

BIODIVERSIDAD DE LOS INSECTOS CON ESPECIAL ÉNFASIS EN LEPIDOPTERA Y ODONATA

RICHARD A. BAILOWITZ¹ Y JOHN PALTING¹

RESUMEN. Se presenta una sinopsis de los insectos de Sonora. Se incluye una reseña histórica sobre el trabajo de campo entomológico en el estado. Se cubren once de los cerca de treinta órdenes conocidos de insectos: Coleoptera, Diptera, Dictyoptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Odonata, Orthoptera y Phasmida. Para Odonata y Lepidoptera (mariposas y palomillas, en parte) se incluyen límites del rango de distribución y endemismos y en los apéndices (en disco compacto) se enlistan las 130 especies de Odonata, 338 de mariposas, 61 de Sphingidae y 44 de Saturnidae conocidas del estado. Se hacen recomendaciones para la conservación de esta fauna en el estado.

ABSTRACT. The insects of Sonora are discussed in general. A history of field workers in the state is provided. Eleven of the approximately thirty known orders of insects are discussed including Coleoptera, Diptera, Dictyoptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Odonata, Orthoptera, and Phasmida. For Odonata and Lepidoptera (butterflies and moths, in part), discussions on range limitations and endemism are included and appendices (in compact disc) list all 130 species of Odonata, 338 of butterflies, 61 of Sphingidae, and 44 of Saturnidae known from the state. Conservation implications are provided.

INTRODUCCIÓN

Más de un millón de especies de insectos han sido identificadas y descritas al tiempo de este escrito; quizás otro millón o más quedan por identificar (Resh y Cardé, 2003). Los insectos son adorados y temidos, admirados y odiados por la gente de todo

el mundo. Dependemos de ellos consciente o inconscientemente, pero les tenemos pavor. Alimentan a los pájaros y les pican a nuestros niños. Polinizan nuestros cultivos y transmiten enfermedades. Nuestro trabajo como científicos es estudiar sus estructuras, sus hábitos, su vulnerabilidad y su sistemática.

El cuerpo del insecto, a grandes rasgos, se divide en tres secciones: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza posee piezas bucales con grandes diferencias en forma y función. También contiene varios apéndices sensoriales como son los palpos y las antenas, así como los ojos compuestos y los ojos simples u ocelos.

El tórax a su vez se divide en pro-, meso- y metasecciones y es el centro de locomoción. Tres pares de patas se unen aquí (en adultos de la mayoría de los taxones) que les permiten caminar, saltar, avanzar y nadar sobre o bajo el agua. También en el tórax se unen las alas. La mayoría de los insectos tiene cuatro alas, las cuales, por lo común, operan como si fueran dos, ya sea por al endurecimiento (*v.g.*, Coleoptera) o vestigiación (pérdida de función, *v.g.*, Diptera) de un par. Alternativamente, muchos grupos tienen dos alas en cada lado unidas de alguna forma (*v.g.*, Lepidoptera), de manera que funcionan como dos alas bilobadas. Las venas de las alas, que son sus estructuras de apoyo, se usan para identificar, algunas veces hasta el nivel de especie, y su disposición es una característica muy útil en la taxonomía de insectos actuales y fósiles y su sistemática.

El abdomen es la tercera sección del cuerpo de un insecto. Contiene gran parte de los espiráculos relacionados con la respiración, el intestino para digerir y excretar y los órganos reproductivos. La

¹ Investigador independiente.

estructura de los órganos reproductivos quitinosos comúnmente es característica de las especies y se usan en la identificación y clasificación. Los insectos tienen sistemas circulatorios con un corazón rudimentario, sistemas endocrinos y exocrinos para comunicarse dentro y fuera del individuo y un sistema nervioso.

Podría decirse que lo más notable y único en la vida de un insecto es su desarrollo en fases, un proceso llamado metamorfosis. Los insectos en general se clasifican en tres superórdenes con base en este tipo de desarrollo. El superorden más primitivo, el Apterygota, con un poco o sin metamorfosis, contiene cuatro órdenes, todos sin alas: Protura, Collembola (colémbolos), Thysanura (lepisma, tisanuros) y Diplura (dipluros). Como es de esperarse para una región tan poco explorada biológicamente como Sonora, se conoce muy poco sobre estos grupos primitivos y pequeños.

Exopterygota es un superorden grande en el cual las fases inmaduras sufren una metamorfosis incompleta para transformarse en adultos. En este grupo, los juveniles se parecen a los adultos y adquieren sus alas externamente conforme maduran. Este superorden incluye Dermaptera (tijerillas), Dictyoptera (cucarachas, termitas y campamochas), Embioptera (embidos), Ephemeroptera (moscas efímeras), Grylloblatodea, Hemiptera (chinches verdaderas), Homoptera (chicharras), Mallophaga (corucos, piojos de las aves, masticadores), Odonata (libélulas), Orthoptera (chapulines), Plecoptera (plecópteros), Psocoptera (piojos de los libros, psocópteros), Siphunculata (piojos chupadores, sifunculados), Thysanoptera y Zoraptera. Aunque de la mayoría de los órdenes de insectos en Sonora se conoce muy poco, algunos como Odonata, recientemente se han inventariado (véase apéndice 1 en disco compacto). Otros órdenes con especies conocidas de Sonora incluyen Dictyoptera, Hemiptera y Homoptera, Orthoptera y Phasmida.

El superorden Endopterygota incluye todos los insectos que sufren una metamorfosis completa (huevo, larva, pupa, adulto). Estos insectos desarrollan alas dentro de sus cuerpos y, antes de transformarse en adultos, sufren una metamorfosis compleja

que incluye una fase pupal en la que no se alimenta. Estos grupos avanzados de insectos contienen algunos órdenes muy poco conocidos, *v.g.*, Mecoptera y Strepsiptera, pero también incluye los órdenes de todos conocidos, *v.g.*, Coleoptera (pinacates, escarabajos), Diptera (moscas), Hymenoptera (hormigas, abejas y avispas o bitachis), Lepidoptera (mariposas y palomillas), Neuroptera (crisopas), Siphonaptera (pulgas) y Trichoptera. Se conoce muy poco sobre la mayoría de estos órdenes en Sonora, a excepción de Lepidoptera, el cual se ha inventariado de forma moderada, especialmente las mariposas, palomillas de seda y esfinges (apéndice 2 y 3 en disco compacto). Los órdenes Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Neuroptera de Sonora, aunque son muy poco conocidos, cuentan con algunos miembros excepcionales en el estado, los cuales se tratan más adelante.

HISTORIA DE LAS ACTIVIDADES ENTOMOLÓGICAS

La Ciudad de México es una de las más grandes del mundo y sin duda el centro académico y cultural más poblado de México. Por consiguiente, la mayoría de las investigaciones de biólogos mexicanos se han concentrado en las áreas del sur-centro, con muy pocas investigaciones en Sonora, 1 260 kilómetros al noroeste. Esto es especialmente válido cuando nos referimos a inventarios de insectos. C.C. Hoffmann y después A.M. Luis, J. Llorente, I.F. Vargas, R.G. de la Maza y M.A. Balcazar trabajaron exclusivamente con el orden Lepidoptera a escala nacional. Las investigaciones en otros órdenes son escasas y una publicación reciente sobre la diversidad de artrópodos terrestres de todo México señala: «todavía existen muchos taxones [...] donde el conocimiento es pobre o nulo» (Morrone y Márquez, 2008). Un estimado por Llorente *et al.* (1996) determina que se necesitan cerca de trescientos taxónomos para estudiar los taxones poco conocidos de México. Es evidente que para México en general y Sonora en particular, nuestro conocimiento sobre la diversidad de los insectos es

muy pobre. Esto representa una verdadera oportunidad para los biólogos y entomólogos, y los autores esperan que el gobierno y la sociedad en general reconozcan la importancia de entender esta biodiversidad.

Empezando en la última mitad del siglo veinte, varios entomólogos, principalmente de Arizona, empezaron a visitar el estado para descubrir la diversidad de insectos de Sonora. Distinguidos entomólogos exploradores de ese tiempo incluyen a M. Toliver, R. Holland y K. Roever, seguidos poco después por J. Palting, R. Bailowitz, S. Prchal, D. Danforth, S. Upson, J. Brock, D. Mullins, M. Wilson, J. Tuttle, M. Lindberg y P. Opler. Durante ese mismo período la aplicación de un estatuto penal muy poco conocido: la ley «Lacey Act», se hizo más estricto. Esta ley fue introducida en la primavera de 1900 por el senador John Lacey y ayuda tanto a Estados Unidos como a los gobiernos extranjeros a reglamentar la posesión y transporte de animales silvestres introducidos a Estados Unidos; el efecto que la Lacey Act tiene en los entomólogos es el limitar las colectas de investigadores de campo de Estados Unidos. En el estado de Sonora, la colecta de insectos ha sido restringida seriamente durante los últimos quince-veinte años debido a esta ley y también por el proceso tan largo, burocrático y caro para obtener permisos de colecta en México. Los registros fotográficos no representan violaciones a la ley Lacey Act y han adquirido mayor importancia en años recientes, pero para algunos grupos de insectos no pueden reemplazar a los ejemplares, ya que es difícil realizar identificaciones a nivel de especie.

MÉTODOS

Los registros de insectos de Sonora pueden ser de dos formas. Antes de 1990, los insectos se colectaban como ejemplares y se depositaban en colecciones públicas o privadas. Más recientemente, los registros son fotográficos, ya sean diapositivas, imágenes impresas o archivos digitales. Las imágenes se han vuelto cada vez más importantes con el rá-

pido desarrollo de la fotografía digital. Actualmente muchos investigadores como J. Brock, D. Danforth y R. Behrstock, entre otros, usan este sistema.

Con respecto a la nomenclatura, para los lepidópteros diurnos seguimos, en gran parte, a Pelham (2008), especialmente en los taxones con distribuciones neárticas. Los nombres de especies más tropicales siguen a Warren *et al.* (2008). La nomenclatura de los lepidópteros nocturnos se basa en Tuttle (2007), Kitching y Cadiou (2000) y Lemaire (2002), así como en una lista sin publicar de las palomillas de Sonora por M.J. Smith (1984-1987). Los nombres del orden Odonata son de acuerdo a Bailowitz, *et al.* (en prensa). En otros taxones de insectos se emplea la mejor nomenclatura disponible a los autores.

ÓRDENES DE INSECTOS

En las siguientes secciones se proporcionan resúmenes de los principales órdenes de insectos en Sonora. Con más detalle se trata los órdenes relativamente mejor conocidos: Lepidoptera (mariposas y palomillas, en parte) y Odonata (libélulas, cigarrillos).

Coleóptera (pinacates, mayates, escarabajos)

La extrema diversidad de este orden, la amplia gama de colores, tamaños y formas y su gran abundancia, sin duda hacen que los coleópteros o escarabajos sean el grupo más fácil pero a la vez el más difícil de estudiar. Generalmente se caracterizan por tener las dos alas anteriores (élitros) endurecidas y sin venas, simulando de este modo más una armadura que alas y protegiendo al cuerpo de la abrasión y sequedad. Los escarabajos emplean una gran variedad de tácticas para engañar a sus enemigos, usando crípsis (camuflaje), alteraciones (reflexión de la luz), mimetismo y coloraciones de advertencia (aposemática). Dependiendo de la estrategia, los escarabajos pueden ser de color café, negro, verde, plateado o dorado, usando coloraciones crípticas o modificadas para impedir que los depredadores los

encuentren. Otros tienen fantásticos tonos naranja, rojo, negro y verde y azul metálico. Estos colores generalmente significan que la especie se defiende con químicos o está imitando a otro animal que es peligroso o tiene sabor desagradable (*v.g.*, avispa o abeja).

La mayoría de los escarabajos son herbívoros o detritívoros, unos cuantos son depredadores y todavía menos son los parásitos de otros insectos. Aunque la mayoría son inofensivos y benéficos, algunos causan daños en cultivos, bosques y productos almacenados como granos (Phillips y Comus, 2000). No son transmisores de enfermedades y rara vez son perjudiciales a los humanos. Se conocen trescientas cincuenta mil o más especies en el mundo (Resh y Cardé, 2003) subdivididas en 166 familias (Burnie y Wilson, 2005). Los escarabajos se pueden encontrar en una gran variedad de hábitats: en agua, debajo de troncos y piedras, en flores, volando o caminando en el suelo. Los exudados de árboles (cuando a un árbol con una lesión le escurre savia) frecuentemente son atractivos a una variedad de escarabajos en Sonora. Muchas especies de escarabajos también se acercan a las lámparas en la noche, los cuales serían muy difíciles de ver de otro modo.

Se desconoce el número total de especies de escarabajos en el estado de Sonora, pero la investigación taxonómica continúa, aunque de manera muy lenta (*v.g.*, Navarrete-Heredia, 2003). Como ejemplo, estudios recientes sobre la diversidad de insectos acuáticos en la sierra El Aguaje al norte de San Carlos (Bogan y Lytle, 2008) dieron como resultado 35 taxones de escarabajos acuáticos en esa cordillera desértica, muestreados en una gran variedad de tinajas, oasis, riachuelos, etcétera. Lo siguiente es una descripción breve de algunos de los coleópteros más sobresalientes de Sonora, organizados por familia.

Bostrichidae

Las palmas nativas de Sonora albergan una gran cantidad de miembros de esta familia y posiblemente una especie sin describir del género *Dinapate*. La mayoría de los miembros de esta familia

son plagas pequeñas (de cinco a diez milímetros) que viven en madera seca, donde la larva perfora agujeros produciendo un polvo característico. Los miembros del género *Dinapate* miden de tres a cinco centímetros cuando son adultos y perforan el tejido vivo de las palmas. El barrenador gigante de las palmas (*Dinapate wrightii*) se conoce de unos cuantos cañones desérticos aislados en California, donde usa las palmas abanico de California (*Washingtonia filifera*) como hospedera. Los *Dinapate* encontrados asociados a palmas como *Brabea nitida* en Sonora son de tamaño similar y de hecho pueden ser *D. wrightii*, aunque se necesitan mayores estudios. Estos escarabajos son de color café oscuro a negro, cilíndricos y tienen la cabeza hacia abajo, debajo de un pronotum como capucha. Las cubiertas de las alas tienen crestas reducidas con un patrón punteado y puntos salientes en la parte posterior.

Buprestidae

Uno de los más grandes escarabajos barrenadores metálicos del mundo, *Euchroma gigantea*, se encuentra desde Sonora hacia el sur en Sudamérica, siempre en las inmediaciones de sus plantas alimenticias, *Bombax* o *Pseudobombax*. Estos escarabajos de ocho centímetros de largo y colores de arco iris son muy llamativos cuando vuelan en la selva baja caducifolia. También se congregan en enjambres de apareamiento cerca de la base del tronco del cuajilote (*Pseudobombax palmeri*). Todo el cuerpo de estos escarabajos es metálico: arriba, abajo, incluso debajo de la cubierta de las alas (élitros). Algunas tribus indígenas de Sudamérica usan los élitros como joyas.

Otro miembro de la familia Buprestidae menos visible, pero precioso, se conoce de los alrededores de Álamos: *Colobaster* sp. aff. *aureoviridis*, de color verde metálico; en ocasiones se ha visto en el pueblo La Aduana, normalmente asociado con higueras (*Ficus* sp.). Este escarabajo vuela y camina nerviosamente entre las ramas de *Ficus*. Su nombre específico y su historia de vida aún están por determinarse, pero éste es otro insecto interesante de Sonora con afinidades tropicales.

Cerambycidae

Los escarabajos de cuernos largos incluyen algunos de los coleópteros más espectaculares del mundo. Cientos de especies ocurren en Sonora y algunas son muy conocidas incluso para los observadores casuales, ya que localmente se les llama «toritos». El precioso *Trachyderes (Dendrobias) mandibularis*, de color anaranjado con negro, le hace honor a este nombre común, toda vez que los machos tienen dos grandes mandíbulas que parecen cuernos de toro. Esta especie típicamente se encuentra en altitudes bajas a medias en todo el estado y la atraen frutos y exudados de árboles. También en frutos y exudados, aunque menos común, se encuentra *Stenaspis verticalis* de color verde y anaranjado metálico.

Donde hay bebelamas y tempisques (*Sideroxylon persimile* y *S. tepicense*), también probablemente se encuentren *Plinthocoelium suaveolens plicatum*, escarabajos brillantes de color verde y rojo metálicos. Estos escarabajos siempre se ven en o cerca de estos árboles durante el verano. Los machos tienen antenas muy largas y las hembras más cortas.

Uno de los «toritos» más grandes y más impresionantes en el estado es *Oropyrodes maculicollis*, que se encuentra en las zonas más altas de Yécora. Estos gigantes escarabajos diurnos, anaranjados, con patas moradas metálicas, vuelan entre los pinos. La fase larval se encuentra en pinos secos y está reportado que era el alimento favorito del pájaro carpintero imperial (*Campephilus imperialis*) actualmente extinto (Brown y Clark, 2005).

Scarabaeidae (Tribu Rutellini)

En las zonas altas de la Sierra Madre Occidental hay varias especies de los «escarabajos joya» del género *Chrysina*. *Chrysina gloriosa* (verde con rayas plateadas metálicas), *C. leonti* (verde y color cobre debajo) y *C. beyeri* (verde claro con patas moradas metálicas) son especies que se encuentran en esta área, así como en las sierras del sureste de Arizona. Especies que no se encuentran en Estados Unidos incluyen *C. adelaida* (verde con patas y rayas café rojizas) y *C. beckeri* (verde claro; los machos tienen el fémur posterior muy agranda-

do). *Chrysina beckeri* ocurre sólo localmente cerca de la frontera con Chihuahua y es más común en las zonas más altas de la Sierra Madre Occidental en Chihuahua que en Sonora.

Scarabaeidae (Tribu Dynastini)

Las tierras bajas, especialmente a lo largo de los arroyos desérticos, son el hábitat de *Megasoma pachecoi*. Estos grandes «escarabajos elefante», de color café oscuro y cornudos, generalmente se encuentran asociados con palo brea (*Parkinsonia praecox*) en los meses de otoño. Los machos pelean por dominar las ramas de los árboles, usando sus cuernos para tumbarse unos a otros. Otro *Megasoma*, el diminuto *M. punctulatus*, también ocurre en Sonora en altitudes bajas a medias, asociado con mezquite (*Prosopis*). Estos escarabajos están más estrechamente relacionados con el escarabajo elefante (*M. elephas*), mucho más grande, del sur de México y de América Central.

Los cañones con palmas en la esquina sureste más tropical de Sonora son el hábitat de otro escarabajo cornudo espectacular, *Golopha pusillus*. Sus machos tienen dos cuernos, uno más grande que el otro, que usan para empujarse de las ramas. También se sabe que los machos se congregan en un tipo de enjambre de apareamiento llamado lek (M. Wilson, 2008, com. pers.), donde las hembras pueden «escoger» su macho del grupo reunido. Los machos, más grandes, evidentemente mejor alimentados cuando larvas, tienen cuernos más largos y se les llama «machos mayores» y a los machos más pequeños se les conoce como «machos menores». Se presume que el tamaño del escarabajo y su cuerno le da una ventaja durante el proceso lek de selección de pareja. Las localidades específicas para este escarabajo incluyen Choquincahui y Rancho Santa Bárbara al este de Álamos.

Scarabaeidae (Tribu Goliathini)

Existen sólo unos cuantos representantes de esta tribu en América, la que incluye los famosos escarabajos goliath del África tropical. Se sabe que Sonora tiene una especie, el bello *Neoscelis dohrni*, verde oscuro e iridiscente. Esta especie se conoce

en el estado sólo de la esquina en el extremo sureste camino al rancho Santa Bárbara, al noreste de Álamos. Los machos tienen sus miembros anteriores alargados y cubiertos con pelo anaranjado. Se han observado volar sobre las copas de los grandes encinos (*Quercus subspatulata*) en octubre, formando grupos (quizás leks) en las ramas más altas. Machos mayores y menores se encuentran en estos grupos; la variación de tamaño se da en el cuerpo y en el largo de sus miembros anteriores, en vez de los cuernos. Las hembras, también de color verde oscuro metálico, no tienen los exagerados miembros anteriores.

Scarabaeidae (Tribu Gymnetini)

Gymnetis cretacea se encuentra en Sonora y el sureste de Arizona y se relaciona con el «escarabajo de la fruta» (*Cotinus mutabilis*) común y de color verde. Estos atractivos escarabajos blanco y negro típicamente vuelan, durante los meses del verano, sobre las copas de los árboles en los encinares y zonas ribereñas. Las cubiertas de las alas (élitros), a su vez, están cubiertas con finas escamas, con lo que parece que el escarabajo estuviera envuelto en terciopelo. A los adultos les atrae la orina de los roedores que anidan en los árboles, principalmente ardillas (*Sciurus* sp.) y ratas de campo (*Neotoma* sp.), por lo que las hembras activamente buscan sus nidos, por lo común dentro de los brazos huecos y muertos, para ovipositar. Las larvas de los escarabajos posteriormente se alimentan de la vegetación en descomposición y heces fecales en el nido, al mismo tiempo que son protegidas del exterior.

Dictyoptera (cucarachas, termitas y campamochas)

El orden Dictyoptera incluye tres grupos de insectos: las cucarachas (Blatteria), las termitas (Isoptera) y las campamochas (Mantodea). Estos grupos algunas veces se consideran órdenes por sí mismos, pero la evidencia fósil junto con datos ecológicos y moleculares muestran que están estrechamente relacionados con una cucaracha de la madera como ancestro común (*Cryptocercus*; Lo *et al.*, 2000). Bla-

terria se divide en seis familias (cuatro mil especies en el mundo), Isoptera en ocho familias (dos mil seiscientas especies) y Mantodea en por lo menos nueve familias (dos mil especies). Aunque Blatteria e Isoptera se consideran como insectos plaga, sólo unas cuantas especies impactan negativamente a los humanos y la mayoría de las especies nativas son carroñeras benéficas. En el orden Mantodea todos son depredadores de otros insectos y presas pequeñas y generalmente se consideran benéficos. Este grupo de organismos grande y diverso es prácticamente desconocido en Sonora y se espera que sea inventariado por las generaciones de futuros biólogos. Unos cuantos miembros de Blatteria mencionados más adelante han llamado la atención de los autores y son indicadores de la interesante biodiversidad que esperamos que sea descubierta en Sonora.

Por lo menos dos especies de cucarachas tropicales han sido registradas de Arroyo Verde cerca del rancho Santa Bárbara. Este cañón, conocido por ser el límite septentrional de árboles tropicales, tiene por lo menos una especie diurna de cucaracha que mimetiza a una avispa (*Pseudophyllodromia* sp.) que revolotea sobre arbustos de hoja ancha del sotobosque, aterrizando en la superficie superior de las hojas y agitando sus antenas unidas de manera semejante a una avispa. Una cucaracha verde brillante, posiblemente una especie de *Panchlora*, también está activa durante el día en la misma área. Estas dos especies claramente tienen afinidades neotropicales y merecen investigación más detallada.

Otra cucaracha fascinante de Sonora habita entre las espinosas hojas del sotol (*Dasyllirion* spp.), obviamente para protegerse. Identificada por lo pronto como *Nyctibora* sp., esta cucaracha negra incapaz de volar es muy difícil de atrapar, ya que cuando se le perturba inmediatamente se esconde más adentro entre el espinoso sotol. Estas cucarachas están muy alertas y activas durante el día, a pesar de su color. Otra cucaracha neotropical (*N. acacia*) de Costa Rica está asociada a las hormigas de las acacias que viven en las espinas de las plantas y depende de la protección que le brindan las hormigas. Esta cucaracha también pega su ootheca (sacos de huevos) a la acacia, claramente también por

la protección que proporcionan las hormigas inquilinas (Deans y Roth, 2003).

Diptera (moscas)

Uno de los órdenes con más especies, Diptera, es conocido de todos y, en muchos casos, visto en forma negativa. Algunas moscas son dañinas a los cultivos y otras transmiten enfermedades, sobre todo en climas cálidos. Las moscas de varias familias pueden picar a los animales (incluyendo ganado y humanos) e incluso requieren alimentarse de animales de sangre caliente para el desarrollo apropiado de sus huevos. La mayoría de las moscas son pequeñas, pero sus ojos compuestos son relativamente grandes. La función y forma de sus piezas bucales varía ampliamente de una familia a otra, incluyendo las estructuras especializadas para chupar, lamer, cortar, penetrar, raspar, etcétera. Algunas moscas son benéficas como parásitos o depredadores de insectos dañinos o contribuyen a la biodegradación de suelos y detritos, otras polinizan las flores y más o menos todas son una fuente de alimento para los pájaros, reptiles, anfibios, etcétera. Las fases de vida de algunas especies que se alimentan de carroña son útiles en estudios forenses. Como lo indica el nombre, una característica importante de todas las moscas es la sustitución de las alas posteriores por estructuras llamadas halteres, que funcionan más como balancines que como alas, por lo que dan la apariencia de que estos insectos tienen dos alas en vez de cuatro.

Con más de ciento veinte mil especies descritas mundialmente, el orden Diptera se ha dividido en aproximadamente ciento treinta familias; más de cinco mil especies se supone que ocurren en Sonora. A la fecha se han realizado muy pocos estudios exhaustivos de las moscas de Sonora. Un trabajo reciente en la sierra El Aguaje al norte de San Carlos (Bogan y Lytle, 2008) resultó en 45 especies de moscas acuáticas en los oasis de esa cordillera desértica. En las inmediaciones del rancho Santa Bárbara al sureste de Álamos, un inventario general de los dípteros con énfasis en las moscas estilete (Therevidae) está siendo encabezado por Mi-

chael Irwin, investigador asociado del Arizona-Sonora Desert Museum en Tucson, Arizona. Aparte de estos estudios, los autores no tienen conocimiento de otras investigaciones importantes realizándose sobre Diptera de Sonora.

Un registro de Diptera que vale la pena mencionar es la mosca gigante en el género *Pantophthalmus* del este de Yécora. Una hembra de cerca de cincuenta milímetros de largo fue capturada en julio mientras volaba lentamente sobre el suelo en el bosque de pino-encino en el día. Este pequeño grupo de moscas se limita a la zona neotropical, con 22 especies registradas en América Central y América del Sur. La especie *P. roseni* se considera una plaga del encino roble o rojo (*Quercus germana*) en Tamaulipas y se le conoce como «barreno de los encinos» (Sánchez-Ramos *et al.*, 2006). Antes del registro de Yécora, Tamaulipas era la parte más al norte donde un miembro de este género había sido reportado. Las moscas evidentemente ponen sus huevos en árboles vivos donde la larva excava galerías profundas en la madera, alimentándose del xilema. Los encinos están reportados como la planta alimenticia favorita de estas moscas, de modo que puede asumirse que los encinos están siendo utilizados por la especie sonorensis aún sin identificar.

Hemiptera (chinchas verdaderas)

Éste es un orden muy diverso con cerca de treinta mil especies, tanto terrestres como acuáticas y con una distribución mundial (Arnett y Jacques, 1981). El orden Hemiptera contiene principalmente insectos pequeños, algunos de ellos fitófagos (que se alimentan de plantas) y otros depredadores. La mitad de sus alas anteriores está endurecida y sin membranas, de donde proviene el nombre del orden. Todos los hemípteros, o chinchas verdaderas, tienen un aparato bucal en forma de pico en la parte ventral del cuerpo que es utilizado para succionar. Unos pocos son chupadores de sangre, entre los que se incluyen las chinchas de cama y especialmente la chinche triatominae en la familia Reduviidae (Ebeling, 1978). Los reduviidos son los vectores de la enfermedad de Chagas, un padecimiento de las

regiones tropicales que llega a Sonora. Alrededor de ocho o más especies de este tipo de chinches –el género *Triatoma* y sus parientes– se han registrado en Sonora. Estos incluyen *Dipetalogaster maxima*, *Triatoma recurva*, *T. incrassata*, *T. longipennis*, *T. protracta*, *T. sanguisuga*, *T. sinaloensis* y *T. rubida* subsp. *sonoriana*. Todos ellos son vectores competentes de Chagas, excepto *T. rubida*, que no defeca mientras se alimenta, por lo que no transmite el protozoo causante de la enfermedad al sitio de la picada (Cruz-Reyes y Pickering-López, 2006).

Varios grupos de hemípteros han adoptado estilos de vida acuáticos y dos estudios recientes de estos taxones acuáticos se han realizado en Sonora. El primero, en las cordilleras montañosas áridas al norte de San Carlos (Bogan y Lytle, 2008), resultó en 25 especies en diez familias. El segundo, examinando las chinches acuáticas de cuerpos de agua en movimiento de casi todo el estado (Bogan, 2008, com. pers.), reveló 44 especies en doce familias, de las cuales la familia Notonectidae es la que contiene más especies.

Indudablemente Sonora tiene una gran diversidad de especies terrestres de Hemiptera que esperan ser identificadas, pero aún no se emprende un inventario completo de este grupo. Una familia, la de las chinches apestosas (Pentatomidae), secreta un mal olor cuando se les molesta, aparte de eso son inofensivas. Una especie llamativa conocida por los autores es una chinche apestosa grande y colorida que se encuentra asociada con varias especies de *Randia* (Rubiaceae). La distribución de esta chinche, *Pharypia pulchella*, se extiende hacia el sur hasta América Central. Los adultos destacan por sus colores anaranjado y negro brillantes y miden aproximadamente 2.4 centímetros de largo. Es el representante más al norte de este género tropical y tiene una amplia distribución en los hábitats de selva baja caducifolia (SBC) en el estado, siempre asociada con su planta alimenticia *Randia*, de la cual hay siete especies en Sonora.

Homoptera (chicharras, chicharritas y otros)

Los homópteros, o chicharras y sus parientes, al-

gunas veces se consideran un subgrupo de Hemiptera. Están formados por la agrupación general de cuarenta mil a cincuenta mil especies de todo el mundo, separados en numerosas familias. Los miembros típicos de este orden son conocidos por los observadores casuales como chicharras, áfidos, psílidos, moscas blancas, escamas, etcétera; algunos son dañinos a los cultivos. El orden en Sonora es poco conocido, pero hay dos especies de interés y se presentan a continuación.

Las inmediaciones del rancho Santa Bárbara son el hábitat de un miembro llamativo de este orden, en la familia Fulgoridae. *Cerogenes auricoma* es conocido en Sonora sólo de esta área, pero su rango se extiende hasta América del Sur. Estos insectos viven en el dosel de los árboles donde succionan savia con sus piezas bucales en forma de popote. La característica más notable de *Cerogenes* son las largas colas blancas, las que de hecho están hechas de secreciones de cera producidas mientras se alimenta. Estos apéndices secretados, evidentemente asustan o confunden a los pájaros y otros depredadores y se pueden cortar sin dañar al insecto. El cuerpo sin las colas mide 25-40 milímetros; las alas son azul cobrizo, el tórax amarillo-naranja brillante y los ojos de color rojo vivo. *Cerogenes* es un pariente cercano de la famosa «machaca», «mariposa caimán» (*Fulgora laternaria*), que también secreta colas de cera. Aún no se conoce la planta alimenticia de *Cerogenes* en Sonora, pero los adultos son atraídos a las lámparas de vapor de mercurio.

Otro miembro de Homoptera llama la atención debido a que se aglutina en grandes masas en su planta alimenticia. Los Margaroiidae, también conocidos como cóccidos gigantes, son un tipo de insecto escama relacionado con la mejor conocida cochinita de *Opuntia*. La especie sonorensis aún no se ha identificado y se encontró en masas en las inmediaciones de Álamos, pegadas a los troncos de papelío (*Jatropha cordata*). Estos insectos miden cerca de dos centímetros y están cubiertos con un polvo blanco, pero cuando llueve el polvo se lava y revela el integumento rojo brillante del insecto. Nunca se pensaría que las brillantes «bayas» rojas o blancas y oblongas en los troncos de *Jatro-*

phas fueran insectos, pero cuando se examinan de cerca, tienen seis patitas debajo. La planta alimenticia, así como el color rojo brillante, sugiere que estos insectos son desagradables a los pájaros y otros depredadores. Grupos de cientos de insectos en varias fases de desarrollo se han observado en papelío a finales del otoño.

Hymenoptera (hormigas, abejas, avispas)

Las hormigas, abejas y avispas componen el orden Hymenoptera. Estos insectos son al mismo tiempo desconocidos y familiares, temidos y necesarios. La abeja europea introducida (*Apis mellifera*), actualmente casi reemplazada en Sonora por la subespecie africanizada, es invaluable para los agricultores y los productores mundiales de alimentos tanto por ser una fuente de miel como por ser un polinizador de cultivos. La sociabilidad de las abejas y muchas otras especies de himenópteros es un fenómeno común. El cuidado de las crías y el sistema de castas prevalecen en estos himenópteros sociales. Las abejas no sociales representan aproximadamente 95% de estas especies (Ebeling, 1978).

Cerca de doscientas mil especies de himenópteros, divididos en más de noventa familias, ocurren en todo el mundo (Burnie y Wilson, 2005). Algunas especies son parásitas, otras depredadoras y muchas son polinizadoras. Las hembras de muchas especies son capaces de picar y tienen un veneno sorpresivamente potente para criaturas tan pequeñas. Las comadritas u ollitas (Mutillidae) y el caballito del diablo (Pompilidae) son notables por sus potentes picadas. Las hormigas verdaderas (Formicidae), con una gran diversidad de especies en Sonora, tienen la capacidad de picar y aguijonear. Muchas especies prefieren la vida en colonias y tienen un complicado sistema de generaciones y castas que se traslapan en la misma colonia.

Recientemente se realizó un estudio sobre las abejas del Valle de San Bernardino en el extremo noreste de Sonora y el área adyacente de Arizona. Esta área fue escogida debido a la yuxtaposición de biomas xéricos y méxicos en una distancia corta. Se estudió la diversidad de esta fauna de abejas

(Minckley, 2008) y se hicieron comparaciones dentro del mismo valle y entre el valle y un sitio méxico de tamaño comparable de la región norcentral de Estados Unidos. Se analizaron los grupos de abejas sociales y asociales y se examinaron las especies de vida larga contra las de vida corta, así como las especies colectoras de polen y las no colectoras. Se encontraron un total de 383 especies en 69 géneros en el sitio Sonora-Arizona con cuatro taxones adicionales sin describir. A pesar de problemas de identificación en algunos de los géneros más diversos y difíciles, la alta diversidad del pequeño valle sonorense excede en gran medida la comunidad más méxica del este de Estados Unidos. Se piensa que el factor responsable de esta diversidad de especies es el régimen bimodal de lluvias de Sonora. La variedad de tamaños, formas y colores de las flores aumenta con las estaciones pluviales separadas y esta diversidad floral requiere de diferentes medios de acceso y, por lo tanto, de una mayor riqueza de especies de abejas para polinizar estas flores.

Algunas de las especies de abejas más notables de Sonora conocidas hasta ahora son las bellas abejas de las orquídeas, de color azul verde metálico (Apidae: Euglossini). La especie descrita recientemente, *Eufriesia micheneri*, es azul iridiscente con cara verde brillante. Se encuentra en todo el norte de la Sierra Madre y parece ser la abeja de las orquídeas más numerosa y con más amplia distribución en Sonora. *Euglossa viridissima*, de un color verde metálico uniforme, y *Exaerete azteca*, una azul metálico, clepto-parásito de otras abejas de las orquídeas, están presentes en el estado, así como la negra aterciopelada con anaranjado *Eulaema polychroma*.

Algunas de las avispas sociales más notables presentes en el estado incluye el bitachi más grande del mundo, *Polistes carnifax*. Estas avispas, generalmente amarillas, miden tres centímetros de largo, construyen un nido clásico de células de papel colgado de un pedicelo en un lugar protegido como un refugio rocoso. Conocidos por ser muy bravos, *Polistes instabilis* hacen un nido de células de papel inclinado hacia abajo desde la punta de un pedicelo (en vez del diseño de sombrilla invertido de la ma-

yoría de *Polistes*). *Polistes instabilis* generalmente construye sus nidos en arbustos de la SBC y frecuentemente a nivel de los ojos, lo que da por resultado encuentros incómodos entre los bitachis enojados y gente que camina por el monte. Las imponentes fortalezas de papel de otra avispa, *Polybia occidentalis*, son bien conocidas en la parte sur de la entidad, donde se encuentran tanto en árboles como en acantilados. Estas avispas construyen una concha de papel sobre los nidos, los que por lo general son del tamaño de una pelota de básquetbol, algunas veces redondas, pero con frecuencia estrecha y alargada cuando está construida en refugios rocosos. Los nidos construidos en refugios rocosos protegidos pueden durar años, incluso después de que han sido abandonados

La diversidad de hormigas en Sonora es notable y un estudio por Bestelmeyer y Schooley (1999) documentó 39 especies en 21 géneros en tan sólo un área de estudio en el centro de Sonora, en las inmediaciones de La Colorada. Los autores hacen notar que la diversidad total de especies para el área se estima entre 47 y 49 especies, «una diversidad de especies mucho mayor que la reportada para otros hábitats de zonas áridas en América del Norte».

Un registro de hormiga interesante de Sonora es *Pachycondyla villosa*, una neoponera grande tropical (alrededores de Álamos). Se sabe que esta especie ocurre desde el extremo sur de Texas hasta Argentina. Es una especie que anida en cavidades, por lo general en madera seca y huecos de plantas, las cuales defienden agresivamente si se les molesta. Una característica poco común de las colonias de *Pachycondyla* es que con frecuencia tienen dos reinas, una alfa y otra beta (Trunzer *et al.*, 1998). La casta centinela, la que busca el alimento, está compuesta de individuos feroces, depredadores arbóreos, que patrullan los árboles y capturan cualquier presa pequeña que puedan someter. Los negros centinelas miden cerca de dos centímetros de largo y pueden causar una picada dolorosa si se les molesta.

Entre las hormigas más conocidas de Sonora están los mochomos (*Atta mexicana*). Columnas de hormigas obreras y soldados salen de los hormigueros en busca de vegetación. Los trozos de hojas los

llevan al hormiguero para nutrir los jardines de hongos de los que estas hormigas se alimentan. Conforme las hojas son consumidas por los hongos, éstas se llevan a la superficie y se acumulan en montones de desecho. Estos basureros sirven a su vez como refugio para una gran variedad de insectos y vertebrados. Un coleóptero degradador (*Ptichopus angulatus*) vive y cría su larva en estos desechos. De manera interesante, un hongo (*Trichomyces*) en el intestino de los adultos y las larvas ayuda a digerir la celulosa de su dieta (Lictwardt, 1986). Estos escarabajos también se comunican entre sí y con las larvas por medio de una serie de chillidos audibles. Cuando un grupo de adultos y larvas son amenazados (como cuando se destruyen los basureros), el «chillido» combinado de los insectos puede ser muy desconcertante. La culebra aceitosa de anillos blanco y negro (*Sympholis lippiens*) es un depredador de las larvas de estos passalidos y depende de su piel aceitosa para alejar a las hormigas (Van Deventer y Lawler, 1996). Al iniciar la estación de lluvias, los hormigueros de *Atta* explotan con reproductivos alados, machos y reinas futuras, las que se dispersan y se aparean. Después de aparearse, las reinas tiran sus alas y empiezan una colonia nueva, inoculándola con una bolita de hongo que llevaron debajo de la cabeza desde la colonia madre. El tamaño de las hormigas aladas combinado con su abundancia, hace que estos vuelos nupciales sean muy llamativos.

Lepidoptera (mariposas y palomillas)

El orden Lepidoptera consta de dos subórdenes: Rhopalocera (mariposas, cerca de dieciséis mil especies) y Heterocera (palomillas, más de ciento cincuenta mil especies) y sin duda se encuentra entre los grupos más familiares de insectos del mundo. Prácticamente todos los miembros de este orden son terrestres y fitófagos, a diferencia de Odonata, el otro orden de insectos en el estado para el cual se proporciona un listado casi completo. Por estas razones, su ubicación en el superorden Endopterygota, pero especialmente debido a su accesibilidad y familiaridad, se exponen en este capítulo. El su-

borden completo de mariposas y las dos familias mejor conocidas de palomillas –Sphingidae (esfin-ges) y Saturniidae (palomillas de seda)– se tratan a continuación.

Mariposas

Debido a que todas las mariposas se alimentan de plantas en su estado larval y comúnmente los adultos viven del néctar, están muy vinculadas a la vida vegetal de una región. La flora de Sonora varía en gran medida con la precipitación, temperatura, altitud, sustrato geológico, y otros factores abióticos, y la diversidad de mariposas se rige estrechamente por la complejidad del microhábitat. Como resultado del regimen bimodal de lluvias, las plantas florecen durante el monzón de verano a mitad del año y durante y después de las lluvias de invierno. Secuencias de generaciones nuevas de mariposas son programadas para aprovechar tanto la temporada de brotación como la de floración, de tal modo que la oviposición puede lograrse cuando las hojas están tiernas y los adultos también puedan alimentarse de las flores mientras dura la floración.

Los veranos con precipitación pluvial por arriba de lo normal o con totales de lluvia considerables, en áreas que generalmente no reciben tanta lluvia, causa la expansión temporal de rangos de distribución tanto en Sonora como en el suroeste de Estados Unidos. Las estaciones subsecuentes con patrones más secos de lo normal y menos floración contraen estos rangos. Las poblaciones de mariposas responden a los cambios de la brotación de las plantas. Este fenómeno de expansión y contracción de los rangos de las mariposas es evidente de manera extrema en Sonora, debido, sobre todo, a la yuxtaposición estrecha de los climas secos y húmedos, períodos fríos y cálidos, la gran variación topográfica y la estupenda capacidad de vuelo de las mariposas.

La investigación formal sobre los lepidópteros de México empezó por lo menos hace medio siglo con investigadores como C.C. Hoffmann, L. Vázquez, H. Pérez, C. Beutelspacher, R. de la Maza y J. de la Maza, y continuó en las décadas siguientes con entomólogos como J. Llorente, A. Luis, I. Vargas y H.A. Freeman.

La investigación sobre las mariposas de Sonora empezó formalmente alrededor de 1980. Con menos de treinta años de documentación intensiva, el total de especies de Sonora ha superado a las de Arizona, justo al norte en Estados Unidos. Los datos más recientes contienen 331 especies para Arizona (Bailowitz y Brodtkin, 2007) y una lista vigente basada en datos de J. Brock *et al.* cita 338 especies de Sonora (2008, com. pers.) (apéndice 2 en disco compacto). Siete familias de mariposas se encuentran en Sonora (tabla 1): hespéridos (Hesperiidae), colas de golondrina (Papilionidae), azufradas y blancas (Pieridae), licénidos (Lycaenidae), riódinidos (Riodinidae), hocico (Libytheidae) y patas cepillo (Nymphalidae).

Tabla 1. Riqueza de especies de las familias de mariposas en Sonora

Familia	Total de especies
Hesperiidae	143
Nymphalidae	77
Lycaenidae	51
Pieridae	31
Riodinidae	26
Papilionidae	9
Libytheidae	1
Total	338

Con trabajo de campo adicional se espera que el número total de especies de mariposas en Sonora alcance 360 o más. Una docena de especies con fuertes afinidades neárticas ocurren en Arizona al norte de la frontera con Sonora y aún no se han registrado en el estado. Las áreas cerca de la frontera este con Chihuahua tienen una gran diversidad de especies y deberán producir de cinco a diez especies adicionales con nexos con las sierras del este o la Sierra Madre. Además, al aprovechar las secuelas de los huracanes, los inviernos lluviosos esporádicos y los períodos del año con una diversidad de especies menor, pero quizás mayor especialización, los municipios del sur del estado con conexiones tropicales y subtropicales más fuertes deberán agregar otras diez especies al total de la entidad. De las 338 especies actualmente conocidas de Sonora, 111 (32.8%) son desconocidas en Arizona y de hecho

setenta (20.7%) no están registradas en Estados Unidos.

Límites meridionales

Los límites sureños de la mayoría de especies con afinidades con las Montañas Rocallosas terminan cerca del Mogollón Rim, una gran cuesta escarpada que cruza el centro de Arizona hacia el sureste, llegando hasta el oeste-centro de Nuevo México. En menor cantidad, partes de este hábitat de montaña se extienden hacia el sur por las Animas Mountains de Nuevo México y las Chiricahua Mountains del sureste de Arizona. Unas cuantas especies del norte con distribución irregular al sur en la Sierra Madre Occidental tienen poblaciones en el extremo este de Sonora, *v.g.*, *Cercyonis meadii*, *Hypaurotis crysalus*, *Plebejus melissa*, etcétera. Otras especies del oeste de Estados Unidos sin duda se extienden hasta el norte de Sonora, pero no han sido registradas debido a la naturaleza improductiva de sus hábitats. *Papilio rutulus* y *Phyciodes mylitta* son especies de elevaciones altas en las Montañas Chiricahua o Huachuca pero no han sido reportadas de Sonora donde bien pueden ocurrir, *v.g.*, en la sierra de Los Ajos. *Notamblyscirtes simius*, *Hesperia uncas*, *Euphilotes rita* y *Poladryas arachne* ocurren en pastizal en el Valle de San Rafael de los condados de Santa Cruz y de Cochise en Arizona y todas deben de presentarse en los pastizales adyacentes al sur de la frontera. *Phaeostrymon alceste* se alimenta de las flores de chirrión (*Sapindus drummondii*) cerca de Nogales, Arizona y debe encontrarse en estos árboles en el norte de Sonora.

Límites occidentales

Debido a la orientación noroeste-sureste de Sonora, especialmente el relieve escarpado de la Sierra Madre en Sonora, varias de las especies que alcanzan sus límites más al norte también alcanzan sus límites más occidentales en el estado. Algunas especies con distribución principalmente en el este de México y el extremo sur de Texas con frecuencia llegan hasta el centro de Sonora, *v.g.*, *Achalarus toxeus* cerca de Hermosillo. El ejemplar solitario de *Poanes zabulon* conocido del estado y encontra-

do en las barrancas al oeste de Yécora representa la localidad más occidental de esta especie del este. *Apodemia phyciodoides* tiene una distribución limitada en las montañas que cruzan la frontera Sonora-Chihuahua de Yécora hacia el norte y alcanza sus límites de distribución más occidental y más al sur en Sonora. Sus límites actuales más al norte están justo al cruzar la línea fronteriza en el extremo noroeste de Chihuahua, unas cuantas millas al sur de la frontera con Nuevo México (un registro de 1920 del sureste de Arizona posiblemente tenía datos erróneos). Con muestreos adicionales en la sierra, se anticipa que se encontrarán otras especies que siguen los puertos bajos de las sierras de Chihuahua a Sonora de Yécora al norte. Otra especie interesante, *Apodemia multiplaga*, ocurre en Sonora sólo en las dunas de arena cerca de Guaymas. Se encuentra en hábitats similares a lo largo de las playas de la costa oriental de México, pero alcanza sus límites más occidentales en Sonora.

Límites orientales

Varias especies de mariposas de Sonora tienen distribución costera y sus rangos principales están en Baja California. Tanto *Panoquina errans* como *Polites norae* son especies de aguas salobres y comunidades de marismas con zacates y alcanzan sus límites orientales en las playas de Sonora.

Límites septentrionales

Más de ochenta especies de mariposas de Sonora alcanzan sus límites más al norte en el estado. Estas especies se pueden dividir en tres categorías generales. Cerca de veinte especies se extienden hacia el norte en las planicies costeras y el piedemonte de los municipios más al sur. Estas áreas incluyen Güirocoba, la sierra de Álamos, Álamos, Navjoa, Tesia, Mocúzari y el camino a Las Chinacas. Ejemplos de estas especies son *Emesis mandana*, *Rekoa palegon*, *Calycopis isobeaon*, *Anartia fatima*, *Quinta cannae* y *Codatractus uvydixa*. Cerca de treinta especies son más de montaña y se extienden hacia el norte en la Sierra Madre Occidental hasta cerca de Yécora en la parte este-centro de Sonora. Localidades en estas inmediaciones incluyen varios sitios

altos a lo largo de o accesibles desde la Carretera Federal México 16 (Mex 16), como Tepoca, Mesa Grande y Maycoba, con extensiones al sur hasta Tesopaco y al norte hasta Sahuaripa. Aunque muchas de estas especies se reproducen una vez al año y vuelan durante el monzón del verano (v.g., *Staphylus vincula*, *Piruna sina*, *Dalla faula*, *Chlosyne marina*, *Callophrys dospassosi* y *Ministrymon phrutus*), muchas se reproducen varias veces en respuesta tanto a las lluvias de invierno como a las del monzón del verano (v.g., *Apodemia phyciodoides*, *Dynamine postverta*, *Anthanassa sitaces*, *Manataria hercyna* y *Phocides urania*). Los límites al norte de otras treinta especies coinciden con el límite norte de los hábitats de matorral espinoso cerca de Bavispe, Ímuris y Nacozeni de García. Algunas de estas especies son relativamente inmóviles y raras veces se alejan de sus plantas alimenticias de su estado larval, v.g., *Agathymus fieldi*, *Hesperocharis costaricensis*, *Adelotypa eudocia*, *Anartia jatrophae*, *Opsiphanes blythekitzmilleri* y *Cyllopsis windi*. Varias de estas especies evitan los valles de ríos importantes debido a las heladas de invierno. Otros taxones son propensos a movimientos ocasionales y en raras ocasiones se han reportado como perdidas en Arizona; v.g., *Chiomara mithrax*, *Doxocopa laure*, *Chlosyne eumeda*, *Asterocampa idylla*, *Hamadryas glaucanome* y *Myscelia cyananthe*.

Endemismo

Aunque la información actual sugiere cerca de media docena de especies de mariposas como endémicas de Sonora, debe señalarse que el endemismo algunas veces es una situación temporal. Conforme se identifiquen las plantas alimenticias de las larvas de especies nuevas, se localizarán poblaciones adicionales fuera de Sonora. Los siguientes taxones se conocen únicamente del estado.

De *Volturnia danforthi* se conocen dos poblaciones entre San Javier y Tepoca en el centro de Sonora y menos de diez individuos. *Euptychia rubrofasciata* es una especie de altitud media asociada con *Selaginella* sp.; se ha reportado únicamente de la región entre la presa El Novillo y Yécora, pero se espera que ocurra en la parte adyacente de Chihuahua. *Euchloe guaymasensis* es una especie de finales

del invierno del desierto caliente costero, desde el norte de Guaymas hasta el Arroyo Santo Domingo e Ímuris (¡con un registro solitario de Bisbee, Arizona!). Cuatro taxones adicionales aún no se describen y hasta ahora se conocen sólo del estado. Tres de ellas son Hesperiidae: dos especies de *Piruna* y una especie de *Paratrytone*, y la otra es una especie de *Calephelis* en la Riodinidae. También miembros de los hespéridos en el género *Agathymus* utilizan el género *Agave* como hospedero de larvas. Por lo menos trece especies de *Agathymus* de México aún no se describen (Luis *et al.*, 2003) y por lo menos nueve taxones de *Agave* son endémicos a Sonora (Van Devender *et al.*, en este vol.). Debido a lo complicado de la sistemática de este género de mariposas, la resolución taxonómica y más investigación de campo probablemente darán como resultado endémicas adicionales de *Agathymus* en Sonora.

Palomillas

Al igual que las mariposas, sus parientes cercanos, la distribución de palomillas se asocia estrechamente con la distribución de las plantas alimenticias de sus larvas y plantas diferentes se encuentran en diferentes hábitats, suelos y elevaciones. Así, hay palomillas asociadas con el matorral desértico, la selva baja caducifolia, encinares de elevación media, bosques de pino de elevaciones altas, etcétera. En Sonora, estas regiones con plantas y animales específicos a menudo se traslapan, lo que resulta en una fauna diversa de palomillas en cualquier lugar.

A diferencia de las mariposas, una gran mayoría de palomillas son nocturnas (excepto unas cuantas diurnas en varias familias). Debido a su estilo de vida nocturno, los colores de las palomillas frecuentemente son más opacos que los de las mariposas (que dependen mucho de la visión), mientras que los aparatos para detectar químicos como feromonas son complicados. Mientras todas las mariposas presentan antenas filamentosas que terminan en forma de maza, las palomillas tienen antenas de formas muy variadas, desde filamentos a peines de plumas diseñados para detectar unas cuantas moléculas de feromonas que les permiten encontrar a sus parejas en la oscuridad.

Las palomillas son más numerosas que las mariposas, generalmente de cinco a diez veces más especies de palomillas en cualquier región. El suborden de palomillas, Heterocera, incluye cerca de 22 familias (comparado con las siete familias de mariposas). Las palomillas más comunes son las de seda (Saturniidae) y las esfinges (Sphingidae). Otros órdenes familiares son las palomillas tigre (Arctiidae), las palomillas del gusano medidor o geometrino (Geometridae) y las palomillas del gusano cortador (Noctuidae). Muchas especies de estas familias se ha estudiado ampliamente en el estado adyacente de Arizona, con los resultados siguientes: Noctuidae es la familia más diversa (800 taxones), seguida por Geometridae (430 taxones), Arctiidae (104 taxones), Sphingidae (45 taxones) y Saturniidae (27 taxones) (B. Walsh, 2008). Los miembros de las 17 familias restantes de Heterocera son numerosos, pero no se conocen tan bien como las familias de arriba. Con tal diversidad, muchas especies de palomillas aún no se describen de forma científica, especialmente en estas familias, entre las que se incluye los microlepidóteros.

La fauna Heterocera de Sonora se conoce muy poco, sin un inventario amplio de especies, excepto por los dos grupos con los miembros más grandes y llamativos: Saturniidae y Sphingidae. Debido a su tamaño y colores, estos dos grupos llaman la atención y se cuenta con información disponible bastante completa sobre su distribución e historia de vida. La lista de la fauna saturniida de Sonora contiene 43 especies, mientras que hay por lo menos 61 esfinges. Los biólogos siguen encontrando registros nuevos para Sonora conforme se investigan áreas nuevas y se espera que la fauna saturniida alcance por lo menos cincuenta especies, mientras las esfinges probablemente superarán los 75 taxones. Estas cantidades relativas también reflejan la biología de estas palomillas, ya que las saturniidas típicamente son de vida corta y rara vez se encuentran lejos de las plantas alimenticias de sus larvas, mientras que las esfinges son voladoras activas y son conocidas por alejarse cientos de millas desde su punto de origen. En Sphingidae se espera que más especies tropicales de más al sur probable-

mente se registren en Sonora, incluso si no se reproducen en el estado. Ése ha sido el caso de Florida, donde se han documentado los únicos registros para Estados Unidos de algunas especies de esfinges muy tropicales (Tuttle, 2007).

Límites meridionales

Algunos saturniidos y esfinges muy conocidos en Estados Unidos alcanzan sus límites de distribución más al sur en Sonora a lo largo de la Sierra Madre Occidental. Para Saturniidae, éstos incluyen miembros del complejo *Hyalophora columbia*, *Hemileuca tricolor* y *Hemileuca hualapai*, todos ellos con una distribución más amplia en el occidente de Estados Unidos. Las especies de esfinges que están en su límite sur incluyen *Eumorphia achemon*, *Sphinx asellus*, *Smerinthus cerisyi*, *S. saliceti*, *Poanias myops* y *Hemaris diffinis*; todos éstos tienen una distribución muy amplia en Estados Unidos, pero no se extienden más al sur de Sonora. Endémicas del suroeste de Estados Unidos cuyos rangos al sur se extienden hasta Sonora incluyen *Sphinx libocedrus* y *Sphinx dollii*. Otras especies que se sospecha que alcanzan su límite sur en Sonora son *Proserpinus juanita* y *P. vega*.

Límites occidentales

Un grupo de especies características del sureste de Estados Unidos alcanza sus límites occidentales en Sonora, pero no ocurre en el occidente de Estados Unidos. Se especula que esto se debe en gran medida a la aridez general del suroeste de Estados Unidos comparado con Sonora, ya que la mayoría de estas especies están asociadas con plantas que requieren humedad regularmente. *Automeris io* es un saturniido con amplia distribución en el este de Estados Unidos y no ocurre más al oeste del piedemonte de las Montañas Rocallosas, pero descien- de hasta Sonora donde alcanza su límite occidental en los alrededores de Álamos. *Rothschildia orizaba*, un saturniido con amplia distribución en México, se asocia en el norte con la Sierra Madre Oriental y las regiones más húmedas de la Sierra Madre Occidental de Chihuahua. Tiene una distribución limitada en Texas y alcanza el límite oc-

cidental de su rango en Sonora cerca de Yécora. Las esfinges que muestran el mismo patrón de distribución del sureste de Estados Unidos a Sonora son *Cautethia spuria* y *Xylophanes tersa*.

Límites orientales

Unas cuantas especies de la parte occidental del desierto y norte de Baja California alcanzan su límite oriental de distribución en Sonora. Para saturniidos, varias palomillas de las ciénegas en el género *Hemileuca*, especialmente *H. junio* y *H. tricolor*, no extienden su rango oriental más allá del occidente árido de Sonora. La esfinge de principios de la primavera, *Euproserpinus phaeton*, tiene un rango desde los desiertos de California al oeste de Sonora pero no más allá (Brown y Donahue, 1989).

Límites septentrionales

En la zona de transición, donde los biomas templados del norte se encuentran con los tropicales de América, Sonora tiene muchos registros interesantes de límites norte. La mayoría de estas especies tienen rangos de distribución que se extienden hasta América Central. Saturniidos tropicales que alcanzan sus límites norte en Sonora incluyen: *Anisota assimilis*, *Antheraea montezuma*, *Automeris boudinotiana*, *A. colenon*, *A. metzli*, *Caio richardsoni*, *Citheronia beledonon*, *Copaxa lavendera*, *C. muellerana*, *C. rufa*, *Dysdaemonia boreas*, *Hylesia* aff. *acuta*, *H. peigleri*, *Othorene verana*, *Paradirphia lasiocampina*, *Sphingicampa colloida* y *Sysphinx molina*. Otros saturniidos que tienen una distribución amplia en Sonora, pero con distribución temporal o marginal justo al norte de la frontera en Arizona, incluyen: *Adeloneivaia isara*, *Automeris iris*, *A. randa*, *Citheronia splendens sinaloensis*, *Rothschildia cincta*, *Sphingicampa montana* y *S. raspa*. Los esfingidos tropicales que alcanzan su límite norte en Sonora incluyen: *Aellopos tantalus*, *Ceratonia igualana*, *Madoryx oichus*, *Manduca lanuginosa*, *Pachylia ficus*, *P. syces*, *Pseudosphinx tetrio*, *Sphinx leucophaeata*, *Xylophanes eumedon*, *X. pluto* y *X. turbata*. Las especies que escasamente extienden sus límites al norte más allá de Sonora, en Arizona, incluyen: *Aellopos clavipes*, *Callionima fal-*

cifera, *Dolbogene hartwegii*, *Erinnyis crameri*, *E. ello*, *E. lassauxii*, *Eumorphia satellitia*, *E. typhon*, *Isognathus rimosa*, *Lintneria istar*, *Manduca occulta*, *Xylophanes ceratomioides* y *X. falco*

Endemismo

Los endemismos de especies de alta movilidad como las palomillas son raros. Las plantas de las que se alimentan las larvas son parte de una región biótica y estas comunidades bióticas raramente están limitadas por las fronteras políticas. Por lo tanto, es más común que los endemismos se encuentren asociados a los bosques de pino-encino que a algún bioma en un estado. Con esta base, dos esfinges se consideran endémicas de Sonora: *Sphinx nogueirai* y *Neogurelca sonorensis*. *Sphinx nogueirai* anteriormente se consideró una forma de *S. dollii*, la cual se alimenta de táscate (*Juniperus* spp.); a esta palomilla distinta, más grande y más oscura, recientemente Haxaire (2002) le asignó un estatus específico. Actualmente esta palomilla se conoce únicamente de zonas altas de la Sierra Madre cerca de Yécora y aún se desconoce su historia de vida. *Neogurelca sonorensis* se conoce sólo de unos cuantos ejemplares, casi todos de cerca de Álamos (con un registro de Arizpe; M. Wilson, 2006, com. pers.). Su historia de vida se desconoce completamente.

Las especies que tienen su área principal de distribución en el estado de Sonora, pero ésta termina al norte, sur o este en los estados vecinos, se consideran casi endémicas. Algunos ejemplos sonorenses en la Saturniidae incluyen *Automeris patagoniensis*, *Coloradia prchali* y *Hylesia peigleri*. Aunque otros *Automeris* tienen una distribución amplia en Sonora asociados con encinos, *A. patagoniensis* se sabe que se alimenta exclusivamente de zacate (Poaceae) y probablemente está restringida por el pastoreo a áreas pequeñas donde las larvas puedan alimentarse sin ser molestadas por el ganado. La distribución conocida de esta especie es de los alrededores de Patagonia (Condado de Santa Cruz, Arizona) a Cananea, Sonora. Aunque probablemente ocurre en otras áreas de Sonora, la colecta extensiva no ha descubierto poblaciones nuevas de esta escurridiza palomilla pequeña. Los otros dos saturniidos se con-

sideran de manera más adecuada endémicas del norte de la Sierra Madre, ya que sus rangos se extienden a los estados adyacentes de Chihuahua, Durango y Sinaloa. Se encuentran en sitios altos de Sonora, especialmente en la región cercana de Yécora. *Coloradia prchali* se alimenta de pinos (*Pinus*, Pinaceae), mientras que *Hylesia peigleri* se sabe que se alimenta de una variedad de árboles entre los que se incluye aguasique (*Prunus*, Rosaceae). Los machos adultos de *C. prchali* son diurnos y son vistos con frecuencia en los bosques alrededor de Yécora en julio, mientras que las hembras son nocturnas. Este es el único miembro del género *Coloradia* con machos diurnos. *Hylesia peigleri*, aunque se describió recientemente, es un miembro de un género que ocurre en todos los trópicos de América y es famoso por sus larvas quemadoras y los pelos irritantes de las palomillas adultas. La especie de Sonora no es tan peligrosa en este aspecto como los otros miembros de este género que se encuentran más al sur; algunas de estas especies han causado la muerte a seres humanos. De cualquier manera, tanto los adultos como las larvas deben manejarse con cuidado.

Esfinges casi endémicas incluyen *Ceratonia sonorensis*, *Lintneria smithi* y la bella *Adhemarius globifer* de color verde y rojo. Tanto *C. sonorensis* (planta alimenticia *Fraxinus*, Oleaceae) y *L. smithi* (planta alimenticia *Salvia*, Lamiaceae) escasamente llegan a Estados Unidos procedentes de Sonora a lo largo de la frontera cerca de Nogales y deben encontrarse en altitudes medias en casi todo el estado. *Adhemarius globifer* es una especie de zonas altas del norte de la Sierra Madre Occidental, aunque conocemos muy poco sobre ella.

Neuroptera (hormigas león, crisopas, otros)

La característica que unifica a este orden es el diseño de las alas como encaje, llenas de venas, que por lo general tienen todos sus miembros. Incluye cerca de cuatro mil especies en el mundo divididas en 17 familias. Una familia muy conocida es Myrmeleontidae, comúnmente identificada como hormiga león. Son depredadores, por lo general de ar-

trópodos que caminan lentamente, y cuando vuelan fácilmente se pueden confundir con una libélula o cigarrillo. Las crisopas verdes, o Chrysopidae, se consideran «benéficas» e incluso se venden como agentes de control biológico debido a que son consumidores voraces de áfidos y otras pequeñas plagas agrícolas. La mayoría de los miembros de este orden son nocturnos.

Los neurópteros sonorenses se han estudiado muy poco y una sola especie acuática en este orden se ha confirmado de la sierra El Aguaje al norte de San Carlos (Bogan y Lytle, 2008). Otro registro importante de Neuroptera en Sonora es una crisopa gigante en la familia Polystoechotidae (probablemente del género *Polystoechotes*) de las inmediaciones de Yécora. Cuando oscurece, el humo de fogatas en el área atrae a estas crisopas que de otra manera no se podrían detectar (parece que las lámparas no las atraen). Se tiene un interés especial en estas crisopas debido a su disminución en la mayor parte de Estados Unidos donde actualmente sólo se encuentran en unas cuantas colonias en los estados del oeste (Marshall, 2006). Se desconoce su historia de vida pero su presencia en Sonora es interesante y merece mayores estudios.

Odonata (libélulas y cigarrillos)

El orden Odonata comprende un grupo de insectos grandes, muy conocidos, que presentan gran variedad de formas, comportamientos, colores y tamaños. Se escogió para una descripción amplia en este capítulo por ser un orden acuático y porque su distribución y taxonomía se conocen muy bien y sirve para hacer una comparación interesante con el orden terrestre Lepidoptera. Aunque algunas especies son visitantes comunes de los jardines y parques y generalistas de hábitats, otras tienen una distribución muy limitada, incluso son huidizas. Todos estos insectos son acuáticos y, en un estado árido o semiárido como Sonora, están confinados tanto en su fase larval como adultos a los cuerpos de agua presentes. Utilizan tanto los hábitats de agua corriente (lóticos) como los de agua estancada (lénticos). En sitios con agua co-

riente, el ancho del caudal, su profundidad, temperatura, pH, sustrato, plantas emergentes, presencia o ausencia de depredadores como peces, entre otras características, contribuyen a la diversidad de especies. En las lagunas o estanques muchos de estos factores también son importantes, además del nivel de oxígeno del agua, la sombra y radiación disponibles, la estabilidad del nivel de agua, etcétera.

Cerca de seis mil especies de Odonata se han descrito mundialmente, ciento treinta de las mismas se han documentado en Sonora (Bailowitz *et al.*, en prensa). Este orden se divide en dos subórdenes: Zygoptera (cigarrillos) y Anisoptera (libélulas). El suborden Zygoptera contiene veinte familias (Tennessee, 2003), cinco de las cuales –Calopterygidae (cigarrillos de alas anchas), Lestidae (alas extendidas), Coenagrionidae (cigarrillos de estanques), Platystictidae (cigarrillos de sombra) y Protoneuridae (filiformes)– se encuentran en Sonora. El suborden Anisoptera consta de once familias, cinco de ellas –Aeshnidae (bordadoras), Gomphidae (cola de maza), Cordulegastridae (cola de púa), Corduliidae (patrullas y esmeraldas) y Libellulidae (rozadores del agua)– tienen miembros en Sonora. Las dos familias más grandes en Sonora son los Libellulidos y los Coenagrionidos con cincuenta y cuarenta y seis especies respectivamente. El género más diverso es el género de cigarrillos *Argia* con 28 taxones en Sonora.

Hasta cerca de principios del siglo XXI la fauna de libélulas de Sonora se conocía muy poco. Los listados que se hicieron antes (*v.g.*, Paulson y Soriano, 2005) incluían menos de cincuenta especies. Varios factores explican esta deficiencia de datos. El aumento dramático de la diversidad de especies en regiones más al sur de México atrajo a investigadores que sólo pasaron por Sonora. Un segundo factor fue la falta de un sistema de caminos confiable hacia el pie y dentro de la Sierra Madre. Los caminos pavimentados a Álamos, Moctezuma, Quiriego, Sahuaripa y Yécora durante los últimos años han facilitado el acceso a nuevas áreas y hábitats; del mismo modo, los hoteles y restaurantes, en estos puntos lejanos, han florecido. Aunque los odonatos de Sonora actualmente se consideran más

o menos bien conocidos, aún existen grandes lagunas taxonómicas. Especialmente las sierras del noreste, al norte de Yécora, aún quedan sin documentar. Los aguajes de las cordilleras costeras al norte de San Carlos se han trabajado muy poco. La sierra de Mazatán, las sierras al este de San Bernardo, las regiones altas al noreste de Álamos y la sierra de Álamos se han explorado en forma mínima. Esto deja bastante trabajo fructífero para las futuras generaciones de entomólogos.

Desde 2001, los entomólogos de Arizona, R. Bailowitz, D. Danforth y S. Upton, han hecho viajes largos a Sonora para estudiar odonatos. La mayoría de las excursiones se han concentrado en los municipios de Yécora y Álamos con visitas secundarias a lo largo de los ríos Altar, Bavispe y Yaqui, así como a la planicie costera al sur de Guaymas. Otros investigadores que han participado en estas expediciones son Bob Behrstock, Sid Dunkle, Dennis Paulson y Ryan Sawby.

El presente estudio se basa principalmente en el trabajo de campo realizado en Sonora de 2001 a 2008. Se ha hecho una documentación detallada y un registro fotográfico minucioso. Se han tomado datos geográficos con geoposicionadores para todas las localidades de campo. Se han examinado los especímenes en el campo (manual), en el laboratorio y se han hecho disecciones completas cuando ha sido necesario. Se examinaron los ejemplares de las colecciones entomológicas de la University of Arizona en Tucson (UA) y la Arizona State University en Tempe (ASU), así como los de colecciones privadas importantes.

La ubicación de Sonora marca la intersección de regiones bióticas donde muchas especies de odonatos alcanzan los límites de su rango de distribución. En general, es donde el Neártico se junta con el Neotrópico y donde lo húmedo se encuentra con lo seco. En menor grado, es también donde el oeste se encuentra con el este, donde vestigios de los biomas de las Montañas Rocallosas entran en contacto con ramificaciones de la selva baja caducifolia (SBC). El estado se encuentra dividido, casi por la mitad, por una especie de línea de congelación, debajo de la cual la distribución de insectos no se

encuentra severamente limitada por las heladas. Varios ejemplos de los límites del rango de distribución de odonatos se presentan a continuación.

Límites meridionales

Unas cuantas especies alcanzan sus límites documentados más al sur en Sonora. *Macromia magnifica* se conoce en México de Chihuahua y Sonora y comúnmente vuela en el altiplano cerca de Yécora pero también ocurre en menor abundancia hacia el sur, por lo menos hasta el río Cuchujaqui al este de Álamos. *Libellula pulchella*, una especie común de Estados Unidos, sólo se ha reportado en Sonora de los humedales cerca de San Carlos. *Archilestes californica* es común en California y tiene un centro secundario de distribución que cruza la frontera Arizona-Sonora hacia el sur hasta Arizpe y Bacadéhuachi. *Ischnura cervula* alcanza sus límites más al sur (y casi más oriental) en el norte de Sonora, con su límite más al sur en Ímuris. *Ischnura damula* tiene su límite más al sur en la sierra de Los Ajos, al este de Cananea.

Límites occidentales

Ocho odonatos de Sonora alcanzan sus límites occidentales en esta porción de México. *Erythrodiplax funerea* y *Lestes sigma* ocurren hacia el oeste en los humedales cerca de San Carlos. *Dythemis nigrescens*, *Macrothemis inacuta* y *Perithemis domitia* son comunes hacia el oeste en el río Altar cerca de Oquitoa. *Orthemis discolor*, una especie que está extendiendo su rango, tiene su límite occidental en Santa Ana. La población más al oeste de *Argia tarascana* habita como disyunta en el Cañón del Nacapule en la sierra El Aguaje al norte de San Carlos. Por último, la única población conocida en Sonora de *A. cuprea*, una especie del este, se encuentra en la sierra al este de Yécora.

Límites orientales

Enallagma eiseni se consideraba una endémica de Baja California pero recientemente se encontró cerca de 20-25 kilómetros al oeste de Sonoyta, en los arbustos que rodean el oasis Quitobaquito, en ambos lados de la línea internacional. En cambio,

la inspección en un oasis similar en Quitovac, setenta kilómetros al sureste, no detectó evidencia de la especie.

Límites septentrionales

Por lo menos 24 especies logran sus límites más al norte en el estado de Sonora. Estas especies son principalmente tropicales que se extienden hacia el norte a lo largo de arroyos ubicados en las ramificaciones de la selva baja caducifolia y matorral espinoso de piedemonte. *Neoneura amelia*, *Phyllocycla elongata*, *Phyllogomphoides apiculatus* y *Tauriphila azteca* ocurren en la planicie costera y hacia el norte hasta el río Mayo. La planicie costera cerca de Vícam a lo largo del río Yaqui es el límite más al norte para *Micrathyria didyma* y *Telebasis levis*. El río San Marcial en Punta de Agua al norte de Empalme es el límite del rango más al norte para *Neoerythromma gladiolatum* y *Tauriphila australis*. En la sierra cerca de Yécora, un número de especies alcanzan sus límites más al norte, entre las que se incluyen *Argia ulmeca*, *Brechmorhoga tepeaca*, *Macrothemis ultima* (¡más de mil kilómetros desde la colonia conocida más cerca!) y *Progomphus belyshevi*. Los arroyos en las inmediaciones de Sahuaripa son los límites más al norte de *Brechmorhoga praecox*. La planicie costera de Ciudad Obregón alberga el límite norte para *Dythemis sterilis*. Las poblaciones reproductivas más al norte de *Macrothemis pseudimitans* (excepto por un solitario detectado en Arizona) están en las inmediaciones de Tepoca. A lo largo del río Bavispe, *Erpetogomphus bothrops*, *Progomphus clendoni*, *A. harknessi* (excepto por un grupo solitario de registros de primavera en la parte este-central de Arizona) y *Phyllogomphoides nayaritensis* alcanzan sus límites más al norte. *Argia anceps*, *A. funcki* y *Erpetogomphus elaps* habitan los arroyos cerca de Bacanora. A excepción de un registro solitario de varios individuos en San Bernardino National Wildlife Refuge en el sureste de Arizona, el límite más al norte de *A. carlcooki* es cerca de Moctezuma. Un aguaje a lo largo de la carretera al este de Tecoripa es el límite norte del rango de *A. oculata*. San José de Pimas, a lo largo del río Mátape, es el sitio más al norte para

A. pulla. *Enallagma novaehispaniae* tiene su registro más al norte a lo largo del río Altar cerca de Oquitoa.

Endemismo

Al momento de este escrito varios taxones aún no se describen. Dos de éstas son especies bien diferenciadas y se conocen solamente del estado de Sonora. Las dos son de las sierras al este de Yécora y ambas, un *Argia* y un *Erpetogomphus*, se conocen de más de una localidad. Una población aislada de *Phyllogomphoides* de la sierra El Aguaje por lo pronto se enlista aquí como *pacificus*, pero necesita mayores estudios. Otra especie de *Argia*, con una distribución extensa desde los trópicos hacia el norte, tiene una amplia variabilidad fenotípica y quizás represente grupos de especies en lugar de especies solitarias. El endemismo confirmado para Sonora es de 1.5%.

Orthoptera (grillos y chapulines)

Este orden incluye en la actualidad más de veinticuatro mil especies reconocidas mundialmente, con algunas estimaciones del total mundial de la fauna Orthoptera de cerca de ochenta mil especies. Muchas especies permanecen aún sin describirse. El orden incluye siete familias; tres son las predominantes: chapulines (antena corta, Acrididae), insectos-hoja (antena larga, Tettigoniidae) y los grillos (Gryllidae). Todos tienen como característica común una metamorfosis incompleta; después de eclosionar del huevo, las ninfas gradualmente aumentan de tamaño por medio de una serie de mudas hasta que se transforman en adultos. En la fase adulta los Acrididae y los Tettigoniidae generalmente tienen alas y pueden volar; sus alas anteriores normalmente son angostas y pesadas (comúnmente críptico, semejando una hoja o la tierra) y las alas posteriores son como abanico y membranosas, con una superficie más grande para volar. En todas sus fases, casi todos estos insectos son saltarines y brincan usando sus fémures posteriores muy agrandados. Muchos producen sonido por un mecanismo conocido como estridulación, el cual consiste en

rozar partes de su exoesqueleto. A su vez, cuando se produce el sonido, éste tiene que ser detectado y algunos Orthoptera (Tettigoniidae) tienen una membrana en sus patas delanteras que funciona como una especie de oído, mientras que otros tienen estructuras similares en otras partes de sus cuerpos.

Actualmente el orden Orthoptera de Sonora se conoce muy poco, sin que hasta ahora se haya intentado hacer un inventario completo de especies. Esta área de estudio permanece completamente abierta para los futuros biólogos, con muchos registros sorprendentes y muy probablemente especies nuevas. Dos ortópteros excepcionales del estado se describen a continuación:

Uno de los miembros más interesantes de Sonora es una especie sin identificar de *Dysonia* que imita perfectamente al grupo costroso de líquenes gris claro que con frecuencia cubre los encinos y otros árboles de la sierra. Este mimetismo moteado de gris y negro incluso va más allá y hace que la cara café del insecto imite exactamente la parte inferior volteada del talo de un liquen. Tanto los machos como las hembras de este bello insecto son atraídos a las lámparas en hábitats apropiados de altitud media. Se han colectado ejemplares tanto al norte de la sierra, en el municipio de Yécora, como en el sur en las inmediaciones del rancho Santa Bárbara (cerca de Álamos), lo que sugiere una distribución amplia a lo largo de la sierra. Siempre se ha encontrado asociado con encinos, aunque se desconoce completamente la historia de vida de este insecto. El camuflaje por lo menos sugiere una fuerte asociación con los líquenes costroso, los que de hecho pudieran ser las plantas alimenticias preferidas.

Otro tettigoniido (insecto-hoja), identificado por lo pronto como *Steirodon* sp., se conoce de julio a septiembre de los bosques húmedos de pino-encino alrededor de Yécora. Los gigantes insectos-hoja adultos alcanzan una longitud de cerca de 125 milímetros y son unos excelentes imitadores de hojas, ya que son totalmente verdes y tienen la forma de una hoja ancha. De manera extraña, los adultos frecuentemente se encuentran en el día en arbolitos de táscales (*Juniperus* spp.), que tienen follaje

finamente disectado y pareciera que el camuflaje de hoja ancha del insecto no sería ideal. A pesar de esto, los adultos son muy difíciles de ver, a menos que se muevan o algo los perturbe. Los adultos son muy malos para volar, pero cuando se les molesta pueden hacerlo varios metros al árbol más cercano. Se supone que los adultos se alimentan del tásate y tal vez adquieran cierta protección al elegir esta planta alimenticia. En ocasiones son atraídos a las lámparas. El *Steirodon* de Sonora es muy similar a otros miembros de este género que se encuentran en América Central y América del Sur, pero probablemente éste es el representante más al norte de estos Orthoptera tropicales.

Phasmida (insectos palo)

Este grupo de insectos, que debido a su naturaleza críptica fácilmente pasan desapercibidos, pertenecen al orden Phasmida y por lo común se les conoce como insectos palo. Las tres familias con distribución mundial contienen dos mil quinientas especies. Los machos son capaces de volar, pero las hembras no. Su movimiento es lento, lo cual, aunado a la coloración críptica de la mayoría de las especies y a su balanceo típico cuando no mueven sus patas, los convierte en los magos del disfraz.

Un insecto palo muy grande, identificado como *Bacteria* sp., se conoce de las inmediaciones de Álamos. Los adultos, tanto hembras como machos, se han encontrado en el follaje a la orilla de los caminos cerca del río Chahujaqui en hábitats de SBC. Los adultos generalmente se asocian con güinolo (*Acacia cochliacantha*), la que de hecho puede ser su planta alimenticia preferida. Las hembras de esta especie son criaturas impresionantes que miden más de trescientos milímetros de largo y son tan gruesas como un dedo índice, mientras que los machos miden la mitad y tienen el diámetro de un lápiz. Las hembras tienen un ovipositor característico de cerca de veinticinco milímetros de largo, en forma de vertedor, a través del cual dejan caer sus huevos en la tierra. El color de los adultos es café claro uniforme con unas manchitas negras. A menudo, estos insectos, que no vuelan, pueden ser encontra-

dos copulando al sacudir los arbustos a la orilla de los caminos durante la estación del monzón.

CONSERVACIÓN

El estatus incierto del pequeño saturniido *Automeris patagoniensis* (Lepidoptera: Saturniidae), un insecto casi endémico de Sonora, que tiene un rango aparentemente muy reducido, merece importancia para la conservación. La cría de esta palomilla ha demostrado que sólo se alimenta de zacates, y únicamente ciertos zacates nativos, lo que contrasta claramente con su pariente cercano y de distribución amplia *Automeris io*, que se alimenta de una gran variedad de plantas. Por lo tanto, *A. patagoniensis* es muy susceptible a las perturbaciones por el pastoreo del ganado, así como por los desmontes para establecer praderas de zacate buffel. Esta bella palomilla se describió recientemente de una población protegida del ganado cerca de Patagonia (Arizona). En Sonora se ha registrado únicamente de una localidad cerca de Cananea, a pesar de los inventarios extensivos hechos por todo el estado por un número importante de gente que estudia los lepidópteros. En Estados Unidos se conoce sólo del extremo sureste de Arizona, una distribución que sugiere que es principalmente una especie mexicana. La falta de registros de Sonora puede ser un indicio de la necesidad de conservación. Existe la preocupación de que esta palomilla haya sido severamente impactada por el pastoreo en todo el estado antes de que la especie se reconociera como parte de la fauna. Lógicamente, debiera encontrarse en otras áreas de las que en la actualidad se conoce, destacando la necesidad de mayores estudios y su posible protección.

En varios sitios de Sonora ya se protege en diferentes niveles la flora y fauna nativa, incluyendo a los insectos. Ejemplos de estas reservas federales son: Área Protegida de Flora y Fauna Sierra de Álamos-Río Chahujaqui, Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe y Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. En una publicación muy completa sobre los

invertebrados acuáticos de la sierra El Aguaje al norte de San Carlos, Bogan y Lytle (2008) hacen firmes recomendaciones para desarrollar la conservación de esta área especialmente diversa y vulnerable, ubicada tan sólo a cinco kilómetros de San Carlos. Las relaciones e interacciones biológicas entre insectos y plantas parecen más cercanas a la biota de Sinaloa y más al sur en vez de las relaciones de la Sierra Madre del este de Sonora. En lo que se refiere a visitantes descuidados en el cañón, en el reporte se expresa que: «El tránsito de turistas, combinado con la amenaza en ciernes de extracción de agua subterránea, lo cual disminuye el nivel freático en lugares como el Nacapule y los riachuelos, representa una de nuestras principales preocupaciones.» Diez especies de invertebrados acuáticos se encontraron en estos riachuelos del Nacapule y no se localizaron en otra parte de la sierra El Aguaje; estas diez especies se encuentran en alto riesgo de extinción local. Nos gustaría que el Cañón del Nacapule se protegiera como parte del sistema de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP), ya sea como una ANP o una reserva de la biósfera. Conforme se sigan desarrollando estudios sobre la historia natural de Sonora y las características de varias de sus cadenas montañosas y cuerpos de agua se conozcan mejor, sin duda muchos sitios adicionales podrán ser sugeridos para su conservación en un nivel u otro.

CONCLUSIONES

Resulta incomprensible el tener una porción tan enorme de la naturaleza de nuestro entorno, de nuestro rompecabezas ambiental, de la comunidad biótica en la que vivimos, como lo es el estado de Sonora, y que nuestro conocimiento sea tan imperfecto e incompleto. Varios miles de especies de insectos, muchos de los cuales se conocen tan poco que aún no se describen científicamente, ocupan los jardines y el interior de Sonora. Nosotros estudiamos lo que es más fácil y más obvio, las mariposas, las palomillas grandes y las libélulas, pero evitamos las pequeñas criaturas ocultas, escasas y

de colores sutiles que representan la mayor parte de la vida en la Tierra.

Este es el tiempo perfecto para la investigación científica en Sonora, para aumentar las colectas de insectos para estudios taxonómicos; para usar lo último de la tecnología digital a fin de crear un sistema de registros fotográficos de varios grupos de insectos en Sonora; para extender el plan de estudios de las ciencias ambientales con el propósito de incluir a los insectos como organismos de gran interés ecológico en las universidades; para fomentar entre la población el interés y conocimiento de los insectos y su entorno natural; para proteger grandes extensiones de terreno virgen, conservar cadenas montañosas aisladas y limitar el daño causado por las demandas de la población humana.

Se conoce aproximadamente noventa por ciento o más de los miembros de la fauna de mariposas, palomillas grandes y libélulas de Sonora. Si bien el total de especies de estos taxones es muy similar al de Arizona, ubicado justo al norte, los totales para estados del sur como Oaxaca, Chiapas, Veracruz, etcétera, son mucho mayores, a menudo el doble o triple. Lo más probable es que esto refleje factores ambientales más que falta de estudio de estos grupos de insectos, ya que como regla general la diversidad aumenta conforme uno se acerca al ecuador. Pero los otros, los grupos menos conocidos, requieren de una cantidad enorme de trabajo. Es importante conocer estas criaturas con las que compartimos el planeta con el objeto de obtener un punto de vista más equilibrado del lugar en donde encaja la raza humana en el plan general de la naturaleza.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento sincero para todos los investigadores participantes en este proyecto, en especial a los que lo visualizaron, organizaron, coordinaron y finalmente lo produjeron. Por supuesto, éste es el principio en vez del final, pero virtualmente todos los proyectos científicos lo son. También agradecemos a nuestras familias, que nos permitieron compartir nuestro tiempo con el pro-

yecto, una tarea no muy fácil. Hacemos una mención especial a Michael Bogan que nos facilitó datos valiosos y orientación sobre los insectos acuáticos del estado, así como a Doug Danforth y Sandy Upson por su compañía y conocimiento de la historia natural en general, a Jim Brock por su conocimiento sobre mariposas y las relaciones entre las plantas y los insectos, a Justin Schmidt por su información sobre las hormigas y avispas, a Michael Wilson por su amplio conocimiento, su experiencia de campo y la revisión cuidadosa del manuscrito y a Ray Nagle por su sabiduría, apoyo y compañía a través de muchos años y aventuras en ambos lados de la frontera.

LITERATURA CITADA

- ARNETT, R.H. JR. y R.L. JACQUES JR. 1981. *Insects*. Simon y Schuster. Nueva York.
- BAILOWITZ, R., S. UPSON y D. DANFORTH. En prensa. *A Field Guide to the Dragonflies and Damselflies of Sonora and Arizona*. Drylands Institute. Tucson, Arizona.
- BAILOWITZ, R. y H. BRODKIN. 2007. *Finding Butterflies in Arizona*. Johnson Books. Boulder, Colorado.
- BESTELMEYER, B.T. y R.L. SCHOOLEY. 1999. The Ants of the Southern Sonoran Desert: Community Structure and the Role of Trees. *Biodiversity and Conservation* 8: 643-657.
- BOGAN, M.T. y D.A. LYTLE. 2008. Biological Inventory of Isolated Oases in the Sierra El Aguaje, Sonora, México. Graduate dissertation. Oregon State University.
- BROWN, J.W. y J.P. DONAHUE. 1989. The Sphingidae (Lepidoptera) of Baja California, Mexico. *Journal of the Lepidopterists Society* 43: 184-209.
- BROWN, D.E. y K.B. CLARK. 2005. *The Demise of the Imperial Woodpecker (Campephilus imperialis): Known Specimens, Historic Range and Reasons for Extinction*. Special Symposium Abstracts, the Ecology of Large Woodpeckers: History, Status and Conservation. Brinkley, Arkansas.
- BURNIE, D. y D.E. WILSON, eds. 2005. *Animal*. Smithsonian Institution, Dorling Kindersley Publishing, Londres y Nueva York.
- BÚRQUEZ, A. 1997. Distributional Limits of Euglossine and Meliponine Bees (Hymenoptera: Apidae) in Northwestern Mexico. *Pan Pacific Entomol* 73: 137-140.
- BÚRQUEZ, A., A. MARTÍNEZ-YRÍZAR, R.S. FELGER y D. YETMAN. 1999. Vegetation and Habitat Diversity at the Southern Edge of the Sonoran Desert. En: R.H. Robichaux, ed. *Ecology of Sonoran Desert Plants and Plant Communities*. University of Arizona Press, Tucson, pp. 36-67
- CRUZ-REYES, A. y J.M. PICKERING-LÓPEZ. 2006. Chagas Disease in Mexico. Río de Janeiro. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 101: 345-354.
- DEANS, A.R. y L.M. ROTH. 2003. *Nyctibora acaciana* (Blatellidae: Nyctiborinae), a New Species of Cockroach from Central America that Oviposits on Ant-Acacias. *Transactions of the American Entomology Society* 129: 267-283.
- EBELING, W. 1978. *Urban Entomology*. University of California Press. Berkeley.
- FELGER, R.S., M.B. JOHNSON y M.F. WILSON. 2001. *The Trees of Sonora, Mexico*. Oxford University Press, Nueva York.
- HAXAIRE, J. 2002. *Sphinx nogueirai*, nouveau Sphingidae du Sonora (Lepidoptera; Sphingidae) *Lambillionea* C11: 459-462.
- KITCHING, I.J. y J-M. CADIOU. 2000. *Hawkmoths of the World: An Annotated and Illustrated Revisionary Checklist (Lepidoptera: Sphingidae)* Natural History Museum, Londres.
- LEMAIRE, C. 2002. *Saturniidae of America*. 3 vols. Goeke y Evers, Keltern.
- LICTWARDT, R. 1986. *The Trichomyces: Fungal Associates of Arthropods*. Springer-Verlag, Nueva York.
- LLORENTE, J., A. LUIS-M., I. VARGAS y J. SOBERÓN. 1993. Biodiversidad de las mariposas: su conocimiento y conservación en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* XLIV.
- LLORENTE, J., A.N. GARCÍA-ALDRETE, E. GONZÁLEZ-SORIANO y C. CORDERO. 1996. Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México. En: J. Llorente, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano, eds. *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, pp 3-14.
- LO, N., G. TOKUDA, H. WATANABE, H. ROSE, M. SLAYTOR, K. MAEKAWA, C. BANDI y H. NODA. 2000. Evidence from Multiple Gene Sequences Indicates that Termites Evolved from Wood-Feeding Cock-

- roaches. *Current Biology* 10: 801-804.
- LUIS, A.M., J. LLORENTE, I.F. VARGAS y A.D. WARREN. 2003. Biodiversity and Biogeography of Mexican Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 105 (1).
- MARSHALL, S.A. 2006. *Insects: Their Natural History and Diversity; with a Photographic Guide to Insects of Eastern North America*. Firefly Books, Buffalo, Nueva York.
- MINCKLEY, R. 2008. Faunal Composition and Species Richness Differences of Bees (Hymenoptera: Apiformes) from Two North American Regions. *Apidologie* 39: 176-188.
- MORON, M.A. y B.C. RATCLIFFE. 1989. A Synopsis of the American Goliathini with Description of a New *Neoscelis* from Mexico (Coleoptera: Carabaeidae: Cetoniinae) *The Coleopterists Bulletin* 43: 339-348.
- MORRONE, J.J. y J. MÁRQUEZ. 2008. Biodiversity of Mexican Terrestrial Arthropods (Arachnida and Hexapoda): A Biogeographical Puzzle. *Acta Zoológica Mexicana* 24: 15-41.
- NAVARRETE-HEREDIA, J.L. 2003. A New Species of *Philonthus* (Coleoptera: Staphylinidae) from Sonora, Mexico. *Zootaxa* 390: 1-7.
- NOM. 2002. NOM-059-ECOL-2001, Protección Ambiental. Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres. Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión, o Cambio. Lista de Especies en Riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, Norma Oficial Mexicana, 6 de marzo.
- PAULSON, D.R. y V.G. SORIANO. 2005. *Odonata of Mexico, by State*. Slater Museum of Natural History, Washington.
- PELHAM, J.P. 2008. A Catalogue of the Butterflies of the United States and Canada. *The Journal of Research on the Lepidoptera* 40: 1-658.
- PHILLIPS, S.J. y P. COMUS, eds. 2000. *A Natural History of the Sonoran Desert*. Arizona-Sonora Desert Museum Press, Tucson, y University of California Press, Berkeley.
- RESH, V.H. y R.T. CARDÉ, eds. 2003. *Encyclopedia of Insects*. Academic Press. San Diego, California, pp. 564-566.
- SÁNCHEZ-RAMOS, G. y P. REYES-CASTILLO. 2006. Ecological Interaction of *Pantophthalmus roseni* (Enderlin) (Diptera: Pantophthalmidae) and the Red Oak *Quercus germana* Sachltdl. et Cham. (Fagaceae) in a Mexican Cloud Forest. *Acta Zoológica Mexicana* 22: 45-56.
- TENNESSEN, K.J. 2003. Odonata. En: V.H. Resh y R. T. Cardé, eds. *Encyclopedia of Insects*. Academic Press. San Diego, California, pp. 814-823.
- TRUNZER, B., J. HEINZE y B. HOELLDÖBLER. 1998. Cooperative Colony Founding and Experimental Primary Polygyny in the Ponerine ant *Pachycondyla villosa*. *Insectes Sociaux* 45: 267-276.
- TUTTLE, J.P. 2007. *Hawkmoths of North America*. The Wedge Entomological Research Foundation, Washington.
- VAN DEVENDER, T.R. y H. LAWLER. 1996. Life History Notes. Serpentes. *Sympholis lippiens*, Banded Burrowing Snake. *Diet Herpetological Review* 27: 205.
- WALSH, J. 2008. Sphingidae and Saturniidae of Sonora, Mexico (<http://nitro.biosci.arizona.edu/zeeb/butterflies/sormoth.html>) consultada en febrero de 2009.
- WARREN, A.D., K. DAVIS, J. PELHAM y M. STANGELAND. 2008. Butterflies of America (<http://www.butterflysofamerica.com>) consultada en febrero de 2009.

Capítulo traducido por Ana Lilia Reina-Guerrero