar-Buenaño y Donoso 2019, Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019). Es por eso que hay preocupación en la comunidad científica por la pérdida de la diversidad de insectos en el mundo.

El objetivo de este trabajo es abordar de manera muy general la importancia de los insectos para el ser humano y para la naturaleza, con la finalidad de tener una idea más clara y completa sobre su relevancia en este mundo, lo que a su vez puede mejorar la percepción que se tiene sobre el problema de la pérdida de la diversidad de insectos, tanto a nivel nacional, como internacional, con algunos ejemplos basados en experiencias personales. Finalmente, se comen-

tarán algunas de las causas de esta pérdida de diversidad de insectos y las posibles alternativas que podrían seguirse para mitigar dicho problema.

DIVERSIDAD DE INSECTOS

La gran cantidad de especies conocidas de insectos tiene varias implicaciones que pueden afectar su conservación. La primera de ellas es que aún en la actualidad y después de más de 20 siglos contados a partir del cristianismo, se siguen descubriendo y describiendo nuevas especies de insectos (van der Sluijs 2020), por lo que una de las preguntas más difíciles de resolver es ¿cuántas especies de insectos existen en el mundo? De acuerdo con Zhang (2011), existen 1,020,007 especies de insectos, que equivalen a casi el 66% de todos los grupos de animales. Sin embargo, algunos estudios pronostican la posible existencia de hasta 5.5 millones de especies (Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019, van der Sluijs 2020). Esto quiere decir que aún quedan muchísimas especies de insectos por descubrirse, lo que a su vez implica que nuestro conocimiento sobre ellos es bastante limitado.

La importancia de cualquier ser vivo puede valorarse a partir del conocimiento que se tenga sobre él, por ejemplo, conocer su ciclo de vida, sus interacciones ecológicas, su historia evolutiva, etc. (Simonetti y Simonetti-Grez 2022). La alta riqueza de especies de insectos, muchos de ellos aún como especies desconocidas o nuevas, parece ser una carrera contra el tiempo, en la que, por un lado, las necesi-

dades y actividades del ser humano causan la destrucción o modificación de las áreas naturales, y por otro se pueden estar extinguiendo algunas especies de insectos aún sin saber que existieron en este mundo (Simonetti y Simonetti-Grez 2022).

Aunado a lo anterior, la mayor diversidad de insectos, y de otros grupos biológicos, se encuentra en países megadiversos como México, muchos de los cuales son sociedades en vías de desarrollo, lo que implica que el grado de avance en las ciencias, incluida la Entomología, no es comparable con el que existe en países desarrollados, los cuales, sin embargo, no tienen bajo su resguardo una diversidad tan elevada (Llorente-Bousquets y Castro-Gerardino 2002, Márquez *et al.* 2022, Paknia *et al.* 2015). El factor de que muchos de los países con gran biodiversidad sean también los más pobres del mundo, representa una desventaja, pues en ellos el estudio y protección de las especies es mínimo o no existe. Si a lo anterior se le suma el hecho de que no se cuenta con suficientes profesionales en el estudio de los insectos (entomólogos) (Delgado y Navarrete-Heredia 2022), o que muchos de estos entomólogos no tienen oportunidades de desempeñarse profesionalmente, el conocimiento sobre ellos y su protección se ve disminuido.

IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS

Tal vez algunas personas se pregunten ¿para qué queremos conservar a los insectos? Las respuestas que pueden darse a esta pregunta generalmente van dirigidas a la importancia de los insectos (Angulo 2023, Janicki *et al.* 2022). Para las personas en general, el concepto de “la importancia” de algún insecto se relaciona directamente con el beneficio que éste le puede brindar. No es así para todas. Para algunas personas, sobre todo profesionales de la biología, la importancia de cualquier ser vivo está más allá del beneficio directo al ser humano, pues todos los seres vivos son importantes, porque conforman la naturaleza en un equilibrio ecológico único, impresionante y muy frágil (Simonetti y Simonetti-Grez 2022). En palabras de Córdoba-Aguilar y del Val de Gortari (2023, p. 17) “...los insectos nos importan, en primer lugar, por una mera condición de haber evolucionado y existido por largo tiempo en este planeta. Es decir, pertenecen a este mundo tanto como la humanidad misma”, y la humanidad depende de la existencia de los insectos a tal grado que, si éstos desaparecieran, la humanidad sobreviviría posiblemente solo algunos meses (Wilson 1985). Desde este punto de vista, tal vez se pueda hablar de la importancia relativa de cada especie en la naturaleza. Todas las especies son importantes, pero es posible que ciertos grupos biológicos tengan papeles más relevantes que otros para el funcionamiento de los ecosistemas.

Es probable que este sea el caso de los insectos. Son tantas especies, que interactúan de diversas formas entre ellas y con un gran número de otros grupos biológicos, pueden participar en todos los tipos de interacciones ecológicas documentadas en la literatura (Janicki *et al.* 2022). Los tipos de alimentos que ellos pueden consumir cubren todo el

espectro conocido (Márquez *et al.* 2017). Los lugares que habitan prácticamente son cualquiera en este mundo, excepto en los polos donde el hielo es permanente y en mar abierto, aunque prefieren los sitios cálido-húmedos, pues ellos no controlan su temperatura corporal (Triplehorn y Johnson 2005). Lo anterior da una idea de la enorme importancia de este grupo biológico en la naturaleza.

Desde otro punto de vista, tal vez se puedan separar a los insectos en aquellos benéficos para el ser humano y aquellos perjudiciales. Este enfoque, como se ha comentado, es más antropocéntrico. El hecho de que algunos insectos sean perjudiciales para el ser humano también los hace ser importantes, aunque sea en un aspecto negativo. Algunos ejemplos pueden ser los insectos que son plagas de cultivos de consumo humano; es decir, insectos de importancia agrícola, como ciertas especies de saltamontes, larvas de escarabajos o de mariposas (Janicki *et al.* 2022, León-Cortés *et al.* 2023). También destacan los insectos transmisores de enfermedades, como las moscas domésticas, las cucarachas, las chinches de la cama y sobre todo los mosquitos (Bello 2021). En el caso de los insectos plaga, vale la pena preguntarse ¿cuál es el papel que ha desempeñado el ser humano en el desarrollo de las plagas de insectos? Al transformar las áreas naturales en campos de cultivos y eliminar sus competidores y enemigos naturales (depredadores y parásitos), mediante la aplicación de productos químicos (insecticidas), se están favoreciendo las condiciones para que las poblaciones de algunas especies de insectos crezcan a tal grado que se conviertan en plaga. Para el resto de los casos en los que se consideran perjudiciales a los insectos, sería conveniente hacer una reflexión similar, aunque en el presente texto no es el objetivo abundar más en este tema.

Con relación a los insectos benéficos, pareciera que para las personas en general serían los únicos que desearían conservar. Sin embargo, no hay que olvidar que existen muchas más especies que son importantes en la naturaleza y que directa o indirectamente inciden en la vida del ser humano (Angulo 2023, Fischer 2023, Gómez-Morantes 2022, Janicki *et al.* 2022, Puig y Gómez-Prado 2021, Salazar-Buenaño y Donoso 2019). Los insectos polinizadores se encuentran entre los más conocidos y populares para las personas, incluyen varias especies de abejas (y no solo la abeja común de la miel), mariposas, así como otros insectos menos frecuentes en las flores, como algunos tipos de moscas y escarabajos (Gómez-Morantes 2022, Puig y Gómez-Prado 2021). Otro ejemplo relevante son los insectos comestibles, que en México incluyen una gran cantidad de especies. Esta actividad se conoce como entomofagia, o antropoentomofagia (Gómez y Gómez 2023), y se practica desde la época prehispánica. Sin embargo, un conjunto de problemas también causados por la sobreexplotación del hombre está poniendo en riesgo esta costumbre ancestral, como se ha documentado para la chinche del mezquite o xamuis del Valle del Mezquital en Hidalgo y otros insectos de varias partes del país (Gómez y Gómez 2023, Martínez-Muñoz y Márquez 2022).

Los insectos son sumamente importantes en las redes tróficas, ya que son alimento primordial de muchos organismos vertebrados e invertebrados; a la vez, hay una alta representación de especies depredadoras que contribuyen en el control de poblaciones, como las libélulas, que consumen gran cantidad de mosquitos perjudiciales para el hombre. También son relevantes en el flujo de energía de los ecosistemas, al integrar a su organismo nutrientes provenientes de distintos tipos de materia orgánica en descomposición, como excremento, carroña, madera, entre otros; además, participan en varios procesos de enriquecimiento de los suelos, como su aireación y la degradación de hojarasca que producen con sus desplazamientos por el suelo (Angulo 2023, Fischer 2023, Gómez-Morantes 2022, Janicki et al. 2022, Puig y Gómez-Prado 2021, Salazar-Buenaño y Donoso 2019).

De la misma forma que como se ha comentado sobre los insectos perjudiciales, no es el objetivo principal abundar en su importancia como organismos benéficos. Sin embargo, se espera que con esta breve información se haya logrado resaltar la importancia de la conservación de los insectos.

PÉRDIDA DE LA DIVERSIDAD DE INSECTOS

La comunidad científica, sobre todo el gremio que estudia insectos, ha notado una disminución drástica en la diversidad de insectos, que incluye tanto la extinción de especies (implica la desaparición completa de una especie de la faz de la tierra), como la cantidad de individuos por especie (disminución de sus poblaciones) (Gómez-Morantes 2022, Puig y Gómez-Prado 2021, Rhodes 2019, Salazar-Buenaño y Donoso 2019). Por ejemplo, Sánchez-Bayo y Wyckhuys (2019, p. 22) señalan que “Esta revisión destaca el terrible estado de la biodiversidad de insectos en el mundo, ya que casi la mitad de las especies están disminuyendo rápidamente y un tercio está en peligro de extinción”. Sin embargo, Cardoso y colaboradores (2019) no están convencidos de que los análisis realizados por Sánchez-Bayo y Wyckhuys (2019) hayan sido del todo adecuados para llegar a las conclusiones que dichos autores mencionan.

Hasta hace poco más de diez años, las malas noticias sobre la extinción de distintas especies por causas atribuidas al ser humano, incluían principalmente animales vertebrados y plantas; es decir, grupos más carismáticos o del gusto de las personas, como las ranas, aves, mamíferos, orquídeas, por mencionar algunos ejemplos (Janicki et al. 2022, Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019). Poco se escuchaba que esto mismo estuviera ocurriendo con insectos. Sin embargo, eso no quiere decir que no estuviera sucediendo, solo que se había puesto poca atención a ello y actualmente el problema es mucho más notorio.

La extinción de especies es un fenómeno natural que ha sucedido a lo largo de la historia de la vida en la tierra y que sigue y seguirá ocurriendo (Rhodes 2019, Simonetti y Simonetti-Grez 2022). Las causas pueden ser múltiples, por ejemplo, el vulcanismo, terremotos, caída de meteoritos,

competencia entre especies por espacio y alimento, etc. Sin embargo, la actividad del ser humano está causando la extinción a un ritmo mucho mayor que cuando ocurre por causas naturales y, en consecuencia, parece conducir a un problema más grave que podría terminar en un colapso ecológico mundial, cuyos efectos, aunque se desconocen con certeza, seguramente serán malos para la vida misma de todo ser vivo (Janicki et al. 2022, Salazar-Buenaño y Donoso 2019). A este respecto, van der Sluijs (2020, p. 293) señala que “El columnista del Guardián George Monbiot acuñó el término ‘insectarmagedon’ para advertir que los impactos del colapso global de los insectos serán más catastróficos que el colapso climático”, aunque también comenta que este término ha sido criticado de alarmista y no siempre sustentado en datos.

La pérdida de la diversidad de insectos no es un problema particular de éstos, es para la mayoría de las especies de la naturaleza, incluso, en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2023), algunas especies de insectos ya se han registrado como extintas; este el caso del tricóptero *Triaenodes phalacris* Ross, 1938. Sin embargo, al menos en México, es sólo recientemente que se está haciendo explícito que, a pesar de que los insectos son los más diversos, muy resistentes, evolutivamente muy exitosos, entre otros aspectos, les está afectado este problema mundial de la pérdida acelerada de la biodiversidad.

Un ejemplo de lo anterior, que a la vez constituye el principal antecedente sobre este tema en México, es la publicación de dos números del Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología dedicados a hacer notar este problema, sus causas y una variedad de estrategias que pueden ayudar a reducir esta crisis (Córdoba-Aguilar y del Val de Gortari 2023).

Sánchez-Bayo y Wyckhuys (2019) aportan información completa sobre las causas de la pérdida de diversidad de insectos en el mundo, las cuales se resumen en la figura 1. Además, en casi todos los trabajos consultados (citados en las referencias) se alude a las mismas causas, en distintas proporciones, que las indicadas en la figura 1, destacando la agricultura intensiva, el uso de pesticidas y fertilizantes, la urbanización y la deforestación. Una causa poco común en la literatura es la que comenta Barahona-Segovia (2023) relacionada con el tráfico ilegal de algunos insectos atractivos para coleccionistas privados, por ejemplo mariposas y escarabajos llamativos o considerados “raros”. Este autor señala que “Sin embargo, el tráfico de artrópodos —vivos o muertos— para abastecer a coleccionistas privados, sigue siendo un problema menor para muchos académicos de países desarrollados. Una revisión reciente de artrópodos amenazados en listas locales de clasificación de especies en la región neotropical, reconoce que el comercio de artrópodos es la tercera causa más importante para que una especie haya sido considerada vulnerable, en peligro o en peligro crítico por dichas listas...” (Barahona-Segovia 2023, p. 36).

ALGUNAS EXPERIENCIAS PERSONALES SOBRE EL PROBLEMA DE LA PÉRDIDA DE DIVERSIDAD DE INSECTOS

Puede resultar interesante compartir algunas de las experiencias propias sobre el tema abordado, derivadas del trabajo de campo realizado a lo largo de casi 30 años, relacionadas con la disminución de los insectos en las áreas naturales. Muy probablemente muchos entomólogos nacionales cuentan con experiencias similares, las cuales sería interesante conocer.

Hacia finales del siglo XX y principios del siglo XXI se efectuaron múltiples excursiones en distintos estados del país, principalmente en Morelos, Veracruz, Hidalgo y Puebla, con la finalidad de realizar colectas de grupos particulares de coleópteros para su estudio. La cantidad de organismos que se observaban en los sitios visitados y la diversidad de insectos que se documentaban era impresionante, aunque esto dio mucho más trabajo con relación al procesamiento de los ejemplares y su estudio.

En Tlayacapan, Morelos, caminando por los alrededores del pueblo, entre los arbustos y árboles circundantes de las tierras de cultivo o patios de las casas, se veían posados en las plantas, volando, comiendo o apareándose, una gran cantidad de especies de escarabajos, muchos de ellos muy coloridos y bonitos. En la actualidad estos sitios se han transformado en más viviendas y poco queda de la vegetación y sus escarabajos habitantes. La cercanía con la Ciudad de México, ha tenido efectos negativos en la diversidad de insectos del lugar.

Cuatro localidades del centro de Veracruz concentraban más de la mitad de las especies de coleópteros Staphylinidae que se describieron en la *Biología Centrali-Americana* (Godman y Salvin 1885), una obra muy importante para el estudio de los insectos de México, que fue publicada a finales del siglo XIX. Estas localidades son Las Vigas, Xalapa, El Mirador (en Totutla) y Córdoba. A finales del siglo XX, entre 1998 y 1999, se hicieron colectas mensuales durante un año en esos sitios con la intención de analizar cuántas de esas especies podían ser colectadas y, por lo tanto, lograron sobrevivir al menos entre el siglo XIX y XX. No fue posible cuantificar con exactitud lo que se deseaba, pero es seguro que ni la mitad de las especies esperadas se lograron documentar durante este arduo trabajo de campo (Márquez et al. 2004). Las causas son múltiples, pero una de las de mayor peso, además de ser la más recurrente, es la pérdida de las áreas naturales donde estas especies puedan subsistir, como es notorio en la ciudad de Xalapa.

En varios sitios de la Huasteca Hidalguense se han hecho estudios sobre la diversidad de escarabajos. Como ejemplo del tema abordado, se puede mencionar los alrededores de Tlanchinol. Aquí desde 1995 y hasta cerca del año 2010 se visitaban irregularmente los bosques de niebla que son excepcionalmente diversos y hermosos. Existe un grupo de escarabajos muy codiciados por coleccionistas de insectos, llamados escarabajos gema debido a sus colores similares a esas piedras preciosas. Hasta antes de 2010 se

lograban encontrar más de 10 especies de escarabajos gema en Tlanchinol, algunas de sus especies se observaban con abundancia, otras eran más raras (Márquez et al. 2013). Actualmente, solo se logran ver dos o tres de esas especies y son aquellas que en el pasado fueron más abundantes, pero que ahora son menos numerosas.

Un caso similar es el de los tricópteros de la Sierra de Juárez en Oaxaca. Entre los años 1984 y 2009 se publicaron trabajos describiendo 32 especies nuevas de esta región de México. En 2016 se llevó a cabo un estudio sistemático para conocer mejor la diversidad de tricópteros de la Sierra de Juárez y solo pudieron registrarse 20 de las 32 especies antes mencionada, lo cual puede considerarse como un foco de alarma sobre la diversidad de ese lugar (Razo-González et al. 2023).

Una situación que ocurre con frecuencia en México al estudiar insectos es la sorprendente velocidad a la que las áreas naturales son deforestadas. Esto se ha apreciado cuando se han intentado realizar réplicas de muestreos mensuales durante un año o más en alguna localidad o cuando se regresa a algún sitio particular en búsqueda de algún taxón que se estudia (entre ellos, especies nuevas), después de algunos meses o años. La sorpresa desagradable es notar la transformación del lugar de un área natural a una deforestada, como se ilustra en la figura 2, de la localidad llamada “camino a Santo Domingo”, del ejido Tzincoatlán, municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. La cantidad de élitros de escarabajos gema que se encontraron tirados en esa ocasión da evidencia del daño que se ha causado. En muestreos previos al acontecimiento anterior en este sitio, se colectaron algunos ejemplares de escarabajos gema que se describieron como especie nueva, llamada *Chrysina gorda* Delgado, 2003, por lo que la deforestación seguramente afectó a sus poblaciones aún sin saber casi nada sobre esta especie (Delgado 2003). Los pasálidos se conocen como escarabajos de la madera, y en este sitio habitan varias especies en coexistencia con los escarabajos gema y muchos otros más, también en los pasálidos se notó el daño causado por esta deforestación (Fig. 2e). Además, cerca de este sitio se encontró, a inicios del siglo XXI, una nueva especie del escarabajo estafilínido *Oxyporus delgadoi* Márquez, Asiain y Fierros-López, 2005, por lo que este lugar es una localidad tipo (Márquez et al. 2005). Hasta ahora este estafilínido no ha sido registrado de ningún otro sitio.

Los ejemplos anteriores son solo parte de un problema global que está acabando con la vida natural en nuestro país y en todo el mundo: somos demasiados seres humanos y nuestras necesidades están por encima de cualquier otra cosa. “Gran parte de la culpa de la pérdida de biodiversidad recae en actividades humanas, como la caza y la pérdida de hábitat debido a la deforestación, la expansión e intensificación agrícola, la industrialización y la urbanización” (Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019, p. 8). Además, en países megadiversos, como México, se agrava esta problemática por la poca educación y conciencia del daño que causamos, así como el escaso interés en cambiar esta situación.

POSIBLES ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LA PÉRDIDA DE INSECTOS

Como se ha comentado, la pérdida de la diversidad de insectos no es un problema particular de este grupo, pero hasta el momento, es la que menos atención ha recibido a pesar de la importancia que ellos poseen en la naturaleza (Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019). En los apartados siguientes se comentan algunas posibles estrategias que podrían ayudar a reducir este problema, sin dejar de considerar que la conservación debe ser para ecosistemas completos y no solo para grupos particulares.

Las áreas naturales protegidas y las reservas privadas

Las áreas naturales protegidas (ANP) son muy importantes en la protección de la biodiversidad, posiblemente esta estrategia sea la de mayor relevancia en México (Villalobos 2000). Hay ANP de distintas categorías, dependiendo de su extensión territorial y otros factores. Sin embargo, parece que no son suficientes para frenar la pérdida de biodiversidad y se requerirían más de ellas, pero tal vez no queden muchas más áreas naturales (al menos en México) para ser decretadas como protegidas y es muy notorio que a pesar de ser ANP, aún existe caza furtiva y tala ilegal, incluso crecimiento acelerado de las poblaciones inmersas en ellas, con las consecuencias que eso implica en el uso irracional de los recursos. Además, en cuanto a insectos se refiere, no se conoce con cierto grado de precisión qué especies viven o vivieron en cada ANP, es decir, no existen ni siquiera inventarios de especies de insectos en las ANP, por lo que menos aún se puede saber otros aspectos fundamentales para su protección, como lo es la densidad de sus poblaciones y su distribución geográfica. Para que realmente funcionen las ANP es necesario que la población local ayude a cuidarlas (conciencia ambiental y ciudadana), que los gobiernos apoyen con vigilancia adecuada y programas estratégicos para las comunidades de esas ANP (Villalobos 2000), además de promover y facilitar el estudio de sus insectos, en lugar de complicarlo.

En países como Costa Rica, la estrategia que ha ayudado considerablemente en la conservación de su biodiversidad es la existencia de reservas privadas, en adición a las ANP (Arrieta-García y Moya-Calderón 2021). El compromiso de las personas a cargo de las reservas privadas es más claro y se aplica directamente, en comparación con el compromiso del gobierno. En México existen también reservas privadas, muchas de ellas son recientes y a veces incluyen áreas muy pequeñas para la extensión que requiere la subsistencia de ecosistemas completos (Fig. 3); sin embargo, también aportan a la conservación y parecen ser una buena alternativa localmente, aunque las personas a su cargo se enfrentan a una variedad amplia de problemas con las personas de alrededor, cuyas costumbres y educación no son acordes con la idea de la conservación y la explotación racional de los recursos, además de los inconvenientes burocráticos que son comunes en los gobiernos a nivel municipal, estatal y

federal.

La restauración de áreas naturales

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2013, p. 7), “Actualmente la RE (restauración ecológica) se define como el proceso de asistencia para restablecer un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido”. Las acciones de restauración ecológica se están llevando a cabo tanto en ANP, como en reservas privadas o incluso en áreas no protegidas formalmente. “Ya no basta conservar y proteger áreas representativas, sino que se debe aprender a restaurar paisajes, ecosistemas, comunidades y poblaciones de plantas y animales, para garantizar sustentabilidad de sistemas naturales, seminaturales y sociales en grandes extensiones...” (Vargas 2011, p. 222).

El tema de restauración ecológica es complicado, ya que existen términos similares, pero que no significan lo mismo. Sin embargo, la idea está encaminada a recuperar y proteger la biodiversidad, la cual incluye a los insectos. Sería interesante conocer los resultados que se han obtenido en cuanto a la diversidad de insectos a través de la restauración ecológica, pero son estudios que involucran varios años de muestreo y análisis, por lo que pueden ser más complejos de realizar.

La protección de especies emblemáticas

Las especies más carismáticas que han ayudado en la protección de áreas naturales extensas son aquellas conocidas como especies clave o emblemáticas, como por ejemplo el jaguar (*Panthera onca* (Linnaeus, 1758)) (Conde et al. 2011) o el quetzal (*Pharomachrus mocinno mocinno* (De La Llave, 1832)) (CONAP Comunicación 2023). Lo relevante de protegerlas es que funcionan como una especie paraguas, ya que al cuidar los lugares en donde viven, también se brinda protección al resto de las especies de animales y plantas que coexisten con ellas. Sin embargo, no siempre estas especies emblemáticas ocupan suficientes áreas naturales como para la protección de más especies y, por lo que se ve, no ha sido una estrategia suficiente para mitigar el problema. A pesar de ello, suma a favor de la protección de la naturaleza.

La difusión sobre la importancia de conservar a los insectos

Retomando la idea de que para muchas personas los insectos son poco conocidos y que sus interacciones tal vez no han sido del todo agradables, una estrategia más que, en conjunto con otras alternativas, puede ayudar a concientizar sobre este problema y cambiar la conducta de las personas hacia la naturaleza, es mejorar la difusión sobre el grupo. En primera instancia, es bien conocido que es en los niños donde más se puede impactar en dirigir sus buenas conductas hacia el cuidado de la naturaleza, por lo que hacer visitas a las escuelas desde el nivel preescolar hasta el universitario, para no descartar la posibilidad de que la idea sea bien recibida por alumnos más adelantados, o recibir sus visitas

en las instalaciones de los centros de investigación donde se estudian los insectos, parecen buenas alternativas.

Aunque parece algo complicado, por la logística, la falta de apoyo económico y personal capacitado, la difusión sobre la importancia de conservar a los insectos y la naturaleza en general, debería ser promovida presencialmente en las comunidades rurales, ya que mucha información o programas de difusión están disponibles en internet (Córdoba-Aguilar *et al.* 2023) y no siempre este servicio está al alcance de dichas comunidades. Es en estos sitios donde las personas están más en contacto con la naturaleza y es donde mayormente se requiere un cambio en la forma de interactuar entre las personas y su entorno.

No hay que olvidar la escritura de trabajos de difusión que aborden este tema, así como promover entre los alumnos de Biología la elaboración de este tipo de trabajos como parte de sus proyectos de investigación, entre muchas otras estrategias de difusión que se requieren sobre insectos.

El papel de las colecciones entomológicas

Las colecciones de insectos son sumamente relevantes en su estudio. Los ejemplares que albergan cuentan con datos de etiquetas que son necesarios para la generación de conocimiento sobre ellos. Su papel en el estudio de los insectos es fundamental, prácticamente a partir de los ejemplares depositados en las colecciones se generan las publicaciones y trabajos que contribuyen en su conocimiento y dicho conocimiento es necesario para realizar propuestas sustentadas sobre su conservación (Márquez *et al.* 2022).

Por otro lado, su papel en la difusión también es importante. Ya sea que algunos ejemplares de la colección se destinen para fines de difusión, como una exposición cultural, o se cuente con espacio apropiado para generar salas de exhibición. El Pabellón Nacional de la Biodiversidad ubicado en la Ciudad de México bajo el resguardo de la Universidad Nacional Autónoma de México, es una iniciativa que ejemplifica el esfuerzo encaminado en este sentido y que ha dado muy buenos resultados en lo relativo a la difusión del conocimiento que se genera en dicha Universidad.

A pesar de las dificultades que estas colecciones enfrentan, se debe continuar con su desarrollo, así como el estudio de los ejemplares que poseen, ya que la representatividad de cada colección (esto implica el número de especies, calidad y cantidad de los ejemplares con los que cuenta) es un reflejo del grado de estudio que en esa institución se hace sobre los insectos (Márquez *et al.* 2022).

La colecta de insectos con fines docentes

Desde hace muchos años, con el auge de la carrera de Biología en las distintas universidades del país, en algunos cursos obligatorios u optativos se incluyen a los insectos en sus programas de estudio. Frecuentemente se han realizado salidas a campo en las que grupos numerosos de alumnos practican las distintas técnicas de colecta de insectos. En las universidades con mayor capacidad en cuanto al número de alumnos que pueden atender, son varios grupos en

un solo semestre quienes realizan esta actividad y esto se hace semestre con semestre. Además, suelen visitarse los mismos sitios. Lo anterior da una idea del impacto potencial negativo que representa esta actividad y que se sugiere cambiar. En lugar de realizar colectas por parte de una gran cantidad de alumnos sin experiencia, en la que colectarán principalmente insectos grandes y llamativos, a los que afectarán en mayor grado, se sugiere que los profesores hagan notar esta situación antes de las salidas a campo y que se propongan otras estrategias que básicamente impliquen la observación de insectos en la naturaleza y complementar con visitas a colecciones entomológicas. Si el profesor de algunos de estos cursos es entomólogo y se encuentra estudiando algún grupo específico de insectos, puede explicar brevemente a sus alumnos su proyecto de investigación y posiblemente pueda hacer una demostración de cómo los colecta para su estudio durante la salida a campo. Lo anterior son solo algunas ideas generales que pueden ser ejemplo de la necesidad de que los profesores participen activamente fomentando en los alumnos el cuidado de los insectos, haciéndolos conscientes de que sólo con fines de estudios se deben colectar.

Los zoológicos y la conservación de los insectos

La mayoría de las personas conocen y han visitado los zoológicos, pero en pocos de ellos se incluyen a los insectos como parte de la fauna que exhiben y custodian para su conservación. Se pretende que los zoológicos mantengan con vida muchas especies animales aun cuando en la naturaleza ya no existan (Lara-Garduño y Sánchez-Rojas 2021). Estas excepciones casi siempre se hacen con mariposas, uno de los grupos de insectos más atractivos para las personas, también existen arácnidos, lo que es algo muy bueno, pero los arácnidos no son insectos.

Sería excelente que los principales zoológicos del mundo incluyeran en sus espacios y estrategias de trabajo a los insectos, para lo cual es necesario contar con información biológica básica para su sobrevivencia. Se pueden incluir en espacios acondicionados de acuerdo con el tipo de insectos que se estén protegiendo: muchos de ellos tendrían que instalarse en un ambiente controlado y con plantas de selvas tropicales húmedas, otros más en condiciones de bosques nubosos, o en bosques de montaña, etc. Todo esto implica un enorme trabajo e inversión económica, habría que hacer estudios para afinar los detalles de la propuesta y conocer el interés de las personas por este nuevo campo de los zoológicos. A pesar del posible alto costo de esta propuesta, solo hay que meditar cuánto dinero se está gastando en las guerras actuales, de esta forma, es una mejor inversión conservar nuestra biodiversidad que estar en guerra.

Principales recomendaciones derivadas de dos números del Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología dedicados a esta problemática

Varias recomendaciones hechas en cada uno de los trabajos sobre esta temática (Barahona-Segovia 2023, Casti-

Ilo-Pérez 2023, Córdoba-Aguilar y del Val de Gortari 2023, Díaz-Guerrero y Larsen 2023, del Val de Gortari 2023, González-Tokman et al. 2023, Gómez y Gómez 2023, León-Cortés et al. 2023, Pérez-Hernández y Pérez-Jarillo 2023, Suárez-Tovar y Rivera 2023), y principalmente la contribución que concluye y cierra los dos números (Córdoba-Aguilar et al. 2023), parecen estar dirigidas a las ciudades o zonas urbanas, por lo que pueden ser un buen complemento a las recomendaciones previas.

1) Se sugiere contar con jardines, pequeños o grandes, que ayuden al mantenimiento de los polinizadores, así como a otros insectos que los usen como refugio o sitios de descanso. Se recomienda usar plantas locales.

2) Se propone usar insecticidas, herbicidas o plaguicidas de origen orgánico.

3) Se postula concientizar a las nuevas generaciones. Esta es una recomendación similar a la que ya se ha abordado en puntos previos.

4) Se sugiere documentar la crisis de los insectos sacando fotos con un celular y subiéndolas a portales específicos en internet para que los especialistas los puedan identificar. Es importante dejar claro que la identificación de insectos a través de la observación de fotos es incierta. Uno de los problemas en el estudio de los insectos es la dificultad que existe para una correcta identificación, así que esta sugerencia podría ser parcialmente adecuada o debe tomarse con reservas.

5) Menos luces nocturnas y de menor intensidad lumínica, ya que se ha notado un aumento en la muerte de los insectos que son atraídos a las luces eléctricas debido a que se cansan volando alrededor de ellas y se vuelven más vulnerables a la depredación. Esta sugerencia podría no ser del agrado de muchas personas que se sienten inseguras en sus casas o establecimientos, principalmente en la noche; sin embargo, se pueden emplear luces de menor voltaje o luminosidad, lo que también ayudaría al ahorro energético y a reducir el cambio climático. También es necesario hacer más investigaciones sobre la atracción que ejercen distintos tipos de luces artificiales sobre los insectos para poder contar con alternativas más adecuadas, pues se desconocen muchos detalles sobre este aspecto.

6) Denunciar la venta ilegal de insectos. Se indica que para la venta legal de insectos se requiere un permiso especial de PROFEPA, pero en México no es clara la legislación sobre la venta legal o ilegal de insectos, esto debería incluir a los insectos comestibles (Gómez y Gómez 2023) y no solo los insectos atractivos para los coleccionistas.

7) Elegir gobernantes que incluyan el cuidado de la naturaleza en sus políticas públicas. Sería óptimo que ocurriera esta situación, pero si se mira hacia atrás, o incluso hacia el futuro, parece que las prioridades de tales políticos son muy diferentes a las que ayudarían a la conservación de los insectos. Sin embargo, no hay que perder la esperanza.

CONCLUSIONES

El problema de la pérdida de la diversidad de insectos se agrava cada día, en especial en México y otros países megadiversos que, sin embargo, están en vías de desarrollo. La reducción de la abundancia y riqueza de los insectos está afectando muchas de las funciones que ellos desempeñan en la naturaleza, por lo que es relevante buscar alternativas que ayuden a reducir esta problemática. Es posible que la mejor alternativa sea implementar una variedad amplia de estrategias en pro de la conservación, no solo de insectos, sino de todos los seres vivos.

AGRADECIMIENTOS

Con nuestro mayor afecto, dedicamos esta contribución a Rosa Gabriela Castaño Meneses (Gaby) (Facultad de Ciencias, UNAM), en reconocimiento a su impresionante trayectoria profesional dedicada al estudio de los microartrópodos, con énfasis en hormigas; pero sobre todo como un gesto de agradecimiento por su excelente calidad humana y por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles. Además, agradecemos a R. Arce-Pérez (Red Biodiversidad y Sistemática, Instituto de Ecología, A.C.), J. A. Escoto-Moreno (Colección Zoológica, Departamento de Biología, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes) y V. Vega-Badillo (Curadora, Colección Entomológica IEXA) por la revisión meticulosa y la aportación de comentarios valiosos para mejorar el manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Angulo, J. 2023. La alarmante disminución de los insectos: un llamado de atención para la humanidad. *Debate*. <https://www.debate.com.mx/tecnologia/La-alarman-te-disminucion-de-los-insectos-Un-llamado-de-atencion-para-la-humanidad-20230522-0070.html>. Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023.
- Arrieta-García, M.M. y M. Moya-Calderón. 2021. Estrategia de sostenibilidad para reservas naturales privadas. Estudios de caso en Costa Rica. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 4: 1-19. <https://doi.org/10.46380/rias.vol4.e106>
- Barahona-Segovia, R.M. 2023. El tráfico de artrópodos como factor en el riesgo de extinción. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(6): 36-43. <https://www.flipsnack.com/8D6766CC5A8/volumen-3-n-mero-6-agosto-2023/full-view.html>
- Bello, F. 2021. Entomología médica y veterinaria: importancia, avances y desafíos. *Revista de Medicina Veterinaria*, 43: 7-12. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss43.1>
- Cardoso, P., V.V. Branco, F. Chichorro, C.S. Fukushima and N. Macías-Hernández. 2019. Can we really predict a catastrophic worldwide decline of entomofauna and its drivers? *Global Ecology and Conservation*, 20: e00621. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00621>

- Castillo-Pérez, E.U. 2023. Pequeños en peligro: respuestas de los insectos ante el cambio climático. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 30-35.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2013. *Lineamientos para una estrategia de restauración en Áreas Naturales Protegidas*. CONANP/SEMARNAT. México, D.F. <http://www.conanp.gob.mx>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) Comunicación. 2023. El quetzal: Símbolo de la historia natural y cultural de Guatemala. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/193456448@N07/albums/72157719762636378/with/51420583505/>. Fecha de consulta: 4 de octubre de 2023.
- Conde, D.A., F. Colchero, E. Huerta, C. Manterola, E. Pallares, A. Rivera y A. Soler. 2011. *El jaguar como elemento estratégico para la conservación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.
- Córdoba-Aguilar, A. y E. del Val de Gortari. 2023. Introducción ¿Por qué una sección temática sobre extinción de insectos? *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(6): 16-19.
- Córdoba-Aguilar, A., A.S. Ensaldo-Cárdenas, X.J. Sánchez-Rivero, M.X. Martínez-Castaneira, L.A. Valencia-López, R. Vargas-Abasolo, V. Sandoval-Granillo y A. Nava-Bolaños. 2023. Consejos prácticos ante la extinción masiva de insectos. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 50-85.
- del Val de Gortari, E. 2023. Una amenaza más: insectos invasores. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 44-49.
- Delgado, L. 2003. A new Mexican species of *Chrysina* Kirby (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae). *Bulletin of the Society of Entomology of Suisse*, 76: 319-321. <https://doi.org/10.5169/seals-402855>
- Delgado, L. y J.L. Navarrete-Heredia. 2022. ¿Cuántos taxónomos coleopterólogos hay en México? *Boletín de la Asociación Mexicana de Sistemática de Artrópodos*, 6(1): 5-8.
- Díaz-Guerrero, T. y J. Larsen. 2023. Plaguicidas y abejas. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 22-27.
- Fischer, A. 2023. Los insectos se están extinguiendo rápidamente y sin remedio a causa de la crisis climática. National Geographic en español. <https://www.ngenespanol.com/animales/los-insectos-estan-desapareciendo-del-planeta-a-una-velocidad-insolita/>. Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023.
- Godman, F.D. and O. Salvin (Eds.). 1885. *Biología Centrali-Americana*. Taylor & Francis, London.
- Gómez y Gómez, B. 2023. Antropoentomofagia en México y su impacto en el declive de poblaciones de insectos. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(6): 46-52.
- Gómez-Morantes, A.M. 2022. Estrategia pedagógica ambiental, una oportunidad para conservar las abejas polinizadoras. *Global Research Review in Business and Economics [GRRBE]*, 8(4): 1-7. <https://doi.org/10.56805/grrbe>
- González-Tokman, D., R. Portela-Salomão, S. Villada-Bedoya y M. Cruz-Rosales. 2023. Entre sangre y estiércol: los insectos en la ganadería. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 36-43.
- IUCN. 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1. <https://www.iucnredlist.org>. Fecha de consulta: 10 de enero de 2024
- Janicki, J., G. Dickie, S. Scarr and J. Chowdhury. 2022. The collapse of insects. Reuters Graphics. <https://www.reuters.com/graphics/GLOBAL-ENVIRONMENT/INSECT-APOCALYPSE/egpbykdxjvq/>. Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- Lara-Garduño, M. y G. Sánchez-Rojas. 2021. Los zoológicos: Un importante componente para la preservación de las especies. *Herreriana*, 2(2): 19-24.
- León-Cortés, J.L., A. Murillo-Vázquez y J.L. Rangel-Salazar. 2023. La expansión agrícola y la persistencia de los insectos. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 14-19.
- Llorente-Bousquets, J.E. y D.J. Castro-Gerardino. 2002. Colecciones entomológicas en instituciones taxonómicas de Iberoamérica: ¿Hacia estrategias para el inventario de la biodiversidad? (pp. 307-318). En: Costa, C., S.A. Vanin, J.M. Lobo y A. Melic (Eds.), *Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PriBES 2002*. RIBES-SEA-CYTED. México, D.F.
- Márquez, J., J. Asiain y Q.J. Santiago-Jiménez. 2004. Especies de Staphylininae (Coleoptera: Staphylinidae) de “El Mirador”, Veracruz, México. *Dugesiana*, 10(2): 21-46.
- Márquez, J., J. Asiain and H.E. Fierros-López. 2005. A new species of *Oxyporus* (Coleoptera: Staphylinidae: Oxyporinae) from Mexico, with notes on some poorly known species. *Zootaxa*, 954: 1-12.
- Márquez, J., J. Asiain, M.A. Morón y C.T. Hornung-Leoni. 2013. Escarabajos gema (Insecta: Coleoptera, Melolonthidae) como indicadores del grado de conservación de los bosques del estado de Hidalgo, México. *Interciencia*, 38(6): 410-417.
- Márquez, J., J. Asiain, J.L. Navarrete-Heredia y M.A. Morón. 2017. *Coleópteros atractivos del estado de Hidalgo, México*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- Márquez, J., N.L. Manríquez-Morán, J.M. Castillo-Cerón e I. Goyenechea. 2022. Colecciones Entomológicas: Importancia y problemática. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 30(86): e3624. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2022863624>

- Martínez-Muñoz, A.L. y J. Márquez. 2022. Biología y consumo de la chinche del mezquite o xamuis, *Thasus gigas* (Klug, 1835) (Hemiptera: Coreidae), en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Boletín de la Asociación Mexicana de Sistemática de Artrópodos*, 6(2): 4-8.
- Paknia, O., H. Rajaei Sh., and A. Koch. 2015. Lack of well-maintained natural history collections and taxonomists in megadiverse developing countries hampers global biodiversity exploration. *Organisms Diversity & Evolution*, 15(3): 619-629. <https://doi.org/10.1007/s13127-015-0202-1>
- Pérez-Hernández, C.X. y E.B. Pérez-Jarillo. 2023. El oscuro legado de la luz artificial: un mundo sin insectos. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(6): 20-26. <https://www.flipsnack.com/8D6766C-C5A8/volumen-3-n-mero-6-agosto-2023/full-view.html>
- Puig, B. y B. Gómez-Prado. 2021. Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de insectos, plantas y el problema de la pérdida de polinizadores. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3): 3203. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_en-sen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3203
- Razo-González, M., R. Novelo-Gutiérrez, G. Castaño-Meneses and J. Márquez. 2023. Diversity and composition of caddisflies (Insecta: Trichoptera) along an elevation gradient in southeastern Mexico. *Diversity*, 15: 1-19. <http://doi.org/10.3390/d15010110>
- Rhodes, C.J. 2019. Are insect species imperilled? Critical factors and prevailing evidence for a potential global loss of the entomofauna: A current commentary. *Science Progress*, 102(2): 181-196. <https://doi.org/10.1177/0036850419854291>
- Salazar-Buenaño, F. y D.A. Donoso. 2019. Declinación masiva de insectos: ¿Se acerca el Armagedón? *Nuestra Ciencia, Curiosidades Científicas*, 21: 44-46.
- Sánchez-Bayo, F. and K.A.G. Wyckhuys. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8-27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Simonetti, J.A. y G. Simonetti-Grez. 2022. Desconocimiento y olvido: Grandes amenazas para la biodiversidad. *La Chiricoca*, 28: 6-13.
- Suárez-Tovar, C.M. y J.D. Rivera. 2023. Urbanitas de seis patas: ¿cómo algunos insectos han soportado la vida en la ciudad? *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(6): 28-33.
- Triplehorn, C.A. and N.F. Johnson. 2005. *Borror and DeLong's introduction to the study of insects, 7th edition*. Thomson Brooks/Cole, Belmont, California.
- van der Sluijs, J.P. 2020. Insect decline, an emerging global environmental risk. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 46: 39-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2013.05.007>
- Vargas, O. 2011. Restauración ecológica: Biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2): 221-246. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/19280>
- Villalobos, I. 2000. Áreas naturales protegidas: instrumento estratégico para la conservación de la biodiversidad. *Gaceta Ecológica*, 54: 24-34.
- Wilson, E. O. (1985). The sociogenesis of insect colonies. *Science*, 228: 1489-1495.
- Zhang, Z. 2011. Animal biodiversity: An introduction to higher-level classification and taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148: 7-12.

Recibido: 24 de enero 2024

Aceptado: 20 de marzo 2024

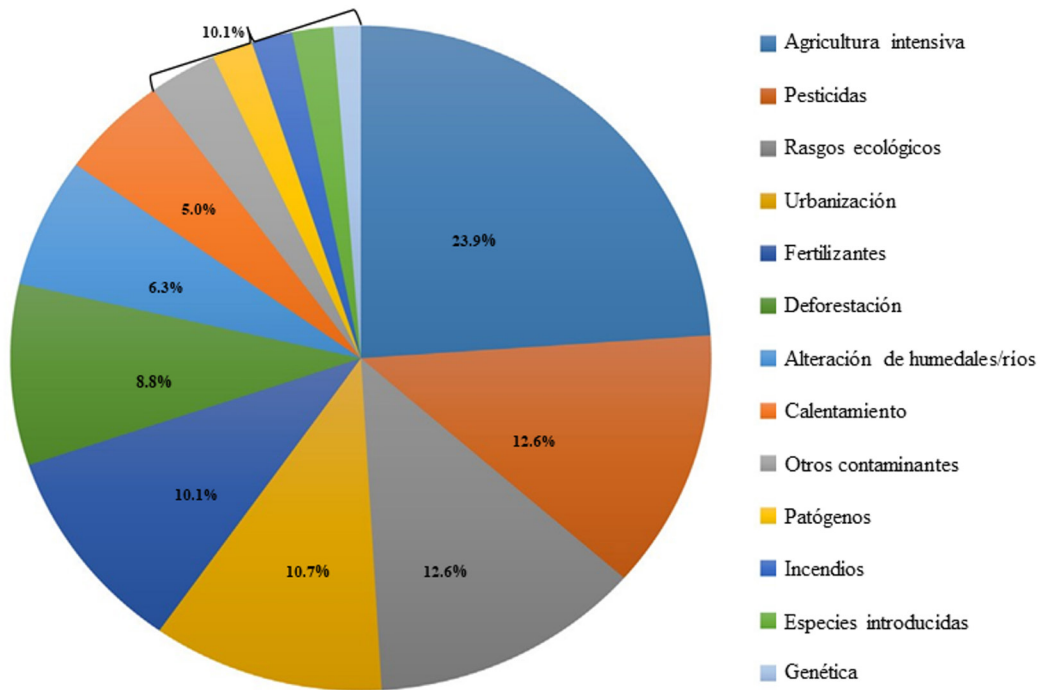


Figura 1. Causas principales de la pérdida de diversidad de insectos (imagen modificada de Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019).

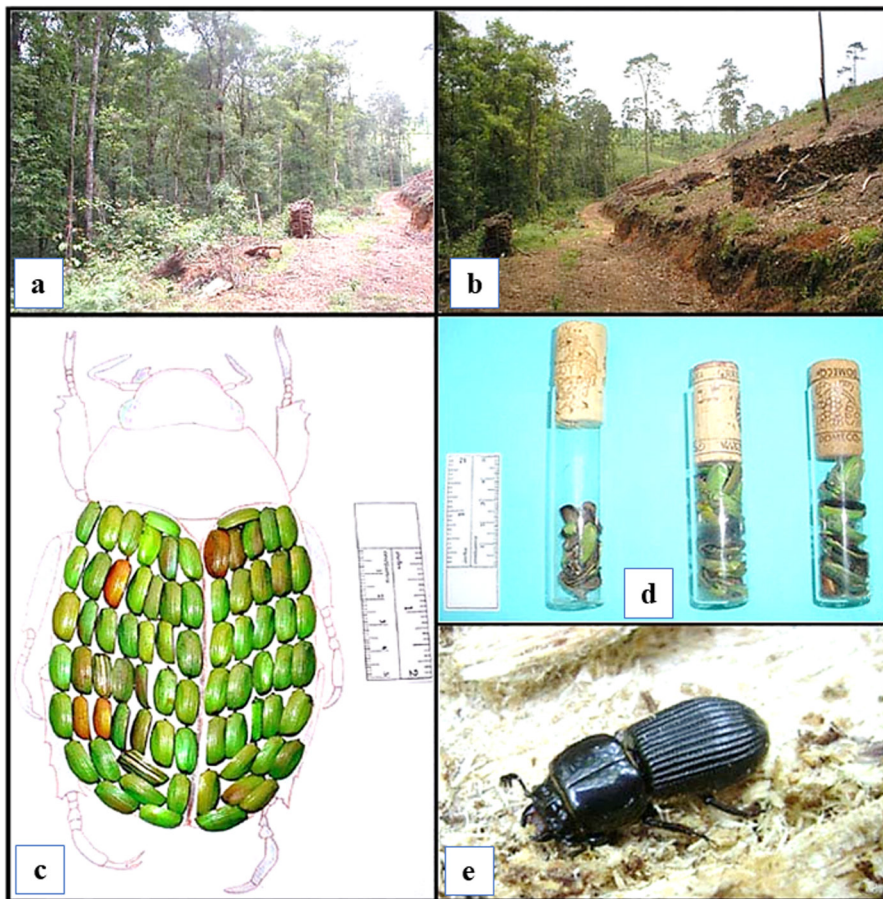


Figura 2. Panorámica de camino a Santo Domingo, Zacualtipán, Hidalgo: a) límite del bosque (izquierda) y la zona deforestada; b) zona deforestada (derecha) y límite del bosque; c) élitros de escarabajos gema colectados en la franja que separa el bosque de la zona deforestada pegados sobre un esquema de *Chrysina* y d) colocados dentro de tubos de vidrio; e) foto del pasálido *Proculejus hirtus* (Truqui, 1857) que vive en troncos en descomposición en estos mismos bosques (© fotos J. Asiain).

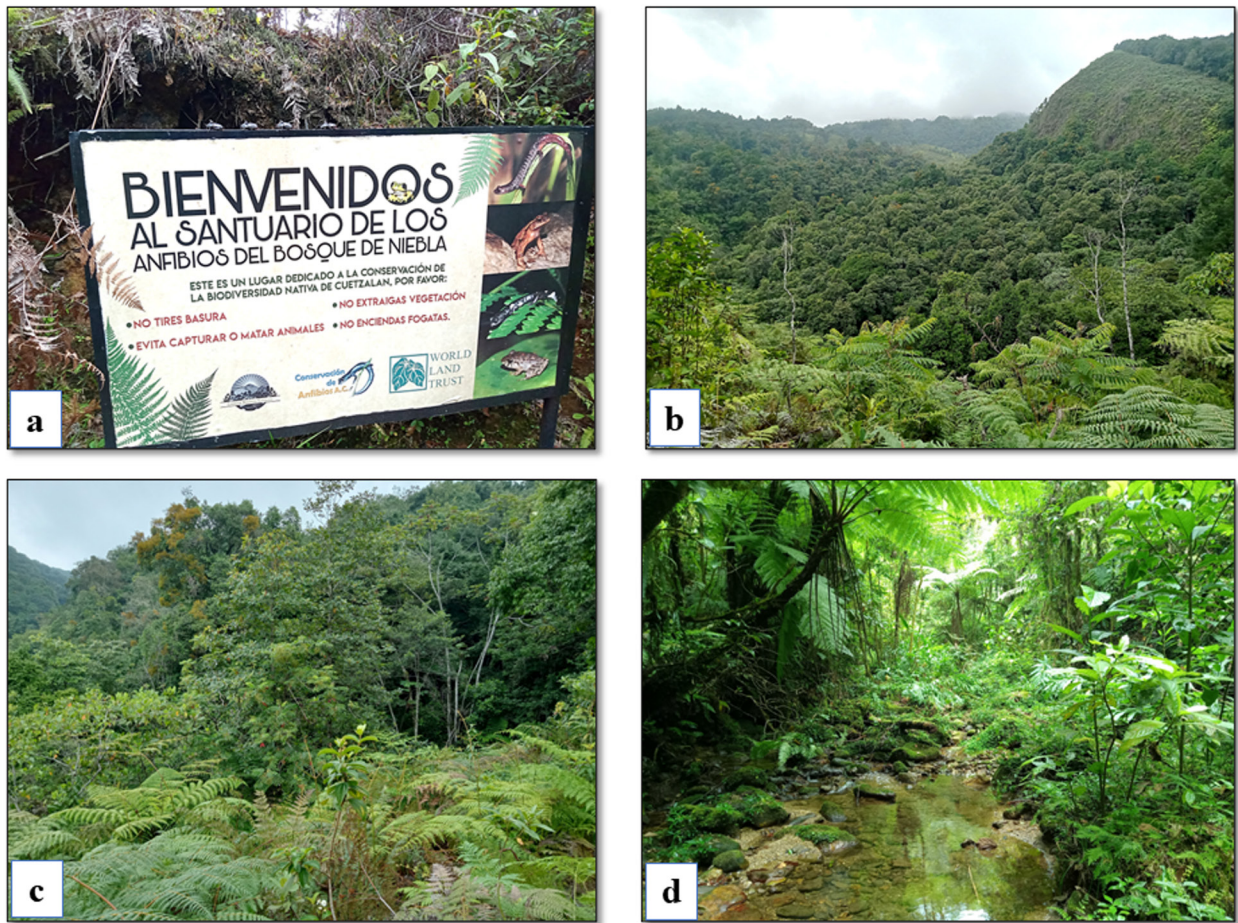


Figura 3. Fotos de distintas partes (a-d) de la reserva privada “Santuario de los anfibios del bosque de niebla” en Cuetzalan, Puebla (© fotos J. Márquez).