Los escarabajos de la madera (Coleoptera: Passalidae) y su relación con los sitios de conservación

Wood beetles (Coleoptera: Passalidae) and their relationship to conservation sites

Evelin Villalba-Fuentes[1]*, Mayra Fuentes- Castro[1], Carlos Cultid-Medina2 & Larry Jiménez-Ferbans[3]

1 Grupo de Investigación Evolución Sistemática y Ecología Molecular (GIESEMOL), Universidad del Magdalena, Carrera 32 No 22-08, Santa Marta, Colombia.
Email: evelinvillalbafuentes@gmail.com

2 Instituto de Ecología A. C., Carretera antigua a Coatepec No. 351, Col. El Haya, C.P. 91070 Xalapa, Veracruz, México

3 Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Magdalena, Carrera 32 No 22-08, Santa Marta, Colombia

**Corresponding author*

Resumen

Los escarabajos de la madera son coleópteros que se caracterizan por alimentarse de la madera en descomposición y llevar a cabo todo su ciclo de vida en el interior de los troncos podridos. Son insectos subsociales y tienen mecanismos diferenciados que permiten la comunicación sonora entre individuos. Por sus hábitos, los pasálidos dependen totalmente de la disponibilidad de troncos en descomposición, por lo que su abundancia y riqueza pueden verse afectados por procesos de transformación y degradación de los bosques. Colombia es el país con mayor riqueza de especies de pasálidos, sin embargo, muchas zonas del país aún permanecen inexploradas para el grupo. Así mismo, la mayoría de las especies conocidas se concentran en zonas que enfrentan amenazas producto de las actividades humanas. Por ello, es importante desarrollar proyectos que permitan conocer la riqueza y abundancia de las especies, así como las variables ambientales y de microhábitat a las que están asociadas, lo que permitiría anticipar los efectos de la degradación ambiental. A continuación, presentamos una reseña sobre los principales aspectos de los pasálidos, su importancia ecológica y citamos un ejemplo del estudio de la asociación de las especies con variables del hábitat en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Palabras claves: Passalidae, conservación, distribución, factores ambientales.

Abstract

Wood beetles are beetles that feed on decaying wood and carry out their entire life cycle inside rotting logs. They are subsocial insects and have differentiated mechanisms that allow sound communication between individuals. Because of their habits, passalids depend entirely on the availability of decaying logs, so their abundance and richness can be affected by forest transformation and degradation processes. Colombia is the country with the greatest richness of passalid species, however, many areas of the country remain unexplored for the group. Likewise, most of the known species are concentrated in areas that face threats from human activities. Therefore, it is important to develop projects that allow us to know the richness and abundance of the species, as well as the environmental and microhabitat variables to which they are associated, which would allow us to anticipate the effects of environmental degradation. The following is a review of the main aspects of passalids, their ecological importance and an example of the study of the association of species with habitat variables in the Sierra Nevada de Santa Marta.

Keywords: *Passalidae, conservation, distribution, environmental factors.*

Introducción

Los escarabajos son el grupo de insectos dominantes en nuestro planeta, se han descrito más especies de coleópteros que de cualquier otro grupo, conociéndose aproximadamente 400.000 especies (Navarrete-Heredia & Quiroz-Rocha 2018). Además de ser muy diversos, los coleópteros desempeñan un sinnúmero de actividades en los ecosistemas que resultan de altísima importancia ecológica. Así, tenemos coleópteros depredadores que intervienen en el control biológico (*v. g.* Carabidae, Cicindelidae, Lampyridae, Coccinellidae), polinizadores que ayudan al equilibrio en los ecosistemas y provisión de alimentos (*v.g.* Chrysomelidae, Curculionidae, Staphylinidae), coprófagos (*v.g.* Scarabaeniae, Geotrupidae) y saproxilófagos (*v.g.* Lucanidae, Cerambycidae) y que ayudan a la reincorporación de nutrientes al suelo (Peña 2003, Wolff 2006, Toledo-Hernández *et al.* 2014, Rodríguez-Vite *et al.* 2015). Entre estos últimos, se destaca la familia Passalidae, conocidos comúnmente como escarabajos de la madera. Esta familia agrupa cerca de 1.000 especies (Boucher 2006) que se caracterizan por tener un cuerpo alargado y aplanado de color negro brillante en estado adulto, con surcos bien marcados en sus élitros y antenas tipo lameladas (Figura 1) (Amat-García *et al.* 2004, Boucher 2006). A simple vista, todos los individuos de esta familia parecen tener las mismas características, pero la distinción de cada género o especie se encuentra principalmente en la parte dorsal de la cabeza (Reyes-Castillo 1970).

Los pasálidos son subsociales, lo que quiere decir que establecen colonias en las que se pueden encontrar individuos de diferentes generaciones (se cree que hijos de una sola pareja fundadora) y los adultos ayudan a la cría de los más jóvenes. Este rasgo de los pasálidos los hace un grupo ya no solo importante desde el punto de vista ecológico, sino interesante para estudios de comportamiento, origen de la sociabilidad y la comunicación.

Figura 1. Escarabajo de la familia Passalidae en estado adulto (*Veturius impressus*).

Apareamiento, desarrollo y comunicación

En las especies de pasálidos, el proceso de apareamiento y establecimiento de la colonia se lleva a cabo en el interior de los troncos en descomposición, donde encuentran condiciones óptimas para su desarrollo (Amat-García *et al.* 2004). Durante la creación de la galería se atrae al individuo del sexo opuesto mediante una señal sonora, para luego, en conjunto, establecer y extender la misma. Una vez la pareja se encuentra dentro del tronco, inicia un cortejo nupcial que generalmente comienza por iniciativa del macho, este se caracteriza por una danza de movimientos sincronizados. A través de sus antenas, mantienen el contacto emitiendo señales vibratorias acompañadas de señales sonoras que son emitidas por el macho o la hembra dependiendo de la especie. Cuando se logra este contacto, el macho busca el vientre de la hembra para introducir el edeago (órgano reproductor), una vez unidos (vientre con vientre) se interrumpe la emisión de sonidos y señales vibratorias. Al finalizar la cópula, permanecen juntos cooperando en el cuidado de la progenie, por ello, son considerados insectos subsociales (Reyes-Castillo & Halffter 1984, Moreno-Fonseca & Amat-García 2015).

El proceso de oviposición dura entre dos y dos meses y medio, durante este tiempo la hembra ovipone alrededor de cuatro huevos por día en cualquier lugar de la galería y luego estos huevos son reorganizados en un nido elaborado por la pareja. De los huevos emergen las larvas que luego se convierten en pupas, tenerales y finalmente en adultos (Figura 2). Del proceso de oviposición depende la rápida formación del grupo social, encontrando hasta dos generaciones de adultos en una misma galería (Schuster 1975, Reyes-Castillo & Halffter 1984).

En los estados inmaduros (larvas y pupas), el desarrollo es relativamente rápido y en estas etapas se evidencia la cooperación de adultos y tenerales en la alimentación, construcción de las cámaras pupales y protección de la progenie. Debido a que las larvas no tienen el aparato mandibular desarrollado y no pueden asegurar su propia alimentación, los adultos son los encargados de extraer trozos de madera finos y mezclarlos con excremento para formar una papilla de fácil ingestión, esto, además, facilita la transmisión de flora microbiana que ayudará más adelante a la degradación de la celulosa. Por otra parte, es interesante la cooperación entre individuos hermanos en esta familia; los tenerales colaboran en la construcción de la cámara pupal, si esta es dañada durante el proceso de metamorfosis es reparada para evitar la depredación de la larva. En caso de presentarse un intruso en la galería, el macho fundador es el encargado de defender, aunque algunas veces también lo hace la hembra, estos comportamientos subsociales son los que

aseguran la protección y desarrollo de la progenie (Reyes-Castillo & Halffter 1984).

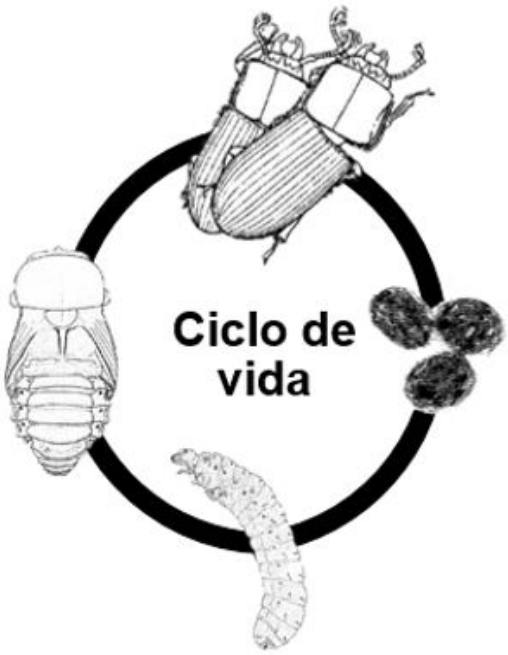

Figura 2. Ciclo de vida de la familia Passalidae. Modificado de Reyes-Castillo & Halffter 1984, Costa & Vanin 2010.

Otro aspecto interesante que es importante resaltar es la comunicación sonora de esta familia, los sonidos emitidos se dan luego de que el individuo frote áreas específicas de su cuerpo. En el caso de los adultos, surgen al frotar el sexto tergito abdominal contra áreas sobre las alas metatorácicas, mientras que en las larvas, se producen al frotar su par de patas reducidas (patas metatorácicas) sobre un área rugosa de la coxa (Schuster & Schuster 1971). En ambos casos, la estridulación es producto de rozamiento de pequeñas espinas situadas en las zonas mencionadas (Ariza-Marín & De Luna 2020).

Ahora bien, este mecanismo de comunicación se ha diferenciado en varios tipos de sonidos de acuerdo a ciertos comportamientos de estos escarabajos, catalogados principalmente en tres grupos; molestia, dominancia y apareamiento, en cada caso la emisión de sonidos varía en duración, frecuencia y potencia (Schuster & Schuster 1971).

¿Dónde podemos encontrar pasálidos?

Generalmente, los pasálidos son encontrados en ambientes húmedos, habitando en el interior de los troncos en descomposición (Jiménez-Ferbans & Amat-García 2009) (Figura 3); no obstante, algunas especies han sido encontradas habitando hormigueros de *Atta*, eucalipto vivo (Schuster & Schuster 1971), bromelias epífitas, bambú, entre otras (Cano & Schuster 2012). Hasta el momento, no se ha documentado la preferencia de estos escarabajos por una especie vegetal en específico, sin embargo, es común encontrarlos en troncos de angiospermas dicotiledóneas (Reyes-Castillo & Halffter 1984).

Figura 3. Pasálidos habitando tronco en descomposición.

La distribución de estos individuos dentro del tronco está relacionada con la forma del cuerpo y la explotación de estratos específicos del mismo, así, las especies se diferencian en cortícolas, alburamícolas y duramícolas (Figura 4) (Castillo & Reyes-Castillo 1997; 2003, Moreno-Fonseca & Amat-García 2015). Esta diferenciación gremial, permite encontrar hasta cinco especies de pasálidos en un mismo tronco; para mantener esta coexistencia, las colonias tienen mecanismos de comunicación diferenciados, emitiendo señales sonoras y químicas (Reyes-Castillo & Halffter 1984).

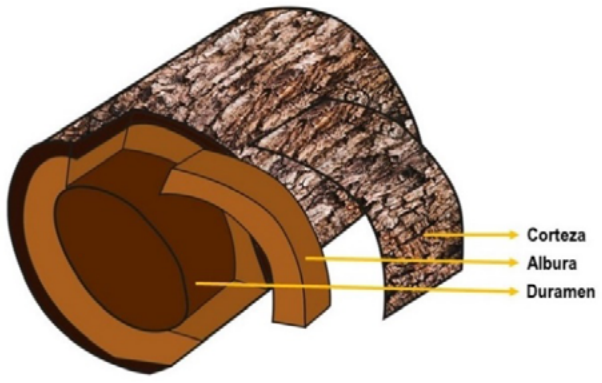

Figura 4. Representación de los diferentes estratos del tronco.

Distribución y patrones de riqueza

Estos escarabajos se distribuyen principalmente en zonas templado húmedas del planeta (Jiménez-Ferbans & Amat-García 2009) y alcanzan su mayor diversificación en los bosques húmedos y bosques de montaña (Reyes-Castillo & Halffter 1984).

En el continente americano se conocen más de 400 especies de pasálidos, divididas en dos tribus que exhiben patrones de distribución diferentes (Jiménez-Ferbans *et al.* 2018a). Así, los Proculini son un grupo que se originó en Mesoamérica (Beza-Beza *et al.* 2021), lugar donde se encuentran 19 de los 20 géneros existentes. De estos, solos los géneros *Popilius*, *Verres* y *Veturius* han colonizado Suramérica más allá de la provincia biogeográfica del Chocó. Mientras que los Passalini parecen haberse originado en las tierras bajas de Suramérica, representando su mayor riqueza en la cuenca amazónica y montañas de los Andes con solo dos géneros exclusivamente mesoamericanos (*Ameripassalus* y *Ptichopus*).

Actualmente, Colombia es el país con mayor riqueza de especies de pasálidos (118) (Figura 5), de las que más del 50% pertenecen al género *Passalus* (Jiménez-Ferbans *et al.* 2018a). Aunque se podría suponer que por dicha cifra en el país estos organismos son uno de los grupos más estudiados, cabe resaltar que este conocimiento ha avanzado de manera desigual. Un ejemplo de esto son las regiones Andina y Pacífica las cuales cuentan con el mayor número de especies registradas hasta el momento (41 especies), sin embargo, la mayor parte de sus territorios están sin explorar (Jiménez-Ferbans *et al.* 2018b). Para el Amazonas se han registrado 24 especies de pasálidos (Amat-García & Reyes- Castillo 2007), varias de ellas resultaron ser nuevas especies en una exploración en el Parque Nacional Natural La Paya (Jiménez-Ferbans & Amat-García 2011). La Orinoquía por su parte, tiene actualmente un registro de 25 especies (Salazar-Niño & Amat-García 2015) y el Caribe 26 L. Jiménez-Ferbans *et al.* (datos no publ.), de las cuales 13 especies están presentes en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), cuatro de ellas endémicas de este macizo (Jiménez-Ferbans & Amat-García 2009; L. Jiménez-Ferbans *et al.* (datos no publ.). En esta zona, la mayor riqueza ha sido reportada entre los 1700 y 1800 msnm en la localidad de Bellavista, y el registro más bajo que se tiene corresponde a un bosque en el Parque Nacional Natural Tayrona (20 msnm). No obstante, es posible encontrar estos escarabajos al nivel del mar, siempre y cuando se cumplan las condiciones que ellos requieren (humedad y disponibilidad de troncos).

Importancia ecológica de los pasálidos

Los pasálidos, al tomar provecho de los troncos en descomposición para establecer sus colonias y llevar a cabo todo su ciclo de vida, contribuyen en la aceleración de la incorporación de los nutrientes de la madera descompuesta al suelo forestal, alcanzando a procesar entre un 25 a 40% de los troncos que habitan. Este porcentaje puede variar según la especie de pasálido, cantidad de individuos por colonia, especie de árbol y estado del tronco (humedad y tamaño) (Castillo & Reyes-Castillo 2003, Míss & Deloya 2007, Cano & Schuster 2012, Alencar *et al.* 2020). Además, han sido utilizados como organismos indicadores debido a que tienen ventajas por no ser migratorios, ser generalmente endémicos en áreas montañosas, estar presentes todo el año en estado adulto, son fáciles de recolectar y adicionalmente, porque existe un amplio conocimiento de su taxonomía y biogeografía. En Guatemala, por ejemplo, fueron útiles para determinar la prioridad de conservación de bosques nubosos. Por lo anterior, su uso como grupo indicador puede generar un ahorro de tiempo y dinero en trabajos de conservación (Schuster *et al.* 2000).

Figura 5. Riqueza de especies de Passalidae en algunos países americanos.

En Colombia, estas zonas de amortiguación actualmente están siendo transformadas por la ganadería y la agricultura, actividades que no sólo influyen en la diversidad de especies, sino también en su comportamiento. Además, ocasionan un cambio en la estructura y composición de las comunidades, generando una transformación en las dinámicas poblacionales y así mismo, en los procesos ecológicos, es decir, algunos organismos ante los cambios ambientales pueden reducir sus poblaciones o desaparecer completamente (Danks 1994, Basset *et al.* 1998, Danks 2002; 2006, Lopera-Toro & Martínez-Revelo 2015, Otavo & Echeverría 2017). La Sierra Nevada de Santa Marta no es un caso aislado de esta problemática porque, además de ser uno de los relieves montañosos más importantes del país, también es uno de los focos con mayor deforestación, situación que se ve agravada por el desconocimiento de la riqueza de muchos grupos o de factores predominantes en la distribución o selección de hábitat por los mismos (IAVH & WWF 2019).

Para el caso de Passalidae se ha documentado que la fragmentación del paisaje está asociada negativamente con la riqueza de especie (Jackson *et al.* 2013), y que el grado de disturbio genera un incremento en la temperatura y disminución de la humedad de los sistemas boscosos (Beltrán-Martín 2015). Por ejemplo, Pardo-Locarno y colaboradores (2000) han evidenciado una vez más que en los ecosistemas con poca humedad la incidencia de pasálidos es menor.

Así mismo, las alteraciones del hábitat influyen reduciendo la disponibilidad del recurso como la madera en descomposición; elemento que es fundamental para estos ecosistemas y para los organismos saproxílicos, como los pasálidos, que como ha sido mencionado, presentan una dependencia a este tipo de recursos y a las variables ambientales del entorno circundante (hábitat-bosque). Es importante tener en cuenta que, aunque el patrón de dispersión depende de las habilidades particulares de cada especie, estos escarabajos tienden a tener estrategias de colonización de acuerdo a la competencia, las variables ambientales y el recurso disponible del parche de bosque que habitan (Galindo-Cardona *et al.* 2007).

Recientemente, en la Reserva Natural El Dorado de la Fundación ProAves, se llevó a cabo uno de los primeros trabajos que explora las condiciones óptimas relacionadas con la presencia de pasálidos. Este sitio fue escogido por presentar bosques altamente conservados en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), en la zona en la que mayor riqueza de pasálidos se ha documentado para el Caribe colombiano, incluyendo especies que solo pueden encontrarse en la SNSM (endémicas).

El propósito de la investigación fue evaluar la influencia de variables ambientales (temperatura, humedad) y estructurales del tronco (dureza, longitud, diámetro y estado de descomposición) que influyen sobre la abundancia y riqueza de pasálidos. Para ello se empleó un modelo de parcelas y subparcelas establecidas en un área entre los 1.700-1.855 m.s.n.m., altitud que como es señalada por expertos se encuentra la mayor de riqueza de especies de pasálidos debido a que confluyen especies de zonas bajas y altas (Jiménez-Ferbans *et al.* 2010). En total se muestrearon más de mil troncos caídos con diámetro mayor a 5 cm, en cada uno de ellos se midió el tamaño, dureza, estado de descomposición y variables ambientales como la temperatura y la humedad (Figura 6). También fue registrada la ubicación y la cantidad de individuos en los diferentes estratos del tronco (corteza, albura y duramen). Resultando que la mayoría de individuos habitaban en la albura y, en tan sólo la porción de bosque evaluada, fueron recolectados 1.061 individuos de cuatro especies (*Passalus* (*Pertinax*) *unimagdalenae*, *Passalus* (*Passalus*) *serankuai*, *Popilius* cf. *marginatus* y *Veturius impressus*) que representan el 30% de las especies reportadas para el flanco noroccidental de la SNSM. Este trabajo no sólo puso en evidencia la importancia del tamaño del tronco, sino también que debe existir una relación conjunta entre las variables del mismo (temperatura, humedad, dureza y etapas de descomposición) para que sea colonizado M. Fuentes-Castro *et al.* (datos no publ.).

Figura 6. Medición de variables ambientales y estructurales de los troncos en la Reserva ProAves El Dorado - SNSM.

Estos resultados ponen de manifiesto que no sólo es importante inventariar la diversidad de los bosques, sino también los factores que influyen en la presencia y abundancia de las especies. En el caso de los pasálidos, se debe tener en cuenta que este tipo de estudios requieren de estimaciones que permitan evaluar la ocupación correspondiente a cada estrato del tronco, porque se puede encontrar más de una especie

habitando en este. Y de igual manera, toma importancia hacer evaluaciones a escalas más complejas, es decir, a diferentes coberturas y altitudes, a fin de obtener información más precisa que permita predecir las alteraciones del hábitat y con ello, implementar acciones de mitigación para la permanencia de los individuos.

Agradecimientos

Agradecemos a la Fundación ProAves por permitir el desarrollo de trabajos de investigación en sus reservas, especialmente en la Reserva ProAves El Dorado - SNSM, donde se logró registrar un aporte relevante en el conocimiento de los pasálidos. Así mismo, a la Universidad del Magdalena por la financiación de dicho proyecto a través de la Vicerrectoría de Investigación.

Referencias

Alencar, J., DA Fonseca, C., Baccaro, F., Bento, M., Ribeiro, J. (2020). Effect of Structural Variation of Dead Trunks on Passalidae (Coleoptera: Passalidae) Assemblages in Central Amazonian Campinaranas. Neotropical Entomology, 49(8). DOI: 10.1007/s13744-019-00759-5.

Amat-García, G., Blanco-Vargas, E., Reyes-Castillo. P. (2004). Lista de especies de los escarabajos pasálidos (Coleoptera: Passalidae) de Colombia. Biota Colombiana, 5(2): 173-182.

Amat-García, G., Reyes-Castillo, P. (2007). Los Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) del departamento del Amazonas, Colombia. Caldasia, 29(2): 329-354.

Ariza-Marín, E., De Luna, E. (2020). Linear and geometric morphometric analyses of variation of the plectrum in four species of bess beetles, tribe Proculini (Coleoptera: Passalidae). Arthropod Structure & Development, 59. DOI: 10.1016/j.asd.2020.100994.

Basset Y., Novotny V., Miller S., Springates N. (1998). Assessing the impact of forest disturbance on tropical invertebrates: some comments. Journal of applied Ecology, 35:461-466.

Beltrán-Martín, N. (2015). Escarabajos pasálidos (Coleoptera: Passalidae) en un gradiente de disturbio en los robledales del parque municipal de Tipacoque-Boyacá (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Beza-Beza, C., Jiménez-Ferbans, L., McKenna, D. (2021). Historical biogeography of New World passalid beetles (Coleoptera, Passalidae) reveals Mesoamerican tropical forests as a centre of origin and taxonomic diversification. Journal of Biogeography, 48 (8): 2037-2052. DOI:10.1111/jbi.14134.

Boucher, S. (2006). Évolution et phylogénie des Coléoptères Passalidae (Scarabaeoidea). Annales de la Société entomologique de France, 41 (3-4): 239–604.

Cano, E., Schuster, J. (2012). La ecología de la degradación de la madera por parte de escarabajos Passalidae (Coleoptera): simbiosis y efectos sobre el comportamiento. Universidad del Valle de Guatemala, 24: 72-81.

Castillo, M., Reyes-Castillo, P. (1997). Passalidae. En Gonzales, E., Dirzo, R., Vogt, R. (Eds.), Historia Natural de los Tuxtlas (págs. 293-298). Universidad Nacional Autónoma de México.

Castillo, ML., Reyes-Castillo, P. (2003). Los Passalidae: coleópteros tropicales degradadores de troncos de árboles muertos. En: Álvarez-Sánchez, J.; Naranjo-García, E. (Eds.). Ecología del suelo en la Selva Tropical Húmeda de México (págs. 237-262). Instituto de Ecología, A.C. Ciudad de México.

Costa, C., Vanin, S. (2010). Coleoptera Larval Fauna Associated with Termite Nests (Isoptera) with Emphasis on the "Bioluminescent Termite Nests" from Central Brazil. A Journal of Entomology. DOI: 10.1155/2010/723947.

Danks, HV. (1994). Insect life-cycle polymorphism: theory, evolution and ecological consequences for seasonality and diapause control. Kluwer academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.

Danks, HV. (2002). The range of insect dormancy responses. European Journal of Entomology, 99(2):127-142.

Danks, HV. (2006). Key themes in study of seasonal adaptations in insects II. Applied Entomology and Zoology, 41(1): 1-13.

Galindo-Cardona, A., Giray, T., Sabat, A., Reyes-Castillo, P. (2007). Bess beetle (Coleoptera: Passalidae): substrate availability, dispersal, and distribution in a subtropical wet forest. Annals of The Entomological Society of América, 100(5): 711-720.

Instituto Alexander Von Humbolt y World Wildlife Fund. (2019). The challenge of deforestation in Colombia: Policy brief. Recuperado de: https://www.wwf.org.co/sala_redaccion/publicaciones_new/publicaciones/?uNewsID=356030.

Jackson, H., Zeccarias, A., Cronin, J. (2013). Mechanisms driving the density–area relationship in a saproxylic beetle. Oecologia, 173(4): 1237-1247.

Jiménez-Ferbans, L., Amat-García, G. (2009). Sinopsis de Los Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) del Caribe Colombiano. Caldasia, 31 (1):155-173.

Jiménez-Ferbans, L., Amat-García, G., Reyes-Castillo. (2010). Diversity and distribution patterns of Passalidae (Coleoptera Scarabaeoidea) in the Caribbean Region of Colombia. Tropical Zoology, 23: 147-164.

Jiménez-Ferbans, L., Amat-García, G. (2011). Avaliação da diversidade alfa de Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) na Amazônia colombiana (Parque Nacional Natural La Paya, Putumayo). Acta Amazonica, 41(3): 409-414.

Jiménez-Ferbans, J., Amat-García, G., Reyes-Castillo, P. (2018a). Estudios de los pasálidos (Coleoptera: Passalidae) de Colombia. En Deloya, C., Gasca, H. (Eds.), Escarabajos del Neotrópico (Insecta: Coleoptera) (págs. 81-94). S y G editores. Ciudad de México.

Jiménez-Ferbans, L., Reyes-Castillo, P., Schuster, J. (2018b). Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) of the Biogeographical Province of Chocó and the West Andean Region of Colombia, with the Description of Two New Species. Neotropical Entomology, 47(5): 642-667.

Lopera-Toro, A., Martínez-Revelo, D. (2015). Primer registro de Eurystenus foedus Guérin-Ménevilla, 1830 para la provincia del Macizo de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Acta Zoológica Mexicana, 31(3): 509-511.

Míss. J., Deloya, C. (2007). Observaciones sobre los coleópteros saproxilófilos (Insecta: Coleoptera) en Sotuta, Yucatán, México. Revista Colombiana de Entomología, 33(1):77-81.

Moreno-Fonseca, C., Amat-García, G. (2015). Morfoecología de gremios en escarabajos (Coleoptera: Passalidae) en un gradiente altitudinal en robledales de la Cordillera Oriental, Colombia. Biología Tropical, 64(1): 305-319.

Navarrete-Heredia, J., Quiroz-Rocha, G. (2018). Los escarabajos (Coleoptera) en la entomología cultural. En Deloya, C., Gasca, H. (Eds.), Escarabajos del Neotrópico (Insecta: Coleoptera) (págs. 15-24). S y G editores. Ciudad de México.

Otavo, S., Echeverría, C. (2017). Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en uno de los hotspot mundiales de biodiversidad. Revista Mexicana de Biodiversidad, 88(4): 924-935.

Peña, J. (2003). Insectos polinizadores de frutales tropicales: no solo las abejas llevan miel al panal. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 69: 6-20.

Reyes-Castillo, P. (1970). Coleoptera Passalidae: Morfología y división en grandes grupos: Géneros Americanos. (Tesis de pregrado). Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N., México, D.F.

Reyes-Castillo, P., Halffter, G. (1984). La Estructura Social De Los Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia). Entomología Mexicana, 61: 49-72.

Rodríguez-Vite, I., Sánchez-Torrez, I., Cruz-Miranda, S. (2015). Coleópteros y dípteros asociados al polen-néctar en algunas localidades del municipio de Jungapeo, Michoacán. Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología, 1: 20-25.

Salazar-Niño, K., Amat-García, G. (2015). Una aproximación al conocimiento de los escarabajos pasálidos (Coleoptera: Passalidae) de la Orinoquía Colombiana. En Rangel, O. (Ed.), Diversidad Biótica XIV: La región de la Orinoquía de Colombia (Págs. 627-634). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Schuster, J., Schuster, L. (1971). Un esbozo de señales auditivas y comportamiento de Passalidae (Coleoptera) del Nuevo Mundo. Revista Peruana de Entomología, 14(2): 249- 252.

Schuster, J., (1975). Comparative behavior, acoustical signal, and ecology of new world Passalidae (Coleoptera) (Ph. D. dissertation). University of Florida, Gainesville, United States.

Schuster, J., Cano, E., Cardona, C. (2000). Un método sencillo para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala, usando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores. Acta Zoológica Mexicana, 80: 197-209.

Toledo-Hernández, V., Corona-López, A., Martínez-Hernández, J. (2014). Cerambycidae (Coleoptera) como parte del complejo saproxilófago en selva baja caducifolia. Entomología Mexicana, 1: 565-569.

Turner, I. M. (1996). Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. Journal of Applied Ecology, 33: 200-209.

Wolff, M. (2006). Insectos de Colombia. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia. Medellín.

Evelin Villalba-Fuentes
Grupo de Investigación Evolución Sistemática y Ecología Molecular (GIESEMOL), Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
https://orcid.org/0000-0002-3332-5384

Mayra Fuentes- Castro
Grupo de Investigación Evolución Sistemática y Ecología Molecular (GIESEMOL), Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
https://orcid.org/0000-0002-0507-8849

Carlos Cultid-Medina
Instituto de Ecología A. C., Carretera antigua a Coatepec No. 351, Col. El Haya, C.P. 91070 Xalapa, Veracruz, México.
https://orcid.org/0000-0002-4929-8405

Larry Jiménez-Ferbans
Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
https://orcid.org/0000-0002-5710-2265

Los escarabajos de la madera (Coleoptera: Passalidae) y su relación con los sitios de conservación.

Citación del artículo: Villalba-Fuentes, E., Fuentes- Castro, M., Cultid-Medina, C. y Jiménez-Ferbans, L. (2022). Los escarabajos de la madera (Coleoptera: Passalidae) y su relación con los sitios de conservación. Conservación Colombiana, 27(1).
https://doi.org/10.54588/cc2021v27n01a03