

Dugesiana, Año 29, No. 2, (julio-diciembre, segundo semestre 2022), es una publicación semestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través del Centro de Estudios en Zoología, por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ramón Padilla Sánchez # 2100, Nextipac, Zapopan, Jalisco, Tel. 37771150 ext. 33218, <http://148.202.248.171/dugesiana/index.php/DUG/index>, glenusmx@gmail.com. Editor responsable: José Luis Navarrete-Heredia. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2009-062310115100-203, ISSN: 2007-9133, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: José Luis Navarrete-Heredia, Editor y Ana Laura González-Hernández, Asistente Editorial. Fecha de la última modificación 20 de julio de 2022.

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

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

DUGESIANA

ISSN 1405-4094

Volumen 29

Número 2

Fecha de distribución: 20 de julio 2022
Mailing date for this issue: July 20th 2022

Diversity of Blowflies (Diptera: Calliphoridae) In A Remnant of Low Deciduous Forest in Yautepec, Morelos, Mexico

Diversidad de moscas carroñeras (Diptera: Calliphoridae) en un remanente de selva baja caducifolia en Yautepec, Morelos, México

Santiago Jaume-Schinkel^{1,2,*}, Sergio Ibáñez-Bernal¹

¹Red Ambiente y Sustentabilidad, Instituto de Ecología, A.C., Carretera antigua a Coatepec 351, Colonia El Haya, C.P. 91073, Xalapa, Veracruz, México; ²Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig, Leibniz-Institut für Biodiversität der Tiere, Adenauerallee 160, D-53113 Bonn, Germany.

*santijaumes@hotmail.com; sergio.ibanez@inecol.mx

ABSTRACT

A year-long entomological survey was performed in 2016-2017 using carrion-baited traps (chicken, pork, squid, or beef) to assess the diversity of necrophagous flies in the municipality of Yautepec, Morelos, Mexico. A total of 4,765 flies from 18 families were collected, more than 50 percent of the specimens collected (2,644) belonged to Calliphoridae represented by five genera and eight species. Out of these eight species we evaluated if the species presented a preference for a specific type of bait, our results show that *Chrysomya ruffifacies* and *C. megacephala* preferred squid, while *Cochliomyia macellaria*, *Hemilucilia segmentaria*, and *Lucilia mexicana* preferred chicken.

Key words Brachycera; exotic species; forensic entomology; necrophagous insects.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio anual utilizando trampas con carroña (pollo, cerdo, calamar y res) para conocer la diversidad de las moscas necrófagas en el municipio de Yautepec, Morelos, México. Se recolectó un total de 4,765 ejemplares pertenecientes a 18 familias del orden Diptera, más del 50 por ciento (2,644) pertenecen a Calliphoridae representadas con cinco géneros y ocho especies de Calliphoridae. Utilizando estas ocho especies, se analizó si existe la preferencia por algún tipo de cebo, nuestros resultados muestran que *Chrysomya ruffifacies*, *C. megacephala* mostraron una preferencia hacia el calamar, mientras que *Cochliomyia macellaria*, *Hemilucilia segmentaria* y *Lucilia mexicana* prefirieron el pollo.

Palabras clave: Brachycera; especies exóticas; entomología forense; insectos necrófagos.

Calliphoridae is a cosmopolitan family of calyptrate flies with 1,525 described species worldwide (Pape *et al.* 2011). About 130 blowfly species have been recorded in the Neotropical region (Amorim *et al.* 2002) and 100 species in the Nearctic region (Pape *et al.* 2009). There are a few studies in the Neotropical region, mainly focusing in the species descriptions, biological data, synanthropy, and distribution ranges of blowflies (Amendt *et al.* 2004; Beltrán and Villa-Navarro 2011; Byrd and Castner 2007; Sánchez-Álvarez and Cupul-Magaña 2012; Stanford-Camargo *et al.* 2017; Valdes-Perezgasga *et al.* 2010; Vázquez-Saucedo *et al.* 2007;). Despite these studies, there is still a lack of information regarding the Calliphoridae fauna in Latin America. In addition to the importance of the blowflies in medicine-legal areas, some species native of the Neotropical region and others introduced of genera *Chrysomya* and *Lucilia* produce myiasis in different mammals, including humans (Zumpt 1965). Therefore, it is important to conduct entomological surveys to monitor

the blowfly populations to prevent potential damages to cattle, to evaluate the introduction of exotic species, and to provide information on their distribution (Harvey *et al.* 2019).

In Mexico, only 30 species have been reported (Jaume-Schinkel and Ibáñez-Bernal 2020). Recently, with the rapidly gaining importance in forensic entomology, some studies have been made aimed to understand the relationship between insects present on cadaveric succession and decomposition. Unfortunately, out of the 31 states in Mexico, only 4 or 5 states have been made entomological surveys regarding blowflies (Byrd and Castner 2010).

Adult necrophagous blowflies use olfactory cues to locate food sources and possible ovi/larvi position sites and the composition of species is variable due to species-specific olfactory preferences, therefore, the most common practice during entomological surveys targeting necrophagous Diptera consists in using carrion sources as different baits in different environments to capture all necrophagous species

present in an area to get the best representation of the fly community. (Harvey *et al.* 2019). The goal of this study is to assess the community of Calliphoridae species using four types of carrion baits as we expect some statistical differences between the baits in Yautepec, Morelos, Mexico.

MATERIALS AND METHODS

Study area

This work was conducted in a remnant of low deciduous forest in the facilities of CeProBi-IPN (Centro de Desarrollo de Productos Bióticos–Instituto Politécnico Nacional) on the 6th km in the road Yautepec-Jojutla, Colony San Isidro in the municipality of Yautepec, state of Morelos, Mexico. Yautepec is situated in 18°57' N 98°09' E. (Figure 1). Climate is humid semi-warm with an annual temperature of 20.3 °C, with rains in the summer with an average precipitation of 901.2 mm. The dominant vegetation is characterized by *Ceiba* sp., *Bursera* spp., and *Ficus* sp. as dominant species (Luna-Reyes *et al.* 2010).

Field and laboratory procedures.

Collections were made each month from September 2016 through August 2017 using eight entomological traps separated by 20 meters (Figure 2), in a 200 meter transect. Each trap was baited with 100 grams of decomposed chicken, pork, squid, or beef (previously decomposition of 10 days). The traps were numbered from one to eight to know the sequence of baits; the first month, traps arrangement was: one-chicken, two-pork, three-squid, four-beef, five-chicken, six-pork, seven-squid and eight-beef; for the following months the number-bait relation was

the same, only the order of the traps was determined by a random sequence (www.random.org/sequences/) so the trap order did not influence the survey. Traps were put in place for 72 hrs.

After that time, traps were removed from the site and taken to the facilities in order to sacrifice the insects and process them. All flies were killed with chloroform, then the traps were emptied on a white surface and proceeded to place all the entomological samples in Petri dishes and then stored in a freezer at -20 °C

Identification of Specimens

All specimens belonging to Diptera were examined in a Nikon SMZ800 stereomicroscope and proceeded with the identification using the keys described elsewhere (Brown *et al.* 2009; Dear 1985; Hall 1948; McAlpine *et al.* 1981, 1987; Kosmann *et al.* 2013; Mello 1972, 2003; Shewell 1981; Whitworth 2006, 2014). Some specimens were pinned for future studies and for specimen reference collection. Voucher specimens were deposited at Colección Entomológica Instituto de Ecología, Mexico, Veracruz, Xalapa (IEXA). Meteorological Data was obtained from Servicio Meteorológico Nacional-Conagua.

Statistical Analyses

A X² Test was used to evaluate the preferences of the blow fly species for each type of bait based on the frequencies that were or not preferred by the species (Carvalho *et al.* 2011, 2013)., additionally, we performed a test to evaluate the bait preferences using a matrix of abundance and frequencies with a X² test in Rstudio (Rstudio 2019). Furthermore, we performed a significant species test to evaluate differences

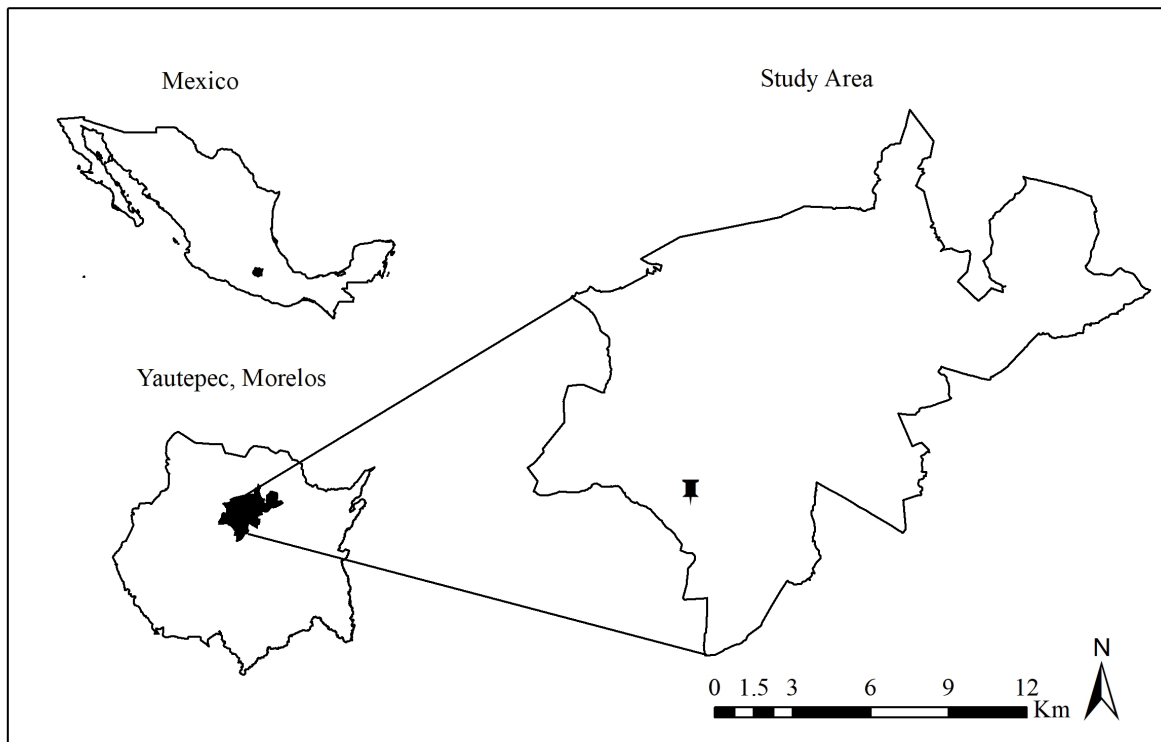


Figure 1. Map showing study area. Pin marking locality of the study.

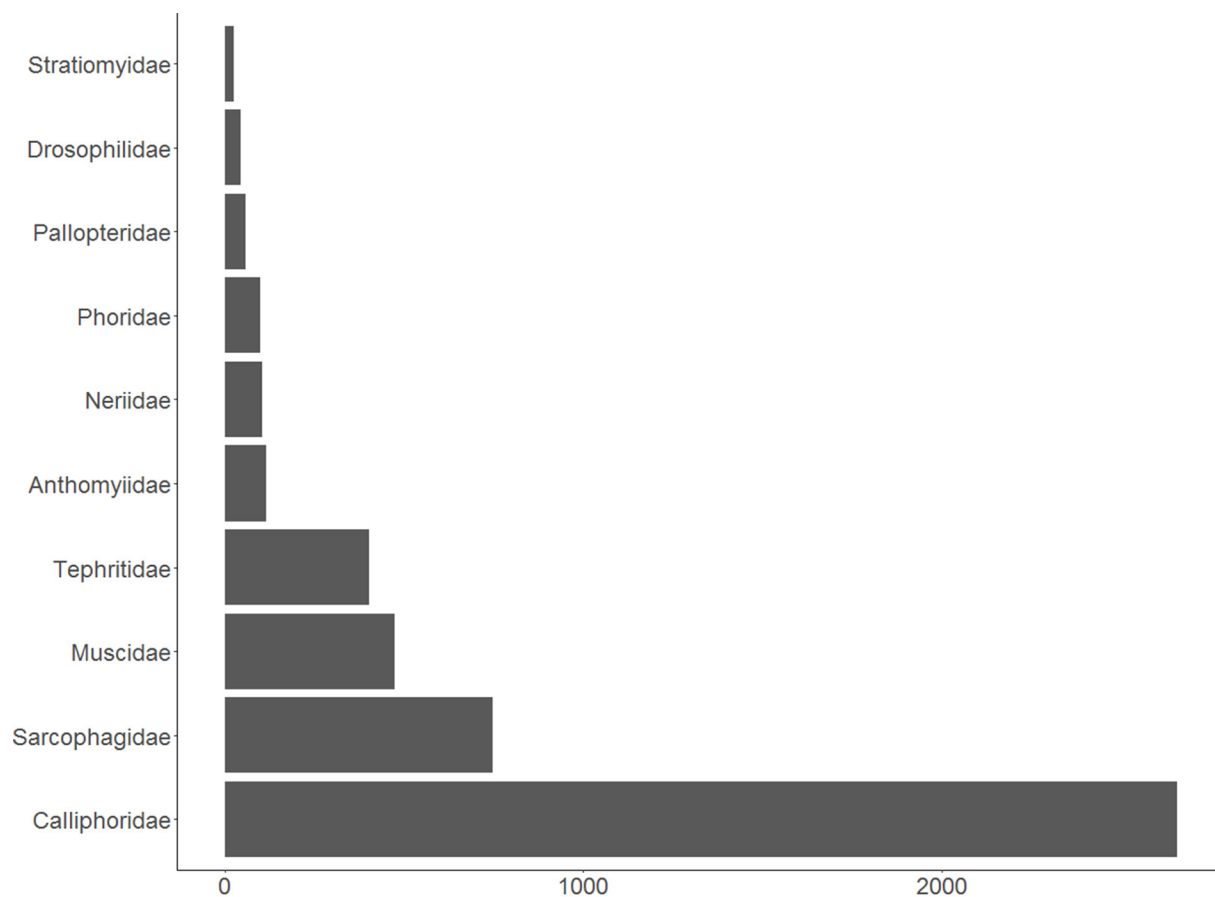


Figure 3. Abundance of the 10 most abundant Diptera families found in the study.

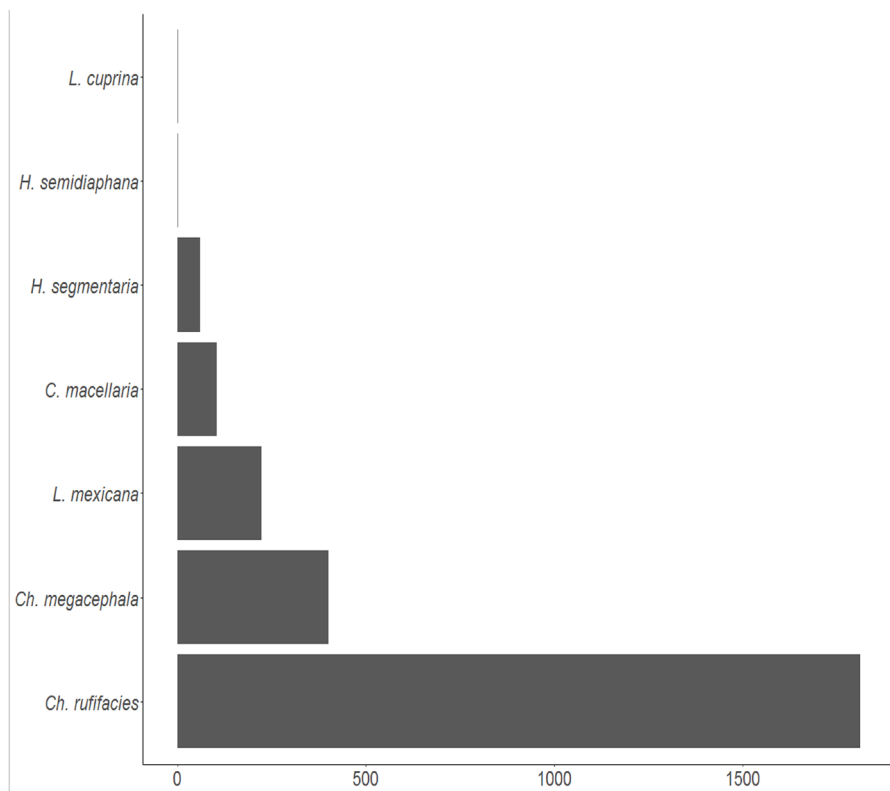


Figure 4. Abundance of Calliphoridae species

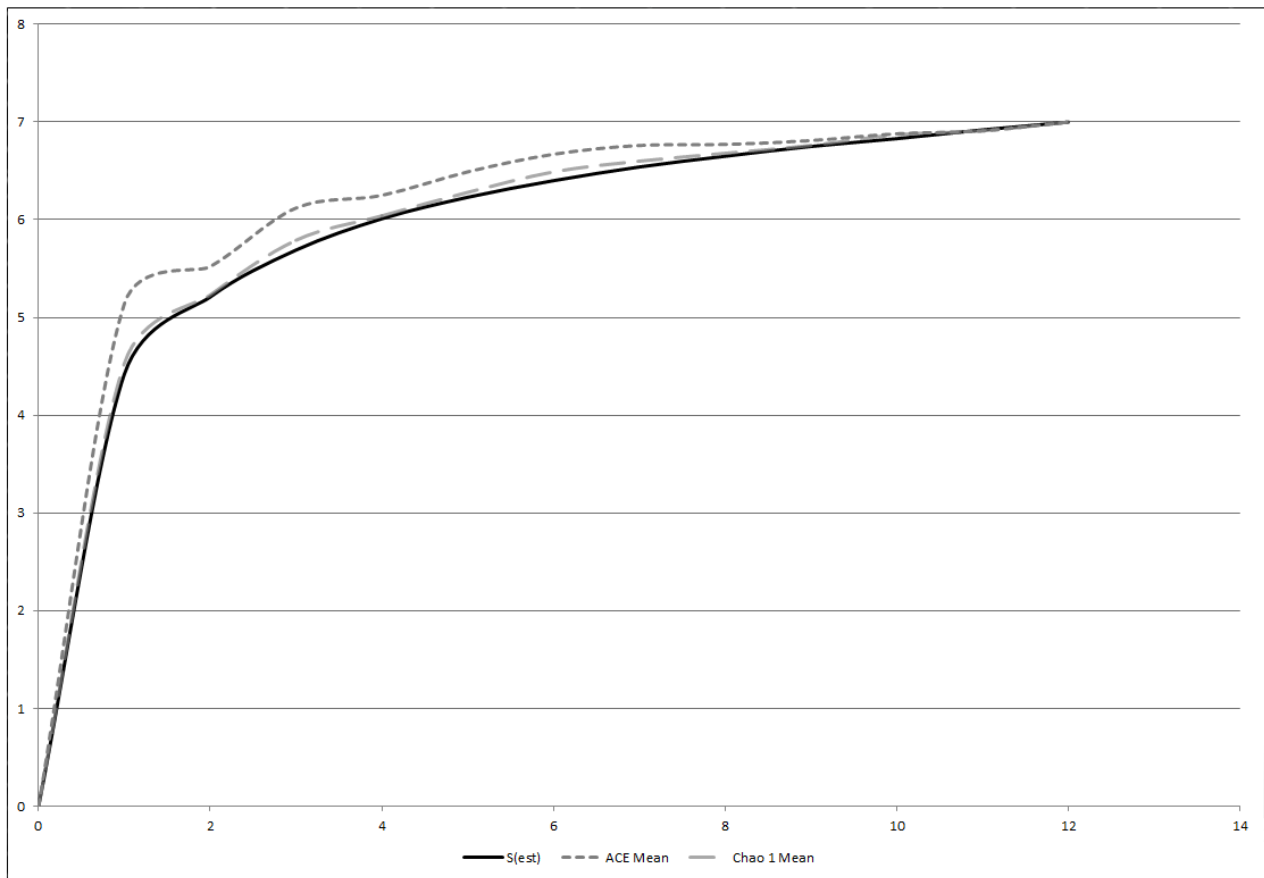


Figure 5. Accumulative species richness curve. Using ACE mean and Chao1 mean as estimators.

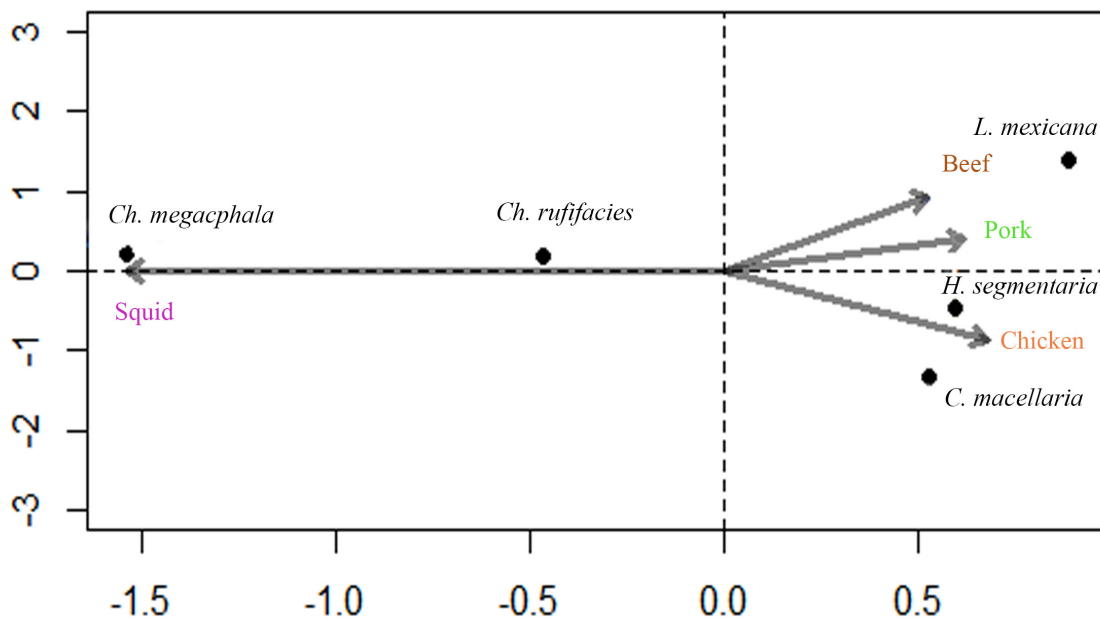


Figure 6. Bait preferences analysis.

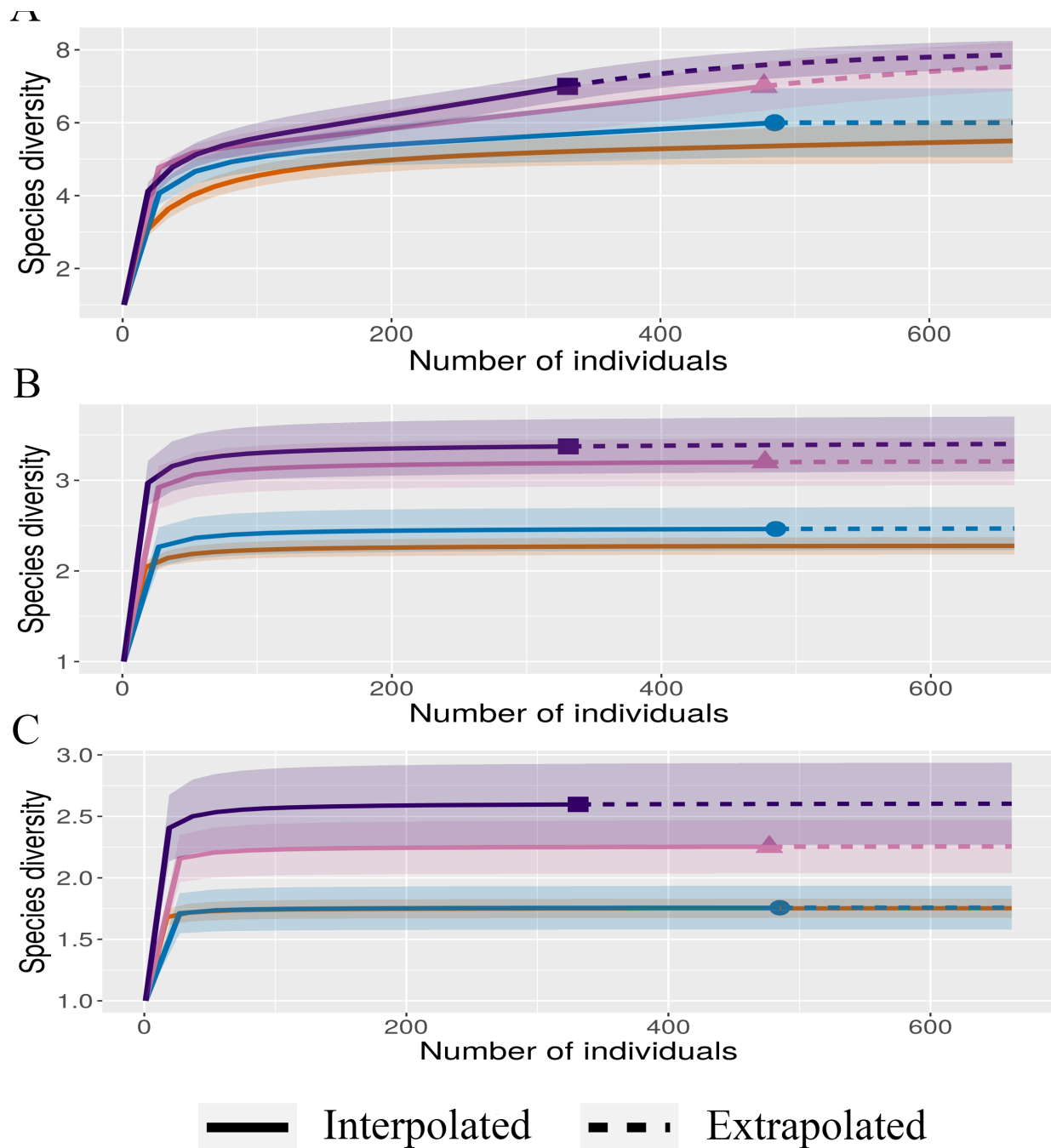


Figure 7. Number of effective species test INext. A using $q = 0$; B using $q = 1$; C using $q = 2$.

megacephala and *C. rufifacies* presented an original distribution in Asia and Africa, and were introduced in the Neotropical Region in the late 1970's (Guimãraes *et al.* 1978). Nowadays, they are established in almost all the American continent (South, Central and North America) (Gagné 1981; Baumgartner and Greenberg 1984; Picard 2013).

Both *Hemilucilia segmentaria* and *H. semidiaphana* occur from Mexico to Argentina, having affinities towards warm or temperate areas, being frequent in forested areas (Ferreira and Barbola, 1998; Marinho *et al.*, 2006; Moretti

and Godoy, 2013). *Lucilia cuprina* has a distribution almost worldwide in warmer climates of the tropics. In America, it is found from United States to Uruguay and Northern Argentina (Whitworth, 2014). *L. mexicana* has similar distribution ranging from United States to southern South America, this species is rather common in some areas (Whitworth 2014).

The abundance of *Chrysomya megacephala* and *C. rufifacies* (Figure 4) may be an indicator that the area where the survey took place is perturbed by human activities, although these flies are present in both forested areas and

urban environments, they can be invasive displacing native species from conserved areas, and both present a high degree of synanthropy, usually found in urban environments (Olea *et al.* 2012; Souza and Zuben 2012; Pereira de Sousa *et al.* 2015). *C. megacephala*, *C. rufifacies* and *L. mexicana* were present all the year, while *L. cuprina*, *H. segmentaria*, and *H. semidiaphana* were present in just a few months; *H. segmentaria* had a higher abundance in the colder months (December and January) when the temperatures were at 21.1 C° and 19.7 C° respectively (Table 2), on the other hand, *H. semidiaphana* is only present in one month (February) that happens to be one of the coldest months with 21.5 C°, but it presented a very low abundance (n = 3). Comparable to *H. segmentaria*, *L. cuprina* is present in three different months (October, February and April) with only one specimen in each month. Calliphoridae species that can be found in a year-long pattern can provide different data which result in a better understanding of the biology of the species and eventually their use inside forensic investigations.

Squid, pork, and chicken are commonly used as carrion baits to attract several necrophagous insects (Baz *et al.*, 2007; Morón and Terrón, 1984; Newton and Peck, 1975). The use of different types of baits is important because some of the species present a statistically important preference (Moretti and Godoy, 2013; Sanchez-Rojas *et al.*, 2011). Although species are present in all baits, experimenting with different types can help to identify the best type of bait or baits to attract more necrophagous blow flies helping in achieving better results when doing entomological sampling. In this study, *Chrysomya megacephala* and *C. rufifacies* preferred squid, while *H. segmentaria* and *C. macellaria* preferred chicken. On the contrary, *Lucilia mexicana* showed a significant preference for beef and pork.

Similar studies (e.g. Moretti and Godoy, 2013; Sanchez-Rojas *et al.*, 2011) reported differences when using different type of baits, other studies (e.g. George *et al.*, 2012) found differences between different aged baits and chemical cues of larval stages, several factors can affect the attraction of the baits, such as temperature, humidity, time of decomposition and these factors are potential subjects of study for further experiments, as for the moment it is unknown the reason why while using different types of baits we found differences. We observed some composition changes in the abundance of flies correlating with the monthly temperature, however this was not analyzed and it gives room for further studies to properly determinate if this is statistically significant and not just speculation. In conclusion, if researchers continue to use different types of baits, with different times of decomposition the more complete the sampling will be, as there is clearly differences in the type of baits. Moreover, if we had extended the sampling periods, seasonal patterns might have become evident. Despite the study area being a small geographical area, we present some relevant information on the biology of the species present in the study.

ACKNOWLEDGEMENTS

We extend our gratitude to the two anonymous reviewers and chief editor Dr. José Luis Navarrete-Heredia for the comments that improved the final version of the manuscript. The first author is indebted to Dr. Antonio Jimenez Aparicio (Centro de Investigación y Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional CEPROBI-IPN) for providing a workplace inside the institute (CEPROBI-IPN) and his help during the field collection, also to Dra. Martha Lucia Arenas Ocampo (CEPROBI-IPN) for her help during this project and Dr. Rodolfo Figueroa Brito (CEPROBI) for allowing me a place to work and nice talks. Finally, we would like to extend our gratitude to Maria Teresa Suarez Landa for her help during sample sorting at Instituto de Ecología (INECOL).

LITERATURE CITED

- Amat, E. y M. Wolff. 2008. Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de califóridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia, *Caldasia*, 30: 231–244.
- Amat, E. 2009. Contribución al conocimiento de las Chrysomyinae y Toxotarsinae (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(3): 693–708.
- Amenndt, J., R. Krettek and R. Zehner. 2004. Forensic entomology, *Naturwissenschaften*, 91(2): 51–65. <https://doi.org/10.1007/s00114-003-0493-5>
- Baz, A., B. Cifrián, L.M. Díaz-Áranda and D. Martin-Vega. 2007. The distribution of adult blow-flies (Diptera: Calliphoridae) along an altitudinal gradient in Central Spain. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, 43(3) : 289-296. <https://doi.org/10.1080/00379271.2007.10697524>
- Baumgartner, D.L. and B. Greenberg. 1984. The genus *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in the new world. *Journal of Medical Entomology*, 21(1): 105–113. <https://doi.org/10.1093/jmedent/21.1.105>
- Beltrán, A. y V.F.A. Villa-Navarro. 2011. Sucesión de insectos en cadavers de ratas Wistar (Muridae: Rattus norvegicus) (Berkenhout, 1769) en bosque húmedo Premontano (Ibagué – Colombia). *Revista Tumbaga*, 1(6): 93–105.
- Brown, B.V., A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley and M.A. Zumbado. 2009. *Manual of Central American Diptera: Volume 1*. NRC Research Press Ottawa, Ontario, Canada.
- Byrd, H.J. and L.J. Castner. 2010. *Forensic Entomology: The utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press. Estados Unidos de Norte América.
- Carmo, R.F.R., D.L. Oliveira, M.T. Barbosa, T.F. Soares, J.R.B. Souza and S.D. Vasconcelos. 2017. Visitors versus colonizers: An empirical study on the use of vertebrate carcasses by necrophagous Diptera in a Rainforest Fragment. *Annals of the Entomological Society of America*, 110(5): 1–9.

- <https://doi.org/10.1111/een.12524>
- Carvalho, M.T., E. Giannotti, J.P. Thyssen, D.R. Solis and A.W. Conde-Godoy. 2011. Bait and habitat preferences, and temporal variability of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) attracted to vertebrate carrion. *Journal of Medical Entomology*, 48(5): 1069–1075.
<https://doi.org/10.1603/me11068>
- Carvalho, M.T. and A.W. Conde-Godoy. 2013. Spatio-temporal dynamics and preference for type of bait in necrophagous insects, particularly native and introduced blow flies (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology*, 50(2): 415–424.
<https://doi.org/10.1603/ME12187>
- Chao, A., N.J. Gotelli, T.C. Hsieh, E.L. Sander, K.H. Ma, R.K. Colwell and A.M. Ellison. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84(1): 45–67.
<https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Chao, A., K.H. Ma and T.C. Hsieh. 2016. iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation). Fecha de consulta: 15 de febrero de 2021. <https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>
- Dear, J.P. 1985. A revision of the new world Chrysomyini (Diptera: Calliphoridae). *Revista brasileira de Zoologia*, S Paulo, 3(3): 109–169.
<https://doi.org/10.1590/S0101-81751985000300001>
- Ferreira, M J.M. y I.F. Barbola. 1998. Sinantropia de Califorideos (Insecta, Diptera) de Curitiba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 58(2): 203–209.
- Florez, E., y M. Wolff. 2009. Descripción y Clave de los estadios inmaduros de las principales especies de Calliphoridae (Diptera) de importancia forense en Colombia. *Neotropical Entomology*, 38(3): 418–429.
<https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000300019>
- Gagné, R.J. 1981. *Chrysomya* Spp., Old World blow flies (Diptera: Calliphoridae), recently established in the Americas. *Entomological Society of America*, 27(1): 21–22.
<https://doi.org/10.1093/besa/27.1.21>
- García-Espinoza, F., M.T. Valdés-Perezgasga, E. Pastrana-Ortiz y B.A. Cisneros-Flores. 2009. Abundancia estacional de géneros de Sarcophagidae (Diptera) en el semi-desierto Coahuilense. *Entomología Mexicana*, 8: 778–782.
- George, K.A., M.S. Archer and T. Toop. 2012. Effects of bait age, larval chemical cues and nutrient depletion on colonization by forensically important Calliphorid and Sarcophagid flies. *Medical Veterinary Journal*, 26(2): 188–193.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2011.00996.x>
- Guimãraes, J.H., A.P. Prado and A.X. Linhares. 1978. Three newly introduced blowfly species in southern Brazil (Diptera: Calliphoridae). *Revista Brasileira Entomologia*, 22: 53–60.
- Hall, D.G. 1948. *The Blowflies of North America*. Thomas Say Foundation, Entomological Society of America. Lafayette, Indiana.
- Harvey, M., N. Gasz, Z. Woolley, L. Roberts, N. Raven, A. Colbert, K. Law, P. Marshall, and S. Voss. 2019. Dipteran attraction to a variety of baits: Implications for trapping studies as a tool for establishing seasonal presence of significant species. *Journal of Medical Entomology*, 56(5): 1283–1289.
<https://doi.org/10.1093/jme/tjz050>
- Jaume-Schinkel, S. and S. Ibáñez-Bernal. 2020. Catalog of the family Calliphoridae (Diptera: Oestroidea) of Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 36: 1–25.
<https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612237>
- Kosmann, C., R. Pinto de Mello, E.S. Harterreiten-Souza and J.R. Pujol-Luz. 2013. A list of current valid blow fly names (Diptera: Calliphoridae) in the Americas south of Mexico with key to Brazilian species. *EntomoBrasilis*, 6(1): 74–85.
<https://doi.org/10.12741/ebrazilis.v6i1.266>
- Luna-Reyes, M.M., J. Llorente-Bousquets, A. Luis-Martinez y I. Vargas-Fernández. 2010. Composición faunística y fenología de las mariposas (Rhopalocera: Papilionoidea) de Cañón de Lobos, Yautepec, Morelos, México. *Revista Mexicana de la Biodiversidad*, 81(2): 315–342.
- Marinho, C.R., L.S. Babosa, A.C.G. Azevedo, M.M.C. Queiroz, M.A. Valgode and M. V. Aguiar-Coelho. 2006. Diversity of Calliphoridae (Diptera) in Brazil's Tinguá Biological Reserve. *Brazilian Journal of Biology*, 66: 95–100.
<https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000100012>
- Mariluis, J. C. and P.R. Mulieri. 2003. The distribution of the Calliphoridae in Argentina (Diptera). *Revista de la sociedad de Entomología de Argentina*, 62(1-2): 85–97.
- McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth and D.M. Wood. 1981. *Manual of Nearctic Diptera. Volume 1*. Ottawa: Research Branch, Agriculture, Canada.
- McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth and D.M. Wood. 1987. *Manual of Nearctic Diptera. Volume 2*. Ottawa: Research Branch, Agriculture, Canada.
- Mello, R.P. 1972. Revisao das especies do genero *Hemilucilia* Brauer 1895 (Diptera, Calliphoridae). *Revista Brasileira Biologia*, 32: 539–554.
- Mello, R.P. 2003. Chave para a identificação das formas adultas das especies da familia Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorrhapha) encontradas no Brasil. *Entomologia y Vectores*, 10: 255–268.
- Moretti, T. de C. and W.A. C. Godoy. 2013. Spatio-Temporal Dynamics and Preference for Type of Bait in Necrophagous Insects, Particularly Native and Introduced Blow Flies (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology*, 50(2): 415–424.
<https://doi.org/10.1603/ME12187>

- Morón M. A. y R.A. Terrón 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*, (3):1–47.
<https://doi.org/10.21829/azm.1984.132052>
- Newton, A. and S.B. Peck. 1975. Baited Pitfall Traps for Beetles *The Coleopterists Bulletin*, 29(1): 45–46. URL: <http://www.jstor.org/stable/3999838>
- Núñez, J.A. and J. Liria. 2017. Seasonal abundance in necrophagous Diptera and Coleoptera from northern Venezuela. *Tropical Biomedicine*, 34(2): 315–323.
- Olea, S.M., M.J. Dantur-Juri, P.R. Mulieri, L.D. Patitucci, N. Centeno y J.C. Mariluis. 2012. Calliphoridae (Diptera) en parches de Selva Pedemontana con distinto grado de intervención antrópica en Tucumán (Argentina). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 71(3-4): 49–256.
- Oliveira, D.L. and S.D. Vasconcelos. 2017. Diversity, daily flight activity, and temporal occurrence of necrophagous Diptera associated with decomposing carcasses in a semi-arid environment. *Neotropical Entomology*, 47(4): 470–477.
<https://doi.org/10.1007/s13744-017-0540-0>
- Pape, T., V. Blagoderov and M.B. Mostovski. 2011. Order Diptera Linnaeus, 1758. (pp. 222–229). In: Zhang Z-Q (ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148.
- Pape, T., M. Wolff and C.E. Amat. 2004. The blowflies, bot flies, woodlouse flies, and flesh flies (Diptera: Calliphoridae, Oestridae, Rhinophoridae, Sarcophagidae) from Colombia. *Biota Colombiana*, 5: 201–208.
- Pape, T. 2009. Chapter Five. Palearctic Diptera – From Tundra to Desert. (pp. 121–154). In: Bickel R., D. Meier, and T. Pape. *Diptera Diversity: Status, Challenges and Tools*. Leiden Boston.
<https://doi.org/10.1163/ej.9789004148970.1-459.27>
- Pereira de Sousa, J.R., F. da S. Carvalho-Filho and M.C. Esposito. 2015. Distribution and abundance of necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae and Sarcophagidae) in Maranhao Brazil. *Journal of Insects Science*, 15(1): 70–80.
<https://doi.org/10.1093/jisesa/iev054>
- Picard, C.J. 2013. First record of *Chrysomya megacephala* Fabricius (Diptera Calliphoridae) in Indiana, U.S.A. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 115(3): 265–267.
<https://doi.org/10.4289/0013-8797.115.3.265>
- RStudio. 2020. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2021.
<http://www.rstudio.com/>
- Sánchez-Álvarez, G. and F.G. Cupul-Magaña. 2012. Sobre la presencia de moscas califóridas (Diptera: Calliphoridae) en cadáveres de juveniles de cocodrilo americano (*Cocodrylus acutus*) en Puerto Vallarta, Jalisco. *BIOCYT*, 5: 353–357.
<https://doi.org/10.22201/fesi.20072082.2012.5.76098>
- Schnack, J.A. and Mariluis, J.C. 2004. Calliphoridae (Diptera) from Southeastern Argentinean Patagonia: Species composition and abundance. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 63(1-2), 85–91.
- Shewell, G.E. 1981. Calliphoridae. (pp. 1133–1158). In: McAlpine J., F., Peterson B., V., Shewell G., E., Teskey H., J., Vockeroth J., R., Wood D., M. *Manual of Nearctic Diptera. Volume I*. Canada.
- Souza, C.R. and C.J.V. Zuben. 2012. Diversity and sinanthropy of Calliphoridae (Diptera) in the Region of Rio Claro, SP, Brazil. *Neotropical Entomology*, 41(3): 243–248.
<https://doi.org/10.1007/s13744-012-0037-9>
- Stanford-Camargo, S., R.G. Medina-Ortiz, J.P. Dávila-Vega, J.M. Domínguez-Fuentes, E. Duarte-Martínez, E. Pérez-Arteaga y A.A. Zagal-Salinas. 2017. Artrópodos sarcosapófagos asociadas a tres zonas en un bosque mesófilo de montaña en Huauchinango, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología*, 4: 93–97.
- Valdes-Perezgasga, M.T., F.J. Sanchez-Ramos, O. Garcia-Martinez and S.G. Andersona. 2010. Arthropodos of forensic importance on pig carrion in the Coahuilan Semidesert, Mexico. *Journal of Forensic Sciences*, 55(4): 1098–1101.
<https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01381.x>
- Vázquez-Saucedo, R., D. Stephano-Vera, C.H. Martín-Hernandez, H. Quiroz-Martinez, A. Rodriguez-Castro, J.A. Flores-Mellado y P. Diaz-Torres. 2007. Dipteros necrófagos del estado de Nuevo León, México. *Entomología Mexicana*, 7: 885–888.
- Watson, E.J. and C.E. Carlton. 2003. Spring succession of necrophilous insects on wildlife carcasses in Louisiana. *Journal of Medical Entomology*, 40(3): 338–347.
<https://doi.org/10.1603/0022-2585-40.3.338>
- Whitworth, T. 2006. Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America North of Mexico. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 108: 689–725.
- Whitworth, T. 2010. Keys to genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of the West Indies and description of a new species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy. *Zootaxa*, 2663(1): 1–35.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.2663.1.1>
- Whitworth, T. 2014. A revision of the Neotropical species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Calliphoridae). *Zootaxa*, 3810(1): 1–76.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.3810.1.1>
- Zumt, F. 1965. Myiasis in man and animals in the Old World. A textbook for physicians, veterinarians, and zoologists. Butterworths, London.

Table 1 Abundances of blow flies by type of bait. n=number of specimens per bait. N=total number of specimens per all baits. C=chicken, P=pork, S=squid, B=beef.

	<i>Lucilia mexicana</i>	<i>Lucilia cuprina</i>	<i>Hemilucilia segmentaria</i>	<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	<i>Cochliomyia macellaria</i>	<i>Chrysomya megacephala</i>	<i>Chrysomya rufifacies</i>
	n	n	n	n	n	n	n
C	46	1	30	1	41	51	306
P	47	0	8	1	24	46	359
S	67	1	11	1	29	251	961
B	64	1	13	0	12	53	187
N	224	3	62	3	106	401	1813

Table 2 Monthly precipitation (mm), temperature (°C), species richness, and abundance of Calliphoridae species.

Year	Month	Precipitation	Temperature	Richness	Abundance
2016	September	322.8	22	4	65
	October	49.5	22.2	7	69
	November	59.3	20.6	4	42
	December	2.2	21.1	5	104
	January	0	19.7	5	214
	February	0	21.5	8	371
2017	March	13.1	23.4	4	220
	April	13.2	25	5	93
	May	162.1	25.4	3	87
	June	386	23.1	3	397
	July	320.4	22.5	4	874
	August	517.2	22.6	4	120

Colección de odonatos (Insecta: Odonata) del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México (COD-UAEH)

Odonate collection (Insecta: Odonata) from the Biological Research Center of the Autonomous University of Hidalgo State, Mexico (COD-UAEH)

Josué D. Silva-Hurtado^{1*} y Juan Márquez¹

¹Laboratorio de Sistemática Animal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, km 4.5 carretera Pachuca-Tulancingo, s.n., Ciudad del Conocimiento, Col. Carboneras, 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México
jodsilhur@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0422-6528>
marquezorum@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5423-3545>

RESUMEN

Los odonatos conforman un orden de insectos paleópteros que desempeñan un papel relevante en los ecosistemas al ser depredadores generalistas y porque algunas de sus especies se consideran bioindicadoras de la calidad de los ambientes. El establecimiento, cuidado y crecimiento de colecciones científicas que incluyan este grupo puede promover su estudio. Con esta finalidad, se da a conocer la creación de la colección de odonatos (COD-UAEH) del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Esta colección posee 1,180 individuos adultos que pertenecen a diez familias, 43 géneros y 104 especies colectadas en diferentes estados del país, pero principalmente en Hidalgo y Puebla. Aún no se inicia con la incorporación y estudios de estados inmaduros. El 54% de los especímenes pertenece al suborden Anisoptera, el cual está representado por las familias Aeshnidae, Cordulegastridae, Gomphidae y Libellulidae, por 26 géneros y 56 especies. El 46% restante pertenecen al suborden Zygoptera, que incluye a las familias Calopterygidae, Coenagrionidae, Heteragrionidae, Lestidae, Thaumtoneuridae y Platystictidae, con 17 géneros y 48 especies. Todos los ejemplares depositados en la colección se encuentran identificados al nivel taxonómico de especie. En la colección destaca, entre otros, el registro de una hembra de *Megaloprepus caerulatus* (Drury, 1782), así como la elaboración de un montaje poco común de alas extendidas en cartulina que facilita la toma de fotografías y la comparación de la venación alar que se analiza para la identificación de géneros.

Palabras clave: insectos, libélulas, preservación, Puebla.

ABSTRACT

Odonates constitute an order of paleopteran insects important to ecosystems because their role as generalist predators and some of their species are considered bioindicators of the environmental quality. The establishment, maintenance and growth of scientific collections that include this group may encourage their research. To this end, we are making public the creation of the odonates collection (COD-UAEH) of the Biological Research Center of the Autonomous University of the State of Hidalgo is announced. This collection contains 1,180 adult individuals belonging to ten families, 43 genera and 104 species collected in different states of the country, but mainly in the states of Hidalgo and Puebla. The incorporation of immature states has not been undertaken yet. 54% of the specimens belong to the Anisoptera suborder, which is represented by the families Aeshnidae, Cordulegastridae, Gomphidae and Libellulidae, for 26 genera and 56 species. The remaining 46% belong to the suborder Zygoptera, which includes the families Calopterygidae, Coenagrionidae, Heteragrionidae, Lestidae, Thaumtoneuridae and Platystictidae, with 17 genera and 48 species. Every specimen included in the collection has been identified to the taxonomic level of species. It is worth mentioning that the collection contains the record of a female belonging to the *Megaloprepus caerulatus* (Drury, 1782) species, as well as a montage in cardboard of the extended wings build to make an easier photograph taking and the wing venation comparison required for the identification of genera.

Keywords: insects, dragonflies, preservation, Puebla.

Las colecciones de historia natural son acervos sobre los que se basa el conocimiento que tenemos del mundo natural. Estas colecciones permiten a los científicos entender la historia evolutiva, la ecología, biología o la distribución geográfica que tienen o solían tener las especies, pues en muchos casos ya no se encuentran en los sitios que antes habitaban debido a su extinción local (Crisci y Katinas 2017; Escoto-Rocha *et al.* 2006). Además, en

años recientes se comenzó con la digitalización de los datos de las colecciones científicas para tener un mejor manejo y que éstos estén disponibles para todo aquel interesado. Lo anterior permite adoptar nuevas formas de manejo de los recursos naturales y crear planes actuales de conservación adecuados a cada grupo biológico (Crisci y Katinas 2017).

Desde hace algunos años, quienes tienen a su cargo las colecciones científicas están alertando sobre el cierre de instituciones o centros de investigación y el subsecuente despido laboral. Al mismo tiempo, están surgiendo nuevas colecciones que tienen poco respaldo institucional e impacto en la generación del conocimiento (Crisci y Katinas 2017).

Por otra parte, los odonatos son un orden que destaca dentro de los insectos debido a su formidable capacidad depredadora y su papel como indicadores biológicos, esto hace que sean esenciales en el equilibrio natural de muchos ecosistemas (Arnett 1985). Además, son organismos bien adaptados a los ambientes acuáticos y dependen de ellos, porque sus estados juveniles se desarrollan en ese medio y los adultos son terrestres (voladores). Adicionalmente, algunas de las especies son susceptibles a los cambios ambientales o provocados por las actividades humanas, como la contaminación o el cambio de uso de suelo, entre otras (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez 2014; Kalkman *et al.* 2008).

En México actualmente se registran 15 familias, 83 géneros y 364 especies de odonatos (Paulson y González-Soriano 2022), y se cuenta con múltiples especies endémicas para el país. Esta riqueza de especies representa el 5.7% de las 6,366 registradas actualmente en el mundo (Paulson *et al.* 2022).

Es importante conocer la biodiversidad de la República Mexicana, debido a los graves problemas a los cuales se están enfrentando los organismos, como la pérdida del hábitat, contaminación ambiental, calentamiento global, entre otros, ya que esto provoca la extinción y pérdida de múltiples especies conocidas y desconocidas por la ciencia (Escoto-Rocha *et al.* 2006).

En México existen diversas colecciones científicas de insectos, pero pocas de ellas destacan a nivel nacional por contar con odonatos; sin embargo, no toda la información sobre las colecciones que incluyen este grupo de insectos es pública o de fácil acceso. Algunas de estas colecciones son: 1) Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología, UNAM (CNIN-UNAM), la cual cuenta con 11,827 ejemplares que se dividen en 328 especies, además incluye 16 holotipos, 11 alotipos y 160 paratipos de 29 especies de nueve familias y 21 géneros de odonatos, a su vez cuenta con ejemplares representantes de otras regiones del mundo (Norteamérica, Sudamérica, Europa, Asia y África) (CNIN-UNAM 2022). 2) Sección de “Odonata” de la Colección entomológica “Dr. Miguel Ángel Morón Ríos” del Instituto de Ecología, Xalapa, A.C. (IEXA), esta sección resguarda 30,805 ejemplares de Odonata que pertenecen a 314 especies de 18 familias. Además, reúne cerca de 3,500 muestras de náyades de casi todas las familias de Odonata

presentes en México (IEXA 2022). 3) Recientemente se dio a conocer que la colección entomológica de la Universidad de las Américas, en Puebla, cuenta con un apartado de Odonata que contiene 250 ejemplares, de los cuales 231 están identificados y montados en alfiler, pertenecen a once familias, 30 géneros y 66 especies. Las cifras anteriores representan el 100 % de las familias y el 66 % de los géneros registrados en el estado de Puebla (García-Miranda 2021).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se integró y estructuró una base de datos en el programa de cómputo Excel 2019 para Windows, esto para facilitar el manejo de la información que se tiene sobre los ejemplares de odonatos en el Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Los ejemplares se encuentran preservados y etiquetados en bolsas de celofán, con los datos de: sitio de colecta (país, estado, municipio y localidad), coordenadas geográficas, tipo de vegetación, altitud, nombre del colector(es), nombre y autor de la especie, y nombre de la persona que identificó el ejemplar. También se adicionó a cada uno de ellos un número de catálogo que los relaciona con la información capturada en la base de datos.

Todas las bolsas se colocaron dentro de un armario entomológico, el cual cuenta con tres secciones: suborden Anisoptera, suborden Zygoptera y alas montadas, las que a su vez se subdividen y ordenan en familias (Figs. 1a-d), usando el criterio de clasificación de Dijkstra *et al.* 2013.

RESULTADOS

La colección de Odonata del Área Académica de Biología (COD-UAEH) se conforma por 1,180 individuos adultos pertenecientes a diez familias, 43 géneros y 104 especies (Cuadro 1). El 100 % de los ejemplares están identificados a nivel de especie, los encargados de estas identificaciones son el Dr. Rodolfo Novelo-Gutiérrez investigador de la Red de Biodiversidad y Sistemática del Instituto de Ecología, A. C. de Xalapa (IEXA), Veracruz; el Dr. Jaime Antonio Escoto-Moreno del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (DB-UAA) y el Biól. Josué Dolores Silva-Hurtado del Laboratorio de Sistemática Animal de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH).

La colección representa el 66.6 % de familias, 51.8 % de géneros y 28.5 % de especies de la riqueza conocida de odonatos del país. Las familias mejor representadas son Coenagrionidae del suborden Zygoptera y Libellulidae del suborden Anisoptera, aportando el 34 y 36 % de las especies respectivamente, seguido de la familia Gomphidae (10 %), Aeshnidae (8 %), Calopterygidae (7 %), Lestidae (3 %); mientras que Cordulegastridae, Heteragrionidae, Thaumtoneuridae y Platystictidae contribuyen con el 1 % cada una.

En la colección se encuentran ejemplares de especies que se registraron por primera vez para algunos estados,

como por ejemplo: *Hetaerina titia* (Drury, 1773) para el estado de Querétaro (río Moctezuma, municipio Landa de Matamoros), *Erpetogomphus sipedon* Calvert, 1905 en Hidalgo (río Tula, municipio de Tasquillo), *Erpetogomphus bothrops* Garrison, 1994 y *Brechmorhoga tepeaca* Calvert, 1908 para Puebla (río San Marcos, municipio de Tlacuilotepec), al igual que registros de nuevas localidades para especies poco comunes como *Paraphlebia zoe* Selys in Hagen, 1861 (municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla) (Escoto-Moreno *et al.* 2020). Además, incluye uno de los registros más importantes para el estado de Hidalgo y la colección, una hembra de *Megaloprepus caerulatus* (Drury, 1782) capturada en un bosque de galería en la localidad de Acomul, municipio de Xochiatipan en el estado de Hidalgo (Escoto-Moreno *et al.* 2018) (Fig. 2a). También, se generó un apartado de alas montadas en cartulina para la toma de fotografías y comparación e identificación de ejemplares por medio de la venación alar, esta sección incluye el montaje de las alas anteriores y posteriores de 35 especies pertenecientes a 26 géneros y ocho familias (Fig. 2b).

Los ejemplares depositados y registrados en la colección provienen de colectas que se realizaron en 41 localidades de 36 municipios en diversas partes del país. En primer lugar, se encuentra el estado de Puebla, con 78 especies en la colección, seguido de Hidalgo con 73, mientras que, de otros estados como Veracruz, Querétaro, Zacatecas, Aguascalientes y Tlaxcala, se tienen menos especies (Fig. 3). Así mismo, estos ejemplares provienen de distintos tipos de vegetación, de los cuales resalta la selva mediana subcaducifolia, la selva alta perennifolia, el bosque mesófilo de montaña y el bosque de pino-encino (tipos de vegetación con base en Rzedowski 2006), que son zonas donde se capturaron la mayoría de los ejemplares depositados en la colección (Fig. 4).

DISCUSIÓN

El material de las colecciones biológicas tiene una singular importancia, ya que conserva las especies que habitaron o habitan determinadas áreas geográficas (Escoto-Rocha *et al.* 2006), por lo tanto, el compartir los datos que se tienen de esta nueva colección, presupone una mayor difusión del conocimiento de diferentes aspectos acerca de los odonatos, la información se encuentra disponible tanto para el público, como para los interesados en este orden de insectos (alumnos, investigadores, encargados de otras colecciones, etc.).

Esta colección es el resultado de proyectos de investigación desarrollados en los últimos años, por lo que se considera de creación reciente, ya que comenzó en el año 2011 cuando el Dr. Jaime A. Escoto Moreno realizó su Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación en la UAEH y depositó parte de los ejemplares colectados para su estudio en la Colección Entomológica de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (CE-UAEH). Derivado de estas colectas, el Dr. Escoto-Moreno elaboró varias publicaciones (solo o en coautoría) haciendo referencia al depósito de los ejemplares en esta institución (Escoto-Moreno 2015; Escoto-Moreno *et al.* 2017a; Escoto-Moreno *et al.* 2017b). Posteriormente, algunos alumnos o integrantes del cuerpo académico de Sistemática y Biogeografía de la UAEH y personas externas a la institución han donado algunos ejemplares, de distintos lugares de México.

En la colección, las familias Coenagrionidae y Libellulidae cuentan con el mayor número de especies, esto se debe a que son las familias que cuentan con la mayor representatividad de especies en el país (González-Soriano *et al.* 2011; González-Soriano y Novelo-Gutiérrez 2014).

En la última actualización de la lista electrónica “*Mexican Odonata List*” se registran 105 especies para Puebla (García-Miranda y Carrillo-Muñoz 2022; Paulson

Cuadro 1. Número de individuos, géneros y especies por familia depositados en la colección de Odonata del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEH (COD-UAEH).

Suborden/ Familias	Individuos	Géneros	Especies
Zygoptera			
Calopterygidae	146	1	7
Coenagrionidae	549	11	35
Heteragrionidae	1	1	1
Lestidae	26	2	3
Thaumatoneuridae	8	1	1
Platystictidae	5	1	1
Anisoptera			
Aeshnidae	59	4	8
Cordulegastridae	1	1	1
Gomphidae	51	3	10
Libellulidae	334	18	37
Total	1180	43	104

y González-Soriano 2022); mientras que Escoto-Moreno *et al.* 2020 registran 141 para el estado de Hidalgo. La colección esta mejor representada por especies de esos estados, con el 73.3 % y 51.7 % de la riqueza de Puebla e Hidalgo respectivamente, lo que puede considerarse como un avance en el conocimiento de la riqueza y diversidad de odonatos de estos estados del país.

Como era de esperarse, una parte significativa de las especies y ejemplares depositados son de Hidalgo, ya que la institución donde se encuentra la colección está en este estado, y es más común que los individuos depositados sean de zonas o localidades cercanas a esta. Por otra parte, los ejemplares del estado de Puebla, son el resultado de investigaciones que se realizaron y se están desarrollando actualmente en la parte norte de este estado, donde se ha encontrado que existe una gran diversidad de odonatos (Silva-Hurtado *et al.* 2020).

En cuanto a los tipos de vegetación de donde proceden los ejemplares de la colección, destacan la selva mediana subcaducifolia y la selva alta perennifolia, ya que las localidades donde se colectó y presentaron este tipo de vegetación mostraron una alta riqueza de especies (Silva-Hurtado *et al.* 2020), esto se debe a que los odonatos tienen tendencias a ser más diversos en tipos de vegetación con temperaturas elevadas y una humedad relativamente alta (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez 2014; Rzedowski 2006). La mayor parte de los ejemplares colectados en bosque mesófilo de montaña son de los primeros incorporados a la colección, ya que proceden de la investigación de los odonatos de los bosque de niebla de Hidalgo y Huayacocotla, Veracruz, en los cuales se registra una alta diversidad de especies (Escoto-Moreno 2015; Escoto-Moreno *et al.* 2017b), este tipo de vegetación es importante en la República Mexicana, llegando a considerarse como zonas que albergan una gran biodiversidad de distintos grupos, entre ellos los odonatos (Escoto-Moreno *et al.* 2017b; Rzedowski 2006).

Las expectativas de avance que se tienen sobre la colección son principalmente de mantenimiento y crecimiento, esto para evitar que los datos se pierdan y se sumen nuevos ejemplares y registros, además de crear una nueva sección de etapas juveniles de odonatos, esperando que la adición y disponibilidad de estos nuevos datos, aumente el interés para futuras investigaciones desde distintos aspectos (ecológicos, moleculares, taxonómicos, etc.), contribuyendo a la mejora de la colección.

La lista de datos se actualizará periódicamente con los ejemplares nuevos que se depositen, se pretende priorizar la disponibilidad de los datos al público mediante una página web o al contactarse con las personas encargadas de la colección. Se espera que esta colección se llegue a tomar como una referencia para comparación e identificación de ejemplares, consulta de datos, y finalmente el intercambio de información y material biológico con otras colecciones interesadas que contengan odonatos.

Lo anterior puede propiciar un aumento en el

conocimiento y la información que se tiene sobre la biodiversidad de odonatos y su representatividad en las colecciones, promoviendo el aumento en los registros y los datos de colecta que los acompañan, así como la difusión de la información sobre zonas poco conocidas o colecciones que están comenzando a desarrollarse, ya que como se sabe México es un ejemplo de los retos a los que se deben enfrentar los países que se encuentran generando información (Plascencia *et al.* 2011).

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al programa de Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de la UAEH por las facilidades otorgadas para el estudio de odonatos y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para los estudios de posgrado (Programa 000392). Agradecemos ampliamente el apoyo brindado en la identificación y donación de ejemplares a J. A. Escoto-Moreno (Universidad Autónoma de Aguascalientes) y R. Novelo-Gutiérrez (Instituto de Ecología, A. C), así como a colegas del Cuerpo Académico de Sistemática y Biogeografía del Área Académica de Biología, UAEH, por la donación de algunos ejemplares. Así mismo, se agradece a dos revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias que ayudaron en la mejora de este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Arnett, R. H. (Ed). 1985. *American Insects: A Handbook of the Insects of America North of Mexico*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- CNIN-UNAM Colección Nacional de Insectos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 2022. Colección de insectos. https://www.ibiologia.unam.mx/colecciones/insectos/centro_insec.htm#odonata. Fecha de consulta: 25 de febrero de 2022.
- Crisci, J. V. y L. Katinas. 2017. El fin de las colecciones de historia natural en un tiempo de extinciones. *Estudios de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires*, (125): 80-96.
- Dijkstra, K. D. B., G. Bechly, S. M. Bybee, R. A. Dow, H. J. Dumont, G. Fleck, R. W. Garrison, M. Hämäläinen, V. J. Kalkman, H. Karube, M. L. May, A. G. Orr, D. R. Paulson, A. C. Rehn, G. Theischniger, J. W. H. Trueman, J. Van Tol, N. Von Ellenrieder and J. Ware. 2013. The classification and diversity of dragonflies and damselflies (Odonata). *Zootaxa*, (3703): 36-45. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3703.1.9>
- Escoto-Moreno, J. A. 2015. *Taxonomía, diversidad y biogeografía de Odonata (Insecta) en la Sierra Madre Oriental de Hidalgo y Huayacocotla, Veracruz, México*. Tesis Doctoral, Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto.
- Escoto-Moreno, J. A., A. Hernández-Hernández, J. A. Hernández-Hernández, J. Márquez, M. Silva-Briano y R. Novelo-Gutiérrez. 2018. El registro más septentrional

- de la libélula gigante neotropical *Megaloprepus caerulatus* (Drury, 1782) (Odonata: Coenagrionidae) en el continente Americano. *Gayana*, 82(1): 90-93. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382018000100090>
- Escoto-Moreno J. A., J. Márquez and J. Asiain. 2020. New records of Odonata from Central Eastern Mexico. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 122(1): 235-242. <https://doi.org/10.4289/0013-8797.122.1.235>
- Escoto-Moreno J. A., J. Márquez, R. Novelo-Gutiérrez, I. Goyenechea Mayer-Goyenechea y J. Escoto-Rocha. 2017a. Libélulas (Insecta: Odonata). (pp. 267-297). En: Ramírez-Bautista A., A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas y C. Cuevas-Cardona (Eds.). *Biodiversidad del estado de Hidalgo*. Tomo I. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Pachuca de Soto, Hidalgo, México. <https://doi.org/10.29057/books.32>
- Escoto-Moreno, J. A., R. Novelo-Gutiérrez, J. Márquez and A. Adabache-Ortiz. 2017b. Odonata from the cloud forests of Hidalgo State, Mexico. *Notulae odonatologicae*, 8(10): 369-376.
- Escoto-Rocha, J., J. A. Escoto-Moreno y L. D. Saldívar. 2006. Odonata de los Estados de Guanajuato, Jalisco y San Luis Potosí, Depositados en la Colección Entomológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*, 14(34): 31-35.
- García-Miranda, O. 2021. Colecciones científicas en Latinoamérica: Odonatos de la colección entomológica de la Universidad de las Américas Puebla, México. *Hetaerina*, 3(2): 14-16.
- García-Miranda, O. and A. I. Carrillo-Muñoz. 2022. New records for Puebla and Morelos, Mexico (Odonata: Aeshnidae, Coenagrionidae, Libellulidae). *Notulae odonatologicae*, 9(8), 331-340 <https://doi.org/10.5281/zenodo.5702951>
- González-Soriano, E., F. Noguera and L. Oñate-Ocaña. 2011. A biodiversity hotspot for odonates in Mexico: the Huasteca Potosina, San Luis Potosi. *Odonatologica*, (40): 179-190.
- González-Soriano, E. y R. Novelo-Gutiérrez. 2014. Biodiversidad de Odonata en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplemento*, (85): 243-251. <https://dx.doi.org/10.7550/rmb.34716>
- IEXA Colección Entomológica del Instituto de Ecología de Xalapa. 2022. Colección Entomológica IEXA. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-1/ct-menu-item5/entomologia>. Fecha de consulta: 25 de febrero de 2022.
- Kalkman, V. J., V. Clausnitzer, K. D. B. Dijkstra, A. G. Orr, D. R. Paulson, and J. van Tol. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hidrobiologia*, (595): 351-363. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9029-x>
- Paulson, D. and E. González-Soriano. 2022. "Mexican Odonata List". 2022. <https://www.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/mexican-odonata/>. Fecha de consulta: 27 de abril de 2022.
- Paulson, D., M. Schorr and C. Deliry. 2022. "World Odonata List". 2022. <https://www2.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/mexican-odonata/>. Fecha de consulta: 27 de abril de 2022.
- Plascencia, R.L., B. A. Castañón y A. Raz-Guzmán. 2011. La biodiversidad en México, su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias*, (101): 36-43.
- Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. Primera edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Silva-Hurtado, J. D., J. Márquez, J. A. Escoto-Moreno and A. P. Martínez-Falcón. 2020. Odonate fauna (Insecta: Odonata) from a locality in San Marcos River in the Sierra Norte of Puebla, Mexico. *International Journal of Odonatology*, 23(4): 327-336. <https://doi.org/10.1080/13887890.2020.1787871>

Recibido: 6 de abril 2022

Aceptado: 29 de abril 2022

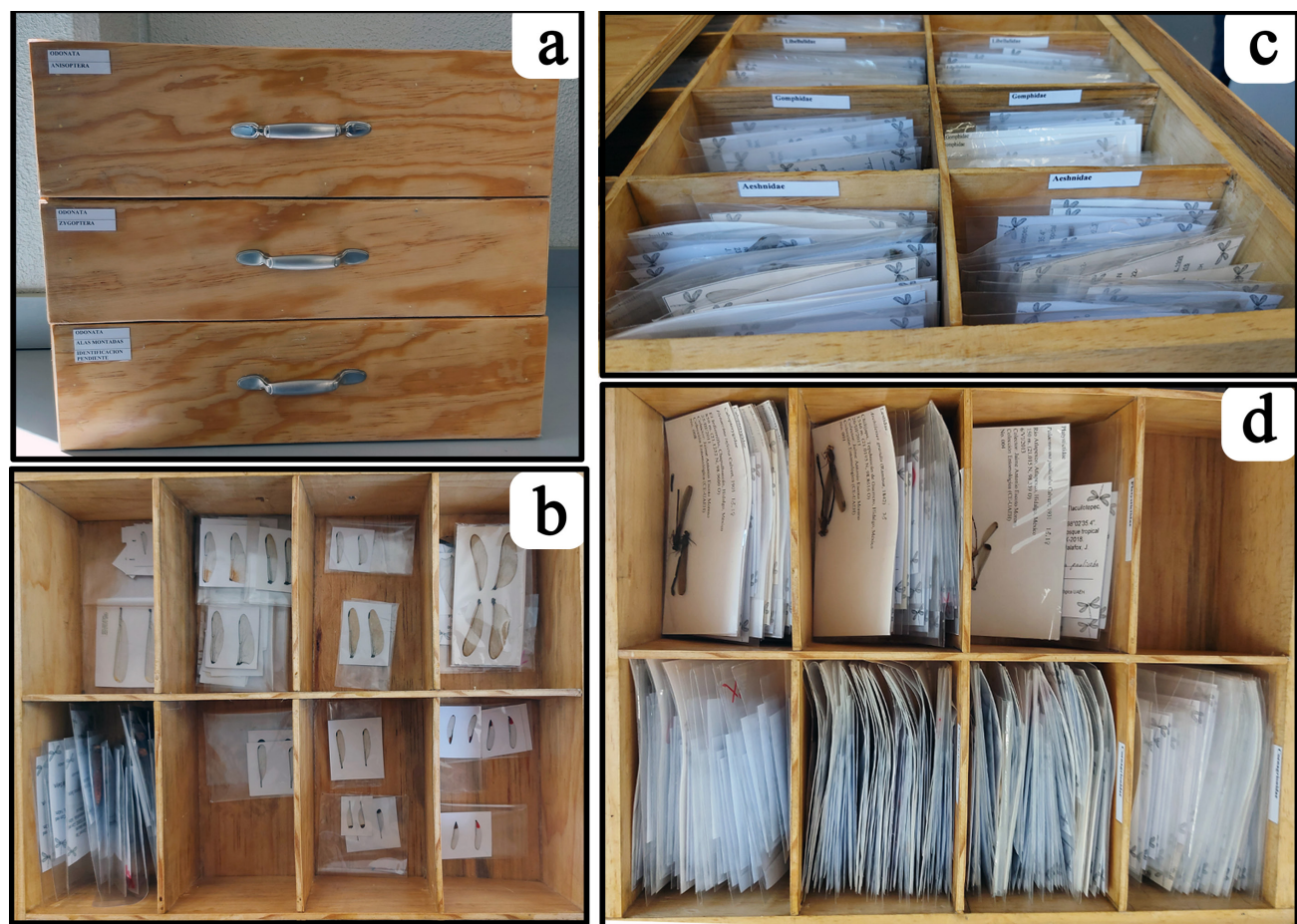


Figura 1. a) Armario entomológico donde se resguardan los ejemplares de odonatos. b) Vista interior de la sección de alas montadas. c) Vista interior de la sección del suborden Anisoptera. d) Vista interior de la sección del suborden Zygoptera.

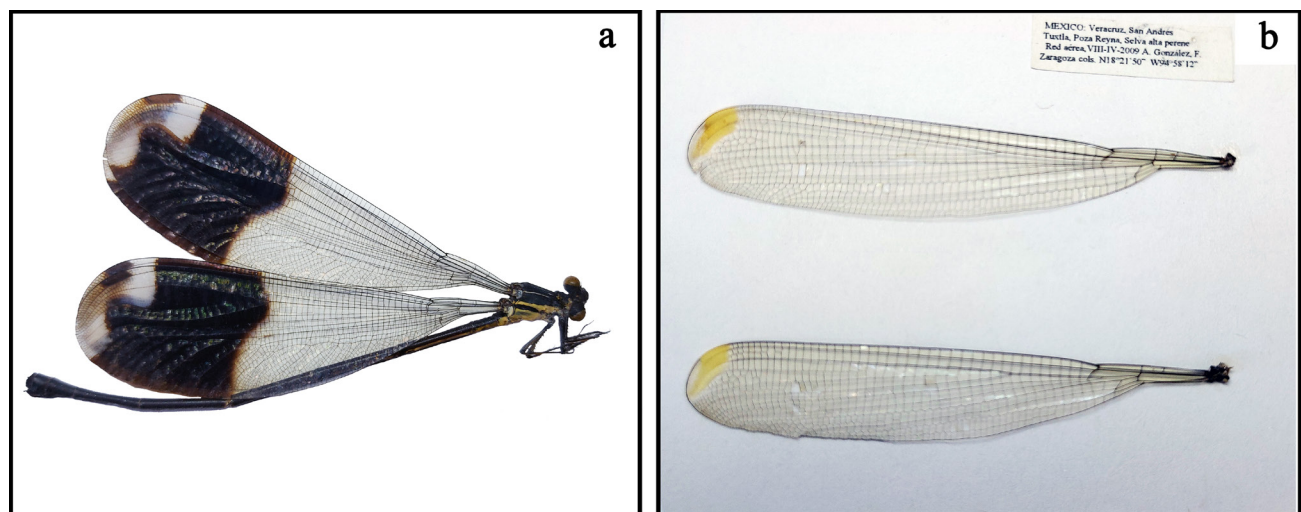


Figura 2. a) Hembra de *Megaloprepus caerulatus* (Drury, 1782). b) Montaje de ala anterior y posterior de *Mecistogaster ornata* Rambur, 1842.

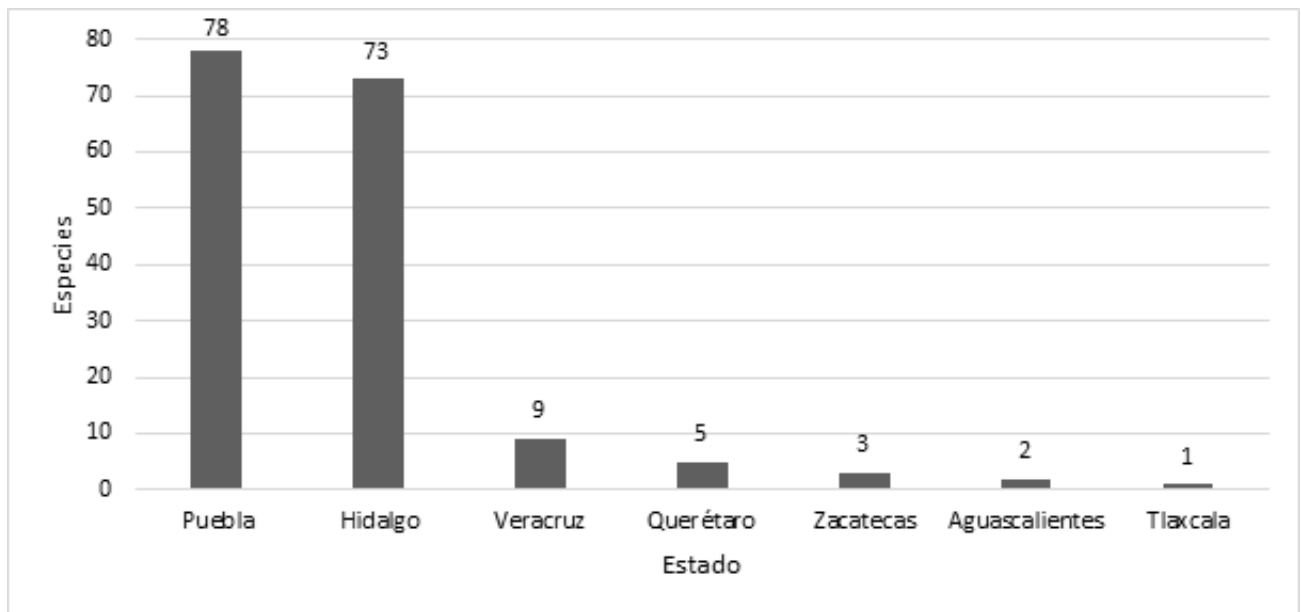


Figura 3. Número de especies por estados del país depositadas en la colección del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEH (COD-UAEH).

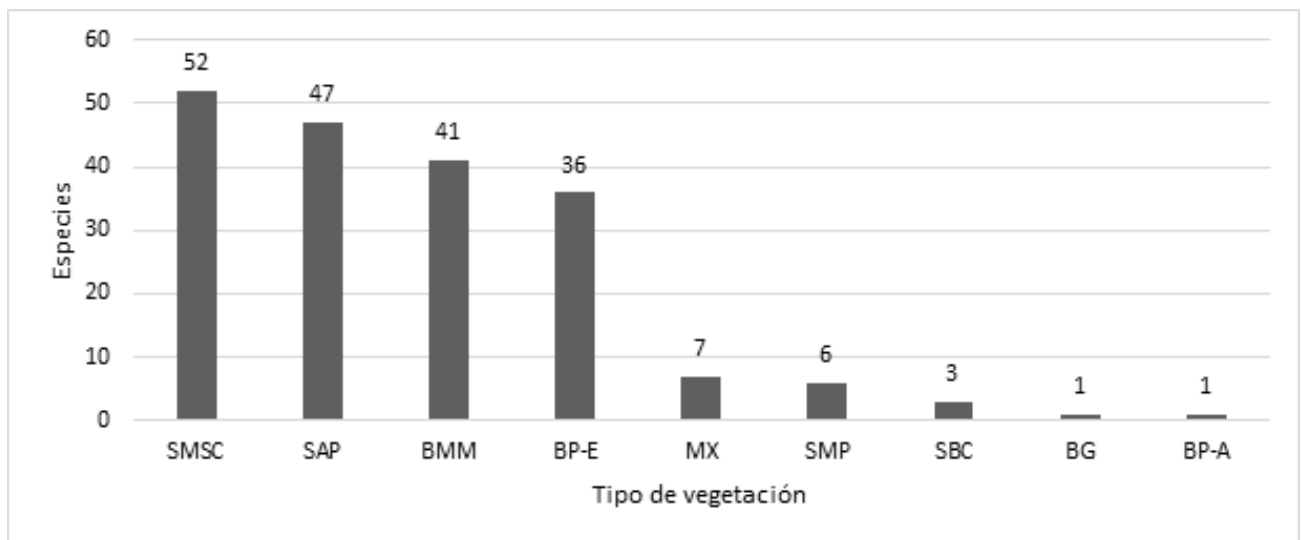


Figura 4. Número de especies depositadas por tipos de vegetación (selva mediana subcaducifolia (SMSC); selva alta perennifolia (SAP); bosque mesófilo de montaña (BMM); bosque de pino-encino (BP-E); matorral xerófilo (MX); selva media perennifolia (SMP); selva baja caducifolia (SBC); bosque de galería (BG); bosque de pino-abeto (BP-A)) (Rzedowski 2006).

NUEVOS TAXONES PUBLICADOS EN DUGESIANA VOLUMEN 29

COLEOPTERA

Distremocephalus gonzalezi Vega-Babillo y Zaragoza-Caballero 247

HEMIPTERA

Acunasus diegoyassiri Pinedo-Escatel 208

Amblyomia gonzalezi Brailovsky y Barrera 263

Cundinablissus Brailovsky 13

Cundinablissus callejai Brailovsky 15

HYMENOPTERA

Andricus partali Pujade-Villar, Cuesta-Porta y Hanson 3

Artículo

<http://zoobank.org/A1599B78-8D12-4F4F-A1E9-451FE88AC2AF>

Locusts and other pest grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) on stamps

Las langostas y otros saltamontes plaga (Orthoptera: Acrididae) en las estampillas

Ricardo Mariño-Pérez

Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Michigan, 3600 Varsity Drive, 48108 Ann Arbor, MI, USA, ricmp@umich.edu; <https://orcid.org/0000-0002-0566-1372>

ABSTRACT

A comprehensive review of literature and online catalogues was conducted to present the diversity of locust and other pest grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) on postal stamps. Fifty-one stamps (1961-2019) from 29 countries in four continents representing ten species are presented. Desert Locust, Red Locust and Migratory Locust are the true locust species depicted. Other seven pest grasshoppers were also recorded. African countries provide 80% of the stamps. Different elements present on the stamps such as life cycle, control methods for eradication, geographical correspondence and taxonomic issues are discussed.

Key words: Entomophilately, Cultural Entomology, Desert Locust, Red Locust, Migratory Locust, Bird Locust, Migratory Grasshopper.

RESUMEN

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura y de catálogos en línea para presentar la diversidad de langostas y otros saltamontes plaga (Orthoptera: Acrididae) en las estampillas postales. Se registraron cincuenta y un estampillas (1961-2019) de 29 países de cuatro continentes representando a diez especies. La langosta del desierto, la langosta roja y la langosta migratoria son las especies de langostas verdaderas presentes. Se registraron también otras siete especies de saltamontes plaga. Los países africanos aportan el 80% de las estampillas. Se discuten diferentes elementos presentes en las estampillas como el ciclo de vida, métodos de control para su erradicación, correspondencia geográfica y problemas taxonómicos.

Palabras clave: entomofilatelia, entomología cultural, langosta del desierto, langosta roja, langosta migratoria, langosta pájaro, saltamontes migratorio.

Philately is the activity of collecting postal stamps, being entomophilately the branch dedicated to insect-related stamps. The first stamp with an *insect* was issued in 1892 and since then, thousands have been circulated (Hamel 1990). *Insect* in terms of entomophilately refers to any terrestrial arthropods, including insects *sensu stricto* such as butterflies, beetles, bees, fleas, mosquitos, etc., but also groups such as spiders, ticks, myriapods, and terrestrial crustaceans. Some recent works treating certain groups include scorpions, dragonflies and damselflies, cockroaches, praying mantis, gaudy grasshoppers, beetles and scarabeids (Gómez y Junghans 2002, 2016, Gómez et al. 2015, Hernández-Baltazar y Gómez 2019, Kabourek 2017, López-Díaz y Gómez 2020, Mariño-Pérez 2020). In other cases, revisions per country have been made, such as for Cuba and Mexico (Mendoza et al. 2006, Reyes y Núñez 2008).

Locusts are a group of grasshoppers that are able to present a phenomenon called locust phase polyphenism. This is an extreme density-dependent phenotypic plasticity situation where cryptic and solitary individuals can form dense migrating swarms by transforming into conspicuous gregarious individuals. This transformation is not only in color and behavior but also in morphology, reproductive

physiology and biochemistry. The result is two phases, the solitary (greenish individuals) and the gregarious (yellowish and reddish-orange individuals). Currently, there are seventeen species of grasshoppers that have been identified as expressing locust phase polyphenism and can be considered true locust species. They belong to six Acrididae subfamilies: Cyrtacanthacridinae, Oedipodinae, Calliptaminae, Gomphocerinae, Acridinae and Melanoplinae (Cigliano et al. 2022). There are also other non-locust species of grasshoppers in the above-mentioned subfamilies that occasionally aggregate, but without any change or phase as in the true locust species (Some of these non-locust species have common names such as Bird Locust but technically they do not qualify as true locusts). Both locust and non-locust grasshoppers have agricultural importance and cause great economic losses worldwide (COPR 1982, Song 2005).

The aim of this work is to compile the stamps with locust, other pest grasshoppers and activities related to their pest control.

MATERIAL AND METHODS

The basis of this work comes from Hamel (1991). This reference compiles information about all the stamps with

insect-related content up to 1990. The websites <http://www.asahi-net.or.jp/~CH2M-NITU/indexe.htm>, [hipstamp.com](http://www.hipstamp.com) and [ebay.com](http://www.ebay.com) provided valuable information, particularly for the subsequent years (1991-2021). The map from figure 4 was created using mapchart.net.

RESULTS

Fifty-one stamps from 29 countries in four continents representing ten species are presented. Even though a comprehensive review on the above-mentioned websites and the Atlas of Insects on stamps of the world (Hamel 1991) was conducted, there is the possibility that some stamps are missing. For instance, three stamps from Russia (1931; grasshopper), Eswatini (1985; grasshopper) and Japan (1986; locust) were included in the catalogue of Hamel (1991) but were not found online for further corroboration and evaluation. The stamp information is presented by chronological order with notes about country (current name first, other previous names after), name on stamp, other name given, monetary value, taxonomic identity (when possible), geographical correspondence, and previous references. All the stamps are presented in figures 1-3 in the same chronological order as in the text. In figure 1 from Afghanistan (1961) to Niger (1985). In figure 2 from Benin (1987) to Senegal (1996) and in figure 3 from Qatar (1998) to Liberia (2019).

1961. Afghanistan, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Desert Locust).
Value: 15 and 150 Puls.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Afghanistan.
Reference. p. 76 (Hamel 1991).

1963. Angola, *Nomadacris septemfasciata* (Serville, 1838) (Red Locust).
Other name given: gafanhoto vermelho.
Value: 2\$50 Escudos.
15th anniversary of Red Locust control campaign 1948-1963.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Angola.
Reference. p. 64, 82 (Hamel 1991).

1963. Morocco [España IFNI], *Schistocerca gregaria* (Desert Locust).
Value: 50 cents.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Morocco.
Reference. p. 176 (Hamel 1991).

1964. Iran, *Schistocerca gregaria* (Desert Locust).
Value: 2 Rial.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Iran.
Reference. p. 178 (Hamel 1991).

1964. Mali, *Locusta migratoria migratorioides* (Reiche & Fairmaire, 1849) (African Migratory Locust).
Other name given: Criquet migrateur africain.
Value: 5, 10 and 20 Francs.
African Migratory Locust invasion area (1928-1942) and aerial treatment
Geographical correspondence: Yes, this subspecies is distributed in Mali.
Reference. p. 212 (Hamel 1991).

1969. Bhutan, *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) (Migratory Locust).
Value: 10 Chetrum.
The stamp is in 3-D.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Bhutan.
Reference. p. 95 (Hamel 1991).

1969. Djibouti [AFARS & ISSAS], *Schistocerca gregaria* (Desert Locust).
Value: 15, 50 and 55 Francs.
Anti-Locust Campaign methods such as helicopter and plane spraying.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Djibouti.
Reference. p. 64, 75 (Hamel 1991).

1972. Zambia, *Nomadacris septemfasciata* (Red Locust).
Value: 25 Ngwee.
Zambia Conservation Year 1972.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Zambia.
Reference. p. 64, 305 (Hamel 1991).

1973. Rwanda, *Ornithacris cyanea imperialis* Rehn, 1943 (Bird Locust).
Value: 2 Francs.
Geographical correspondence: Yes, this subspecies is distributed in Rwanda.
Reference. p. 255 (Hamel 1991).

1978. Ivory Coast, (Criquet Rubané).
Value: 10 Francs
Geographical correspondence: The common name in French means “banded grasshopper” in English. This common name could be assigned to different members of Band-winged grasshoppers (subfamily Oedipodinae) such as *Oedipoda caerulea* (Linnaeus, 1758) or *Acrotylus insubricus* (Scopoli, 1786) (none of them distributed in Ivory Coast). *A. insubricus* is frequently confused with *A. patruelis*, which is distributed in Ivory Coast.
Reference. p. 182 (Hamel 1991).

1979. Ivory Coast, *Locusta migratoria* (Migratory Locust).
Value: 65 Francs.

- Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Ivory Coast.
Reference. p. 182 (Hamel 1991).
1981. Burkina Faso [RÉPUBLIQUE DE HAUTE-VOLTA], *Locusta migratoria* (Migratory Locust).
Value: 65 Francs.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Burkina Faso.
Reference. p. 297 (Hamel 1991).
1984. Portugal, Four Locusts
Value: 16 Escudos.
Four Locusts on ceramic tile from XIX Century by R. Bordallo Pinheiro.
Geographical correspondence: N/A.
Reference. p. 247 (Hamel 1991).
1985. Niger, *Oedaleus* sp.
Value: 85 Francs.
Geographical correspondence: Two species of the genus are known to cause agricultural damage in Niger, *Oedaleus nigeriensis* Uvarov, 1926 and *O. senegalensis* (Krauss, 1877).
Reference. p. 232 (Hamel 1991).
1987. Benin, *Locusta migratoria* (Migratory Locust).
Value: 100 Francs.
Campaign against Migratory Locust.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Benin.
Reference. p. 93 (Hamel 1991).
1988. Cabo Verde, Locust.
Value: 16 Escudos.
Geographical correspondence: N/A.
Reference. p. 107 (Hamel 1991).
1988. Eswatini [Swaziland], *Nomadacris septemfasciata* (Red Locust).
Value: 2 Emalangeni.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Eswatini.
Reference. p. 276 (Hamel 1991).
1988. Mauritania, *Schistocerca gregaria* (Desert Locust).
Other name given: Criquets pèlerins.
Value: 5, 20, 24, 40 and 88 UM.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Mauritania.
Reference. p. 216 (Hamel 1991).
1989. Algeria, *Schistocerca gregaria* (Desert Locust).
Value: 1 Dinar.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Algeria.
- Reference. p. 81 (Hamel 1991).
1989. Niger, *Schistocerca gregaria* (Desert Locust).
Other name given: Criquet pèlerin.
Value: 85 Francs.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Niger.
Reference. p. 232 (Hamel 1991).
1991. Malawi, *Nomadacris septemfasciata* (Red Locust).
Value: 20 Tambala.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Malawi.
1994. Mali, *Locusta migratoria* (Migratory Locust).
Other name given: Criquet migrateur.
Value: 240 Francs.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Mali.
1994. Mali, *Kraussaria anguilifera* (Krauss, 1877).
Value: 200 Francs.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Mali.
1996. Burkina Faso, *Locusta migratoria* (Migratory Locust).
Other name given: Criquet migrateur.
Value: 25, 75 and 250 Francs.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Burkina Faso.
1996. Senegal, *Schistocerca gregaria* (Desert Locust).
Other name given: Criquet pèlerin.
Value: 75 Francs.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Senegal.
1998. Qatar, *Locusta migratoria* (Migratory Locust).
Value: 2 Riyals.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Qatar.
2000. Niger, *Schistocerca gregaria* (Desert Locust).
Value: 200 Francs.
Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Niger.
2002. Dominica, *Melanoplus sanguinipes* (Fabricius, 1798) [*M. mexicanus* (Saussure, 1861)] (Migratory Grasshopper).
Value: 1.50 Eastern Caribbean dollar.
Geographical correspondence: No, this species is only found in North America.
2002. Grenada, *Melanoplus sanguinipes* [*M. mexicanus*] (Migratory Grasshopper).

Value: 1.50 Eastern Caribbean dollar.

Geographical correspondence: No, this species is only found in North America.

2005. Eswatini [Swaziland], *Locusta migratoria migratoria* [*Schistocerca solitaria*] (Migratory Locust).

Other name given: Lidziya.

Value: 85 cents.

Geographical correspondence: No, this subspecies is not distributed in Eswatini.

2005. Eswatini [Swaziland], *Nomadacris septemfasciata* (Red Locust).

Other name given: Ingwelebovu.

Value: 1.10 Emalangeni.

Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Eswatini.

2005. Eswatini [Swaziland], *Schistocerca gregaria flaviventris* (Burmeister, 1838) (Southern African Desert Locust).

Other name given: Libhulamdzaka.

Value: 2.45 Emalangeni.

Geographical correspondence: Yes, this subspecies is distributed in Eswatini.

2005. Eswatini [Swaziland], *Locusta migratoria migratorioides* (African Migratory Locust).

Other name given: Liboni.

Value: 3.35 Emalangeni

Geographical correspondence: Yes, this subspecies is distributed in Eswatini.

2007. Malaysia, *Valanga nigricornis* (Burmeister, 1838) (Javanese Bird Grasshopper).

Other name given: Belalang kunyit.

Value: 50 sen.

Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Malaysia.

2008. Ascension Island, *Schistocerca gregaria* (Desert Locust).

Value: 30 pence.

Geographical correspondence: Yes, the subspecies *Schistocerca gregaria flaviventris* occurs in Ascension Island.

2009. DPR Korea, *Locusta migratoria* (Migratory Locust).

Value: 120 Won.

Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in DPR Korea.

2011. Tanzania, *Locusta migratoria* (Migratory Locust).

Value: 700 shillings.

Geographical correspondence: Yes, the species is distributed in Tanzania.

2011. Tanzania, *Nomadacris septemfasciata* (Red Locust). Value: 900 shillings.

Geographical correspondence: Yes, the species is distributed in Tanzania.

2013. Uruguay, *Borellia bruneri* (Rehn, 1906) (Langosta criolla o Tucura).

Value: 15 Pesos.

Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Uruguay.

2019. Liberia, *Locusta migratoria* (Migratory Locust).

Value: 300 Liberian dollars.

Geographical correspondence: Yes, this species is distributed in Liberia.

DISCUSSION

The three true locust species depicted in stamps are *Schistocerca gregaria* (Desert Locust), *Nomadacris septemfasciata* (Red Locust) both in subfamily Cyrtacanthacridinae and *Locusta migratoria* (Migratory Locust), subfamily Oedipodinae. The non-locust species depicted are *Ornithacris cyanea imperialis* (Bird Locust), *Valanga nigricornis* (Javanese Bird Grasshopper) and *Kraussaria angulifera* (Cyrtacanthacridinae). *Oedaleus* sp. (Oedipodinae), *Melanoplus sanguinipes* (Migratory Grasshopper) (Melanoplineae), and *Borellia bruneri* (Langosta criolla o Tucura) (Gomphocerinae).

The country of origin of the stamps reflects well where the most damaging plagues occur. Forty-one stamps are from Africa (80%), 6 from Asia (12%), 3 from the Americas (6%) and one from Europe (2%). Twenty-three out of 29 countries only have one stamp. Tanzania and Afghanistan have two stamps, Niger has three stamps, Burkina Faso and Mali have four stamps and Eswatini has five stamps (figure 4). There has not been a decade since 1960's without the presence of locust and other pest grasshoppers (figure 5). These results are similar to the ones found by Mariño-Pérez (2020) with other Orthoptera family, Pyrgomorphidae.

Different stages are illustrated such as eggs (Mauritania 1988, Ascension Island 2008), nymphs (Ivory Coast 1979, Burkina Faso 1996, Niger 2000, Ascension Island 2008), entire life cycle (Mauritania 1988). Also, other behavior such as oviposition (Mauritania 1988, Burkina Faso 1996) and locusts in action devastating crops are shown (Zambia 1972, Benin 1987). Even swarms are represented (Niger 1989).

Different methods of locust control are shown such as fumigation by plane (Mali 1964, Djibouti 1969, Algeria 1989), by helicopter (Djibouti 1969), by truck (Algeria 1989), by hand (Benin 1987). Some historical events are illustrated such as 15th anniversary of the Locust Campaign against Red Locust (Angola 1963) and the African Migratory Locust Invasion from 1928-1942 (Mali 1964).

There are few geographical errors but the great majority of the species depicted in the stamps are present in the respective country that issued them. The major mistakes were found on the Dominica and Grenada 2002 stamps, both countries in the Caribbean. The grasshopper depicted is not distributed in the Caribbean, only in Canada, United States and Mexico. Additionally, the scientific name is incorrect. The Migratory Grasshopper is named *Melanoplus mexicanus* when it should be *M. sanguinipes*. This error is common due to the fact that *M. sanguinipes* has been widely misidentified as *M. mexicanus* and is likely to be the species recorded under that name as causing severe damage to crops in Mexico (COPR 1982). It is curious as well that the same figure is used in both stamps (only inclined 45 degrees in Grenada stamp). Another error was in the Eswatini 2005 stamp where the subspecies mentioned (*Locusta migratoria migratoria*) is not distributed there (only in the Northern Hemisphere), the correct subspecies present there is *Locusta migratoria migratorioides*. Two stamps (Dominica 2002 and Ascension Island 2008) are divided in two parts; the first one has perforations to split apart.

Regarding taxonomical errors, on Eswatini 2005 stamp, the name *Schistocerca solitaria* is incorrect, being the correct one *Locusta migratoria migratoria*. On Niger 1989 and on both Tanzania 2011 stamps, the specific names of the scientific names start with capital letter (Gregaria, Migratoria and Septemfasciata) when only the genus name must start with capital letter (to show hierarchy between genus and species). On Niger 2000 stamp, there is a mistake (*Schistocera*) instead of *Schistocerca*. In multiple cases, the genus and specific names are not written in italics (or other contrasting typeface) to distinguish the name from surrounding text, as the International Commission on Zoological Nomenclature requires.

Not all the stamps are cancelled by the correspondent Postal Organization of the countries, especially in the recent years. However, the objective of this article is not to evaluate the legitimacy of the stamps but to compile them to analyze the species present and methods of pest control. Some countries produce stamps for collectors and never were utilized for postal purposes.

Recibido: 25 de febrero 2022

Aceptado: 11 de mayo 2022

LITERATURE CITED

- Cigliano, M.M., H. Braun, D.C. Eades and D. Otte. 2022. Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>. Fecha de consulta: 2 de febrero de 2022.
- Centre for Overseas Pest Research. 1982. *The locust and grasshopper agricultural manual*. London, UK: Overseas Pest Research.
- Gómez, B. y C. Junghans. 2002. Los Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) en la filatelia. *Cuadernos de Biodiversidad*, (11): 10-14.
- Gómez, B. y C. Junghans. 2016. Los alacranes (Arachnida: Scorpionida) en la filatelia. *Dugesiana*, 23(1): 37-43.
- Gómez, B., M.R. Domínguez y C. Junghans. 2015. Las cucarachas (Blattodea) representadas en los sellos postales (entomofilatelia). (pp.77-82). In: Castaño-Meneses, G. y J.L. Navarrete-Heredia (Eds.). *Avances en la entomología cultural mexicana*. UNAM-CUCBA-Universidad de Guadalajara.
- Hamel, D.R. 1990. Insects on stamps. *American Entomologist*, 36(4): 273-281.
- Hamel, D.R. 1991. *Atlas of Insects on Stamps of the World*. Tico Press, Falls Church. Virginia, Estados Unidos.
- Hernández-Baltazar, E. y B. Gómez. 2019. Los Mantodea en la filatelia (Insecta: Dictyoptera). *Dugesiana*, 26(2): 71-76.
- Kabourek, V. 2017. Beetles on Stamps. *Ethnoentomology*, 1(1): 52-72.
- López-Díaz, J.A. y B. Gómez. 2020. Los Odonata (Insecta) en la entomofilatelia. *Dugesiana*, 27(1): 3-10.
- Mariño-Pérez, R. 2020. Gaudy grasshoppers (Orthoptera: Pyrgomorphidae) on stamps. *Metaleptea*, 40(1): 30-35.
- Mendoza, M., I. Pacheco, M.A. Sarmiento y M.L. Zurita. 2006. Entomofilatelia en México: un tributo a la amistad de los insectos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (38): 443-449.
- Reyes, E. y R. Núñez. 2008. La entomología en la filatelia cubana. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, (43): 459-462.
- Song, H. 2005. Phylogenetic perspectives on the evolution of locust phase polyphenism. *Journal of Orthoptera Research*, 14(2): 235-245.



Figure 1. Stamps from Afghanistan (1961) to Niger (1985).



Figure 2. Stamps from Benin (1987) to Senegal (1996).



Figure 3. Stamps from Qatar (1998) to Liberia (2019).

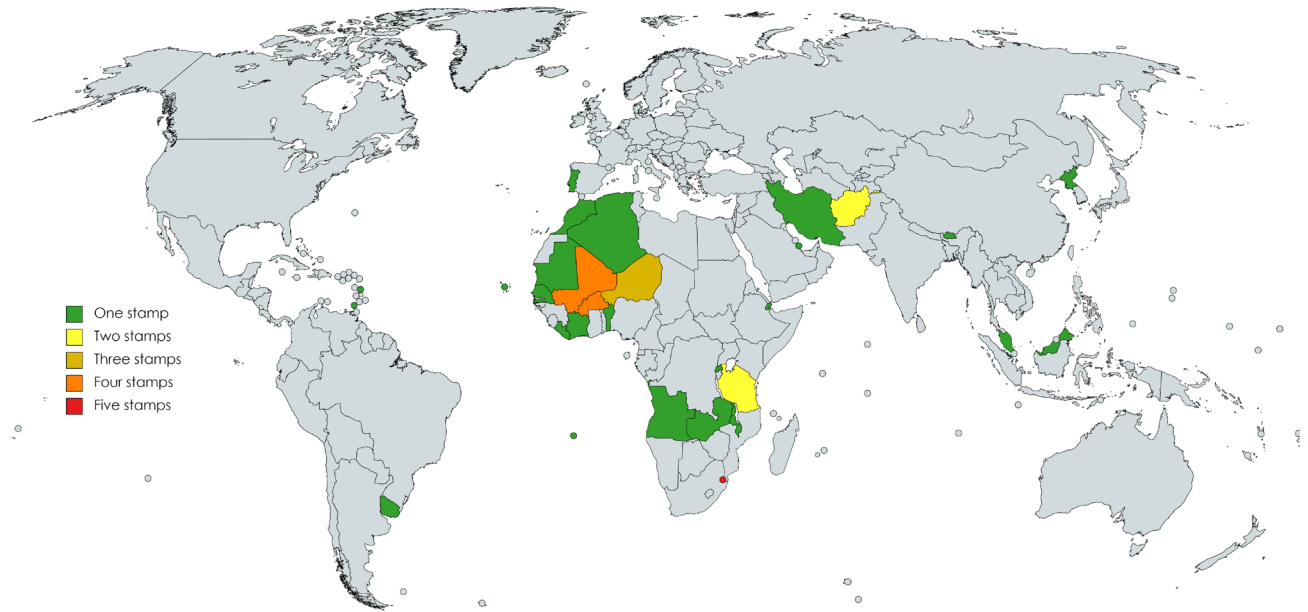


Figure 4. Locust and other pest grasshoppers stamps richness per country. Created with mapchart.net®.

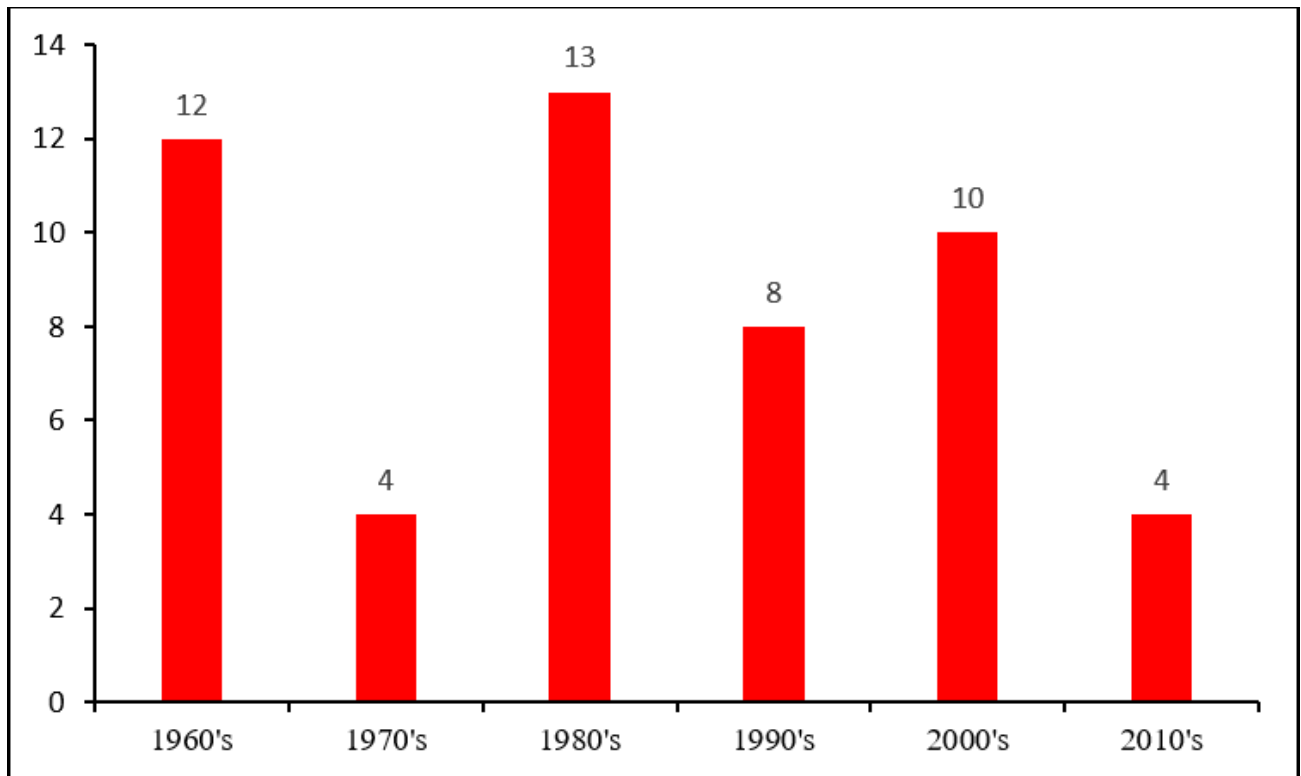


Figure 5. Number of stamps with locusts and other pest grasshoppers by decade.

Monarch Butterflies in Sonora and Adjacent Northwestern Mexico

Mariposas Monarcas en Sonora y el Noroeste de México Adyacente

*Thomas R. Van Devender and Ana Lilia Reina-Guerrero

Greater Good Charities, 6262 N. Swan Ave., Suite 165, Tucson, AZ 85718, USA

*yecora4@comcast.net

ABSTRACT

Since 1979, observations of monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) in Sonora, Mexico have been low. There are 10 records of monarchs breeding in Sonora on *Asclepias curassavica*, *A. lemmonii*, *A. linaria*, and *A. subulata* (Apocynaceae).

In July-August, monarchs from the Canelo-Hereford area in Arizona fly to the Río San Pedro, Sonora, south to the Cananea area, and then in the Río Sonora through central Sonora to Hermosillo and the Gulf of California. From the Río Sonora, they move up into the Sky Island Mountain ranges. In Hermosillo, they thrive in urban gardens. Higher humidity along the coast allows them to disperse in arid habitats from Bahía de Kino north to Punta Chueca and south to Guaymas. Individuals observed in northwestern Sonora may be from the Colorado River population in western Arizona-southeastern California.

The population in tropical southern Sonora and western Sinaloa with winter feeding and breeding may be resident, reflecting the continuously blooming and abundance of the native *A. curassavica* in large areas of tropical deciduous forest converted into agricultural fields.

Monarchs tagged in southeastern Arizona recovered in Michoacán (Morris *et al.* 2015; Billings 2019) likely traveled eastward to the Janos area in northwestern Chihuahua on the east side of the Sierra Madre Occidental to join the southward migration across the Mexican Plateau.

From the relatively few monarch records in Sonora, the few observations in the Sierra Madre Occidental in Sonora and Chihuahua, and winter feeding-breeding populations in tropical southern Sonora and western Sinaloa, we conclude that the Sonoran population is not connected to the eastern migration to overwintering sites in Michoacán. Like the Rocky Mountains, the Sierra Madre Occidental is more a barrier to migration than a corridor.

Key Words: Monarch butterfly, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, migration, breeding, resident population, overwintering, northwestern Mexico.

RESUMEN

Desde 1979, las observaciones de la mariposa monarca (*Danaus plexippus* L.) en Sonora, México han sido pocas. Hay 10 registros de orugas de monarcas en Sonora en *Asclepias curassavica*, *A. lemmonii*, *A. linaria* y *A. subulata* (Apocynaceae).

En julio-agosto, las monarcas del área de Canelo-Hereford en Arizona vuelan hacia el río San Pedro, Sonora, hacia el sur hasta el área de Cananea y luego en el río Sonora cruzando del centro de Sonora hasta Hermosillo y el Golfo de California. Desde el río Sonora, suben a las sierras Islas Serranas. En Hermosillo visitan los jardines urbanos. Con la humedad de la costa se dispersan en hábitats áridos desde Bahía de Kino al norte hasta Punta Chueca y al sur hasta Guaymas. Las observaciones en el noroeste de Sonora pudieran ser de la población del río Colorado en el oeste de Arizona-sureste de California.

La población de monarca en el sur tropical de Sonora y el oeste de Sinaloa alimentándose y reproduciéndose en invierno puede ser residente, lo que refleja la floración continua y la abundancia de *A. curassavica* nativa en grandes áreas de selva baja caducifolia convertida a campos agrícolas.

Las monarcas marcadas en el sureste de Arizona recuperadas en Michoacán (Morris *et al.* 2015; Billings 2019) probablemente viajaron al este hasta el área de Janos en el noroeste de Chihuahua, al oriente de la Sierra Madre Occidental, para unirse a la migración hacia el sur cruzando la Altiplanicie Mexicana.

Debido a los registros relativamente pocos de monarca en Sonora, las pocas observaciones en la Sierra Madre Occidental en Sonora y Chihuahua y las poblaciones invernales alimentándose y reproduciéndose en el sur tropical de Sonora y el oeste de Sinaloa, concluimos que la población de Sonora no está conectada con la migración del este a sitios de hibernación en Michoacán. Similar a las Montañas Rocosas, la Sierra Madre Occidental es más una barrera para la migración que un corredor.

Palabras clave: mariposa monarca, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, migración, reproducción, población residente, pasar el invierno, noroeste de México.

Some monarch butterfly (*Danaus plexippus* [Linnaeus, 1758], Nymphalidae, Danainae) populations are regional residents (Nail *et al.* 2019), but the eastern North American subspecies (*Danaus p. plexippus*) is notable for its annual southward late summer/autumn migration of part of its population from southern Canada and the northern and

central United States and overwintering in southern Mexico (Urquhart and Urquhart 1976). The migration route in Mexico is along the coastal plain of the Gulf of Mexico and on the Mexican Plateau, which is bound in the east by the Sierra Madre Oriental and in the west by the Sierra Madre Occidental. Millions of monarch butterflies overwinter in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve on the border of the states of Michoacán and México (100 km northwest of Mexico City) in the Trans-Mexican Volcanic Belt (Solís-C. 2004). From October to March, they hang in dense ‘curtains’ in forests of sacred fir/*oyamel* (*Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham.)-smooth-bark Mexican pine/*chamite* (*Pinus pseudostrobus* Brong.) forests at about 2580 m elevation (Brower *et al.* 2008).

West of the Rocky Mountains, monarchs migrate from Washington and Oregon south to California and Baja California and to the southeast through Idaho and Utah to southeastern Arizona (Pyle 1999). They are known to overwinter in California and Arizona (Figures 1 and 9). Monarchs tagged synchronously in southeastern Arizona have been discovered at overwintering sites in California and Michoacán (Morris *et al.* 2015, Billings 2019; Figure 2).

In this paper, we summarize the records, distribution, foods, and seasonality of monarch butterflies in the state of Sonora with relevant observations from the adjacent states of Chihuahua and Sinaloa.

MATERIALS AND METHODS

The records of monarch butterflies used in this study are available in the Madrean Discovery Expeditions (MDE) database (madreandiscovery.org), which contains observations from extensive biotic inventories in the Sky Island Region in Sonora, Mexico since 2009. There are 82 records from Sonora (most were single individuals), 49 from Chihuahua, and 28 from Sinaloa in the database. Records from iNaturalista (<http://www.naturalista.mx>) with expanded localities and edited images through October 2021 were also added to the MDE database. Our expertise in the flora of Sonora (Van Devender and Reina-G. 2021) and Sinaloa (Ruiz *et al.* 2015, Vega-A. *et al.* 2021) facilitated the identifications of the plants in the iNaturalista images. Our observations in Coahuila, San Luis Potosí, and Zacatecas during the October 2017 migration on the eastern side of the Mexican Plateau are also in the database.

RESULTS

Monarch butterflies in Sonora, Mexico

The numbers of monarch butterfly observations for the state of Sonora from the Arizona border south into Sinaloa in northwestern Mexico have been low since 1979. Bailowitz *et al.* (2017) reported that this species is widespread in Sonora. Although they have been seen in many parts of the state, observations are more common in northern Sonora near the Arizona border. A few monarchs have been seen in the Sonoran Desert along the Río Colorado in northwestern

Sonora, near Pitiquito and Hermosillo, and along the coast of the Gulf of California. The greatest numbers of monarchs were seen in the Sonoran Desert in urban gardens and agricultural fields in and near Hermosillo (Figure 3). In March 1995, dozens of them were seen in eucalyptus trees (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt) adjacent to Presa Abelardo L. Rodríguez in Hermosillo (Jim Brock, pers. comm., 2022). Nearby is Parque Recreativo La Saucedá, a large urban recreation area with water features and gardens. Monarchs probably overwintered in this area that year.

The presence of monarchs at low elevations in the Sonoran Desert likely indicates that they can handle high temperatures if the humidity is sufficient. They were seen in both lowland tropical (foothills thornscrub [FTS] and tropical deciduous forest [TDF]) and upland temperate montane (desert grassland [DG], oak woodland [OW], and pine-oak forest [POF]) habitats (Van Devender and Reina-G. 2021).

Most of the Sonoran monarch observations were in riparian habitats, which pass through other vegetation types. They were seen in lowland riparian FTS or TDF along the Río Cuchujaqui at Sabinito Sur (Río Fuerte drainage); the Río Mátape at La Galera; the Río Sonora at El Gavilán; and the Río Yaqui near Tónichi. Observations in upland riparian DG, OW, or POF were from along the Río San Pedro west of Naco; the Río San Bernardino and Cajón Bonito east of Agua Prieta (Río Yaqui drainage); the Río Magdalena at Agua Caliente; and the Ríos Bavispe and Gavilán near Mesa Tres Ríos (Río Yaqui drainage).

Monarchs were occasionally seen in non-riparian FTS, TDF, and POF habitats in southern and eastern Sonora. Observations from POF near Mesa Tres Ríos and Yécora and OW near Güisamopa are the only records from the Sierra Madre Occidental (SMO) in Sonora. They have been seen in OW and POF in the Sky Island mountain ranges in the Madrean Archipelago, including the Sierras de Los Ajos, Bacadéhuachi, Juriquipa, Los Locos, Mariquita, and El Tigre. The natural habitat with the most observations was POF. They have been observed in urban settings in Álamos, Cananea, Hermosillo, Magdalena, Moctezuma, and Ures (Figure 3).

Monarchs have been seen in Sonora in every month of the year except May and June in the hot, dry fore-summer. The greatest numbers of observations were from September to November. Their greatest geographic distribution was greatest in November-December with observations from the Arizona border to Álamos in the south and the coast of the Gulf of California to the west. They were only seen in upland OW and POF in the Sky Island mountain ranges in Sonora in August-September. Beginning in December, observations in Sonora declined, but a few were seen as late as April, documenting overwintering.

Foods

Potential larval food resources for monarchs are adequate and widespread in Sonora with 36 species of

Asclepias and four of *Funastrum* (Van Devender *et al.* 2010) compared with 30 species of *Asclepias* and three of *Funastrum* in southern Arizona (Kearney and Peebles 1951; SEINet 2022). Adults were observed feeding in Sonora on flowers of Palmer's agave (*Agave palmeri* Engelm. [Asparagaceae]), tropical milkweed/señorita (*Asclepias curassavica* L.; Figures 4A and 4B), various Asteraceae (*Baccharis salicifolia* Torr. & A. Gray, *B. sarothoides* A. Gray, *Cirsium neomexicanum* A. Gray, *Lagascea decipiens* Hemsl. [Figure 1], *Helianthus annuus* L., *Senecio flaccidus* Less., *Tithonia thurberi* A. Gray, and cultivated *Zinnia peruviana* (L.) L.), non-native Chilean mesquite (*Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz [Fabaceae]), cultivated oleander (*Nerium oleander* L. [Apocynaceae]), and Goodding's willow (*Salix gooddingii* C.R. Ball [Salicaceae]). In Sinaloa, adults were seen feeding on the flowers of Arizona milkweed (*A. angustifolia* Schweigg.; Figure 5) and *A. curassavica*. In Chihuahua, adults were feeding on the flowers of *A. curassavica*, pineneedle milkweed/hierba del cuervo (*A. linaria* Cav.), Asteraceae (*Baccharis salicifolia*, *Baileya multiradiata* Harv. & A. Gray, *Ericameria nauseosa* (Pall. ex Pursh) G.L. Nesom & G.I. Baird, *Guardiola arguta* Robinson, *Helianthus annuus*, and *Zinnia peruviana*), smooth puccoon (*Lithospermum cobrense* Greene [Boraginaceae]), alfalfa (*Medicago sativa* L.), and honey mesquite (*Prosopis glandulosa* Torr. [Fabaceae]). A monarch was observed feeding on desert broom/romerillo (*Baccharis sarothoides* A. Gray, 1882) flowers in Douglas, Arizona.

Breeding

Morris *et al.* (2015) reported monarchs on the Colorado Plateau in northern Arizona most commonly breeding on *Asclepias speciosa* Torr. and in southeastern Arizona on *A. subverticillata* (A. Gray) Vail. The Canelo region (Elgin, Turkey Creek, and the San Rafael Valley) was reported as the richest breeding area in Arizona from late July to September (Morris *et al.* 2015). *A. speciosa* does not occur in Sonora. *A. subverticillata* is a grassland species that is widespread in the southwestern United States but in Sonora is rare from Agua Prieta east to Rancho El Valle immediately south of the Arizona border.

SEMARNAT and CONANP (2018; see Figure 6) only reported summer breeding in monarch butterflies in the United States, not northwestern Mexico. Brower (1996) states that the eastern monarchs overwintering in Michoacán are not breeding.

Breeding has been documented ten times in eight areas in Sonora and five areas in Sinaloa (Table 1; Figure 6). Caterpillars were found feeding on *Asclepias linaria* in OW in the Sierras Juriquipa (Figure 7) and Los Locos, both in August. A larva was found on Lemmon milkweed/talayote (*A. lemmonii* A. Gray; Figure 8) in the Sierra de los Ajos in September. A larva was seen near Puerto Peñasco in November and an old pupal case southwest of Hermosillo in May on skeleton milkweed/jumete (*A. subulata*). A larva

was seen on *A. curassavica* near Ónavas in November. Larvae have been seen on *A. curassavica* near Álamos in December and January. Sinaloa breeding records (2 larvae, 3 pupae) are for August (1), December, February (1, *A. curassavica*), and March (2, *A. angustifolia*, *A. curassavica*). Biologists at the Jardín Botánico de Culiacán collected eggs of monarch butterflies from cultivated *A. curassavica*, starting in December, reared them in a greenhouse, and released them back into the garden (TV Azteca 2021).

Monarch breeding records in Sonora and Sinaloa (Figure 6) appear to reflect two different populations. The breeding records in the Sky Island mountain ranges in northern Sonora in August-September are synchronous with temperate breeding in the Canelo-Hereford region just to the north in Arizona (Morris *et al.* 2015). To the south in the New World tropics, they are breeding later in the year. Breeding records from Ónavas to Álamos, Sonora are from November to January. Breeding records in Sinaloa are mostly December to March, with an August observation. A breeding record from near Puerto Peñasco on *A. subulata* in the Sonoran Desert in November is likely related to breeding populations along the Colorado River in Arizona (Morris *et al.* 2015).

Regional movements

The only documented record of a monarch moving from Arizona to Sonora was an individual tagged by Gail Morris as it emerged from chrysalis on November 18, 2011 (tag #60061; female) in Chandler, Arizona. It was recovered in Bahía de Kino, Sonora on the coast of the Gulf of California on December 14, 2011 (Morris *et al.* 2015).

Brower and Pyle (2004) reported observations on October 5, 1998, of monarchs flying southward toward Sonora from Senita Basin and near Quitobaquito Spring, both localities in Organ Pipe National Monument, Arizona just north of the Sonora border. The Río Sonoyta immediately south of the border is one of the few perennial water sources in the Sonoran Desert in northwestern Sonora. A local resident in Sásabe, Arizona (2 km from the Sonora border west of Nogales) saw an overnight aggregation of hundreds of individuals on a mesquite in September 1996, that were gone the next day and assumed to have flown south (Pyle 1999).

Monarch movements into Sonora come primarily from southern Arizona along riparian corridors. There are a few observations in the Lower Colorado River Valley near Ciénega El Doctor (December) and El Golfo de Santa Clara (November) in northwestern Sonora. These are likely from the population along the Colorado River from southwestern Arizona (Figures 3 and 9) or southeastern California. Monarchs have been documented moving along the Colorado River in Arizona southward in October and northward in March and April (Gail M. Morris, pers comm, January 2022).

Observations in the Sierra Pinacate, Sonoyta area, and

at Puerto Peñasco could be from this population or from Organ Pipe Cactus National Monument to the northeast (Figure 3).

A few monarchs were observed south of Nogales at Ímuris and Magdalena along the Río Magdalena. The name of this river changes from Arroyo Bambuto to the Ríos Magdalena, Altar, and Asunción before reaching the Gulf of California at Desemboque. The record from Pitiquito (Figure 3) in the Sonoran Desert is 105 airline kilometers south-southwest of the Sásabe, Arizona observation (Pyle 1999).

Concentrations of monarchs are well-known in the Canelo Hills-Hereford area in Arizona in July-August (Morris *et al.* 2015, Billings 2019). The dynamic increase in observations in Sonora beginning in July likely indicates that there is a seasonal movement southward along riparian corridors from Arizona. The headwaters of the Santa Cruz River are in the San Rafael Valley less than 10 kilometers southeast of Canelo. In Sonora, the Río Santa Cruz flows southward about 25 kilometers to San Lázaro and loops back northward to re-enter Arizona east of Nogales. At San Lázaro, there are gentle drainage divides into both the Ríos Cocóspera (Río Magdalena) and San Pedro.

Canelo, Turkey Creek, and Elgin are in the Babocomari River drainage, which flows north, east around the Mustang Hills to join the San Pedro River north of Sierra Vista in Arizona. Brower and Pyle (2004) reported southward-flying monarchs in the San Pedro River between Hereford and Palominas in Arizona. Hereford is 30 kilometers north-northwest and Palominas six kilometers north of the Sonora border.

The headwaters of the Río San Pedro are near the Huachuca Mountains in Arizona on the west, the Cananea area to the south, and the foothills of the Sierra Los Ajos east of Cananea. There are monarch observations in the Río San Pedro just south of the Huachuca Mountains from Rancho Los Fresnos (Figure 10) east toward Naco, where the Río San Pedro turns north back into Arizona. Although they commonly visit *A. subverticillata* in the San Rafael Valley just north of the Arizona border (Morris *et al.* 2015), the only milkweed that is common in the grasslands from the Río Santa Cruz east to Rancho Los Fresnos and Naco is *A. asperula* (Decne.) Woodson. *A. involucrata* Engelm. and *A. nummularia* Torr. (a very small species) are rare in the area. Arroyo Barrilito is a southern tributary of the Río San Pedro that is a corridor for monarchs from the Arizona borderlands into the Cananea area. *A. asperula*, *A. nummularia*, and *A. nyctaginifolia* A. Gray are in the grasslands near Cananea, with *A. elata* Benth. in Sierra Elenita and *A. lemmonii* in the Sierra Mariquita in OW and POF west of Cananea. In the Sierras de Los Ajos and Buenos Aires to the east, *A. elata*, *A. lemmonii*, *A. linaria*, *A. ovata* M. Martens & Galeotti, and *A. tuberosa* L. are present in the higher elevations.

On the east side of Cananea there is a gentle divide into the Río Sonora, an important central Sonoran corridor to Hermosillo (about 220 km airline to the south-southwest

and the Gulf of California in the Sonoran Desert (Figure 3). From Bahía de Kino, higher humidity and estuaries allow monarchs to move along the coast north to Punta Chueca and south to Tastiota and Guaymas. From the Río Sonora, they disperse up into montane habitats in the Sky Island Mountain ranges (Sierras de Los Ajos, Juriquipa, and Los Locos).

A monarch was observed in Douglas, Arizona in November 2015 across the border from Agua Prieta, Sonora. South of Agua Prieta, the Río Cabullona reaches upstream to Nacozari de García which is the divide into the south-flowing Río Moctezuma. From this corridor, they can fly up into the Sierra de Los Ajos to the east, the Sierras Nacozari and Juriquipa, and south to Moctezuma (Figure 3). Pyle (1999) reported two individuals near the border between Douglas and the Slaughter Ranch on the road to Guadalupe Canyon, which cuts the southeastern corner of Arizona from southwestern New Mexico into Sonora. This is just north of the Río San Bernardino and Cajón Bonito observations east of Agua Prieta. All drainages in the Agua Prieta area drain south into the Río Bavispe, a major tributary of the huge Río Yaqui drainage basin. The Río Bavispe provides access to both sides of the Sierra El Tigre and a corridor east into the SMO near Mesa Tres Ríos and Yécora (Figure 3).

Monarchs are recorded overwintering in Arizona in low numbers in Lake Havasu (Fig. 9), Phoenix, Tucson, and Yuma (Morris *et al.* 2015). In part, urban overwintering reflects plantings of *A. curassavica*, which flowers all winter. Monarchs are documented to migrate from Arizona to California. Where did the large numbers of breeding individual monarchs in June and July in the Canelo Hills and Hereford come from? Is there a return migration from California to Arizona?

Bower and Pyle (2004) hypothesized that in some years there is an influx of monarchs from Mexico into southwestern New Mexico and southeastern Arizona. The rarity of spring observations from northwestern Chihuahua and northern Sonora in our records does not support this idea. Monarchs observed flying north along the San Pedro River near the border in March (Gail Morris, pers. comm., January 2022) were probably from the local Hereford population, not Sonora. The greatest numbers of observations in Sonora were from August to November, with the majority in September-November when the Arizona monarchs are migrating to California or Michoacán (Morris *et al.* 2015, Billings 2019).

Tropical monarchs

Although the northern limit of the New World tropics is often said to be the Tropic of Cancer (23.4394°N) just north of Mazatlán, Sinaloa, the northernmost TDF is in the Sierra San Javier, Sonora (28.6°N; 300 km south of the Arizona border) 665 km to the north-northwest. FTS is a transitional vegetation between TDF and Sonoran desertscrub (SDS) in southern Sonora and between OW

and SDS in central Sonora (Van Devender *et al.* 2013, Van Devender and Reina-G. 2021). Tropical FTS extends northward in river valleys to ca. 30.4°N (104 km south of the Arizona border; Van Devender *et al.* 2013). In the north as winter become colder, FTS merges into temperate desert grassland. Typical FTS species such as the Thornscrub Hook-nosed Snake (*Gyalopion quadrangulare* (Günther, 1893), Neotropical Vinesnake (*Oxybelis aeneus* (Wagler, 1824); Van Devender *et al.* 1994), coralbean/*chilicote* (*Erythrina flabelliformis* Kearney), kidneywood/*palo dulce* (*Eysenhardtia orthocarpa* (A. Gray) S. Watson), jaguar (*Panthera onca* (Linnaeus, 1758)), and ocelot (*Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758)) reach their northern distribution limits in DG and OW in southern Arizona.

The winter activity of monarchs near Álamos in southern Sonora is interesting. The lower Río Yaqui is a potential monarch dispersal corridor from more temperate areas into the New World tropics in southern Sonora but that may not be the best interpretation. In lowland Sinaloa, most of the iNaturalista records are in November-December, with a few in each month from January to May. There are single observations in August and October but none from June, July, or September. The seasonal pattern in lowland Sinaloa and southern Sonoran populations, including feeding and breeding (Figure 6), is later than in northern Sonora and southeastern Arizona. The population in tropical lowlands with mild winter temperatures is likely resident in this part of northwestern Mexico. Observations of monarchs near Baborigame and Batopilas (on *A. curassavica*) in southern Chihuahua are likely eastward extensions from the tropical population from southern Sonora-Sinaloa into the SMO in the bottom of the Barranca del Cobre.

Asclepias curassavica is native to the New World tropics from South America north to Sinaloa and Sonora (Figure 4). Most of the Sinaloan monarch observations are in disturbed coastal agricultural or urban areas (Culiacán, Mazatlán). The historical clearing of TDF for agriculture in most of coastal Sinaloa (Shreve 1937) very likely expanded the populations of *A. curassavica*. This milkweed is not winter dormant and the monarch population in Sinaloa and southern Sonora is likely resident with winter or continuous breeding. Cultivated tropical milkweed in gardens in California, Texas, South Carolina, and Florida has disrupted monarch migrations by stimulating breeding instead of diapause (Majewska and Altizer 2019). *A. curassavica*, *A. angustifolia*, *A. linaria*, and *A. subulata* are commonly cultivated in gardens in Tucson, Arizona.

Long distance migration

On October 23-24, 2017, we observed monarchs at 24 locations at 1306 to 2683 m elevations in the Chihuahuan Desert on the east side of the Mexican Plateau between Real del Catorce and Huertecitas in San Luis Potosí, from Huertecitas to Concepción del Oro in Zacatecas, and from Gómez Fariás to Saltillo and Parras in Coahuila. This is in the priority area for protection of migrating monarchs in

Mexico (SEMARNAT and CONANP 2018; see Figures 6 and 23). In the mornings, clusters of 10 to more than 100 individuals were hanging on shrubs. Traveling by car, individuals were seen crossing the highway every few minutes all day long. Thus, 200-300 monarchs can easily be seen in a day during the migration.

The official 2018-2024 action plan for monarchs in Mexico (SEMARNAT and CONANP. 2018; see Figure 6) did not recognize Chihuahua, Sonora, or Sinaloa as part of the eastern migration. In Sonora, only 82 observations of monarchs have been made in 42 years, mostly of single, isolated individuals.

Morris *et al.* (2015) cited 15 records of monarchs tagged in Canelo, Elgin, and the San Rafael Valley, Santa Cruz County, Arizona that were recovered in Michoacán, Mexico. In 2018, the Southwest Monarch Study reported 24 individuals tagged in Arizona recovered in Mexico (<https://www.swmonarchs.org/az-recoveries.php>), including the single record of a monarch recovered in Sonora. They discuss the influence of the wind direction on the ultimate destination of migrating monarchs. We point out that the tagging dates of September 20 to October 5 are after the end of the summer monsoon rains in the time when circulation patterns bring tropical storms and hurricanes from the Pacific Ocean across the Baja California Peninsula to reach Sonora and Arizona from the southwest. The few monarchs tagged in Arizona overwintering in Michoacán probably flew eastward into Chihuahua and joined the migration on the eastern side of the SMO southward on the Mexican Plateau. iNaturalista records in the Janos area in northwestern Chihuahua (east of the SMO) could have reached the area from southeastern Arizona or southwestern New Mexico. They have also been seen near Cd. Chihuahua (Río Conchos, urban) and near Delicias and Pedro Meoqui (Río San Pedro, urban) in central Chihuahua and between Ojinaga and Manuel Benavides across from the Big Bend National Park in Texas in eastern Chihuahua. These areas are in the Río Bravo/Grande drainage system and are likely part of the main eastern migration.

The arrow depicting monarch migration from Arizona to Michoacán in Figure 10 in Morris *et al.* (2015) appears to pass through Chihuahua on the Mexican Plateau, and not west of the SMO through Sonora and Sinaloa. There are a few records from the east slopes of the SMO from east of Yécora, Sonora near Chuichupa, Madera, and Mátachic in western Chihuahua. They could be part of the main eastern migration and moved into the mountains from the east rather than crossing the SMO from the Sonoran side. On the Mexican Plateau, elevations increase southward from the Río Bravo on the United States-Mexico border. Incursions of Arctic air masses (blue northers) channel very hard freezes that affect the entire Plateau in north-central Mexico as far south as Guadalajara and Mexico City (Neilson 1987, Schmidt 1979). In the SMO, winter minimum temperatures gradually increase southward (Van Devender and Reina-G. 2016). In the Monarch Butterfly

Biosphere Reserve in Michoacán, winter temperatures are cool with occasional lethal freezes, but herbs like *Salvia* flower all winter (Solis-C. *et al.* 2004, Van Devender and Reina-G. personal observation). Overwintering monarchs live on stored fats, only occasionally nectaring, and do not breed until late February (Solis-C. *et al.* 2004).

Brower and Pyle (2004) hypothesized that monarchs migrate southeast across the Sonoran Desert to the SMO to overwinter in high-elevation forests in Durango. They were observed along MEX 40 from Mazatlán to Durango in TDF at La Guásima (November) and Pánuco (March) and in POF in the SMO on *A. angustifolia* (Figure 5) in clearings near El Palmito in November (5), February, and March. These observations were too late to be part of the main eastern fall migration.

We conclude that the monarch population in Sonora is not connected to the eastern mid-continental migration to overwinter in Michoacán because of the relatively few total observations in the state, the few observations in the SMO in Sonora and Chihuahua, and winter feeding-breeding populations in tropical southern Sonora and western Sinaloa. Resident breeding populations are inherently easier to protect than populations impacted by different activities along migration routes. Like the Rocky Mountains, the Sierra Madre Occidental is better viewed as a barrier to west-east migration than a corridor.

Conservation and research needs

With the recent declines in both the eastern and western North American populations, the U.S. Fish and Wildlife Service (FWS) was petitioned to list the eastern subspecies of the monarch butterfly (*Danaus p. plexippus*) under the Endangered Species Act of 1973 (Center for Biological Diversity *et al.* 2014). FWS conducted a Species Status Assessment to evaluate the status and viability of the species, including populations in regions outside of eastern and western North America (Nail *et al.* 2019, U.S. Fish and Wildlife Service 2020). On December 15, 2020, the FWS announced that listing the monarch as endangered or threatened under the Endangered Species Act is warranted. The monarch is now a candidate species that will be reviewed annually until a listing decision is made.

In Mexico, *Danaus plexippus* has the status of Protección Especial in the NOM-059 Mexican endangered species law, which indicates that the species is threatened by factors that impact its viability and may warrant restoration or conservation actions (Diario Oficial de la Federación 2010).

Differences in protection status led to different kinds of citizen science in the two countries. In the United States, tagging has yielded enormous amounts of knowledge about monarch migration patterns. Federal listing in the future may make tagging efforts more difficult. In Mexico, citizens are prohibited from handling NOM listed species but are encouraged to post their monarch observations and images on iNaturalista. Although these social media efforts can be very useful, the system in general has little quality

control, errors in identification and localities, poor images, records submitted more than once by different individuals with different data, and cryptic observer names. A rigorous tagging program is needed to better understand patterns of regional migrations and resident populations of monarch butterflies in northwestern Mexico.

ACKNOWLEDGEMENTS

Richard A. Bailowitz, James Brock, Doug Danforth, Edward Pfeiler, Anays Blanco, Enrique Ballesteros, Cecilia Aguilar, Professors Hugo Silva, Gertrudis Yanes, and María de la Paz Montañez, and student Diana Moreno from Universidad de la Sierra, Valeria Cañedo, and members of the Alianza Mariposa Monarca group at the Universidad de Sonora contributed their butterfly observations to MDE database. The observations and images in iNaturalista have been very important, especially those from CONANP (Mexican Protected Natural Area) biologists in Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFyF) or Reservas de la Biósfera. We especially thank biologists in APFyF Bavispe (F. Isaias Ochoa-G.), Reserva de la Biósfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar in Sonora, APFyF Meseta de Cacaxtla in Sinaloa, and Reserva de la Biósfera Janos in Chihuahua. Lydia Lozano from Reserva Monte Mojino (Nature and Culture International) in Álamos, Sonora also contributed important observations. Anays Blanco, Cecilia Aguilar, Doug Danforth, Gail M. Morris, Carlos M. Valdez, and an APFyF Meseta de Cacaxtla biologist provided images. We thank Richard Bailowitz, James Brock, John Palting, Sue Carnahan, several anonymous reviewers, and especially Gail Morris for helpful comments on the manuscript. Greater Good Charities sponsors the Madrean Discovery Expeditions program and database. Dennis Caldwell drafted the map in Figure 3 and the graph in Figure 6.

LITERATURE CITED

- Bailowitz, R., J. Brock and D. Danforth. 2017. Annotated checklist of the butterflies (Lepidoptera) of Sonora, Mexico. Lista comentada de las mariposas (Lepidoptera) de Sonora, México. *Dugesiana* 24(2): 125-147.
- Billings, J. 2019. Opening a window on southwestern monarchs: Fall migrant monarch butterflies, *Danaus plexippus* (L.), tagged synchronously in southeastern Arizona migrate to overwintering regions in either southern California or Central Mexico. *Journal of the Lepidopterists' Society* 73(7): 257–267.
- Brower, L.P. 1996. Monarch butterfly orientation: missing pieces of a magnificent puzzle. *The Journal of Experimental Biology* 199: 93-103.
- Brower, L.P. and R.M. Pyle. 2004. The interchange of migratory monarchs between Mexico and the western United States, and the importance of floral corridors to the fall and spring migrations. (pp.146-166). In Nabhan, G.P. (ed.). *Conserving Migratory Pollinators and Nectar Corridors in Western North America*

- America*. University of Arizona Press and Arizona-Sonora Desert Museum Press, Tucson, Arizona.
- Brower, L.P., E.H. Williams, L.S. Fink, R.R. Zubieta and M.I. Ramirez. 2008. Monarch butterfly clusters provide microclimatic advantages during the overwintering season in Mexico. *Journal of the Lepidopterists' Society* 62(4): 177–188.
- Center for Biological Diversity, Center for Food Safety, Xerces Society, and L. Brower. 2014). Petition to protect the monarch butterfly (*Danaus plexippus plexippus*) under the Endangered Species Act.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010, 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. Emitido por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dec. 30, 2010. México D.F., p. 80.
- Kearney. T.H. and R.H. Peebles. 1951. *Arizona Flora*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Majewska, A.A. and S. Altizer. 2019. Exposure to non-native tropical milkweed promotes reproductive development in migratory monarch butterflies. *Insects* 10:253. doi: 10.3390/insects10080253.
- Morris, G.M., C. Kline and S.M. Morris. 2015. Status of *Danaus plexippus* in Arizona. *Journal of the Lepidopterists' Society* 69(2): 91–107.
- Nail, K. R., L. Drizd and K. J. Voorhies. 2019. Butterflies across the globe: A synthesis of the current status and characteristics of monarch (*Danaus plexippus*) populations worldwide. *Ecology and Evolution* 7(362): 1-7.
- Neilson, R.P. 1987. Biotic regionalization and climatic controls in western North America. *Vegetatio* 70: 27-34.
- Pyle, R.T. 1999. *Chasing monarchs: Migrating with the Butterflies of Passage*. New York, NY: Houghton Mifflin.
- Ruiz-Guerrero, M., T. R. Van Devender, A. L. Reina-G., P. Mejía-M. and A. M. van der Heiden. 2015. A preliminary checklist of the vascular plant flora of La Guásima, southern Sinaloa, northwestern Mexico. *Phytoneuron* 2015(63):1-25.
- Schmidt, R.H., Jr. 1979. A climatic delineation of the 'real' Chihuahuan Desert. *Journal of Arid Environments* 2(3): 243-250.
- SEINet. 2022. Biodiversity occurrence data accessed through Data Portal, <http://swbiodiversity.org/index.php>.
- SEMARNAT and CONANP. 2018. *Plan de Acción para la Conservación de la Mariposa Monarca en México, 2018–2024*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- Shreve, F. 1937. Lowland vegetation of Sinaloa. *Bulletin of the Torrey Botanical Society* 64(9): 605-613.
- Solís-C., R. 2004. The Monarch Butterfly Reserve Michoacán, Mexico. (pp. 167-180). In Nabhan, G.P. *Conserving Migratory Pollinators and Nectar Corridors in Western North America*. University of Arizona Press, Arizona-Sonora Desert Museum Press, Tucson, Arizona.
- TV Azteca 2021. Mariposas monarcas se estación en Sinaloa. <https://ne-np.facebook.com/aztecasin/videos/451342115870556/>.
- Urquhart, F.A. and N.R. Urquhart. 1976. The overwintering site of the eastern population of the monarch butterfly (*Danaus p. plexippus*; Danaidae) in southern Mexico. *Journal of the Lepidopterists' Society* 30(3): 153–158.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2020. Monarch (*Danaus plexippus*) Species Status Assessment Report, version 2.1.
- Van Devender, T. R., R. S. Felger, M. Fishbein, F. Molina-Freaner, J. J. Sánchez-Escalante and A. L. Reina-G. 2010. Biodiversidad de las plantas vasculares. (pp. 229-262). In Molina-F., F. and T. R. Van Devender (eds.), *Diversidad Biológica de Sonora*, Universidad Nacional Autónoma de México, Hermosillo. Apéndice.
- Van Devender, T.R., C.H. Lowe and H.E. Lawler. 1994. Factors influencing the distribution of the neotropical vine snake *Oxybelis aeneus* in Arizona and Sonora, Mexico. *Herpetological Natural History* 2(1): 27-44.
- Van Devender, T.R. and A.L. Reina-G. 2016. The tropical Madrean flora of Yécora, Sonora, Mexico. *Phytoneuron* 2016(7): 1-23.
- Van Devender, T.R. and A.L. Reina-G. 2021. The vegetation of Sonora, Mexico. *Phytoneuron* 2021(67):1-22.
- Van Devender, T.R., G. Yanes-A., A.L. Reina-G., M. Valenzuela-Y., M.P. Montañez-A. and H. Silva-K. 2013. Comparison of the tropical floras of the Sierra la Madera and the Sierra Madre Occidental, Sonora, Mexico. (pp. 240-242). In Gottfried, G.J., P.F. Ffolliott, B.S. Gebow, L.G. Eskew, and L.C. Collins (compilers). *Merging science and management in a rapidly changing world: biodiversity and management of the Madrean Archipelago III and 7th Conference on Research and Resource Management in the Southwestern Deserts. 2012 May 1-5, Tucson, AZ. Proceedings RMRS-P-67*. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Vega-A., R., I. F. Vega-L. and F. Fernandez-V. 2021. *Flora Nativa y Naturizada de Sinaloa*. Culiacán, SIN, Editorial Universidad Autónoma de Sinaloa.

Recibido: 27 enero 2022

Aceptado: 23 mayo 2022



Figure 1. Monarch butterfly feeding on doll's head/*confituria amarilla* (*Lagascea decipiens*) cultivated in Tucson, Arizona on December 25, 2018. Photo by Reina-G.



Figure 2. Monarch butterfly tagged in Canelo, Arizona on September 11, 2017, and recovered at El Rosario, Michoacán on February 10, 2018. Photo by Gail M. Morris.

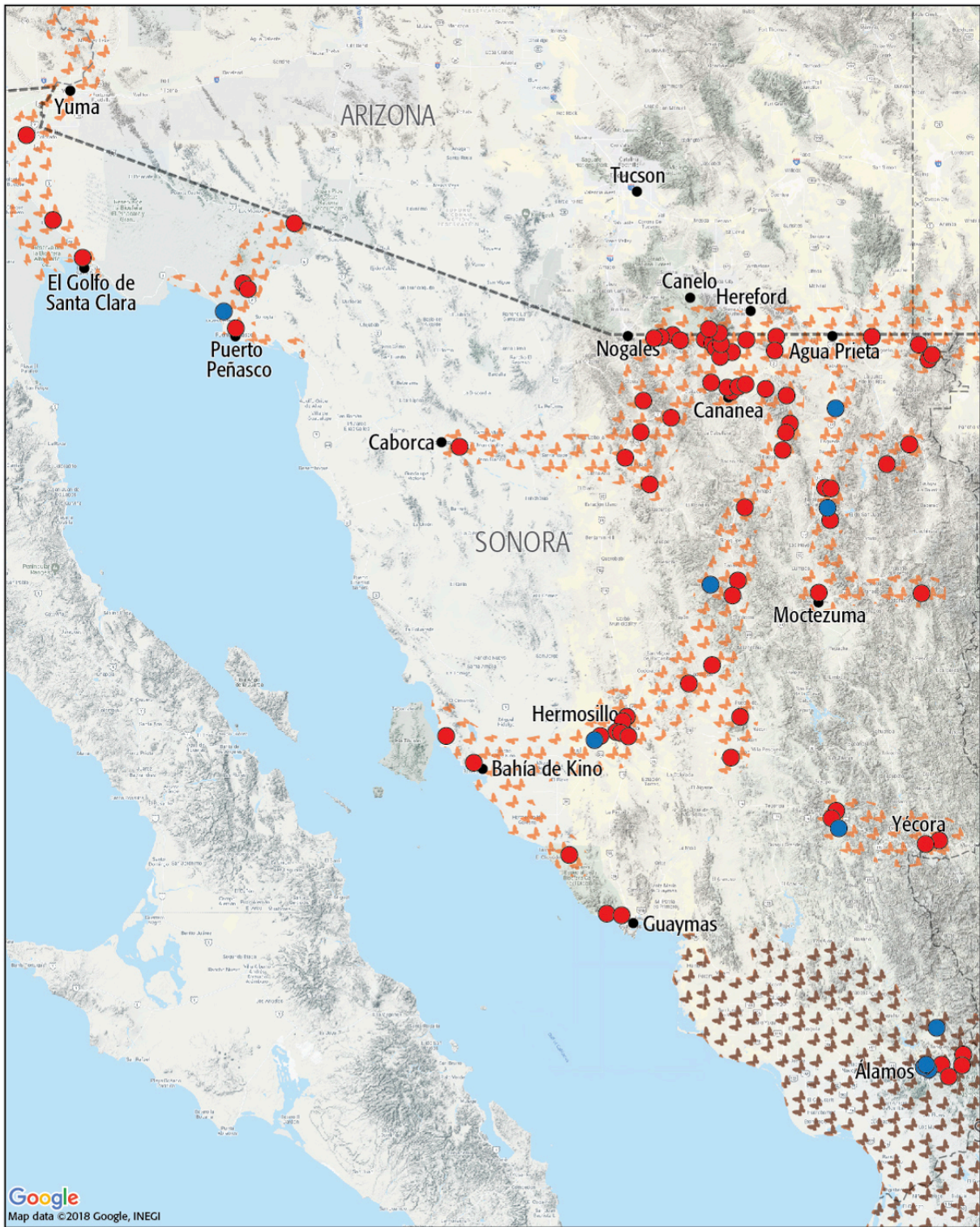


Figure 3. Map of the distribution of monarch butterflies in Sonora, Mexico. Blue spots are breeding records. Orange stipple areas are inferred local migration corridors. Brown stipple area is likely a resident population.

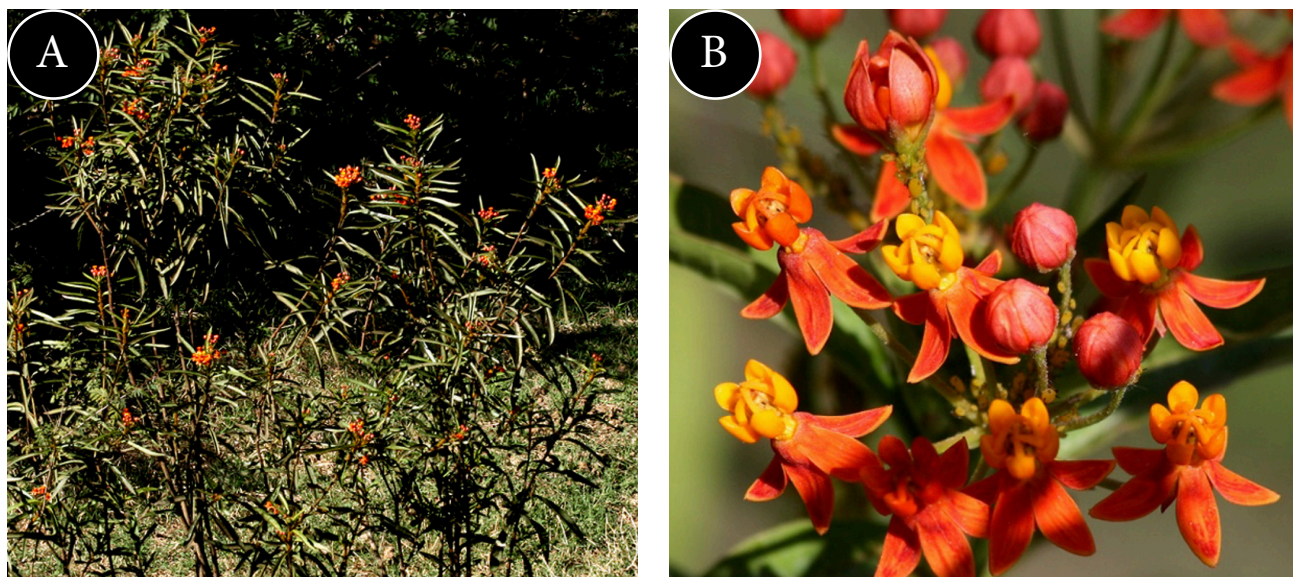


Figure 4A, 4B. Plant and flowers of *Asclepias curassavica* near Navojoa, Sonora in March 2007. Photo by Doug Danforth.



Figure 5. Monarch butterfly feeding on flowers of *Asclepias angustifolia* at Ejido El Palmito, Sinaloa on November 20, 2017. Photo by APFyF Meseta de Cacaxtla biologist.

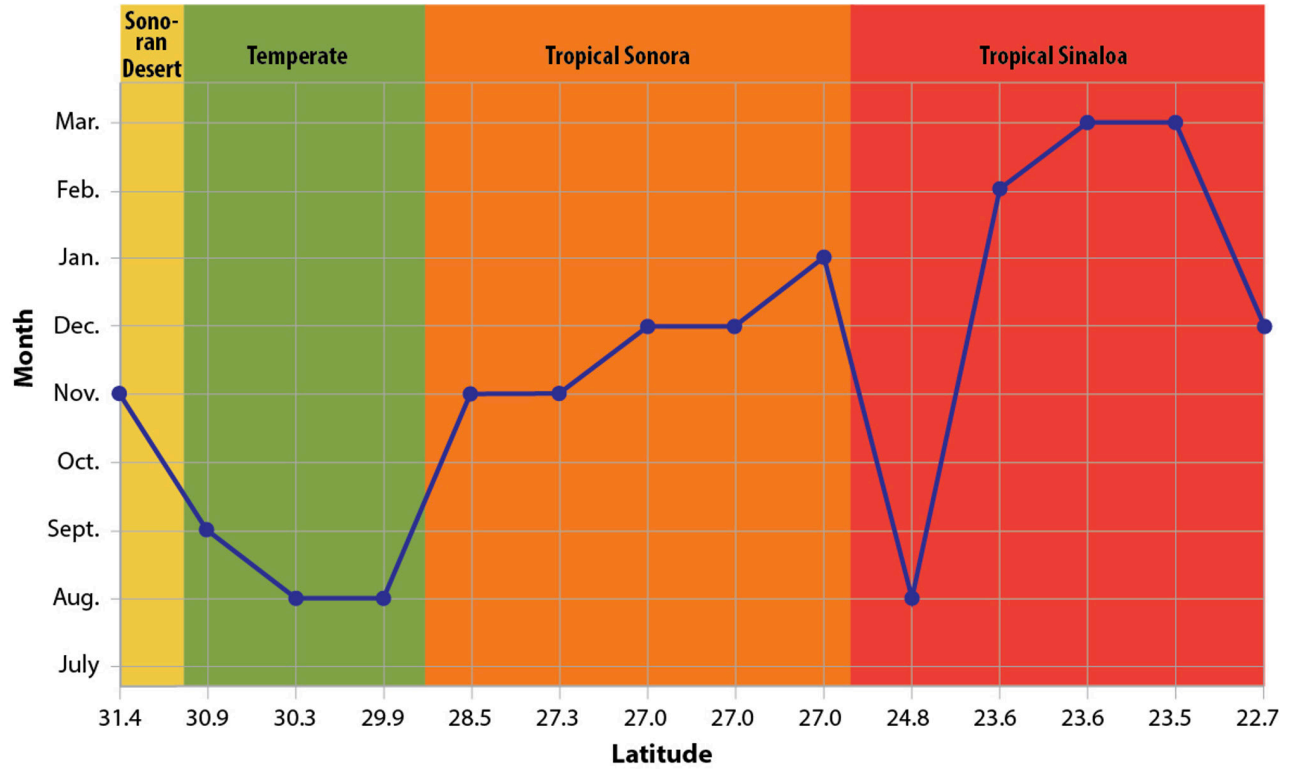


Figure 6. Date and latitude of monarch butterfly breeding records in Sonora and Sinaloa, Mexico.



Figure 7. Monarch butterfly larva feeding on *Asclepias linaria* in the Sierra Juriquipa, Sonora on August 14, 2017. Photo by Anays C. Blanco.



Figure 8. Monarch butterfly larva feeding on *Asclepias lemmonii* in the Sierra de Los Ajos, Sonora on September 14, 2017. Photo by Cecilia Aguilar-M.



Figure 9. Monarch butterfly aggregation on cultivated Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) along the Colorado River at Lake Havasu, Arizona on December 2, 2016. Photo by Gail M. Morris.

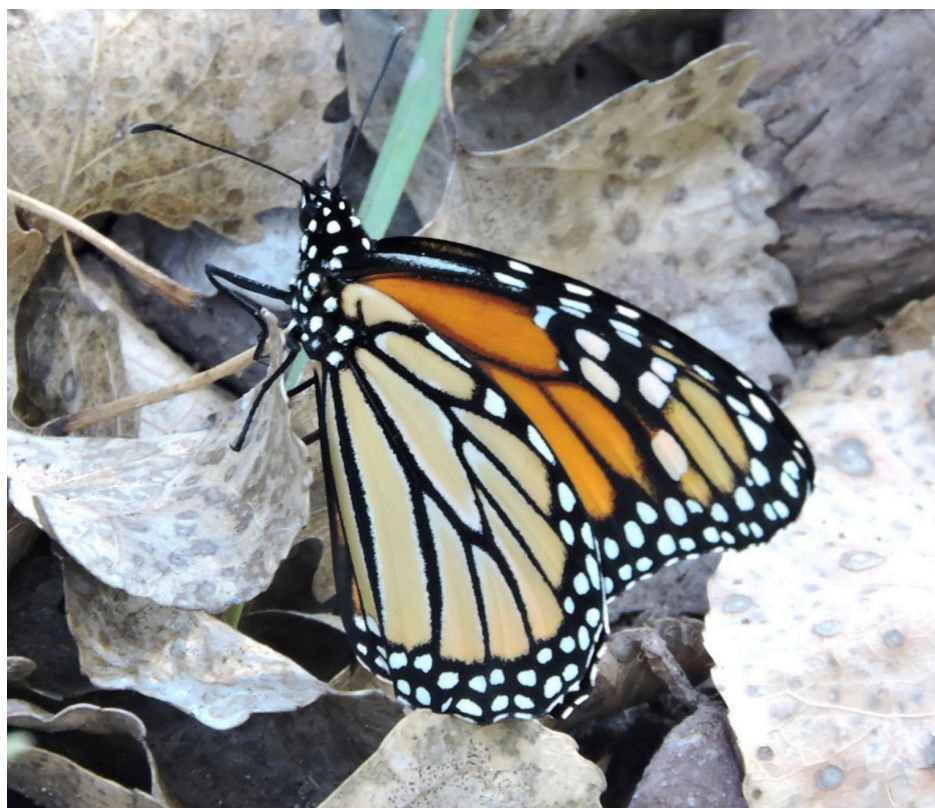


Figure 10. Monarch butterfly on old leaves of Fremont cottonwood on Rancho Los Fresnos, Sonora on October 8, 2016. Photo by Carlos M. Valdez.

Table 1. Monarch butterfly reproductive records in Sonora and Sinaloa. All are larvae except last three Sinaloa records are pupae.

Municipio	Locality	Coordinates	Elevation	Vegetation	Observer	Date	Host	Stage
Sonora								
Puerto Peñasco	12.7 km NW of Puerto Peñasco.	31.432°N 113.573°W	13	Sonoran desertscrub.	S. Blackwell	November 15, 2018	<i>Asclepias subulata</i>	larva
Fronteras	32.3 km W of Fronteras, Sierra de los Ajos.	30.925°N 109.895°W	1589	Oak woodland.	L. Grijalva	September 14, 2017	<i>Asclepias lemmonii</i>	larva
Nacozari de García	14.4 km ESE of Nacozari de García, Sierra Juriquipa.	30.285°N 109.575°W	1567	Oak woodland.	A.C. Blanco-G.	August 14, 2017	<i>Asclepias linaria</i>	larva
San Felipe de Jesús	14.5 km WNW of San Felipe de Jesús, Sierra Los Locos.	29.878°N 110.387°W	1304	Oak woodland.	T.R. Van Devender	August 5, 2019	<i>Asclepias linaria</i>	larva
Hermosillo	Cerro La Meneja, 23 km (by air) SW of Hermosillo.	29.003°N 111.185°W	169	Sonoran desertscrub.	Barbara Natural	May 1, 2021	<i>Asclepias subulata</i>	Old pupal case.
Ónavas	Río Yaqui, ca. 1.0 km WSW of Ónavas.	28.458°N 109.539°W	155	Riparian. Foothills thornscrub.	L. Ortiz-V.	November 21, 2020	<i>Asclepias curassavica</i>	larva
Álamos	29.0 km NNE of Álamos.	27.286°N 108.885°W	225	Tropical deciduous forest.	S. López-L.	November 4, 2018	<i>Waltheria indica</i>	larva
Álamos	Álamos.	27.025°N 108.943°W	392	Urban. Tropical deciduous forest.	L. Lozano	December 7, 2016	<i>Asclepias curassavica</i>	larva
Álamos	Álamos.	27.025°N 108.943°W	391	Urban. Tropical deciduous forest.	L. Lozano	December 8, 2016	<i>Asclepias curassavica</i>	larva
Álamos	Álamos.	27.025°N 108.943°W	392	Urban. Tropical deciduous forest.	L. Lozano	January 9, 2017	<i>Asclepias curassavica</i>	larva
Sinaloa								
Culliacán	Near Carrizlejo, ca. 8.0 km (by air) E of Culliacán.	24.811°N 107.291°W	86	Agricultural field.	sjmr22	August 26, 2020		pupa
Concordia	4.5 km (by air) NE of El Palmito.	23.595°N 105.810°W	1611	Pine-oak forest.	APFF Meseta de Cacaxtla	March 9, 2018		pupa
Concordia	El Palmito.	23.563°N 105.839°W	1941	Urban. Pine-oak forest.	APFF Meseta de Cacaxtla	February 2, 2018	<i>Asclepias angustifolia</i>	larva
Concordia	4.3 km (by air) NW of Pánuco.	23.451°N 105.932°W	1027	Tropical deciduous forest.	APFF Meseta de Cacaxtla	March 6, 2018	<i>Asclepias curassavica</i>	larva
Esquinapa	17.4 km (by air) SSW of Esquinapa de Hidalgo.	22.687°N 105.842°W	2	Agricultural field.	E. Barraza	December 11, 2016		pupa

Artículo

<http://zoobank.org/1605815D-8BE0-4A96-8A3E-333355A1FD0D>

Primera cita de la avispa inquilina *Synergus cultratus* Ritchie y Shorthouse, 1987 (Hymenoptera: Cynipidae: Synergini) para México

First record of the inquiline oak gall wasp *Synergus cultratus* Ritchie and Shorthouse, 1987 (Hymenoptera: Cynipidae: Synergini) from Mexico

Irene Lobato-Vila¹* y Juli Pujade-Villar¹

¹Departamento de Biología Evolutiva, Ecología y Ciencias Ambientales (BEECA), Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, Avda. Diagonal 645, 08028 Barcelona, Cataluña, España

*Autor de correspondencia: i.lobatovila@gmail.com

RESUMEN

Se cita por primera vez para México la especie de cinípido inquilino *Synergus cultratus* Ritchie y Shorthouse, 1987, previamente reportada sólo en Guatemala.

Palabras clave. Cinípidos, inquilinos, agallas, encinos, América, nueva cita.

ABSTRACT

The inquiline oak gall wasp *Synergus cultratus* Ritchie and Shorthouse, 1987, previously known only from Guatemala, is recorded for the first time from Mexico.

Key words. Cynipids, inquilines, galls, oaks, New World, new record.

Los cinípidos o avispas de las agallas (Hymenoptera: Cynipidae), con algo más de 1400 especies descritas hasta la fecha, se cuentan entre los insectos inductores de agallas en plantas más diversos del mundo después de los cecidómidos (Diptera: Cecidomyiidae) (Ronquist and Liljeblad 2001, Csóka *et al.* 2005, Melika 2006, Ronquist *et al.* 2015). Los inquilinos (Hymenoptera: Cynipidae: Synergini, Ceroptresini, Rhoophilini, Diastrophini en parte; Lobato-Vila *et al.* 2022a), con casi 250 especies conocidas (Lobato-Vila and Pujade-Villar 2021, Lobato-Vila *et al.* 2022b), son cinípidos que, por lo general, carecen de la capacidad para inducir agallas *de novo*, por lo que habitualmente se desarrollan a expensas de las agallas de otros insectos, principalmente otros cinípidos. Dentro de las agallas que ocupan, los inquilinos suelen generar sus propias cámaras larvales, actividad que, además, puede modificar sustancialmente la forma y tamaño de la agalla (Shorthouse 1980, Ronquist 1994, Ronquist and Liljeblad 2001, Pujade-Villar *et al.* 2003, Csóka *et al.* 2005, Pénzes *et al.* 2012). Las hembras de avispas inquilinas introducen los huevos en el tejido de agallas en crecimiento y, tras la eclosión, sus larvas se desarrollan alimentándose de una capa de tejido nutricio de origen vegetal que rodea su cámara larval. En algunos casos, sin embargo, las larvas inquilinas se desarrollan directamente en el interior de la cámara larval del inductor de la agalla; cuando esto ocurre, las larvas inquilinas compiten con la larva del insecto inductor por el tejido nutricio, lo que ocasiona la muerte de la larva inductora (inquilinos letales –Duffet 1968, Askew 1984, Stone *et al.* 2002, Pénzes *et al.* 2009). La existencia

de inquilinos letales abre una puerta muy interesante al estudio de los inquilinos como potenciales agentes de control biológico de plagas forestales causadas por otros cinípidos (Lobato-Vila *et al.* 2018).

La distribución de los cinípidos es esencialmente Holártica (regiones Neártica y Paleártica) (Abe *et al.* 2007), aunque se conocen también de las regiones Neotropical, Afrotropical, Oriental y Australásica (Ronquist *et al.* 2015). En lo referente a los inquilinos, en México (donde confluyen las regiones Neártica y Neotropical) se han descrito y/o citado un total de 39 especies pertenecientes a tres géneros: siete *Ceroptres* Hartig, 1840 (Ceroptresini), 31 *Synergus* Hartig, 1840 (Synergini) y una especie de *Synophromorpha* Ashmead, 1903 (Diastrophini). Los géneros *Ceroptres* y *Synergus* están asociados mayoritariamente con agallas de diversos géneros de cinípidos dentro de la tribu Cynipini en fagáceas, principalmente encinos (*Quercus* L.) (Lobato-Vila and Pujade-Villar 2019, 2021), mientras que *Synophromorpha* lo está con agallas de cinípidos del género *Diastrophus* Hartig, 1840 en rosáceas del género *Rubus* L. (Ritchie and Shorthouse 1987a).

En este estudio se cita por primera vez para México la especie *Synergus cultratus* Ritchie y Shorthouse, 1987, obtenida a partir de agallas tumorales de *Andricus santafe* Pujade-Villar, 2013 en ramas del encino *Q. laeta* Liebm. (sección *Quercus*). Esta especie de inquilino, una de las de mayor tamaño descubiertas hasta la fecha, fue originalmente descrita en Guatemala (Neotropical) a partir de especímenes obtenidos de agallas tumorales muy visibles producidas por alguna especie de *Andricus* Hartig, 1840 en ramas de *Q.*

peduncularis Née (= *Q. pilicaulis* Trel.) (sección *Quercus*) (Ritchie and Shorthouse 1987b). Sin embargo, a pesar de su tamaño y el de las agallas que ocupa no había vuelto a ser reportada en ninguna región, ni siquiera en su área de distribución tipo. El descubrimiento de esta especie en México es, por lo tanto, muy interesante, pues abre la puerta a considerar que tendría una distribución *aún mayor*.

RESULTADOS

Synergus cultratus Ritchie y Shorthouse, 1987
Hymenoptera: Cynipidae: Synergini

Synergus cultratus (Fig. 1) es una especie muy llamativa y difiere claramente de otras especies de *Synergus* del Neártico y el Neotrópico por: i) su gran tamaño (hembras: 5.0–7.0 mm; machos: 3.0–5.0 mm), siendo, junto con *Synergus kinseyi* Ritchie y Shorthouse, 1987 (Guatemala) y *Synergus mesoamericanus* Ritchie y Shorthouse, 1987 (Guatemala y Panamá), una de las especies de *Synergus* **más grandes descritas hasta la fecha**; ii) su gran metasoma, el cual es más grande que la cabeza y el mesosoma juntos, muy comprimido y profundamente escotado posterodorsalmente (Ritchie and Shorthouse 1987b, Nieves-Aldrey and Medianero 2011). *Synergus cultratus* se encuentra asociado a agallas tumorales producidas por distintas especies de *Andricus* en ramas de diversos encinos (*Quercus* spp.) de la sección *Quercus*.

El holotipo de esta especie (Fig. 2), una hembra depositada en el American Museum of Natural History (AMNH) de Nueva York, EUA, fue estudiado y diagnosticado por los autores en Lobato-Vila *et al.* (2019). El espécimen hallado en México comparte todos los rasgos morfológicos con el holotipo, si bien presenta una coloración algo más oscura, a saber: i) antenas totalmente marrones oscuro (Fig. 1H), en lugar de marrones oscuro en su mitad basal (A1–A7) y marrones claro en su mitad terminal (A8–A14) (Fig. 2A); ii) cara posterior de la tibia y de los segmentos tarsales del tercer par de patas de color marrón oscuro (Fig. 1A, 1B, 1I), en lugar de completamente amarillas (Fig. 2A). No obstante, Ritchie and Shorthouse (1987b: 233) ya constataron la existencia de variaciones en la coloración dentro de esta especie, por lo que no podemos sino achacar las diferencias observadas entre el espécimen mexicano y el holotipo a la variabilidad intraespecífica.

Tras esta nueva cita, la distribución de *Synergus cultratus* comprende Guatemala y México.

Nuevo material de *Synergus cultratus* Ritchie y Shorthouse, 1987 colectado en México: 1♀ (Fig. 1) depositada en JP-V col. (UB) con los siguientes datos de colecta: Santa Fe, delegación Cuajimalpa, Estado de México (México), colecta 21.VI.2019 (emergencia desconocida), 19°21'00.59" N, 99°16'25.38 W, 1571 m., Ex agallas tumorales de *Andricus santafe* en *Q. laeta*, JP-V leg.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos muy sinceramente al Dr. David Cibrián Tovar (Universidad Autónoma de Chapingo, Estado

de México, México) todo el apoyo ofrecido para poder muestrear en la colonia de Santa Fe.

LITERATURA CITADA

- Abe, Y., G. Melika and G.N. Stone. 2007. The diversity and phylogeography of cynipid gallwasps (Hymenoptera: Cynipidae) of the Oriental and Eastern Palearctic regions, and their associated communities. *Oriental Insects*, 41(1): 169–212.
<https://doi.org/10.1080/00305316.2007.10417504>
- Askew, R.R. 1984. The biology of gall wasps (pp. 223–271). In: Ananthakrishnan, T.N. (Ed.). *Biology of Gall Insects*. Edward Arnold, London.
- Csóka, G., G.N. Stone and Melika, G. 2005. Biology, ecology and evolution of gall-inducing Cynipidae (pp. 569–636). In: Raman, A., C.W. Schaefer and T.M. Withers (Eds). *Biology, ecology and evolution of gall-inducing arthropods*. Science Publishers, Inc. Enfield, New Hampshire.
- Duffet, G.H. 1968. Some new interrelationships of Hymenoptera over-wintering within the galls of *Andricus kollari* (Hartig). *The Entomologist's Monthly Magazine*, 105: 1259–1261.
- Lobato-Vila, I. and J. Pujade-Villar. 2019. Revision of world Ceroptresini (Hymenoptera: Cynipidae) with the description of a new genus and five new species. *Zootaxa*, (4685): 1–67.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4685.1.1>
- Lobato-Vila, I. and J. Pujade-Villar. 2021. The genus *Synergus* Hartig (Hymenoptera: Cynipidae: Synergini) in the New World: a complete taxonomic revision with a key to species. *Zootaxa*, (4906): 1–121.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4906.1.1>
- Lobato-Vila, I., J. Bae, M. Roca-Cusachs, M. Kang, S. Jung, G. Melika, Z. Péntzes and J. Pujade-Villar. 2022a. Global phylogeny of the inquiline gall wasp tribe Synergini (Hymenoptera: Cynipoidea: Cynipidae): first insights and establishment of a new cynipid tribe. *Zoological Journal of the Linnean Society*, zlab085.
<https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlab085>
- Lobato-Vila, I., D. Cibrián-Tovar, U.M. Barrera-Ruiz, A. Equihua-Martínez, E.G. Estrada-Venegas, M.L. Buffington and J. Pujade-Villar. 2019. Review of the *Synergus* Hartig species (Hymenoptera: Cynipidae: Synergini) associated with tuberous and other tumor-like galls on oaks from the New World with the description of three new species from Mexico. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 121(2): 193–255.
<https://doi.org/10.4289/0013-8797.121.2.193>
- Lobato-Vila, I., D. Cibrián-Tovar, U.M. Barrera-Ruiz and J. Pujade-Villar. 2018. Study of the inquiline oak gall wasp fauna emerged from agamic galls of *Andricus quercuslaurinus* Melika & Pujade-Villar, 2009 from Mexico. *Southwestern Entomologist*, 43(3): 591–610.
<https://doi.org/10.3958/059.043.0304>
- Lobato-Vila, I., A. Sala-Nishikawa, G. Melika, G.N.

- Stone, C.-T. Tang, M.-M. Yang, Z. Fang, Y. Zhu, Y.-P. Wang, S. Jung, J.A. Nicholls and J. Pujade-Villar. 2022b. A catalogue, revision, and regional perspective of Eastern Palearctic and Oriental oak gall wasps and their inquilines (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini, Synergini, Ceroptresini). *Zootaxa* (in press).
- Melika, G. 2006. Gall wasps of Ukraine. Cynipidae. *Vestnik Zoologii, Supplement*, 21(1–2): 1–300, 301–644.
- Nieves-Aldrey, J.L. and E. Medianero. 2011. Taxonomy of inquilines of oak gall wasps of Panama, with description of eight new species of *Synergus* Hartig (Hymenoptera, Cynipidae, Synergini). *Zootaxa*, (2774): 1–47. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2774.1.1>
- Pénzes, Z., G. Melika, Z. Bozsóki, P. Bihari, I. Mikó, M. Tavakoli, J. Pujade-Villar, B. Fehér, D. Fülöp, K. Szabó, M. Bozsó, B. Sipos, K. Somogyi and G.N. Stone. 2009. Systematic re-appraisal of the gall-usurping wasp genus *Synophrus* Hartig, 1843 (Hymenoptera: Cynipidae: Synergini). *Systematic Entomology*, 34(4): 688–711. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2009.00482.x>
- Pénzes, Z., C.-T. Tang, P. Bihari, M. Bozsó, S. Schwéger and G. Melika. 2012. Oak associated inquilines (Hymenoptera, Cynipidae, Synergini). *TISCIÁ Monograph series*, (11): 1–76.
- Pujade-Villar, J., G. Melika, P. Ros-Farré, Z. Ács and G. Csóka. 2003. Cynipid inquiline wasps of Hungary, with taxonomic notes on the Western Palearctic fauna (Hymenoptera: Cynipidae, Cynipinae, Synergini). *Folia Entomologica Hungarica*, (64): 121–170.
- Ritchie, A.J. and J.D. Shorthouse. 1987a. Revision of the genus *Synophromorpha* Ashmead (Hymenoptera: Cynipidae). *The Canadian Entomologist*, 119(3): 215–230. <https://doi.org/10.4039/Ent119215-3>
- Ritchie, A.J. and J.D. Shorthouse. 1987b. A review of the species of *Synergus* from Guatemala, with notes on *Cynips guatemalensis* Cameron (Hymenoptera: Cynipidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 89(2): 230–241.
- Ronquist, F. 1994. Evolution of parasitism among closely related species: Phylogenetic relationships and the origin of inquilinism in gall wasps (Hymenoptera, Cynipidae). *Evolution*, 48(2): 241–266. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1994.tb01310.x>
- Ronquist, F. and J. Liljeblad. 2001. Evolution of the gall wasp-host-plant association. *Evolution*, 55(12): 2503–2522. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2001.tb00765.x>
- Ronquist, F., J.L. Nieves-Aldrey, M.L. Buffington, Z. Liu, J. Liljeblad and J.A.A. Nylander. 2015. Phylogeny, evolution and classification of gall wasps. The plot thickens. *PLOS ONE*, 10(5): e0123301. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123301>
- Shorthouse, J.D. 1980. Modification of galls of *Diplolepis polita* by the inquiline *Periclistus pirata*. *Bulletin de la Société Botanique de France*, (727): 79–84. <https://doi.org/10.1080/01811789.1980.10826439>
- Stone, G.N., K. Schönrogge, R.J. Atkinson, D. Bellido and J. Pujade-Villar. 2002. The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual Review of Entomology*, 47(1): 633–668. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145247>

Recibido: 23 de febrero 2022

Aceptado: 19 de mayo 2022

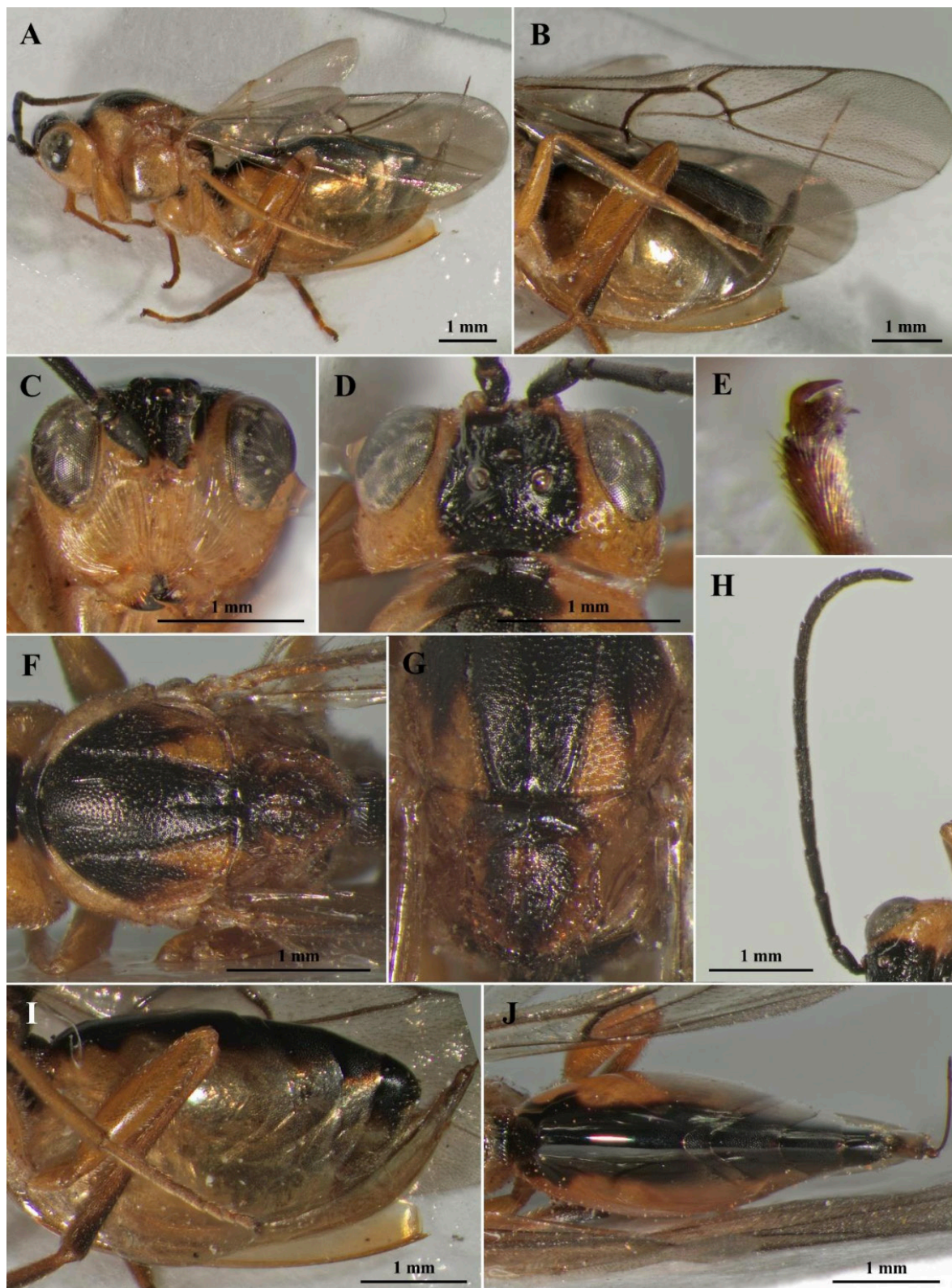


Figura 1. Hembra de *Synergus cultratus* colectada en México: A) habitus; B) ala anterior y detalle de la celda radial; C) cabeza en visión frontal; D) cabeza en visión dorsal; E) uñas tarsales; F) mesosoma en visión dorsal; G) parte posterior del mesoescudo y detalle del mesoescutelo en visión dorsal; H) antena; I) metasoma en visión lateral; J) metasoma en visión dorsal.

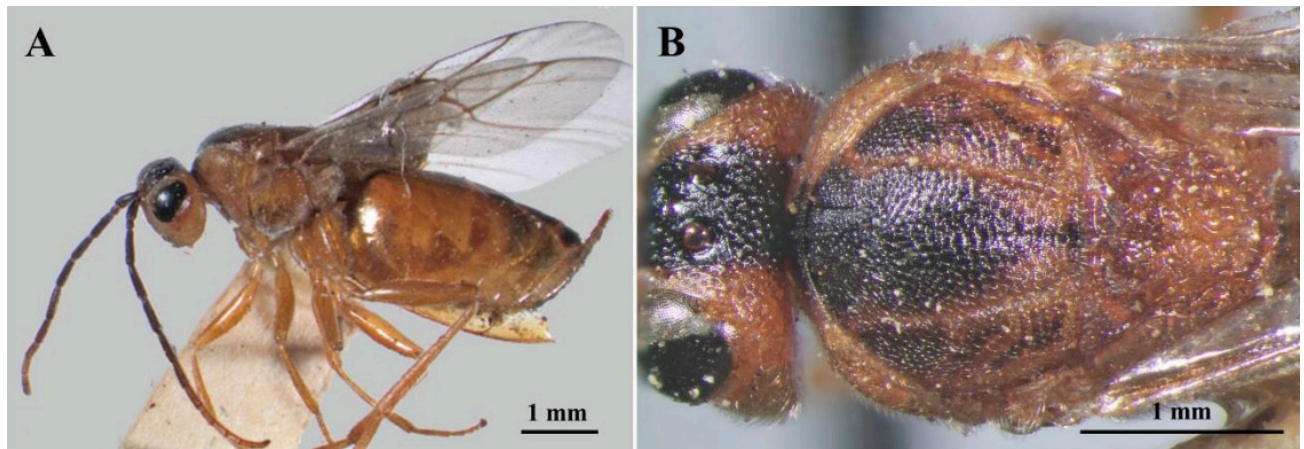


Figura 2. Holotipo ♀ de *Synergus cultratus*. A) habitus; B) cabeza y mesosoma en visión dorsal.

Description of the male of *Parathyridium sulcatum* (Ohaus, 1905) (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae)

Descripción del macho de *Parathyridium sulcatum* (Ohaus, 1905) (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae)

Julián Clavijo-Bustos¹, Luis Fernando Vallejo-Espinosa², Jhon Cesar Neita Moreno^{1*}

¹Sección de Entomología, Colecciones Biológicas, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. JCB: jclavijo@humboldt.org.co, <https://orcid.org/0000-0002-7453-9792>; JCNM: jneita@humboldt.org.co, <https://orcid.org/0000-0003-2998-2063>; ²Laboratorio de Entomología, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, C.P. 170004, Manizales, Caldas, Colombia. luis.vallejo_e@ucaldas.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-0610-1270>. *Corresponding author

ABSTRACT

The male of *Parathyridium sulcatum* is described for the first time, and its first precise distributional record is presented. A map pretending to clarify the distribution of the species in the genus *Parathyridium* is also presented.

Keywords: Andean forest, Distribution, Neotropics, Scarab.

RESUMEN

El macho de *Parathyridium sulcatum* es descrito por primera vez y su primer registro de distribución preciso es presentado. Un mapa pretendiendo clarificar la distribución de las especies en el género *Parathyridium* también es presentado.

Palabras clave: Bosque andino, Distribución, Neotrópico, Escarabajo.

Though to being recognized as not monophyletic based on internal and external morphological characters of adults (Jameson 1997), the anticheirine scarabs were posteriorly still considered as a subtribe of Rutelini (Scarabaeidae: Rutelinae) (Soula 1998). This Neotropical group currently comprises more than 500 species and 40 genera, most of which were poorly described by Soula (1998, 2002a, 2002b, 2003, 2005). In this way, many genera are apparently not monophyletic, but there is no phylogenetic approach on this group of scarabs and those are suppositions until a correct assessment takes place. Nevertheless, Soula's works represent almost the only available tool to study the group (Moore et al. 2014), and plus the rarity of specimens in collections, is difficult to develop taxonomic treatments in the anticheirine genera.

The genus *Parathyridium* Ohaus, 1915 was described to place two species previously classified by himself, Ohaus, in the genus *Dorysthetus* Blanchard, 1851, *Parathyridium microcephaloides* (Ohaus, 1905) and *Parathyridium sulcatum* (Ohaus, 1905), and then himself also described *Parathyridium collare* Ohaus, 1938 in the genus. These three species are known exclusively from Colombia (Soula 2002a,b), but their precise distributions are unknown and the male of one species remains unknown (Soula 2002a,b). A description of the male, precise distributional record, and notes on the biology of *P. sulcatum* are provided, along with a map intended to show the distribution of the species in the genus.

MATERIALS AND METHODS

The male of *Parathyridium sulcatum* was compared with specimens of *Thyriochlorota* sp. and *Parathyridium* sp. Examined specimens are deposited at the Sección de Entomología, Colecciones Biológicas, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, at Villa de Leyva, Boyacá, Colombia (IAvH-E). Photographs of the specimen were taken with a camera Canon EOS 5d Mark III in conjunction with a macro lens Canon EF 100 mm f/2.8, while those of aedeagus using a stereomicroscope Leica S8 APO with a camera Leica MC190HD. Distributional records were obtained from literature and the map was elaborated in ArcMap 10.0. Images were cleaned and arranged into plates using Photoshop v.21.2.0.

RESULTS

Scarabaeidae: Rutelinae: Rutelini: *Parathyridium* Ohaus, 1915

Parathyridium collare Ohaus, 1938

Records from literature: [Colombia], Tolima (Soula, 2002a,b).

Distributional remarks: the department of Tolima comprises areas of the Magdalena valley and the central Andes of Colombia, the species is probably distributed in the later (Figure 1A).

***Parathyridium microcephaloides* (Ohaus, 1905)**

Records from literature: [Colombia], Bogotá (type); [Colombia], Cauca (neotype?); [Colombia, Caldas], Manizales; Colombia occidentale (Soula 2002a,b).

Distributional remarks: there are a lot of examples of older specimens collected in Colombia attributed to the capital city of the country, Bogotá D.C. However, other precise localities in literature suggest a distribution of the species in the central and western Andes of Colombia, as the department of Cauca and the municipality of Manizales (in the department of Caldas) (Figure 1A).

***Parathyridium sulcatum* (Ohaus, 1905)**

Examined material: 1♂ Colombia, Santander, Tona, El Carajo; Andean forest; 07°8'48.89"N 73°1'49.87"W, 2325 m., Manual collect, 2018/06/18 - 06:45hrs, D. F. Silva Tavera. (IAvH-E-219238).

Male description (Figures 2, 3B,E): *Body shape:* length 19.39 mm; width 10.15 mm. Oval, stout. Elytral disc convex. *Coloration* (Figures 2A-C): head, pronotum and scutellum greenish brown. Pronotum strongly convex, with greenish yellow margins, surface with punctures slightly dense. Elytra metallic green. Pygidium dark brown with metallic green sheen. Abdominal sternites dark brown with green metallic sheen. Sternum dark brown with metallic green sheen. Legs yellow, with metallic green. *Head* (Figure 3B): mandibles with two teeth on the external face separated by a notch, inner tooth truncated apically; labrum apically truncate with a central projection. Clypeus trapezoidal, ratio width/length 2. Clypeus bordered at anterior margin, surface densely punctated. Frons punctate, with similar punctures as in clypeus and with secondary small punctuation; sometimes slightly concave on disc. Vertex with same punctuation as frons, but less densely distributed. Ocular canthus short and narrow, apex rounded. Eyes rounded, interocular ratio (interocular width/width of eye) 2.26. Antennae with ten segments, the last three segments modified as a lamella. *Pronotum:* anterior margin bordered laterally, widely interrupted at middle. Lateral margins rounded, bordered. Anterior angles acute and rounded; posterior angles obtuse and rounded. Posterior margin not bordered, sinuated, slightly projected posteriorly at middle forming a nearly convex line above the scutellum. Surface with dense punctures and densely covered with short blonde setae (not evident to the naked eye). *Scutellum:* shape subtriangular, slightly blunt apex; with sparse punctures, slightly denser at sides. *Elytra:* surface with 12 slightly dense punctured longitudinal costae (excluding lateral margin), defined by sulcate rows of scattered punctures. Second and third striae (defining third costa) somewhat irregular at the base of the elytra. Apex of the elytral suture rounded. Lateral margin convex, tapering gradually from base to apical third, disappearing at the apex. Marginal membrane absent. Whole surface covered with microsetae (not evident to the naked eye). *Pygidium:* strigate-imbricate. Setae on disc absent, but

longer on margins. Triangular shape, with rounded apex; in lateral view, the apex slightly globose. *Metasternum:* disc slightly concave, with long tawny setae, scattered medially, very dense on sides. Mesosternal process very long, projecting up to the protochanter, apex rounded; in lateral view, reflexed, widening apically, but blunt at very apex (Figure 3E). Mesometasternal suture present, metasternal sulcus projecting beyond to mesotrochanters. *Abdominal sternites:* with dense punctures, medially with a single row of long tawny setae (except the eighth sternite), laterally with densely distributed setae; length of all sternites similar. Eighth abdominal sternite with the apex notched at the middle. *Protibia:* with 3 teeth, slender; apical tooth short, curved, and acute. Apical and middle teeth contiguous, the third tooth more separated to the second than the distance between the previous two. *Metatibia:* slender, fusiform, edge with row short, stout setae. *Claws of legs:* all external claws slightly curved, bifurcated; internal claw complete, not bifurcated, with acute apex. *Male genitalia:* Aedeagus (Figures 2D,E): parameres short, fused, nearly rectangular in lateral view; the very apex divergent. Phallobase 1.5 times longer than parameres, apodeme of phallobase with two tubercles near to base of phallobase slightly separated (Figure 2D).

Variation and sexual dimorphism: Based on the female's redescription (Soula 2002a) and available images (Soula 2002b), we were unable to detect notorious differences related to sexual dimorphism. However, the male described here is slightly longer and wider than previous reports for female specimens (16-18 mm and 9-10 mm, respectively).

Bionomics: The specimen was collected after it hit an object in the morning (06:45), which suggests a daytime activity. The area where this species was recorded is part of a heterogeneous landscape partially used for crops, the remaining area is constituted by remnants of forest that are subject to conservation (Figure 1B). The locality is in the Andean forest below the Santurban paramo (Figure 1A).

Records from literature: [Colombia], Cauca (type); [Colombia, department of Cundinamarca or Cauca], La Vega (Soula 2002a,b).

Distributional remarks: the locality 'cuacathal' is probably to refer to the department of Cauca. La Vega matches with the name of two municipalities in Colombia at the departments of Cauca and Cundinamarca, and both could be probably right. La Vega, Cundinamarca, is on the same slope of the locality where the male here described was collected in the eastern Andes of Colombia (Figure 1A); but also, La Vega is a municipality in the Cauca department, which is probably the locality to what Cauca refers to (Figure 1A).

Taxonomic remarks: the fused parameres are dorsally raised over the midline from base to almost the apex. This elevated area is delimited medially on each side by an oval more translucent area, which is similar to the aedeagus of *Thyriochlorota castanipennis* (Ohaus, 1905),

Thyriochlorota jordani (Ohaus, 1905), *Thyriochlorota lassalei* Soula, 2002, and *Thyriochlorota villosa* (Ohaus, 1908).

Also, the shape of the labrum, mandibles, and the mesosternal projection is more related with the examined specimen of *Thyriochlorota*, than the specimen of *Parathyridium* (Figure 3). The labrum is apically truncate with a central projection (Figure 3B) (similar to the head draw of *T. villosa* presented in Soula 2002a), not emarginated over the anterior edge as occur in the *Parathyridium* specimen (Figure 3C). The mesosternal process is more thick before the apex than in the *Parathyridium* examined specimen (Figure 3E, F), in which is continuously narrowed (Figure 3D).

Parathyridium sp.

Examined material: 1♀ Colombia, Nariño, Pasto, Vereda Santa Teresita; Forest; 01°04'58.4"N 77°06'51.2»W, 2880 m., Manual collect, 2012/03/31, D. Martínez. (IAvH-E-219230).

Taxonomic remarks: the species is apparently closely related to *P. collare* given the pale yellow lateral portions of pronotum (Figure 3A), however, just one female was available to the study and we were unable to compare it with the type specimen of the mentioned species.

DISCUSSION

The morphological pattern of aedeagus of *P. sulcatum*, as well as the shape of the mouthparts (mandibles and labrum) and the mesosternal projection (Figure 3), seems to be more related to some species of the genus *Thyriochlorota* than to its congeners. However, future studies dealing with these aspects in these beetles are necessary to confirm the position of *P. sulcatum* in the genus *Parathyridium* or its transference to the genus *Thyriochlorota*. Moreover, Ohaus distinguishes *Parathyridium* from *Thyriochlorota* based only in the deep elytral striae in the former, without a detailed exploration of the mouthparts (Ohaus, 1915); posteriorly, Soula (2002a) mentioned the probably synonymy of both genera, however, we suggest based on a superficially exploration of few morphological features, that at least *Parathyridium* is valid but probably not monophyletic as is defined nowadays.

Species of the genus *Parathyridium* are rare and scarce in Colombian entomological collections, which is a common feature for most of the Anticheirine beetles in the

country. The known few localities for the three species are imprecise, some probably even wrong, but main conclusion based on the precise records given here is that species of the genus are distributed in forest of Andean localities, as was previously commented by Soula (2002a) and also have been reported for other Rutelini species in Colombia (López-García et al. 2015).

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by the Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. We are in debt with D. F. Silva Tavera for collecting the specimen and sharing the photograph and comments about collect locality.

LITERATURE CITED

- Jameson, M.L. 1997. Phylogenetic analysis of the subtribe Rutelina and revision of the *Rutela* generic groups (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae: Rutelini). *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 14: 1-184.
- López-García, M.M., S. García-Atencia and G. Amat-García. 2015. Escarabajo fitófagos (Coleoptera: Scarabaeidae "Pleurosticti") de los Andes orientales de Colombia (Departamentos de Santander, Boyacá y Cundinamarca). *Boletín Científico del Centro de Museos de Historia Natural de la Universidad de Caldas*, 19(2): 322-358.
- Moore, M.R., M.L. Jameson and A. Paucar-Cabrera. 2014. Taxonomic and nomenclatural changes in the anticheirine scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelini). *Insecta Mundi*, (0392): 1-20.
- Ohaus, F. 1905. Beiträge zur Kenntniss der amerikanischen Ruteliden. *Stettiner Entomologische Zeitung*, 66: 283-329.
- Ohaus, F. 1915. XVI. Beitrag zur Kenntnis der Ruteliden. (Col. lamell.). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 1915(3): 256-260.
- Soula, M. 1998. *Les Coléoptères du Monde, 26.1: Rutelini 2. Révision des Anticheirina 1*. Sciences Nat, Venette.
- Soula, M. 2002a. *Les Coléoptères du Monde, 26.2: Rutelini 2. Révision des Anticheirina 2*. Hillside Books, Canterbury.
- Soula, M. 2002b. *Les Coléoptères du Monde, 26: Rutelini 2*. Hillside Books, Canterbury.
- Soula, M. 2003. *Les Coléoptères du Monde, 29: Rutelini 3. Pseudoptenomela - Paraptenomela - Exoptenomela - Ptenomela - Calomacraspis - Paramacraspis - Paradorysthetus - Macraspis - Pseudorysthetus - Dorysthetus - Anticheiroides - Anticheira - Pseudoanticheiroides*. Hillside Books, Canterbury.
- Soula, M. 2005. *Les Coléoptères du Monde, 26.3: Rutelini 2. Révision des Anticheirina 3*. Hillside Books, Canterbury.

Recibido: 22 de marzo 2022

Aceptado: 25 de mayo 2022

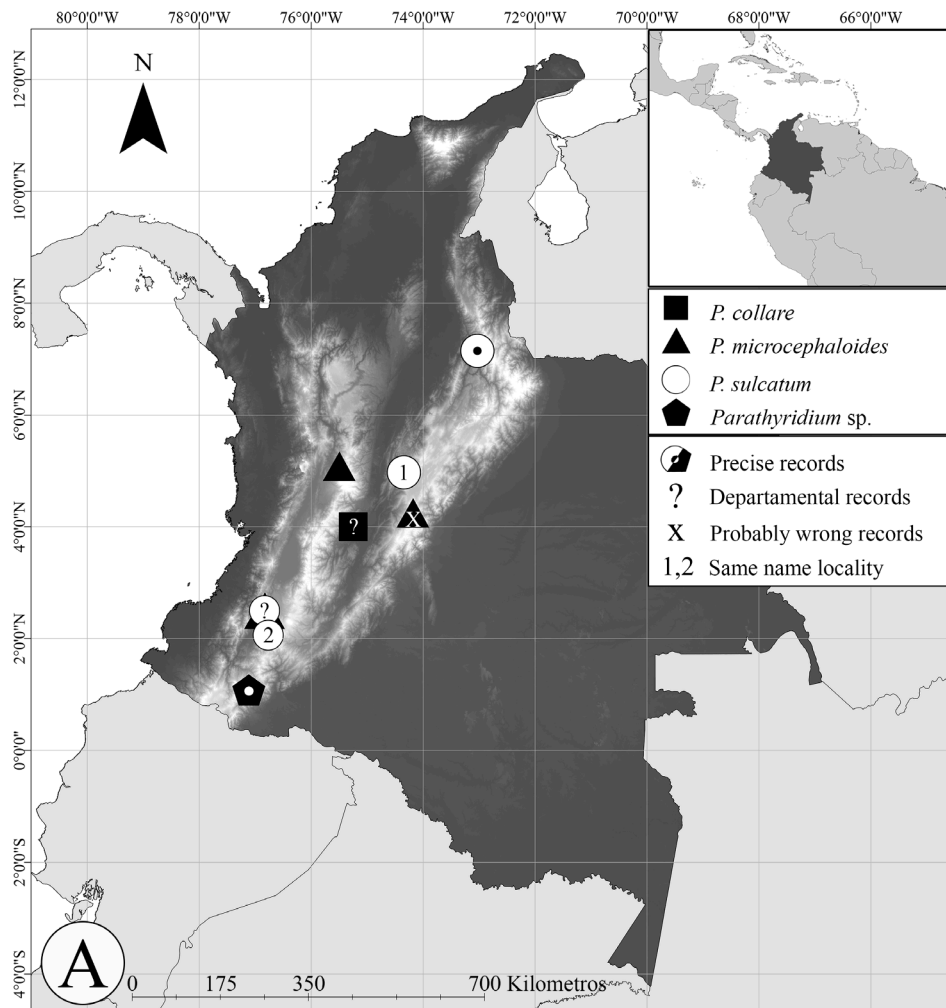


Figure 1. A. Distribution of *Parathyridium* species. B. Habitat of *Parathyridium sulcatum* (Ohaus, 1905) at Tona, Santander, Colombia (Photo by Daniel F. Silva-Tavera).

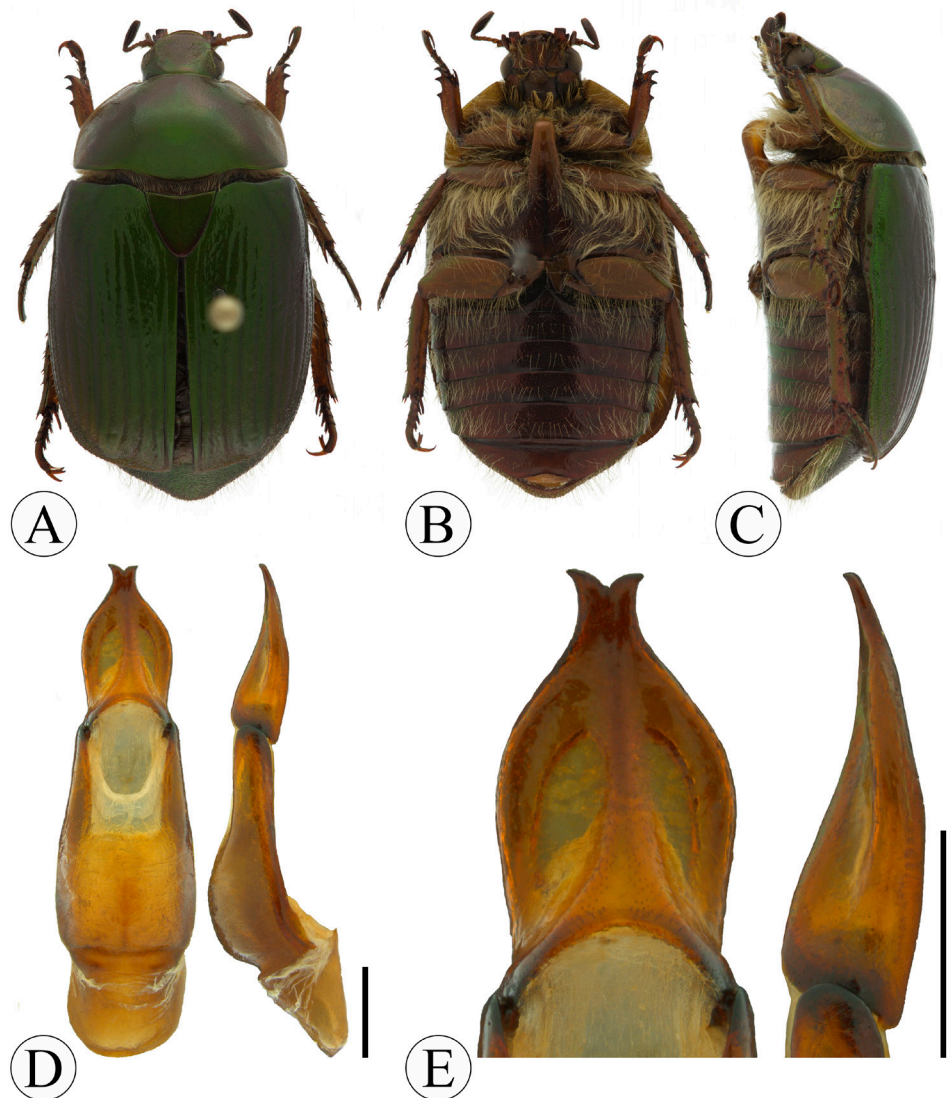


Figure 2. *Parathyridium sulcatum* (Ohaus, 1905), male specimen. A. Dorsal view. B. Ventral view. C. Lateral view. D. Aedeagus. Scale bar A, B, C: 1 cm; D, E: 0,5 cm.

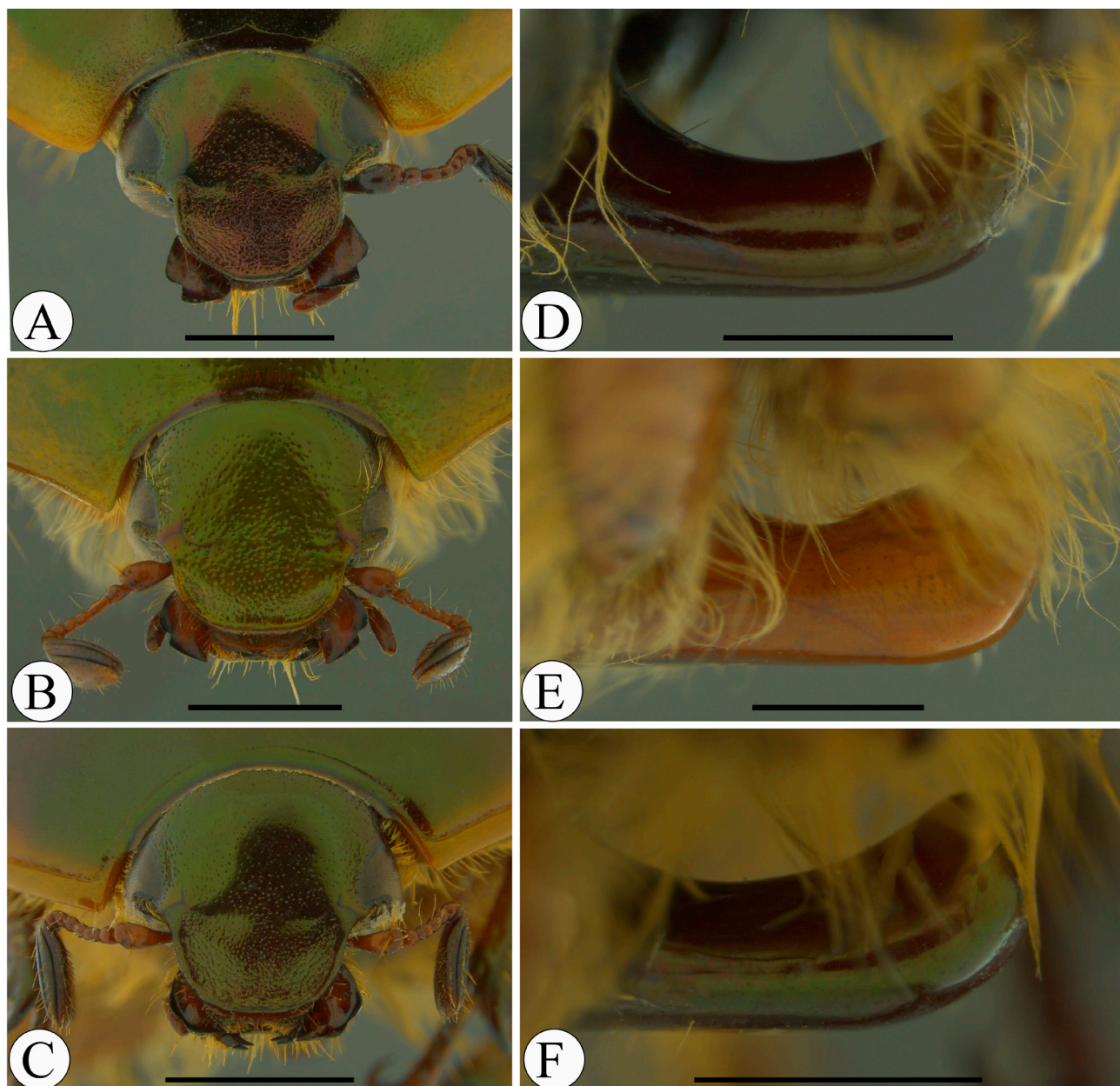


Figure 3. Morphological comparison. A. Head in dorsal view of *Parathyridium* sp. (Nariño, Colombia). B. Head in dorsal view of *Parathyridium sulcatum* (Ohaus, 1905). C. Head in dorsal view of *Thyriochlorota* sp. (Risaralda, Colombia). D. Mesosternal projection in lateral view of *Parathyridium* sp. (Nariño, Colombia). E. Mesosternal projection in lateral view of *Parathyridium sulcatum* (Ohaus, 1905). F. Mesosternal projection in lateral view of *Thyriochlorota* sp. (Valle del Cauca, Colombia). Scale bar A, B, C: 2 mm; D, E, F: 1 mm.

Artículo

<http://zoobank.org/819E0445-2DA6-4A1C-915F-677D23580B12>

***Acunasus diegoyassiri*, una especie nueva del género endémico mexicano *Acunasus* DeLong (Hemiptera: Cicadellidae), de la Sierra de Tapalpa y Autlán de Navarro en Jalisco, México**

***Acunasus diegoyassiri*, a new species of the Mexican endemic genus *Acunasus* DeLong (Hemiptera: Cicadellidae), from Sierra de Tapalpa and Autlán de Navarro, Jalisco, Mexico**

Jorge Adilson Pinedo-Escatel

Illinois Natural History Survey, Prairie Research Institute, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1816 S. Oak Street, Champaign, IL 61820, USA; e-mail: jadilson@illinois.edu; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7664-860X>

RESUMEN

Acunasus DeLong es un género exclusivo del Nuevo Mundo y endémico del territorio mexicano, compuesto por 10 especies distribuidas en los bosques secos y pino/encino del occidente país. En el presente trabajo se describe, *Acunasus diegoyassiri*, proveniente de la cascada El Salto del Nogal en la Sierra de Tapalpa y Autlán de Navarro, Jalisco, México. Los ejemplares fueron tomados mediante una red entomológica de barrido y una trampa de luz modificada. Se discuten las similitudes morfológicas y la distribución entre las especies conocidas del género.

Palabras clave: Auchenorrhyncha; Deltocephalinae; Athysanini; Taxonomía; Chicharritas

ABSTRACT

Acunasus DeLong is an exclusive New World genus and endemic to the Mexican territory, comprising 10 species distributed in the western tropical dry and pine/oak forests of the country. In the present work, *Acunasus diegoyassiri*, from El Salto del Nogal waterfall in the Sierra de Tapalpa and Autlán de Navarro, Jalisco, Mexico, is described. The specimens were taken using an entomological net and a modified light trap. The morphological similarities and distribution among species known are discussed.

Key words: Auchenorrhyncha; Deltocephalinae; Athysanini; Taxonomy; Leafhoppers.

La familia Cicadellidae (Insecta: Hemiptera) es un diverso grupo de organismos con una distribución cosmopolita y a su vez, es considerada como una de las diez familias de insectos más abundantes (Dietrich 2005). Actualmente, este grupo de insectos succionadores de savia alberga más de 23,000 especies descritas dispuestas en 24 subfamilias (Bartlett *et al.* 2018). Por otro lado, la subfamilia Deltocephalinae es conocida como el grupo taxonómico más destacado al contener cerca del 31% del total de especies válidas (7200 spp. en 960 géneros) para la familia (Zahniser y Dietrich 2013). De las 39 tribus que Deltocephalinae soporta bajo su categoría jerárquica, Athysanini, con 227 géneros y más de 1170 especies, es la tribu más numerosa y además incuestionablemente exhibe la mayor atípica morfología en América y el mundo (Zahniser y Dietrich 2013, Pinedo-Escatel y Dietrich 2020, Pinedo-Escatel *et al.* 2021b). La tribu Athysanini para el Nuevo Mundo comprende 126 géneros, y México juega un papel muy importante al contener 46 géneros, de los cuales, 31 (69%) son estrictamente endémicos a ocurrir en el país (Pinedo-Escatel *et al.* 2021a).

El género *Acunasus* fue descrito por DeLong (1945) empleando, *A. nigriviridis* DeLong, 1945, como especie tipo, y además en el mismo documento se describen otras siete especies de Jalisco, San Luis Potosí y Guerrero: *A.*

brunneus DeLong, *A. capitatus* DeLong, *A. clavatus* DeLong, *A. cruciatus* DeLong, *A. hyalinus* DeLong, *A. luteus* DeLong y *A. venosus* DeLong. Subsecuentemente, DeLong (1980) describe dos especies provenientes del estado de Guerrero, *A. viridus* DeLong y *A. angustatus* DeLong. Este género es exclusivo del territorio mexicano y cuenta hasta la fecha con diez especies distribuidas primariamente en los bosques secos del occidente del país sobre la Depresión del Balsas y la Sierra Madre del Sur (Pinedo-Escatel *et al.* 2021b, 2021c).

En la presente contribución se describe una nueva especie, *Acunasus diegoyassiri* sp. nov., endémica de la Sierra de Tapalpa y Autlán de Navarro, Jalisco. El hallazgo fue derivado del proyecto de investigación Cicadellidae de la Sierra Madre del Sur y áreas adyacentes al Eje Volcánico Transversal durante el verano de 2018, donde se sistematizó la metodología para colecta de grupos arbóreos y permitió un significativo avance en el estudio de estos organismos en el país y Centroamérica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares fueron colectados por Diego Yassir empleando una red entomológica (35 cm en diámetro) sobre la vegetación típica del sitio ecoturístico Cascada Salto del Nogal mediante intercepción en la trampa de luz

modificada (Aguilar-Pérez *et al.* 2019). Los ejemplares fueron tomados y preservados en frascos con etanol al 95% y depositados en refrigeración a -25°C como váucher para filogenia de la tribu Athysanini en México. Los segmentos terminales masculinos se examinaron siguiendo las técnicas de Triplehorn y Johnson (2005), Oman (1949) y las adaptaciones de Pinedo-Escatel (en publicación) para muestras de Auchenorrhyncha con las siguientes modificaciones: abdómenes sumergidos en solución caliente de KOH al 15%, enjuagado 3 veces en agua destilada y remojados con ácido acético para neutralizar cualquier remanente de KOH. Posterior al proceso de aclaración los segmentos terminales se almacenaron en microviales con glicerina debajo de las muestras acordemente montadas en seco. Las etiquetas de los especímenes estudiados se registraron por completo en una sola línea continua.

La identificación de las muestras acompaña la terminología general dispuesta por Dietrich (2005), para la venación alar se utilizó el sistema propuesto por Anufriev y Emeljanov (1988) y la quetotaxia de las patas por el de Rakitov (1998); en conjunto se sujetan al sistema morfológico descrito por Pinedo-Escatel (en publicación) para Athysanini del Nuevo Mundo. La descripción morfológica de la nueva especie sigue las propuestas y criterios morfológicos para la tribu Athysanini en México (Pinedo-Escatel *et al.* 2021b).

Se tomaron fotografías digitales del hábito en vista dorsal, lateral y anterior utilizando una cámara montada en un microscopio estereoscópico Olympus SZX12. La capsula genital de los machos estudiados fueron fotografiados en extenso mediante un microscopio compuesto Olympus BX31 empleando el software Gryphx. Las imágenes resultantes de múltiples planos focales se apilaron utilizando el software Helicon Focus. La longitud del cuerpo se midió desde el margen anterior de la corona hasta el ápice de las alas anteriores en reposo y las medidas fueron extraídas por un vernier electrónico. El color de los especímenes estudiados está basado en los ejemplares montados en seco.

Los especímenes estudiados se encuentran depositados en el Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois, EUA (INHS), Colección Nacional de Insectos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México (CNIN) y College Station, Texas A & M University, Texas, EUA (TAMU).

RESULTADOS Y DISCUSION

Acunasus diegoyassiri sp. nov.

(Figs. 1-15)

<http://zoobank.org/C729B768-2693-44C3-8218-49FD96DFC420>

Diagnosis. Color negro con múltiples maculas blancas, venas teñidas de color naranja. Dorso pigóforo fuertemente esclerotizado con un apéndice prolongado sobre el margen posterosuperior y un pequeño proceso lateral dispuesto sobre el margen posterior basal. Edeago con forma de

campana en vista lateral con dos pares de espinas y con el gonoducto esclerotizado.

Descripción. Chicharritas con cuerpo alargado y moderadamente robustas, longitud media corporal 3.0 veces más larga que ancha. Coloración dorsal negra con distribución disruptiva con múltiples maculas blanquecinas en contacto con zonas irregulares en marrón y anaranjado sobre la cabeza, pronoto y el primer par de alas. Cabeza más angosta que el pronoto, ligeramente prolongado y redondeada sobre el margen anterior. Corona, 1.3 veces más ancha que larga; línea media fuertemente surcada con dos líneas paralelas negras sobre su longitud; mancha difusa de color anaranjada con negro sobre cada lado y 8 maculas blancas sobre la superficie de la corona: 3 sobre margen anterior, 2 al costado de cada ojo y 1 central sobre el margen posterior. Ojos, 2.0 veces más anchos que largos, basolateral borde interno redondeado, blancos (Figuras 1-3). Ocelos blancos, distancia al ojo menos de 0.3 veces del diámetro ocelar y 3.5 veces hacia la línea media. Rostro, 1.3 veces más largo que ancho; margen anterior blanco con 4 manchas negras: 2 centrales y dos laterales; margen antenal sin formar una prolongación lateral y débilmente carinado. Antena igual a 0.8 veces en longitud respecto al rostro, color marrón y negro en sección apical frontoclípeo con suturas laterales parcialmente paralelas y evidente construcción basal, límite superior del frontoclípeo marrón oscuro y resto de la superficie con múltiples puntuaciones diminutas de color marrón delimitando una franja blanquecina sobre la zona media con 6 pares adicionales de manchas blanquecinas dispuestas lateralmente. Anteclípeo paralelo con ápice expandido y sobrepasando ligeramente el margen posterior de la gena, superficie generalmente blanquecino con manchas color marrón sobre la base, centro y ápice. Gena igual de amplia como el ancho del frontoclípeo y margen exterior débilmente angulado bajo el ojo (Figura 4).

Tórax. Pronoto negro con maculas blancas, 2.0 veces más ancho que largo, margen anterior débilmente proyectado, margen anterior con una banda ancha de color anaranjado y 4 pares de maculas, margen lateral fuertemente carinado y extendido 1.5 veces más que el ancho de la base del ojo; margen posterior con un par de proyecciones y una muesca central. Escutelo negro con 2 pares de manchas anaranjadas y 7 maculas, no protuberante, con base amplia y ápice prolongado en espina (Figura 3). Membrana del primer par de alas translúcida con patrones negros marrón sobre la base, centro y ápice de la misma, venas teñidas de color anaranjado; vena costal con margen blanco y puntuaciones marrones sobre la base alar y de 7 a 9 falsas venas trasversales sobre el margen en contacto con vena R, celda subapical externa con 3 falsas venas trasversales, celda subapical central con manchas irregulares de color marrón, celda subapical interna con 1 vena trasversal y una mancha negra de forma irregular; 4 celdas apicales presentes, celda interior 2.0 veces más grande que al celda exterior, segunda y tercera celda igual en tamaño; región del clavo conectando vena Pcu con Cs mediante una vena

transversal en el primer tercio de la región y vena Pcu conectada a A1 por 1 vena transversal. Segundo par alar, con esquema de venación típico para la tribu Athysanini. Patas blancas con negro, profémur fila AM con 1 macroseta a media altura, fila IC con 16 setas robustas; protibia con 5 macrosetas sobre fila AD y 6 en fila PD; mesotrocáncer con 1 seta apical; metafémur con fórmula 2+2+1 sin setas adicionales.

Abdomen. Marrón, apodemas del esternito I no evidente y apodemas del segundo esternito presentes amplios basalmente pero pobremente desarrollados.

Capsula genital, macho. Pigóforo del macho 1.3 veces más ancha que alta, dorso fuertemente esclerotizado e inciso cerca de la base, margen lateral posterosuperior con un apéndice fuertemente prolongado con superficie corrugada terminando en punta y sobre el margen lateroposterobasal con un pequeño proceso cónico; lóbulos laterales con dos hileras de 3 a 4 macrosetas distribuidas sobre el tercer tercio del pigóforo. Tubo anal 1.2 veces más ancho en la base con relación al largo total, completamente esclerotizado. Valva y placas masculinas libres, articuladas con el pigóforo (Figuras 5-8). Valva masculina 0.8 veces más corta que longitud total del pigóforo (Figura 11), valva 2.0 veces más ancha que larga, triangulares, superficie numerosamente puntuada, margen exterior levemente sinuoso con una fila de setas finas y margen interior recto sin setas; 5 a 6 macrosetas dispuestas a media longitud de la placa ligeramente separadas del margen exterior (Figura 10). Estilo fuertemente bilobulado en la base, sin setas y textura corrugada; lóbulo basal medial corto, no extendido y doblado sobre sí mismo; lóbulo preapical pobremente desarrollado; apófisis extendida en dirección caudal, simple y con ápice redondo. Conectivo 3.0 veces más corto que tamaño del edeago en vista dorsal, con forma de Y, brazos anteriores 1.2 veces más largos que la longitud total del tallo (Figura 9). Edeago protuberante dentro del pigóforo cubriendo cerca de 2/3 del espacio interior, corto, tan ancho como largo, eje en dirección dorsal, atrio reducido, preatrio muy desarrollado y esclerotizado, en vista lateral con forma de campana, con dos pares de espinas edeagales: primer par corto dispuesto subapicalmente dirigido hacia abajo y segundo par largo sobre la pared del eje en dirección caudal, basocaudal porción del edeago con forma espatulada y ápice redondo; gonoducto tan amplio como el eje edeagal; gonoducto bien esclerotizado más allá del preatrio; gonoporo en posición caudal y abierto tan amplio como el eje (Figuras 12-15).

Capsula genital, hembra. Desconocida.

Material tipo. Holotipo macho (INHS) - México: Jalisco, Tapalpa, Salto del Nogal, 19°51'57.32" N 103°45'54.30" W, 1878 m, 10 Julio 2018, J. Adilson Pinedo-Escatel, Diego. Yassir Pinedo Escatel y Bruno Rodríguez Cols., Red Entomológica; **Paratipos**, 1 macho (CNIN) - México: Jalisco, Municipio Tapalpa, El Salto del Nogal, 19°51'57.32" N 103°45'54.30" W, 1878 m, 10 Julio 2018, Pinedo-Escatel Col., Red Entomológica, Faja

Volcánica Mexicana, ex: *Bursera* spp., Nogal, *Agave* spp., *Quercus* spp., Eucalipto, *Echeveria colorata*, cactáceas, Huizache - Expedición de *E. colorata* MEXJAL50; 1 macho (TAMU) - México: Jalisco, Autlán, VII-12 1983, Kovarik, Harrison, Schaffner, taken at lighth.

Distribución geográfica. Jalisco (Tapalpa y Autlán)

Etimología. El epíteto de la especie es un sustantivo en aposición dedicado a Diego Yassir Pinedo Escatel, hermano del autor y colector del holotipo.

Hábitat. Esta especie se distribuye en elementos del bosque tropical seco a lo largo del área ecoturística conocida como El Salto del Nogal en el municipio de Tapalpa hasta los límites del municipio de Autlán de Navarro, Jalisco. La caracterización de la localidad tipo cuenta principalmente con las siguientes especies de plantas: *Agave* spp., *Echeveria colorata*, *Vachellia farnesiana*, *Eucalyptus globulus*, *Quercus* spp. y *Bursera* spp., a lo largo del complejo montañoso en la región al costado del cauce de una de las ramas del río Tapalpa (Figuras 16-18).

Medidas corporales (mm). Cuerpo, longitud ♂ 4.52–4.55; ancho 1.64–1.67. Cabeza, ancho 1.20–1.25; longitud media 0.32–0.34; ancho previo a los ojos 0.63–0.65; ancho entre los ojos 0.53–0.56. Ojo, ancho 0.48–0.50 y longitud 0.20–0.21. Distancia entre ocelos 0.60–0.62. Frontoclípeo, ancho 0.56–0.57 y longitud 0.96–0.98. Anteclípeo, ancho 0.18–0.19 y longitud 0.29–0.30. Lora, ancho 0.17–0.18 y longitud 0.33–0.35. Gena, ancho 0.54–0.56 y longitud 0.28–0.30. Pronoto, ancho 1.34–1.35 y longitud 0.52–0.54. Escutelo, ancho 0.98–1.00 y longitud 0.74–0.77. Primer par de alas, longitud 3.62–3.63. Pigóforo, altura 0.55–0.59 y longitud 0.85–0.98. Valva, ancho 0.60–0.65 y longitud 0.40–0.53. Placa subgenital, ancho ápice 0.10–0.12, ancho medial 0.24–0.30, ancho base 0.34–0.39 y longitud 0.82–0.89. Estilo, longitud 0.51–0.54. Edeago, longitud 0.80–0.89.

Notas. La nueva especie, *Acunasus diegoyassiri*, es morfológicamente muy similar a *A. luteus* externamente, sin embargo, la siguiente combinación de características en la Tabla 1, las separa en entidades diferentes.

Comentarios. El género *Acunasus* recién fue incluido en un análisis morfo y filogenético donde se indicó que pertenece a un grupo natural (monofilético) del continente americano, sin embargo, dentro de este, las relaciones a nivel genérico demuestran que está relacionado con géneros endémicos mexicanos y esto ha generado un fuerte cuestionamiento sobre la clasificación actual de la tribu (Pinedo-Escatel 2021). Con base a estos resultados, la posición taxonómica del género debe ser evaluada al igual que muchos otros del mismo clado filogenético (*Retusanus* DeLong, 1945, *Artucephalus* DeLong, 1943; *Sanuca* DeLong, 1980; *Tenuisanus* DeLong, 1944; etc.) para definir su correcta colocación y separarlos de otros grupos morfológicos pobremente definidos en la clasificación actual.

El género *Acunasus* cuenta con 11 especies, incluyendo la nueva especie aquí descrita, que solo ocurren en el territorio

mexicano y a su vez, están geográficamente limitadas a una distribución muy peculiar sobre los estados de Guerrero, Jalisco, Michoacán y San Luis Potosí (Pinedo-Escatel *et al.* 2021b). En particular, la distribución fuera de estos estados no se ha logrado documentar incluso con los grandes y recientes esfuerzos de muestreo, en donde, incluso durante las revisitas a las localidades tipo desafortunadamente el éxito de colecta ha sido pobremente fructífero debido al súbito aumento de la industrialización en los últimos 25 años (Pinedo-Escatel *et al.* 2021c). De acuerdo con Pinedo-Escatel *et al.* (2021a), varios géneros de la tribu Athysanini tienen una fuerte asociación al habitar particular tipos de vegetación, plantas huésped y microambientes, con base a esta afirmación, el hábitat arriba descrito para *Acunasus diegoyassiri* **sp. nov.** contiene elementos primarios del bosque tropical seco mexicano y al ser abundantes en el área muestreada puede demostrar potenciales patrones de distribución en la región, al igual como se ha observado en otros géneros (e.g. *Usanus* DeLong, 1947) al distribuirse en este mismo ecosistema estacionalmente seco (Aguilar-Pérez *et al.* 2019, Pinedo-Escatel y Dietrich 2020). Para diez especies de *Acunasus* se desconoce en términos generales el tipo de recurso vegetal que utilizan para alimentarse o como refugio, sin embargo, con base a la distribución que muestran puede adjudicarse una fuerte tendencia al ambiente anteriormente mencionado.

Es notable que a pesar del extenso reciente esfuerzo de muestreo por Pinedo-Escatel *et al.* (2021a, 2021b y 2021c), en varias localidades de la república mexicana, el número total de individuos conocidos es limitado. Adicionales trabajos de campo centrados en áreas adyacentes a las localidades tipo y regiones que se reportan históricamente para el género proporcionarán más información sobre la distribución regional y brinden nuevos hallazgos contundentes para el país.

AGRADECIMIENTOS

Estoy profundamente agradecido con Diego Yassir Pinedo Escatel, Bruno Rodríguez Arriaga, César Omar Apodaca Rodríguez y Emmanuel Limón durante la expedición en El Salto del Nogal debido a que se logró estandarizar la metodología en el trapeo nocturno y que desde el 2018 ha sido un prominente parteaguas para el estudio de las chicharritas mexicanas y centroamericanas. A Kevin Missael, Axel Cristóbal, Josefina y Jorge Mario, por el constante apoyo para el trabajo de campo. A Edith Blanco Rodríguez, por su ayuda en la toma de fotografías en el INHS de la nueva especie. A Mildred Ireana Torres Ramírez, por sus valiosos comentarios durante el desarrollo del manuscrito. Finalmente dedico esta obra a mi hermano Diego Yassir Pinedo Escatel, quien honorablemente tomo el ejemplar holotipo, además de su gigantesco apoyo en los pueblos tradicionales mexicanos al comunicarse en la lengua náhuatl facilitando todas las salidas a campo en la república mexicana, que transciendas y en paz descanses.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Pérez, J.G., J.A. Pinedo-Escatel y B.C. Valdez-Quezada. 2019. Three new Mexican species of the endemic Athysanini leafhopper genus *Devolana* DeLong (Hemiptera: Cicadellidae) from the tropical dry forest. *Journal of Natural History*, 53(33-34): 2039-2056.
<https://doi.org/10.1080/00222933.2019.1683244>
- Anufriev, G.A. y A.F. Emeljanov. 1988. Suborder Cicadinea (Auchenorrhyncha). (pp. 12-504). En: Lehr, P. A. (Ed) *Keys to the Insects of the Far East of the USSR. Homoptera and Hemiptera*. Nauka Publishing House, Leningrad.
- Bartlett, C.R., L.L. Deitz, D.A. Dmitriev, A.F. Sanborn, A. Soulier-Perkins y M.S. Wallace. 2018. The diversity of the true hoppers (Hemiptera: Auchenorrhyncha). (pp. 501-590). En: Foottit, R.G. y P.H. Adler (Eds). *Insect biodiversity: science and society*. John Wiley & Sons, Oxford.
<https://doi.org/10.1002/9781118945582.ch19>
- DeLong, D.M. 1945. A new genus *Acunasus* and eight new species of Mexican leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 38(2): 199-206.
<https://doi.org/10.1093/aesa/38.2.199>
- DeLong, D.M. 1980. New genera and species of Mexican and South American Deltocephalinae leafhoppers (Homoptera, Cicadellidae, Deltocephalinae). *Revista Peruana de Entomología*, 23(1): 63-71.
- Dietrich, C.H. 2005. Keys to the families of Cicadomorpha and subfamilies and tribes of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Florida Entomologist*, 88(4): 502-517.
[https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2005\)88\[502:KTTF OC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2005)88[502:KTTF OC]2.0.CO;2)
- Oman, P.W. 1949. The Nearctic leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). A generic classification and check list. *Memoirs of the Entomological Society of Washington*, 3: 1-253.
- Pinedo-Escatel, J.A. (en publicación). Guía morfológica para la identificación de Cicadellidae (Insecta: Hemiptera); con descripciones de nuevos taxones para México.
- Pinedo-Escatel, J.A. 2021. *Sistemática y biogeografía de la subfamilia Deltocephalinae (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae) en México*. Tesis doctoral. Universidad de Guadalajara.
- Pinedo-Escatel, J.A. y C.H. Dietrich. 2020. Review of the enigmatic Neotropical leafhopper genus *Brazosa* Oman and other potentially related Athysanini genera (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae: Deltocephalinae), with descriptions of South American new genera and species. *Zootaxa* 4830(3): 401-454.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4830.3.1>

- Pinedo-Escatel, J.A., J. Aragón-Parada, C.H. Dietrich, G. Moya-Raygoza, J.N. Zahniser y L. Portillo. 2021a. Biogeographical evaluation and conservation assessment of arboreal leafhoppers in the Mexican Transition Zone biodiversity hotspot. *Diversity and Distributions*, 27(6): 1051-1065. <https://doi.org/10.1111/ddi.13254>
- Pinedo-Escatel, J.A., C.H. Dietrich, J.N. Zahniser, G. Moya-Raygoza y L. Portillo. 2021b. A dichotomous key and checklist for Mexican Athysanini leafhopper genera (Hemiptera: Cicadellidae) with a new species from the Oaxacan dry tropical forest. *European Journal of Entomology*, 118: 255-278. <https://doi.org/10.14411/eje.2021.027>
- Pinedo-Escatel, J.A., G. Moya-Raygoza, C.H. Dietrich, J.N. Zahniser y L. Portillo. 2021c. Threatened Neotropical seasonally dry tropical forest: evidence of biodiversity loss in sap-sucking herbivores over 75 years. *Royal Society Open Science*, 8(3): 1-13. <https://doi.org/10.1098/rsos.201370>
- Rakitov, R.A. 1998. On differentiation of cicadellid leg chaetotaxy (Homoptera: Auchenorrhyncha: Membracoidea). *Russian Entomological Journal*, 6(3-4): 7-27.
- Triplehorn, C.A. y N.F. Johnson. 2005 (Eds). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Thomson, Belmont.
- Zahniser, J.N. y C.H. Dietrich. 2013. A review of the tribes of Deltocephalinae (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae). *European Journal of Taxonomy*, 45, 1-211. <https://doi.org/10.5852/ejt.2013.45>

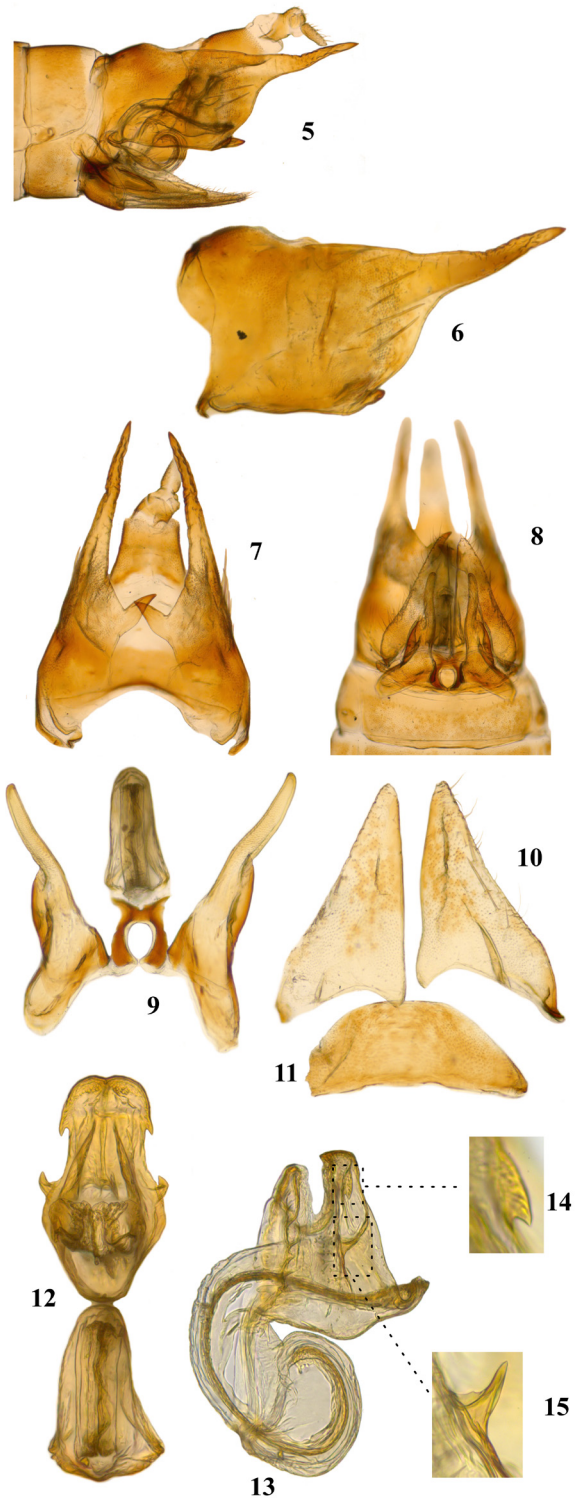
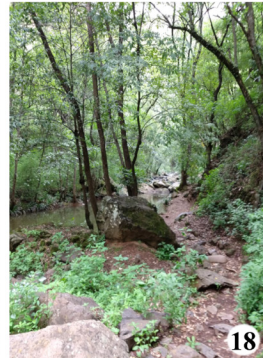
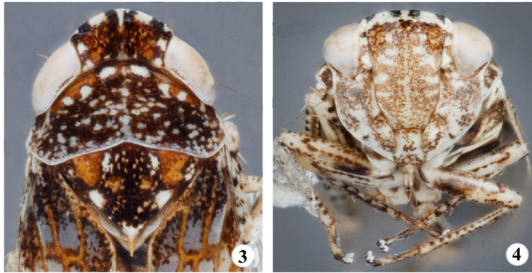
Recibido: 22 de marzo 2022

Aceptado: 25 de mayo 2022

Tabla 1. Comparación morfológica entre *Acunus diegoyassiri* sp. nov. y *A. luteus* DeLong, 1945.

Carácter		<i>A. diegoyassiri</i> sp. nov.	<i>A. luteus</i>
Coloración		Negro dorsalmente con naranja y blanco en patrones disruptivos sobre el cuerpo	Naranja dorsalmente con verde y negro en corona, pronoto y alas
Pigóforo	Procesos	(2) superior proyectado 1.2 veces más largo que el pigóforo e inferior igual a 1/5 longitud del superior	(2) ambos proyectados, longitud superior ligeramente más corto que el basal
	Dorso	Esclerosado, inciso cerca de la base y margen anterior proyectado	Muy esclerosado, inciso a distancia media entre la base y el segmento anal, con margen anterior ligeramente proyectado
	Forma	Sub-cónico	Sub-cuadrangular
	Macrosetas	Dos hileras	Una o dos hileras
	Microsetas	Ausente	2 a 3 en lóbulo lateral superior
Placa subgenital	Forma	Triangular con bordes recurvados	Triangular con bordes rectos
	Macrosetas	Hilera de 4 a 5, ligeramente distante del borde	Hilera de 4 a 6, cerca de borde
	Microsetas	En borde lateral	Pobrementemente representadas en borde lateral
Estilo	Lóbulo basal	Bilobulado y proyectado anterolateral	Bilobulado y proyectado sub-anterolateral
	Lóbulo medio	No proyectado y fuertemente retorcido	Débilmente proyectado y recto
	Apofisis	Levemente curvado y ápice redondo	Semi-recto y ápice digitado
	Microsetas	Ausentes	1 a 2
	Longitud	1.0 a placa subgenital	0.9 a placa subgenital
Edeago	Forma	Campana con atrio cercano	Campana con atrio distante
	Forma basoapical	Recta y segmentada	Bifurcado
	Procesos	Dos pares	Ausentes

Página siguiente: Figura 1-2. *Acunus diegoyassiri* sp. nov., aspecto general macroscópico del holotipo macho. (1) Hábito en vista dorsal y (2) en vista lateral. **Figura 3-4.** *Acunus diegoyassiri* sp. nov., detalles macroscópicos del holotipo macho. (3) Cabeza, pronoto y escutelo en vista dorsal, (4) rostro y primer par de patas en vista anterior. **Figura 5-8.** *Acunus diegoyassiri* sp. nov., detalles microscópicos de la capsula genital del holotipo macho. (5) Capsula genital en vista lateral, (6) pigóforo en vista lateral, (7) pigóforo en vista ventral y (8) pigóforo con placas genitales en vista ventral. **Figura 9-15.** *Acunus diegoyassiri* sp. nov., detalles microscópicos de la capsula genital del holotipo macho. (9) Estilos y conectivo en vista ventral, (10) placas subgenitales en vista ventral, (11) valva en vista ventral, (12) edeago en vista ventral, (13) edeago en vista lateral, (15) detalle de la espina superior del edeago y (16) detalle de la espina inferior del edeago. **Figura 16-18.** Hábitat, colector y orografía de la localidad tipo. (16) Colector del holotipo macho, Diego Yassir, en cascada inferior del parque ecoturístico, (17) fotografía del hábitat desde la cascada principal El Salto del Nogal y (18) composición de la vegetación típica de localidad tipo.





¡Los esperamos!
3-8 de octubre 2022
CUCBA, Universidad de Guadalajara

Mayores informes

<http://cezug.org.mx/xiii-relas.html>

HOMENAJE A M. EN C. ENRIQUE GONZÁLEZ SORIANO



En trabajo de campo, acompañado de un guía local y alumnos del Instituto de Biología, ahora doctores en ciencias, y el Dr. Santiago Zaragoza.



En su laboratorio, Instituto de Biología, UNAM.



En campo en El Chuveje, Sierra Gorda.

Editorial

Como ya es tradición, el Centro de Estudios en Zoolo- gía de la Universidad de Guadalajara rinde en esta ocasión un merecido homenaje al M. en C. Enrique González Soriano, destacado especialista en Odonata y fundador en México de esta línea de investigación.

Se suman a este homenaje, especialistas mexicanos que dedican sus trabajos al Maestro Enrique. Agradecemos su colaboración, así como también a quienes fungieron como revisores de estos trabajos y de todos los que se publican en este número. Muchas gracias. Su colaboración es fundamental para el crecimiento y la calidad de la revista.

Con admiración y respeto, Enrique te tienes bien merecido este homenaje. Muchas felicidades. Tu amigo “Pepe”.

As is tradition, the Centro de Estudios en Zoology of the Universidad de Guadalajara pays on this occasion a well-deserved tribute to the M. in C. Enrique González Soriano, an outstanding specialist in Odonata and founder in Mexico of this line of research.

Some Mexican specialists join this tribute and dedicate their work to Master Enrique. We appreciate your collaboration, as well as those who served as reviewers of these works and all those published in this issue. Thank you very much. Your collaboration is essential for the growth and quality of the journal.

With admiration and respect, Enrique you have well deserved this tribute. Congratulations. Your friend “Pepe”.

José Luis Navarrete-Heredia
Editor



El Maestro Enrique González Soriano con su colega de trabajo, tanto en campo como en el Instituto de Biología: Dr. Santiago Zaragoza. En Las Adjuntas, Querétaro.

Enrique González Soriano, entomólogo de formación y naturalista de vocación

Enrique González Soriano, entomologist by training and naturalist by vocation

Cisteil X. Pérez-Hernández

Laboratorio de Ecología de la Conducta, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, *cxinum@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-6698-2524>

RESUMEN

Se presenta una breve reseña de la vida y obra del entomólogo y naturalista Enrique González Soriano, así como comentarios sobre el impacto que ha tenido su labor de investigación por casi 45 años en la odonatología mexicana y latinoamericana.

Palabras clave: Odonata, taxonomía, historia natural, Colección Nacional de Insectos, Odonatología latinoamericana.

ABSTRACT

A brief review of the life and work of the entomologist and naturalist Enrique González Soriano is presented, as well as comments on the impact of almost 45 years of research on Mexican and Latin American odonatology.

Key words: Odonata, taxonomy, natural history, National Insect Collection, Latin American Odonatology.

Enrique González Soriano nació en el Distrito Federal (hoy Ciudad de México), el 30 de julio de 1951. Durante su infancia vivió en los Llanos de Balbuena (actualmente terrenos del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México) y desde entonces ya se dibujaba como una persona inquieta y curiosa, pues solía hacer travesuras junto con otros niños, como echar cuetes a los pasajeros del tren que iba hacia Cuautla. Probablemente una de sus mayores inspiraciones en su infancia, y que lo llevaría a formarse como biólogo, viene de su padre, quien acostumbraba a llevarlo a él y a su familia a los cerros de Amecameca o Tlalmanalco, Estado de México para pasar el día observando las nubes, los paisajes, las plantas y todo el entorno.

Hoy, Enrique González Soriano es un reconocido investigador mexicano, docente y especialista en taxonomía y conducta de las libélulas (Odonata) de México y la región neotropical. Ha publicado 77 artículos en revistas JCR, 17 publicaciones arbitradas, 30 capítulos de libro y la lista electrónica de odonatos de México (Paulson y González-Soriano 2022), entre otras aportaciones a la entomología mexicana. Además, ha dirigido 17 tesis de licenciatura y 6 de posgrado, ha participado en 44 comités tutoriales y ha sido sínodo o miembro de comité tutor de casi 150 estudiantes de licenciatura y posgrado de diferentes universidades nacionales y fuera del país (p.ej., Universidad Nacional Autónoma México, Universidad Autónoma Metropolitana, Instituto de Ecología A.C., en México; Universidad de Oriente y Facultad de Ciencias, Cuba; Universidad Nacional Mayor, Perú). Tiene el nombramiento del Sistema Nacional de Investigadores SNI II y ha sido editor en revistas mexicanas como *Dugesiana*, *Folia Entomológica Mexicana* y *Acta Zoológica Mexicana*.

El trabajo que González Soriano ha realizado por casi

cinco décadas lo posiciona como la principal autoridad de la taxonomía de odonatos de México. Además, se le reconoce por haber iniciado la formación de toda una generación de odonatólogos en el país. Otra parte igual de relevante en sus investigaciones es aquella dedicada a la exploración de la historia natural de los odonatos. En las siguientes líneas se hace un recuento de la vida y obra de Enrique González Soriano, un importante investigador y naturalista de nuestros tiempos.

Primeros pasos en la entomología

Enrique estudió en la Escuela Nacional Preparatoria 7 “Ezequiel A. Chávez”, ubicada en la Calzada de la Viga. En aquel entonces su afición por la naturaleza ya delataba su inclinación por el área de las ciencias, pues tenía colecciones de rocas y minerales; incluso llegó a considerar estudiar Geología, aunque finalmente optó por Biología e ingresó a la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México en el año 1969. Desde que entró a la facultad, Enrique disfrutó plenamente de su carrera y la consideraba su segunda casa, mientras que sus amigos—siempre liderados por las mujeres, un detalle que a González siempre le gusta enfatizar—, eran su familia. Fueron como sus propios *años maravillosos*.

A partir del cuarto semestre el rumbo de su carrera se fue definiendo gracias a las llamadas *Biologías de campo*, que eran salidas de campo muy formativas, constantes y de larga duración. De hecho, el interés de Enrique por las libélulas y caballitos del diablo surgió durante la salida a campo de la materia de Ecología, dirigida por el botánico Sergio Guevara Sada, en la que los estudiantes realizaron una actividad de marcaje y recaptura de libélulas. Ese momento fue decisivo para González Soriano: su asombro por la

conducta de las libélulas lo llevaría a investigar todo lo que se pudiera sobre ese grupo de insectos. Otros personajes que marcaron su vida como biólogo fueron el maestro León Cázares y Raúl Gio por su calidad de enseñanza, y Leonila Vázquez y Carlos Márquez Mayaudón, que le transmitieron su conocimiento y experiencia en artrópodos.

En particular, con Márquez Mayaudón tuvo una mayor cercanía y de él recibió un fuerte impulso a su carrera, además del ejemplo como investigador. A Márquez Mayaudón le acompañó en numerosas ocasiones a la Estación de Biología Tropical Los Tuxtles, Veracruz, en una época en que la selva todavía estaba bien conservada y era posible explorar la naturaleza en su máxima expresión. A través de estas salidas decidió formarse como entomólogo y se acercó a lo que entonces era el Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología, UNAM (hoy Colección Nacional de Insectos), para realizar su tesis de licenciatura. Ahí inició con un proyecto de insectos asociados a granos almacenados bajo la dirección y apoyo de Raúl McGregor Loaeza, con quien acudía al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en Texcoco, Estado de México. En ese tiempo, Enrique pretendía hacer su tesis con insectos del maíz, e inspirado por el libro de Andrewartha y Birch (1954), quería estudiar la competencia entre las especies que infestaban las semillas.

Sin embargo, continuó saliendo de campo con Márquez Mayaudón y otros entomólogos del Grupo de Investigación de Veracruz (GRINVER), como Leonila Vázquez, Carlos Beultespacher, Harry Brailovsky y Joaquín Bueno Soria; por lo que pudo aprovechar el conocimiento y experiencia que estos investigadores tenían en diferentes grupos de insectos. Derivado de su buen desempeño en el proyecto, Márquez Mayaudón, ya por entonces director del IBUNAM, le ofreció una plaza de ayudante de investigador, que González Soriano aceptó inmediatamente. Eso significó abandonar la tesis con McGregor, pero también fue el inicio de lo que sería una carrera prolífica en el orden que más le interesaba a Enrique: Odonata.

El camino hacia el estudio de los odonatos

Ya como ayudante de investigador, González Soriano le propuso a Carlos Márquez Mayaudón trabajar con los odonatos, puesto que era el grupo que más le interesaba y no había especialista en la colección; el investigador aceptó sin problemas. Sin embargo, González Soriano se enfrentaba a un escenario difícil, porque en ese entonces casi no había ejemplares en la colección y tampoco literatura ni claves relacionadas con el grupo; mucho menos estudios de odonatos en el país. Se dio entonces a la tarea de coleccionar ejemplares en Veracruz, como un primer acercamiento a la investigación del grupo y decidió que su tesis sería sobre la subfamilia Libellulinae. Su tesis, titulada *Contribución al estudio de la subfamilia Libellulinae (Odonata: Libellulidae) del estado de Veracruz* (González-Soriano 1977), fue la segunda en el país sobre este grupo de insectos, solo después de otra escrita en los 1940s que abordaba a los

odonatos de Xochimilco (Mondragón 1944?).

Durante esas primeras etapas de investigación sobre los odonatos de México, González Soriano recibió apoyo de diferentes investigadores, entre los que se cuentan Oliver Flint, del National Museum of Natural History, del Smithsonian Institution—amigo de Joaquín Bueno-Soria, especialista en Trichoptera y curador de Odonata del IBUNAM en esa época—; Minter J. Westfall, de la University of Florida y coautor del clásico *Dragonflies of North America*; y Rosser W. Garrison, del California Department of Food and Agriculture, quien le apoyó con la fauna de odonatos neotropicales. Posteriormente, como resultado de sus primeras exploraciones, en 1978 se publica su primer trabajo en el área, acerca del primer registro de la familia Perilestidae en México (González-Soriano y Villeda 1978).

A partir de la lectura del libro *The evolution of insect mating systems* sobre comportamiento de insectos (Turnhill y Alcock 1983), y considerando la ausencia de este tipo de información en México, se dedicó también al estudio de la conducta de los odonatos. González Soriano señala que probablemente esta es el área en la que se sintió más interesado e impulsado a investigar desde sus inicios como entomólogo.

Despegue de una carrera prolífica

Desde que González Soriano entró al IBUNAM como ayudante de investigador, le favoreció que se trataba de una plaza—actualmente desaparecida, desde hace 20 años—diseñada para continuar creciéndola y desarrollarse como investigador. Al respecto, González Soriano lamenta que estas plazas ya no existan y comenta cómo las actuales plazas de técnico son desafortunadas, pues limitan a las y los especialistas a las actividades de técnico de laboratorio. Las ventajas de la plaza de ayudante eran diversas, como la libertad de elegir el grupo y tema de trabajo.

Enrique tenía casi dos años trabajando como ayudante de investigador en el IBUNAM cuando el director, Márquez Mayaudón, entró al insectario en el que estaba trabajando y le ofreció el puesto de jefe de la Estación de Biología Los Tuxtles. González Soriano, que sentía una gran pasión por esa región del país, aceptó sin dudar y se fue a vivir a la estación para dirigirla de 1977 a 1979. Si bien no fue el primer jefe de la estación, si no el tercero, sí fue el primero en irse a vivir a la estación para dirigir los nuevos proyectos que se tenían planeados, como fue la construcción de las nuevas instalaciones. Él considera que fue una de las etapas más maravillosas de su vida, pues era la primera vez que vivía lejos de su casa. Además, tuvo la fortuna de hacer amistad con Gonzalo Pérez Higuera, herpetólogo que le hizo compañía durante esa época. En ese tiempo, ambos conocieron a diversos estudiantes y tesisistas como Carol Horvitz, Enriqueta Velarde, y otros investigadores e investigadoras de distintas disciplinas y países con quienes formaron un grupo de amigos y colegas muy interesante, al tiempo que aprendieron de otros grupos biológicos.

Durante la década posterior a su jefatura, Enrique continuó visitando la Estación de Los Tuxtlas como sitio de investigación, principalmente para sus estudios de conducta de odonatos. Pero su interés por la biodiversidad de la región iba más allá. Un día, inspirado por el libro *The Costa Rican Natural History* (Janzen 1983), decidió hacer un libro similar para Los Tuxtlas, con Rodolfo Dirzo y Richard Vogt como coordinadores de las secciones de plantas y vertebrados, respectivamente. El libro que editaron, *Historia Natural de Los Tuxtlas* (González-Soriano *et al.* 1997), representó retos importantes para los tres, pero hasta el momento sigue siendo parte de la literatura más consultada por especialistas en biodiversidad de las selvas tropicales.

Con el tiempo, González Soriano pasó por todas las categorías de ayudante y luego solicitó su cambio a la categoría de investigador asociado. Dada su trayectoria y la experiencia acumuladas hasta el momento, el nuevo director del IBUNAM, José Sarukhán Kérmez, aceptó su cambio sin duda alguna. Después alcanzó la categoría de investigador de tiempo completo y en 2004 inició su etapa como curador de la sección de odonatos de la Colección Nacional de Insectos (CNIN).

Al frente de los Odonata de la Colección Nacional de Insectos (CNIN)

A partir de su designación como curador en 2004, la colección de odonatos comenzó a crecer en cantidad de ejemplares y en riqueza de especies mexicanas, pues el objetivo principal de González Soriano era tener representada toda la odonofauna del país en la CNIN. El trabajo que ha realizado de forma incansable en la CNIN como curador, se ve directamente reflejada en la colección, que pasó de tener unos cuantos especímenes de odonatos a resguardar alrededor de 40,000 ejemplares, con representación del 95% de las 370 especies que se han registrado en México hasta hoy. González Soriano todavía continúa trabajando para tener el acervo completamente georreferenciado y digitalizado, pues sabe que con ese tipo de datos se pueden realizar estudios desde otros enfoques, como ecología y conservación.

Como investigador también forjó una amistad importante con otros personajes relevantes de diferentes épocas del IBUNAM, como Santiago Zaragoza Caballero, Harry Brailovsky Alperowitz, Alfonso Neri García Aldrete, Carlos Beutelspacher, la muy admirada Dra. Leonila Vázquez, Héctor Pérez, Raúl McGregor Loeza, Julieta Ramos Elorduy, Roberto Johansen Naime y Atilano Contreras. Esta cercanía le permitió desarrollar diferentes proyectos a corto y largo plazo para el estudio de Odonata mexicanos, como los que se realizaron en Veracruz, Calakmul y la Huasteca Potosina (González-Soriano 1997, 1999; Contreras 1997).

De todos los proyectos en los que ha participado, quizá el que más destaca es el megaproyecto *Los insectos del bosque seco* (LINBOS) (Noguera Martínez 2022) que se

originó en 1995, en la Estación de Biología Chamela, en Jalisco, con la colaboración de investigadores como Felipe Noguera Martínez, Enrique Ramírez García y Ricardo Ayala. Con este proyecto, las perspectivas del estudio sobre los odonatos se ampliaron, ya que uno de los objetivos de Noguera Martínez, responsable de proyecto, era analizar los patrones temporales de la diversidad de insectos en la selva seca a través de un estudio a largo plazo. La pregunta principal era si los cambios en la estructura de la vegetación originados por la estacionalidad de las selvas secas se veían reflejados en la estructura de las comunidades de entomofauna asociada. Otra pregunta era si estos patrones se compartían entre diferentes localidades mexicanas con bosque seco, como aquellas de Sonora, Chiapas y Jalisco.

Más tarde, se sumó al grupo Santiago Zaragoza y, de acuerdo con González, también fue muy afortunada la incorporación de estudiantes que apoyaban en la investigación. Las salidas a campo eran muy formativas, ya que todas las personas que asistían estudiaban los diferentes órdenes de insectos y todas realizaban las diferentes actividades que se requerían. Hoy en día, gracias a este proyecto que involucra la exploración de una decena de localidades, se han publicado alrededor de 40 artículos y 15 capítulos de libro, así como 21 tesis (Noguera Martínez 2022). Para Enrique, seguir en el grupo de insectos asociados al bosque tropical seco ha sido una experiencia muy enriquecedora hasta el día de hoy.

Un odonatólogo como jefe de departamento

Enrique González Soriano siempre se había negado a tener un puesto administrativo, pues considera que son puestos muy políticos que pueden generar muchos problemas personales. Sin embargo, en 2011 aceptó la oferta del entonces director del IBUNAM, Víctor Manuel Sánchez Cordero, de asumir la jefatura del Departamento de Zoología, después de reflexionar que tenía buena relación con la mayoría de las personas del área y que eso favorecería su nuevo puesto. Hoy piensa que durante su jefatura las cosas funcionaron bien y siempre trabajó en buenos términos con las personas de su Departamento.

Posiblemente uno de sus logros más importantes como jefe de departamento fue impulsar la creación de los laboratorios temáticos que conforman el Laboratorio Nacional de Biodiversidad (LANABIO, 2022) del IBUNAM (e.g. Laboratorio de Biología Molecular, Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad I, Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad II, entre otros), financiados por CONACyT y planeados originalmente por Sánchez Cordero. Estos laboratorios son lugares de trabajo común formados a partir de la idea de centralizar equipos de laboratorio y reactivos que antes estaban dispersos en diferentes laboratorios. De ese modo, se evitó la adquisición de un gran número de aparatos y se crearon espacios de servicio en los que cualquier persona del IBUNAM y externos pueden usarlos. Los laboratorios temáticos han sido un éxito desde un primer momento y

han tenido un impacto importante en el Instituto. Además, con los recursos obtenidos de otros proyectos, se apoyó a las colecciones para comprar muebles, reactivos, microscopios, y se apuntaló y actualizó la infraestructura de las colecciones científicas. Su jefatura terminó en 2019 y hoy, Enrique se siente satisfecho con sus contribuciones en ese puesto.

Aportaciones a la entomología mexicana

Después de 45 años de investigaciones, Enrique González Soriano menciona que tiene dos proyectos de vida; por un lado, *Odonatos de México*, el cual trabaja con la misma intensidad y entusiasmo que el otro proyecto: *Biología de Odonata*. Al respecto, narra orgullosamente que antes de ser un científico consolidado, se formó más como un naturalista, una práctica que le permitió explorar otros aspectos de los odonatos sobre su historia natural. Y aunque no tiene muchos artículos sobre el tema, lo que ha publicado hasta hoy es muy relevante en ese campo del conocimiento, pues desde el inicio de su carrera escogió al menos una especie de cada familia y exploró, descubrió y describió aspectos sobre su historia natural (e.g. González-Soriano y Verdugo-Garza 1982; González-Soriano *et al.* 1982; González-Soriano 1987, 2001; González-Soriano y Córdoba-Aguilar 2003). A través de esa disciplina, que prácticamente ya nadie estudia, ha descubierto fenómenos poco conocidos en los odonatos: “... es un descubrimiento que haces porque hay algo que se sale del patrón... toda la experiencia de campo es muy importante para descubrir este tipo de cosas”.

Enrique también participó como autor y editor de los dos primeros volúmenes de la serie *Biodiversidad de Artrópodos de México*. La idea original fue de Jorge Llorente Bousquets, quien señalaba que la información sobre estos animales en México estaba dispersa. Una vez compilados los primeros capítulos, la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) les facilitó recursos para su publicación. González considera que, a pesar de ser un excelente recurso de información básica, aún falta publicar este tipo de trabajos para muchos otros grupos que han sido poco trabajados; pero lo que se logró publicar fue como un *corte de caja* para lo que ya se había estudiado de varios grupos. Hoy esos libros son literatura obligada para las generaciones más recientes.

Durante su trayectoria, Enrique no tuvo muchos estudiantes, quizá porque “los odonatos no son un grupo tan atractivo como los coleópteros o los lepidópteros”, según comenta él mismo. Recuerda que su primer estudiante fue Rodolfo Novelo, quien hizo la licenciatura y maestría con el tema de conducta de odonatos; después llegaron Nora Galindo y Pilar Villeda, Rolando Mendoza, Leonardo González, Daniela Ruiz, Helga Barba y David Venegas, entre otros. Más recientemente, se sumaron Alba Juárez, Rocío Guzmán y Héctor Ortega. Al respecto de sus estudiantes dice: “les dirigí la tesis, pero después uno acaba siendo su amigo”. Además, ha sido sinodal o miembro del

comité tutor de numerosos estudiantes y tiene toda una *colección* de más de 150 tesis de licenciatura y posgrado.

Enrique también apunta que las interacciones con colegas siempre han sido muy benéficas. Por ejemplo, la colaboración con Dennis Paulson viene desde hace décadas, ya que ambos comenzaron a trabajar la odonofauna mexicana casi al mismo tiempo (e.g. Paulson 1982). Al conocerse, ambos decidieron usar la información de Paulson para seguir actualizando la lista de odonatos de México que Enrique había iniciado. La base de datos que ambos crearon, *Odonata of Mexico by state* (Paulson y González-Soriano 2022), que incluye registros de distribución a nivel estatal es una herramienta muy útil para estudiantes y especialistas, dado que se actualiza dos o tres veces al año.

Otra de las aportaciones importantes que ha realizado González Soriano es que se dio a la tarea de organizar dos *Neotropical Odonatologist Meeting*, que se realizaron en la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas en 1988 y 1992; así como la *6th WDA International Congress of Odonatology*, que ocurrió en 2009 en Xalapa, Veracruz. Más recientemente, su relación con la comunidad de odonatólogos de Latinoamérica los llevó a formar en el 2015, la Sociedad de Odonatología Latinoamericana (SOL 2022), y a trabajar en conjunto en lo que sería un proyecto sobre el estado actual de conservación de los odonatos desde México hasta Argentina y otros países. Desde sus inicios han tenido diferentes reuniones de trabajo y han evaluado el estado de conservación actual de numerosas especies (Muzón *et al.* 2017; IUCN 2022). El proyecto ha sido posible gracias a la interacción con sus colegas, la cual califica como estar en familia, ya que continuamente se ven y colaboran en los congresos y otros espacios.

Una publicación reciente en la que trabajó en coautoría con su estudiante de maestría, Héctor Ortega-Salas es de su particular aprecio. El trabajo contiene información sobre odonatos de *Paraphlebia* de Los Tuxtlas asociados a escurrideros (Ortega-Salas *et al.* 2022), un hábitat que no suele ser estudiado por los odonatólogos. Ellos descubrieron que algunas especies de *Paraphlebia* presentan dimorfismos en machos—un fenómeno raro entre los animales— y descubrieron la existencia de especies crípticas. En total, los autores describieron 10 especies nuevas del género, todo un récord entre los odonatos puesto que no son muy ricos en especies. Enrique considera que esta publicación está muy bien lograda y que conjunta información relevante.

Por sus aportaciones a la entomología y en particular a la odonatología, Enrique González Soriano ha recibido diferentes reconocimientos en más de 40 publicaciones y le han dedicado algunas especies—e.g. *Gomphus (Gomphurus) gonzalenzii* Dunkle, 1992 y *Tenaspis gonzalensis* Zaragoza-Caballero 1995—. A los estudiantes les envía este mensaje: “si algo te gusta, hay que involucrarse hasta donde se pueda. Hay que ser autodidacta y no depender totalmente de tu asesor; trata de buscar y allegarte de los recursos, de literatura; busca el apoyo de colegas de otros países. Pero lo más esencial es ser autodidacta”.

AGRADECIMIENTOS

Este manuscrito es un homenaje a Enrique González Soriano, a quien agradezco por su amistad y por compartirme a mí y a tantos entomólogos su experiencia e historias durante el tiempo que nos hemos conocido. Gracias a José Luis Navarrete-Heredia por la invitación a realizar este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Andrewartha, H.G. and L.C. Birch. 1954. *The distribution and abundance of animals*. University of Chicago Press, Chicago.
- Contreras, A. 1997. Proyecto “Reconocimiento de la Biodiversidad de la Reserva de la Biósfera Calakmul: Odonata, Psocoptera y Díptera Acuáticos (Insecta)”. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, México. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=M&Numero=003>
- González-Soriano, E. 1977. *Contribución al estudio de la subfamilia Libellulinae (Odonata: Libellulidae) del estado de Veracruz*. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <https://tesisunam.dgb.unam.mx>
- González-Soriano, E. 1987. *Dythemis cannacrioides* Calvert, a libellulid with an unusual ovipositing behaviour (Anisoptera). *Odonatologica*, 16(2): 175-182.
- González-Soriano, E. 1997. Odonata. (pp. 245-255). In: González Soriano, E., R. Dirzo y R.C. Vogt (Eds.). *Historia natural de Los Tuxtlas*, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.
- González-Soriano, E. 1999. Proyecto “Odonata de la Huasteca Potosina”. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, México. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/Inf%20S122.pdf>
- González-Soriano, E. 2001. An unusual male aggregation in the Odonata: an aerial mating swarm in *Protoneura cara* Calvert and notes on other Mexican Protoneuridae (Zygoptera). *Odonatologica*, 30(3): 335-340.
- González-Soriano, E. and A. Córdoba-Aguilar. 2003. Sexual behaviour in *Paraphlebia quinta* Calvert: male dimorphism and a possible example of odonate female control (Zygoptera: Megapodagrionidae). *Odonatologica*, 32(4): 345-353.
- González-Soriano, E., R. Dirzo y R. C. Vogt (Eds.). 1997. *Historia natural de Los Tuxtlas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.
- González-Soriano, E. and M. Verdugo Garza. 1982. Studies on neotropical Odonata: the adult behavior of *Heteragrion alienum* Williamson (Odonata: Megapodagrionidae). *Folia Entomológica Mexicana*, (52): 3-15.
- González-Soriano, E. y M.P. Villeda. 1978. The first Mexican record of *Perissolestes magdalanae* (Williamson & Williamson). *Notulae odonatologicae*, 1(2): 22-23.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2022. Red list of threatened species. <https://www.iucnredlist.org/search?taxonomies=100350&searchType=species>
- Janzen, D. 1983. *The Costa Rican Natural History*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Laboratorio Nacional de la Biodiversidad (LANABIO). 2022. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.ibiologia.unam.mx/lanabio.html>
- Mondragón, V. T. 1944. *Odonata del Lago de Xochimilco*. Tesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Muzón, J., R. Guillermo-Ferreira and F. Lozano. 2017. The rise of SOL - Sociedad(e) de Odonatología Latinoamericana. *Agrion*, 21(1): 22-24.
- Noguera-Martínez, F.A. 2022. Proyecto “Los insectos del bosque seco”. Disponible en: <http://linbos.net/>
- Ortega-Salas, H., E. González-Soriano and M. Jocque. 2022. Untangling the waterfall damselfly: a review of the Mesoamerican genus *Paraphlebia* Selys in Hagen, 1861 (Odonata: Thaumateuridae) with descriptions of 11 new species. *Zootaxa*, 5089(1): 1-66. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5089.1.1/>
- Paulson, D.R. 1982. Odonata. (pp. 249-277). In: Hulbert, S.H. and A. Villalobos-Figueroa (Eds.). *Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies*. San Diego State University, San Diego.
- Paulson, D.R. and E. González-Soriano. 2022. Mexican Odonata: Odonata of Mexico, By State. Disponible en: <https://www2.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/mexican-odonata/>
- Sociedad de Odonatología Latinoamericana (SOL). 2022. <https://www.odonatasol.org/>
- Turnhill, R. and J. Alcock. 1983. *The evolution of insect mating systems*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.

Recibido: 22 de marzo 2022

Aceptado: 25 de mayo 2022



Figura 1. De izquierda a derecha: a, Pilar Villeda, Enrique González Soriano, Santiago Zaragoza Caballero, Julieta Ramos Elorduy, Margarita Salas, Nora Galindo, Raúl McGregor Loeza, Ciudad de México, 1960; b, Manuel Pino, Atilano Contreras Ramos, Enrique González Soriano, Santiago Zaragoza Caballero, auditorio del IBUNAM, 2000; c, Enrique González Soriano, Santiago Zaragoza Caballero, Felipe Noguera Martínez, Huatulco, Oaxaca, 2005; d, Enrique Ramírez García, Felipe Noguera Martínez, Enrique González Soriano, Santiago Zaragoza Caballero, Huatulco, Oaxaca, 2005. Fotos: Archivo del IBUNAM, Enrique González Soriano y Enrique Ramírez García.



Figura 2. De izquierda a derecha: a, Jessica Hernández-Jerónimo, Andrés Ramírez Ponce, Arturo Arellano-Covarrubias, Enrique González Soriano, Cisteil X. Pérez Hernández, Uri Omar Ávalos-Hernández, Marysol Trujano-Ortega, Omar García-Vázquez, Héctor Ortega Salas, Cuatro Ciéngas, 2014; b, Álvaro Carrillo, Diana Cuevas y miembros de su familia, Carrizal de Bravo, Guerrero, 2010; c, Martín Leonel Zurita García, Geovanni Rodríguez Mirón, Enrique González Soriano, Cisteil X. Pérez Hernández, Santiago Zaragoza Caballero, Sierra Gorda, Querétaro, 2014; d, Santiago Zaragoza Caballero, José Luis Navarrete Heredia, Enrique González Soriano, Alfonso Neri García Aldrete, auditorio del IBUNAM, 2014. Fotos: Héctor Ortega Salas, Martha Madora, Cisteil X. Pérez Hernández.



Figura 3. De izquierda a derecha: a, Héctor Ortega Salas, Perla Bogarín-Topete, Enrique González Soriano, Itzel Ángeles Munguía, Careyitos, Jalisco, 2015; b, c Enrique González Soriano, 2009 y 2010, respectivamente. Fotos: Héctor Ortega Salas, Enrique González Soriano.

Estilos y virtudes epistémicas en la representación esquemática de un sistema de caracteres: un ensayo sobre el exochorion de Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera)

Epistemic virtues and styles in the schematic representation of a character system: an essay on the exochorion of Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera)

Adrián Flores-Gallardo^{1,2}, Jorge Llorente-Bousquets^{1,*}, Sandra Nieves-Uribe^{1,3}

¹Museo de Zoología (Entomología), Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 04510, CDMX, México. ²Posgrado en Filosofía de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, México. ³Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

²emileusher@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3144-163X>

³s.nieves.uribe@outlook.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6497-9639>

*Autor de correspondencia: llorentebousquets@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0876-0533>

RESUMEN

Se ofrece un marco epistemológico al evaluar la científicidad de las imágenes exocoriónicas de Llorente-Bousquets y cols., entendidas como representaciones esquemáticas de un sistema de caracteres morfológicos. Las imágenes se evalúan en la intersección de dos unidades de análisis: estilos y virtudes epistémicas. Se analizan según: i) tres estilos: quirografía, fotografía y microscopía electrónica de barrido (MEB); ii) cuatro virtudes: Fidelidad con la Naturaleza (TtN), Objetividad Mecánica (MO), Objetividad Estructural (SO) y Juicio Entrenado (TJ). Se ubican dos subestilos de quirografía: descriptivo-realista y ‘esquema letrado’. Se interpreta al esquema como *característica universalis*, conceptografía o representación directa de conceptos morfológicos, de los que aporta conocimiento *a priori*. Se analiza y evalúa la científicidad del proceso productivo de imágenes a través del modelo de virtudes epistémicas y se propone una versión extendida del mismo (D&G+).

Palabras claves: virtudes epistémicas, diagrama, estados de caracteres, morfología, estructura, huevos.

ABSTRACT

An epistemological framework is given to evaluate the scientificity of Llorente-Bousquets and collaborators’ exochorionic images, understood as schematic representations of a system of morphological characters. The images are evaluated at the intersection of three units of analysis: styles, dimensions and epistemic virtues. They are analyzed according to: i) three styles: chirography, photography, and scanning electron microscope (SEM); ii) four virtues: Truth-to-Nature (TtN), Mechanical Objectivity (MO), Structural Objectivity (SO), and Trained Judgment (TJ). Two substyles of chirography are located: descriptive-realistic and ‘lettered schema’. The schema is interpreted as *característica universalis*, conceptography or direct representation of morphological concepts, of which provides *a priori* knowledge. The scientific nature of the image production process is analyzed and evaluated through the model of epistemic virtues and a proposed extended version of it (D&G+).

Key words: epistemic virtues, diagram, scientific illustration, character states, morphology, structure, eggs.

Este artículo constituye una continuación del previamente escrito en *Dugesiana* (Flores-Gallardo *et al.* 2021); es una versión bastante sucinta de un capítulo de una monografía en curso sobre el tema, que los autores tenemos en desarrollo. Se centra en la pregunta, ¿qué es lo que da científicidad a las imágenes exocoriónicas *sui generis* de Llorente Bousquets y colaboradores? Esta es pertinente, pues tales imágenes son *sui generis* en el sentido de no pertenecer a un solo *estilo convencional* (Bredenkamp *et al.* 2015) de representación exocoriónica, sino que transitan por estilos aceptados pero dispares, tanto en técnicas de producción, como en sus criterios de éxito representacional. Se ofrecerá entonces un marco teórico breve para entender y evaluar estas imágenes exocoriónicas como herramientas

epistémicas, *i.e.* generadoras de conocimiento científico. Por ello se analizarán según tres aspectos: 1) su labor global de representar un sistema de caracteres morfológicos; 2) los estilos de representación exocoriónica en los que se basan, y 3) cuatro virtudes epistémicas distintas.

Flores-Gallardo *et al.* (2021) presentaron un panorama de la propuesta actual de Llorente-Bousquets y cols., sobre el empleo de caracteres exocoriónicos en sistemática de Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera), con énfasis en sus técnicas de producción de imágenes. Se incluyó: 1) una breve historia del interés taxonómico de Llorente-Bousquets en estructuras ovocíticas; 2) resúmenes descriptivos de sus técnicas estandarizadas para el estudio y representación del exochorion; 3) discusión sobre el uso de imágenes en la

conceptualización, representación y empleo de caracteres exocoriónicos, y 4) prospectos a futuro en investigación exocoriónica de Papilionoidea. Hacia el final del artículo, se mencionó que las imágenes exocoriónicas ‘actualizan’ valores o virtudes epistémicas (*epistemic virtues*) *sensu* Daston y Galison (2007), distintas a la objetividad, pero que también les confieren científicidad a lo largo de su proceso de producción. En el presente artículo se ofrece un marco epistemológico para entender y valorar esa afirmación; se mostrará: i) qué son los estilos de representación pictórica; ii) qué son y para qué sirven las virtudes epistémicas, y iii) cómo se relacionan a lo largo del proceso de elaboración de imágenes exocoriónicas de Llorente-Bousquets y cols.

Sinopsis del proceso figurativo-conceptual (resumen y diagramas de flujo). Flores-Gallardo *et al.* (2021) sintetizaron las técnicas de Llorente Bousquets y cols. en la producción de imágenes exocoriónicas. Sus fases principales son, en versión corregida y resumida:

- 1) *Material biológico.* Recolecta estándar de ejemplares. Disección, limpieza y preparación de huevos, para su inspección bajo tinción o bajo el MEB.
- 2) *Fotomicrografías.* Obtención de conjuntos de fotomicrografías de huevos teñidos, enfocados en planos distintos bajo el microscopio estereoscópico.
- 3) *‘Stacking’ o apilamiento manual.* Producción de una sola imagen digital coherente, enfocada en todos los planos y con corrección de aberraciones.
- 4) *Pulimiento visual.* Eliminación de ruido visual y equalización de la imagen.
- 5) *Desaturación.* Desaturación selectiva en *Photoshop*, para realzar estructuras exocoriónicas.
- 6) *Quirografías realistas.* Elaboración de un primer conjunto de quirografías (dibujos ‘a mano’) de estilo descriptivo-realista, que enfatizan la información relevante de las fotografías y eliminan el ‘ruido visual’.
- 7) *Cotejo con tabulaciones.* Comparación de quirografías realistas con observaciones, conteos y tabulaciones de estructuras en la muestra completa: Correcciones pertinentes.
- 8) *Terminología.* Construcción de vocabulario o terminología, de acuerdo con conceptos básicos y marco teórico general en la descripción del exocorion, mediante la inspección, depuración y discusión colectiva del conjunto de quirografías.
- 9) *Esquemas letrados.* Elaboración de un conjunto provisional de representaciones esquemáticas, acompañadas de señalizaciones y/o de texto, con las que rasgos salientes o conspicuos devienen candidatos a caracteres.
- 10) *Complementos visuales.* Obtención de imágenes complementarias a partir del MEB, con énfasis en microestructura exocoriónica. Comparación entre las imágenes obtenidas por tinción y mediante el

MEB, hasta obtener un conjunto unificado y coherente de esquemas.

- 11) *Secuencias estructurales.* Composición de secuencias estructurales y posibles series de transformación, mediante el ordenamiento por similitud morfológica de estados de caracteres.
- 12) *Esquemas secuenciales.* Elaboración de un conjunto de esquemas complementarios, que ostente las secuencias encontradas, para facilitar la comunicación de resultados.
- 13) *Discusión.* Comparación de datos exocoriónicos obtenidos con propuestas clasificatorias en la literatura filogenética. Discusión colectiva para refinar la terminología y el material gráfico.

Los autores ofrecieron un diagrama de flujo para mostrar el proceso de manera sinóptica (Figura 1). Las fotomicrografías por tinción e imágenes del MEB son la base más importante para producir quirografías descriptivo-realistas; éstas se examinan, corrigen y con base en ellas se generan esquemas letrados; el conjunto de imágenes finales representa un sistema de caracteres morfológicos en un taxón dado. Esta sinopsis se visualiza en un diagrama de flujo, acompañado de imágenes representativas (Figura 2). Un aspecto relevante de este proceso corresponde con las etapas (11–12), pues es ahí donde las técnicas de representación pueden hacer su aportación principal en filogenética.

Secuencias de estados de caracteres en el exocorion y su importancia filogenética. Es importante distinguir entre los términos *secuencia* y *tendencia*, pues solo el segundo tiene dimensión temporal, direccionalidad y sentido procesual como transformación en sentido evolutivo. Las secuencias referidas, en tanto ordenamientos lineales de estructuras según su proximidad o grado de similitud, no implican direccionalidad, en uno u otro sentido. Para ello se requiere interpretarlos en el marco de la sistemática filogenética *sensu* Hennig (1965, 1966), *i.e.* un criterio de polarización de estados de caracteres, que permita distinguir —en sucesión— los menos derivados o *plesiomórficos*, de los más derivados o *apomórficos*. Existen diversas estrategias de polarización, *e.g.* correlación con caracteres ya polarizados, o uso de grupo externo; Llorente Bousquets y cols. se sirven de ambas.

En sus publicaciones, Llorente-Bousquets y cols. contrastan resultados exocoriónicos con clasificaciones filogenéticas tomadas de la literatura. Esto parece problemático, pues la noción simple de ‘robustez’ clasificatoria, referida a clasificaciones que no cambian con la adición de nuevos caracteres, es infundada. En su crítica a lo que llama el ‘mito de los caracteres como tests de hipótesis filogenéticas’, Fitzhugh (2006: 92–95) afirma que nuevos caracteres no apoyan ni refutan una hipótesis filogenética previa, sino que generan una nueva, entendida como abducción explicativa de esa nueva evidencia empírica de distribución de caracteres. Conforme se añaden, los caracteres deben considerarse de manera conjunta

en la producción de una hipótesis global, que pueda contrastarse mediante un *test* independiente y severo *sensu* Popper (1962). El autor también considera infundada la comparación directa entre hipótesis filogenéticas obtenidas de conjuntos de datos de caracteres diferentes (e.g. mediante el uso de ‘superárboles’), pues cada una responde a conjuntos de preguntas causales distintas (Fitzhugh 2006: 27, 68, 98). Contra esta idea, puede argumentarse que si bien la congruencia de hipótesis filogenéticas obtenidas con caracteres distintos no posee la certeza de una deducción —al ser una inducción enumerativa a partir de abducciones—, al menos traslada la carga de la prueba en el opositor, *i.e.* en la propuesta de una hipótesis filogenética divergente. Allende esa discusión, Llorente-Bousquets y cols., por lo general, solo se ocupan de la detección, ordenamiento secuencial y posible polarización de estados de carácter de exocorion, no de la producción ni comparación de hipótesis filogenéticas; así, la mayoría de sus resultados quedan fuera de la crítica de Fitzhugh.

Llorente-Bousquets y cols. han sido precavidos en la exposición de sus resultados, al notar la necesidad de más y mejores estudios al determinar la filogenia de especies según el sistema de caracteres exocoriónicos. No obstante, sus técnicas *sui generis* de representación cobran relevancia filogenética, precisamente al esquematizar secuencias y posibles tendencias entre caracteres exocoriónicos. Las secuencias son producto directo de sus técnicas.

La preferencia de uso de técnicas automatizadas en la producción de imágenes científicas, suele justificarse por su mayor ‘objetividad’. Parece necesario, entonces, incorporar consideraciones sobre la objetividad y otras ‘virtudes’ o *desiderata* en la producción de imágenes científicas, para explicar por qué imágenes tradicionalmente consideradas menos ‘objetivas’, como las quirografías de Llorente-Bousquets y cols., posibilitan la obtención de información científica inédita. A continuación, se presenta un marco teórico para el análisis de estilos de representación pictórica, sus virtudes epistémicas asociadas, y su evaluación de científicidad en las imágenes *sui generis* de Llorente-Bousquets y cols.

ESTILOS DE REPRESENTACIÓN DEL EXOCORION

El énfasis de Flores-Gallardo *et al.* (2021) en la necesidad de visibilizar el proceso de producción de imágenes exocoriónicas, contra solo estudiar los productos terminados, se inscribe en la concepción de ‘estilos’ (*styles*) representacionales de Bredekamp *et al.* (2015). Un *estilo* es un conjunto de rasgos similares entre al menos dos ‘formas’ (*forms*) producidas por al menos dos diseñadores (*designers*). Esta definición, en apariencia demasiado vaga, adquiere precisión a través de sus modificaciones a la noción original de que proviene. Bredekamp y colaboradores propusieron esta unidad de análisis durante su proyecto colectivo de investigación sobre la imagen técnica (*Das technische Bild*), enfocado en el estudio de imágenes científicas,

tecnológicas y médicas. Retomaron el término de los ‘estilos’ colectivos y de pensamiento introducidos por Fleck (1935), referidos a sistemas histórico-socialmente ubicados de ideas y prácticas científicas, con dos modificaciones: 1) un énfasis sobre aspectos materiales, no psicológicos, en la producción de imágenes científicas; ii) la concepción de imágenes, no como ‘ilustraciones’ pasivas, sino como ‘agentes’ activos en la construcción del conocimiento científico. Llorente-Bousquets y cols. han publicado dos trabajos sobre técnicas estandarizadas para la producción de imágenes exocoriónicas (Nieves-Urbe *et al.* 2021, Flores-Gallardo *et al.* 2021). A la par, probaron su repetibilidad al capacitar nuevos colaboradores, quienes produjeron imágenes, descripciones y publicaciones de calidad coherente (Campos *et al.* 2020, Rivera-Galicia *et al.* 2020). Sin embargo, aún no hay otros grupos independientes de investigadores que apliquen esas técnicas de representación. Por ello, en este artículo se refiere a sus imágenes como un caso *sui generis* en la literatura, producto ‘híbrido’ de estilos de representación exocoriónica bien establecidos.

Existen al menos tres estilos preponderantes de representación exocoriónica en Lepidoptera: quirografías, fotografías e imágenes obtenidas mediante el MEB (en prep.). Según su modo de representación, las quirografías aun pueden dividirse en al menos dos subestilos distintos: *mimético*, correspondiente con un estilo descriptivo-realista; o *estructural*, correspondiente con un estilo esquemático-idealizado, al que aquí se aplica el término de *esquema letrado*. Flores-Gallardo *et al.* (2021: 151) mencionan que los estilos de representación automatizada (fotografía y MEB) permanecen relativamente desaprovechados como herramientas de exploración conceptual. Contra la tendencia actual, la quirografía es el estilo de representación preferido por Llorente-Bousquets y cols. Sus quirografías descriptivo-realistas se realizan a partir de conjuntos selectos de fotomicrografías e imágenes del MEB. Su calidad mimética es similar a la de sus fuentes, pero con ventajas de claridad y legibilidad a escalas relevantes, al enfatizar rasgos diagnósticos y deshacerse de ruido cognitivo o aberraciones artefactuales producidos por las herramientas automatizadas. Como se argumenta a continuación, dichas ventajas representacionales provienen del juicio entrenado del investigador y del ilustrador que trabajan de manera colaborativa, en oposición a la objetividad mecánica propia de imágenes algorítmicas como la fotografía y el MEB. Por otro lado, la científicidad de quirografías esquemático-estructurales no puede justificarse por mimesis o similitud con referentes concretos. Una exposición adecuada sobre las propiedades representacionales particulares de las quirografías amerita trabajos dedicados. A continuación, solo se presentan ideas básicas para analizar las quirografías de Llorente-Bousquets y cols.

Quirografía. Gubern (2017: 197, 201) llama imágenes *quirográficas* a aquellas de producción manual o artesanal, en oposición a las imágenes *digitales*, de producción mecánica o automatizada. Más que una distinción

categoría, el autor propone que la imagen digital surge de la maximización de principios constructivos heredados de la imagen quirográfica, pero liberados de su compromiso mimético con lo representado. Esta tipología de imágenes según sus modos de producción, corresponde con la distinción de Pauwels (2008: 152, 154) entre imágenes *no-algorítmicas* y *algorítmicas*. El autor las describe como límites de un continuo, en el que se gradualiza y problematiza la asociación monotónica usual entre automatización y objetividad. Pauwels se refiere a las imágenes dibujadas a mano (*hand-drawn*) como *intencionales*, al depender de las habilidades, decisiones y juicios personales de quienes las producen. No obstante, la elección e interpretación de imágenes algorítmicas también incluye intencionalidad, incluso en casos de automatización sofisticada, *e.g.* síntesis de imágenes digitales asistidas por robots en astrofísica (Ibarra y Zubia 2009). En principio, la mayor subjetividad inherente a las quirografías parece hacerlas menos confiables como imágenes científicas, toda vez que su científicidad se base en su objetividad. Sin embargo, Daston y Galison (2007) mostraron la existencia histórica y contemporánea de ‘virtudes epistémicas’ distintas de la objetividad, que también sirven como demarcadores de científicidad para imágenes, según sus medios de producción y fines de uso, *e.g.* la subjetividad del ‘juicio entrenado’ (*trained judgement*) de un investigador. En este estudio se harán explícitas las virtudes epistémicas que rigen la producción de imágenes exocoriónicas de estilos distintos.

Diagrama o esquema. El diccionario de la RAE define ‘diagrama’ como: “*m.* Representación gráfica, generalmente esquemática, de algo”. Según su significado etimológico hispánico (Corominas 1987: 252), ‘esquema’ proviene del latín *schema*, que significa ‘figura geométrica’, a su vez tomado del griego *skhēma* (σχῆμα), que significa ‘forma’, ‘figura’ o ‘actitud’. Diccionarios en lengua inglesa también establecen relaciones dispares, pero siempre próximas, entre los términos ‘esquema’ y ‘diagrama’; *e.g.* los consideran sinónimos (Weekley 1921), sinonimizan esquema con representación diagramática, o definen diagrama como figura ilustrativa que da un esquema general de un objeto, para exhibir la forma y relaciones entre sus partes (Simpson 2009). Deleuze (2013) profundiza en el concepto de diagrama en la pintura, sin llegarlo a definir con precisión y sin relación con la imagen científica.

En distintas lenguas los usos y significados de estos términos están enlazados. También es claro que parecen referir a representaciones que muestran, más que la apariencia de objetos, conjuntos de relaciones entre objetos, *i.e.* estructuras *sensu* Shapiro (2000: 257–259). La estructura de algo no son sus partes relacionadas (*relata*), sino las relaciones entre sus partes. Sin embargo, mientras un diagrama se define en función del tipo de representación que es, *i.e.* geométrico-espacial, un esquema se define en función del tipo de cosa que representa, *i.e.* una forma (Simpson 2009). Así, su relación se clarifica en sentido lógico: un diagrama es solo un tipo de esquema.

Un diagrama no es la única manera de representar formas, *e.g.* hay esquemas de axiomas o reglas de inferencia, en lenguaje lógico formal; pero parece que todo diagrama representa formas o relaciones estructurales entre formas de algún tipo, *e.g.* pictóricas, anatómicas, inferenciales o de flujo dinámico.

En sus publicaciones sobre el exocorion, Llorente-Bousquets y cols. llaman ‘esquemas’ a quirografías diagramáticas, acompañadas de terminología y señalizaciones, que representan partes, regiones o estructuras morfológicas del exocorion. Kant llamó esquema (*Schema*) a la: “representación (*Vorstellung*) de un procedimiento universal de la imaginación (*Einbildungskraft*) para suministrar su imagen (*Build*) a un concepto” (B179–B181). Si bien la noción kantiana de esquema parece referirse a una imagen mental, más que a una representación material concreta, se destaca aquí su cualidad universal al representar, no entidades individuales, sino conceptos. El uso del término ‘esquema’ por Llorente-Bousquets y cols. es compatible con esta tradición, debido a: i) su etimología como ‘forma’, al representar estructuras morfológicas, y ii) su función de conectar imágenes con conceptos (morfológicos), a través de la introducción de texto y señalizaciones.

Esquema letrado. Según Martínez (2009: 99): “Un diagrama es un tipo de imagen (generalmente acompañada de texto, o por lo menos de letras o números) constituida por elementos espacialmente distribuidos que guardan relaciones significativas entre ellos, que dependen y varían de acuerdo con su proximidad espacial y de acuerdo con ciertas convenciones estables dentro de una comunidad, que permiten identificar su significado dentro de cierto tipo de saber”. Afirma que los diagramas: “contribuyen al entendimiento en la medida en que nos dan una justificación *a priori* por medio de la intuición [...] porque está[n] basado[s] en la habilidad del agente racional de adquirir y desplegar ciertos conceptos que capturan propiedades espaciales” (*op. cit.* 99, 100), *i.e.* defiende la objetividad de un diagrama a través de una estrategia kantiana, por intersubjetividad.

Un ‘diagrama letrado’ (*lettered diagram*), *sensu* Giardino (2017: 504), es una combinación de elementos pictóricos y textuales, que permite hacer una generalización inferencial a partir de un ejemplo ofrecido. La autora retoma este término de Netz (1999), quien lo propuso para referirse a una invención original de la cultura griega, manifiesta en las construcciones geométricas de los *Elementos* de Euclides. En concierto de ideas con estos autores, pero de manera conservadora con el sentido de Netz, se propone aquí el término *esquema letrado* para referir a lo que Llorente-Bousquets y cols. llaman ‘esquema’ sin más; *i.e.* quirografías que representan caracteres y estructuras morfológicas con un estilo idealizado y geométrico, acompañadas de texto y señalizaciones, *e.g.* flechas, escalas, terminología, medidas. Se justifica la introducción del término, debido a: i) el poder ampliativo de un esquema

morfológico, referido a su capacidad de representar invariantes o límites de variación característica dentro y más allá de una muestra, como idealización geométrica obtenida a partir de múltiples observaciones, *i.e.* no solo por inducción enumerativa, sino por abducción, y ii) sus funciones ‘puente’ entre contenidos pictóricos y verbales, al mostrar, de manera sinóptica, relaciones entre términos teóricos y sus referentes morfológicos ‘tipo’. La tipicidad del esquema letrado se asemeja a la de un *arquetipo* según la homología general de Owen (1843, 1846).

Los esquemas letrados resultan especialmente útiles para estudios morfológicos, al representar estructuras de manera más eficaz y eficiente. Darden (2013: 21–23) afirma que los esquemas ocupan un lugar privilegiado en la representación de los *mecanismos* descriptivos o explicativos (según su caracterización ‘MDC’, dada por Machamer *et al.* 2000) que suelen constituir objetos centrales de estudio en biología contemporánea, *e.g.* la representación del ‘dogma central’ de la biología molecular, a través de un esquema letrado que describe el mecanismo de síntesis de proteínas. El autor enumera características de los mecanismos que pueden considerarse producto directo de su representación esquemático-estructural (presencia de entidades y relaciones, modularidad, orientación, conectividad, compartimentalización y localización de sus partes dentro de jerarquías o series) y distingue entre el esquema (*schema*) y boceto (*sketch*) de un mecanismo, según si sus componentes representativos han sido determinados por completo o no. Casanueva (2017) concurre en la indispensabilidad de uso de esquemas y diagramas en biología moderna, al enfatizar sus funciones como instrumentos pre-verbales de representación, procesamiento e intervención de datos, así como de relaciones inferenciales entre componentes propios o auxiliares de teorías científicas; el autor ejemplifica este punto mediante el desarrollo histórico de los cuadros de Punnett en genética mendeliana, cuyas versiones diagramáticas actuales desglosan el mecanismo de obtención e interpretación teórica de la matriz de datos.

Característica o *Begriffsschrift* (*conceptografía*) *exocoriónica*. Vitta (2003: 44–45) retoma la *característica geométrica* leibniziana, al definir ‘caracteres’ como cosas a través de las cuales se representan relaciones entre objetos de manera más fácil que con los objetos mismos. Llorente-Bousquets y cols. realizan esta tarea en la producción y refinamiento de esquemas letrados, los cuales funcionan también como *característica universalis* en su sentido más amplio. Esta se ha interpretado como una versión temprana de lenguaje formal unificado (*lingua franca*) o de lógica matemática (*calculus racionator*); dichas interpretaciones empobrecen la idea original de Leibniz (1679), cuyo objetivo era la creación de una escritura ideográfica que representara pensamientos de manera directa (Casanueva 2009: 216). Frege, en 1879, comprendió y retomó el proyecto leibniziano con su ‘conceptografía’ (*Begriffsschrift*) (Frege 2016: 42–44), *i.e.* un sistema para la representación directa de conceptos, que entonces pueden nombrarse y clasificarse

en múltiples lenguas, sin necesidad de traducción alguna.

Tanto Leibniz como Frege utilizaron diagramas para alcanzar su objetivo de representación conceptual directa. En 1882, Frege fue explícito en la necesidad de una cualidad figurativo-visual, no lingüística, en la construcción de una buena conceptografía (Frege 2016: 156–159). Esto posibilita una analogía con los esquemas letrados. Su parte letrada contribuye en la búsqueda de una *lingua franca*, para referir de manera más precisa a estructuras exocoriónicas. Su parte pictórica es la representación directa, visual o *icónica* (Macbeth 2012: 290, 291) de conceptos morfológicos, de modo que puedan inferirse nuevas relaciones relevantes entre los mismos. Llorente-Bousquets y cols. han comenzado a explorar su función como *calculus racionator* (lo cual requiere de reglas de transformación claramente definidas e instanciadas entre componentes de esquemas), al proponer y tabular estándares para la representación geométrico-esquemática de estructuras apicales (engrosamientos, abultamientos, tres tipos de proyecciones) y sus transformaciones en especies de la familia Pieridae (Nieves-Urbe 2021: 308). Bredekamp *et al.* (2015: 114) resaltan la función evidencial de los diagramas en la construcción de conocimiento científico. Al hacer evidentes relaciones estructurales entre caracteres y posibilitar otras nuevas, puede apreciarse cómo los esquemas letrados exocoriónicos, en su concreción material como quirografías, proveen de evidencia para:

- i) Identificar y conceptualizar, visualmente, caracteres homólogos.
- ii) Ordenarlos secuencialmente en estados de caracteres, según sus grados de proximidad o similitud estructural.
- iii) Polarizarlos, a través de algún método de polarización de secuencias de estados de caracteres.
- iv) Explicarlos mediante hipótesis de homogenia o de homoplasia en un marco filogenético.

Lo que permite hacer los trabajos conceptuales (i) y (ii) es la cualidad pictórica (no verbal, prelingüística) de los esquemas. Los pasos (iii) y (iv) requieren de su parte letrada, para conectar conceptos pictóricos con una teoría causal. De este modo, el esquema letrado sirve como herramienta no-verbal de conceptualización científica, al constituir una representación ‘puente’ entre evidencia empírica de caracteres homólogos, y la teoría filogenética que puede explicarlos por homogenia u homoplasia *sensu* Lankester (1870). A continuación, se presenta un análisis del proceso de construcción de imágenes exocoriónicas de Llorente-Bousquets y cols., según como sus fases ejemplifican distintas virtudes epistémicas (Daston y Galison 2007) en la construcción no-verbal de conceptos científicos.

VIRTUDES EPISTÉMICAS EN LA PRODUCCIÓN DE IMÁGENES CIENTÍFICAS

En su estudio histórico-filosófico sobre la objetividad (*Objectivity*), Daston y Galison (2007) definieron cuatro ‘virtudes epistémicas’ (*epistemic virtues*) durante el estudio

y evaluación de imágenes científicas; aquí se abrevian vernacularmente como sigue:

TtN = (*Truth-to-Nature*) Fidelidad con la Naturaleza

MO = (*Mechanical Objectivity*) Objetividad Mecánica

SO = (*Structural Objectivity*) Objetividad Estructural

TJ = (*Trained Judgement*) Juicio Entrenado

Estas virtudes son ‘epistémicas’ en tanto corresponden con concepciones históricas distintas de lo que es (o debe ser) la ciencia. Daston y Galison basan su estudio en la interpretación trascendentalista y post-kantiana del término ‘objetividad’; la cual ha servido históricamente para defender el realismo de resultados científicos, en la medida en que sean objetivos. Sin embargo, los autores puntualizan que la pregunta por la objetividad es principalmente epistemológica, no ontológica (Daston y Galison 2007: 260–261).

Al igual que las otras virtudes epistémicas propuestas, la objetividad es un criterio de demarcación para las ciencias, no un criterio de verdad (correspondentista) o para la adquisición de compromisos ontológicos. Esto la desacopla de discusiones metafísicas sobre realismo científico, y permite ver alternativas que cumplen la misma función epistemológica. Según los autores, sus ideas se originaron al reparar en que la objetividad tiene una ‘prehistoria’ en la historia de la ciencia, *i.e.* los contenidos científicos no siempre se han defendido en términos de objetividad, sin por ello dejar de considerarse científicos. Esto no constituye una historia de superación progresiva de virtudes, sino de su proliferación como demarcadores de científicidad: (*op. cit.* 17, 18). Uno de los méritos principales del enfoque de estos autores, consiste en contar esa historia a través de la producción y uso de imágenes, como recursos no-verbales en la generación de conceptos y teorías científicas. En esta sección se exponen aspectos relevantes de este modelo de virtudes epistémicas, para ubicarlas en: i) la historia de las imágenes exocoriónicas, y ii) su proceso estandarizado de producción en la propuesta de Llorente-Bousquets y cols.

Fidelidad con la Naturaleza (TtN). Basada en técnicas estandarizadas de dibujo manual o artesanal, *i.e.* quirografías, ‘Fidelidad con la naturaleza’ (TtN) quiere decir correspondencia de la imagen con la naturaleza del objeto representado, *i.e.* se evalúa respecto a algún concepto de naturaleza y naturalidad que le son indisociables. Los autores son enfáticos en que dibujar ‘del natural’ (*after life, from nature*) y dibujar ‘la naturaleza’ (*truth-to-nature*) no son lo mismo. TtN no es la representación mimética ‘fiel’ y presuntamente preteórica de algo, tal como aparece ante la vista, sino de su naturaleza esencial, velada por accidentes en su apariencia o aparición concreta; (*op. cit.* 98–99, 104). Los ejemplos ofrecidos por los autores, son quirografías reproducidas mediante técnicas de grabado, *e.g.* mezzotinta, litografía, para incluirse en atlas de historia natural; estos representan la suma del conocimiento del naturalista, que ha aprendido a ver lo esencial de los objetos estudiados, allende sus propiedades accidentales (*op. cit.* 20, 58, 59). Cuando no dibuja él mismo, el naturalista guía

y censura el trabajo del ilustrador, para que las ilustraciones de ejemplares sean típicas y conformes con estándares representacionales de fuerte carga teórica. Los términos clave de TtN son ‘selección y acentuación’ (*selection and accentuation*).

Es evidente que TtN pervive en la actualidad, a través del uso de quirografías científicas estructurales, tipológicas, esquemáticas o idealizadas en cierto grado. Esto no debe sorprender, pues, según la distinción de Barceló (2016), las quirografías poseen, por construcción, las siguientes ventajas ante la fotografía y otras técnicas automatizadas de representación pictórica:

- i) *Ergonómica*, dadas sus cualidades constitutivas de selección y acentuación, que a veces requiere un especialista para la comunicación eficiente de información.
- ii) *Epistémica*, en la representación eficaz de tipicidad y de relaciones estructurales entre objetos teóricos. En particular, a través del uso de esquemas letrados.

El grado de ‘naturalismo’ de una ilustración TtN, en tanto parecido visual con objetos concretos, puede tener cierto valor ergonómico, incluso retórico y persuasivo, en su función amplia de comunicar información densa (*i.e.* un fenómeno de variación continua o no discreta) de manera eficiente. Pero en cuanto a su dimensión epistémica, en su función estrecha de representar invarianza, su naturalismo o falta del mismo es irrelevante si no representa un objeto teórico propio con capacidad de generar inferencias nuevas.

Fidelidad con la Naturaleza Esencial (TtNE). La insistencia de los autores sobre la distinción entre propiedades ‘esenciales’ y ‘accidentales’ de los objetos, desde el Renacimiento hasta la Modernidad, se ampara en el llamado ‘esencialismo’ y ‘pensamiento tipológico’ (Wilkins 2009, Richards 2010), que recorre la historia de la filosofía y de la ciencia en occidente desde las obras de Platón y Aristóteles. El esencialismo *simpliciter* puede entenderse como una tesis doble: ontológica, *i.e.* existen las esencias, y epistemológica *i.e.* conocer algo es develar su esencia; TtN es solo la mitad, esto es epistemológica. Como desarrollo histórico del método aristotélico *per genus et differentiam*, la ciencia TtN consiste en encontrar las propiedades definitorias de clases de objetos. En términos de filosofía de la ciencia del siglo XX, el concepto de *esencia* se acopla al de definición *intensional* (Quine 1951: 22); según el cual, una clase se define intensionalmente por propiedades *esenciales*, *i.e.* suficientes y necesarias: todos los miembros de la clase las poseen y solo ellos, de manera exclusiva (por suficiencia) y exhaustiva (por necesidad). Estas condiciones pueden resumirse y describirse por la semántica de la conectiva lógica de *implicación estricta*:

$(\alpha \rightarrow \beta) : \alpha \text{ implica } \beta$, o bien, siempre que se cumpla α , se cumple β .

Si eso ocurre, se dice que α es *suficiente* para β , y que β es necesario para α . Sean A una clase, x un miembro cualquiera de A y P una propiedad dada; entonces, sus

relaciones se formalizan del siguiente modo:

Que x posea P es *suficiente* para que sea miembro de A :

$$P(x) \rightarrow x \in A \quad (A \text{ si } P)$$

Que x posea P es *necesario* para que sea miembro de A :

$$x \in A \rightarrow P(x) \quad (A \text{ solo si } P)$$

Que x posea P es *esencial* (suficiente y necesario) para que sea miembro de A :

$$P(x) \leftrightarrow x \in A \quad (P \text{ si y solo si } A)$$

Con independencia de su estilo quirográfico asociado, TtN es esencialismo epistemológico. Para mayor claridad, se propone aquí un refinamiento del término que refiera, de manera más general, a una *Fidelidad con la Naturaleza Esencial* y abreviar cada uno como sigue: **TtN** = Fidelidad con la Naturaleza (esencialismo epistemológico quirográfico); **TtNE** = Fidelidad con la Naturaleza Esencial (esencialismo epistemológico). La misma semántica que define la implicación estricta, permite ver que cumplir TtN (condición fuerte) es suficiente para cumplir TtNE (condición débil), y que cumplir TtNE es condición necesaria para cumplir TtN, *i.e.* $TtN \rightarrow TtNE$. Toda representación que sea científica según TtN, lo será según TtNE, pero no al revés.

Objetividad Mecánica (MO). Acoplada al surgimiento del *autoprint*, la fotografía y ulteriores técnicas automatizadas en la producción de imágenes, la ‘Objetividad mecánica’ (MO), se definió inicialmente de manera negativa, como ausencia de subjetividad, *i.e.* se evalúa en oposición a algún concepto de sujeto y subjetividad que le son indisolubles. MO nació con el ideal epistemológico de conocer las cosas en sí mismas, con independencia de nosotros y nuestras ideas sobre ellas, *i.e.* intentar conocer el *noumeno* kantiano. La estrategia para conseguirlo fue la implementación de una política estricta de intervención mínima del sujeto en la producción de imágenes científicas, para que la naturaleza “*hable por sí misma*”. Esta estrategia convirtió la aspiración inicial de obtener conocimiento nouménico (un sinsentido, dada su imposibilidad por definición) en un fenomenismo radical; según el cual, la ciencia privilegia la representación de objetos singulares, tal como aparecen ante la vista, mediante la captura minuciosa de todas sus ‘imperfecciones’ y accidentes. Al margen de críticas sobre su uso, se creyó poder alcanzar estos nuevos fines epistémicos con la cámara fotográfica; cuyo lente mecánico, de ‘mirada ciega’ (*blind sight*) o desprejuiciada, registra detalles tan bien o mejor que el ojo humano, más sesgado y cargado de teoría cuanto mejor entrenado esté en la tradición TtN (Daston y Galison 2007: 120–126).

El surgimiento de técnicas mecánicas y automatizadas para la producción de imágenes, es solo una posible vía de materialización para los fines epistémicos dados por la primera definición conceptual de MO, como negación o supresión de la subjetividad: “The automatism of the photographic process promised images free of human interpretation — objective images, as they came to be

called. [...] By a process of algebraic cancellation, the negating of subjectivity by the subject became objectivity” (*op. cit.* 130–131). Comprender la obtención histórica de su definición positiva, como intersubjetividad, requiere una discusión ortogonal a sus medios de producción, sobre la influencia de Kant y su replanteamiento apriorista de la objetividad. En este estudio, solo se perfilan los aspectos más generales de esta transformación.

Objetividad Apriorista (AO). En la segunda edición de *Crítica de la razón pura*, del año 1787, Kant (2009) sugiere la cualidad *a priori* de un conocimiento como demarcador de su cientificidad, y llama ‘trascendental’ al estudio de las condiciones de aprioridad, *i.e.* de cientificidad, para un conocimiento (B4, B17, B26). Comprender la ‘objetividad’ post-kantiana como virtud epistémica, requiere elucidar la conexión entre sus conceptos de ‘objeto’ y de conocimiento *a priori*, a través de un enfoque trascendental. Daston y Galison atribuyen a Kant la reintroducción y popularización, de los términos ‘objetivo’ y ‘subjetivo’, producto de su distinción epistemológica entre objeto y sujeto. La objetividad post-kantiana, como demarcador de cientificidad, proviene de tres tareas conceptuales que realiza el término ‘objeto’; al denotar —con alternancia— fenómenos particulares, noumenos y finalmente la concepción apriorista y normativa de fenómenos.

Kant no considera ‘objetivamente válido’ (*objektiv gültig*) un concepto solo inteligible, sino que debe ser sensible. Por consiguiente, el ‘objeto’ de representación objetiva no puede ser un noumeno, entendido como objeto pre-representacional y no fenoménico (B306, B309, B312). La noción kantiana de ‘objeto’ es más general que la de ‘objetividad’; pues hay objetos, solo inteligibles, que no pueden ser objeto de representaciones objetivas. Sin embargo, es el sujeto trascendental (*transscendentales Subject*) (A354, A355), no el objeto trascendental (A109, B523), lo que hace *a priori*, *i.e.* universal y necesaria, a una representación científica. Dicho en términos definitorios: en una *representación científica*, el objeto trascendental es la condición necesaria o genérica de *representabilidad*, y el sujeto trascendental es la condición suficiente o específica de *cientificidad* en tanto objetividad.

Así, la influencia de Kant transformó la objetividad científica en *intersubjetividad máxima*. La subjetividad no puede ser suprimida, solo gestionada; lo que distingue a la objetividad no son sus técnicas de representación, sino su definición respecto a la subjetividad: negativa, como minimización de subjetividad, o positiva, como maximización de intersubjetividad. Conviene distinguir estos dos sentidos de objetividad post-kantiana, descritos por Daston y Galison; llámese al segundo *Objetividad Apriorista*, abreviada del modo siguiente: **MO** = Objetividad Mecánica (minimizar subjetividad); **AO** = Objetividad Apriorista (maximizar intersubjetividad). Estos sentidos están desacoplados en sentido lógico; pueden ir en conjunción o no, y MO no implica AO ni viceversa. Esto se debe a que el objeto representacional cambia en cada caso:

fenómenos singulares intervenidos de manera mínima, para MO, y leyes fenoménicas de cobertura máxima, para AO.

Objetividad Apriorista Pluralista (PAO). En el límite, AO es sinónimo *salva veritate* de certeza apodíctica, *i.e.* validez lógico-deductiva, propia de las demostraciones geométricas. Pero Kant mismo enfatizó que esto es imposible de obtener en ciencias empíricas, cuyas leyes son obtenidas por inducción (B4). Hoy día, las formas puras de la intuición y las categorías del entendimiento de Kant están en desuso filosófico casi total, especialmente como justificación de la cualidad *a priori*, *i.e.* universal y necesaria, de las leyes científicas. Existen propuestas neokantianas que conservan su esquematismo trascendental, pero niegan la unicidad del esquema, *e.g.* el realismo interno de Putnam (1994) o el ‘kantianismo relativista’ (*relativistic Kantianism*) de Lynch (2001). Estas propuestas ontológicas sobre realismo, son relevantes en epistemología porque, con la pérdida de unicidad del esquema trascendental, parece perderse también la justificación apriorista del conocimiento científico; con lo cual, AO pierde operacionalidad como demarcador de científicidad. Sin embargo, Lynch (2001) argumenta que este problema solo surge desde un enfoque absolutista, ya sea ontológico o epistemológico. Desde un enfoque pluralista, cada esquema conceptual puede preservar su normatividad apriorista local y, con ello, su realismo u objetividad internos. Putnam (1994: 13, 14) propuso el realismo interno como defensa de la objetividad ante el convencionalismo y relativismo extremos del posmodernismo americano y francés (*e.g.* de Rorty o Derrida). Según el autor, reconcebir la objetividad como normatividad intersubjetiva es el ‘empuje real’ de la *Crítica* de Kant; por lo cual presenta su propuesta como un kantianismo revisado, donde se preserva, restringida, la objetividad apriorista intersubjetiva y se prescinde del nóumeno (Putnam 1994: 90, 93–96, 109, 110).

El realismo interno de Putnam, apoyado por el kantianismo relativista de Lynch, preservan el realismo y normatividad epistemológica post-kantiana, al restringir el apriorismo dado por el sujeto trascendental a uno dado sólo por el esquema conceptual adoptado por una comunidad epistémica. Así, la objetividad post-kantiana, o intersubjetividad maximal, pervive como demarcador de científicidad también desde un enfoque pluralista, toda vez que los sujetos involucrados veamos lo mismo de un fenómeno ‘en igualdad de condiciones’, *i.e.* con la adición de una cláusula relativista *ceteris paribus*, en la intersubjetividad de nuestras observaciones y sus representaciones. Llámese a esto *Objetividad Apriorista Pluralista*; se abrevia del modo siguiente: **AO** = Objetividad Apriorista (maximización de intersubjetividad); **PAO** = Objetividad Apriorista Pluralista (*AO ceteris paribus*). En sentido lógico, AO es más fuerte que PAO: $AO \rightarrow PAO$. La científicidad de una imagen, en términos de su objetividad, puede entonces defenderse a través de al menos dos estrategias:

i) **MO**: Por el uso de dispositivos y procesos

algorítmicos (*sensu* Pauwels 2008) en su producción, como supresores de subjetividad y entonces proveedores de objetividad mecánica.

ii) **AO / PAO**: Por la estandarización de sus técnicas —no necesariamente algorítmicas— de producción, junto con la propuesta de convenciones para su estudio e interpretación, de modo que se maximice su intersubjetividad dentro de una comunidad epistémica.

En el caso de las imágenes *sui generis* de Llorente-Bousquets y cols., MO se ejemplifica en el uso inicial de fotomicrografías y del MEB. PAO se ejemplifica en diversas fases de la investigación, en la medida en que las prácticas y resultados obtenidos sean maximalmente intersubjetivos, a través de un proceso de covalidación colectiva. En particular, PAO guía las propuestas de los autores (Nieves-Urbe *et al.* 2021; Flores-Gallardo *et al.* 2021) sobre estándares para la producción, estudio e interpretación de imágenes exocoriónicas en Pieridae.

Objetividad Estructural (SO). Producto de desarrollos en lógica matemática y en filosofía temprana de la ciencia, la ‘Objetividad estructural’ (SO) consiste en una versión extrema de AO, al punto de prescindir de imágenes y de objetos por completo, para quedarse sólo con sus relaciones estructurales, *i.e.* se evalúa con respecto a algún concepto de relación y de estructura que le son indisolubles. Los defensores de SO sostuvieron que la intersubjetividad maximal buscada reside, no en la observación de entidad alguna, sino en la develación de sus relaciones lógicas, como partes u ocupaciones de lugares dentro una estructura invariante, a través de las distintas percepciones que licita. La concepción SO, subtítuloada por los autores como ‘objetividad sin imágenes’ (Daston y Galison 2007: 253–254), ve en el concepto de estructura aquello que puede ser lo mismo para todos los sujetos cognitivos y hacer de la ciencia un conocimiento universal, comunicable siempre y en todo lugar.

SO podría parecer irrelevante para este ensayo, al ser radicalmente no-representacional. Podría aducirse que SO interviene en el proceso de representación exocoriónica, toda vez que los esquemas letrados de Llorente-Bousquets y cols. representan estructuras morfológicas. Sin embargo, la virtud que opera en esos casos es TtN, no SO. Esto se debe a que su informatividad, como representación de estructuras morfológicas, depende de las características topológico-espaciales del esquema; cuyo diseño es consecuencia de y pensado para las características constitutivas de usuarios cognitivos como nosotros mismos, *i.e.* seres humanos con vista normal o estándar. Los esquemas letrados se elaboran, también, en consideración de su componente ergonómico, para deshacerse del ruido cognitivo presente en las fotomicrografías y en las imágenes del MEB. *Qua* imágenes, poseen aún un componente mimético dado por la similitud parcial entre sus formas idealizadas y los ejemplares particulares que sirvieron de modelos. Por ello,

los esquemas letrados no cumplen, ni pueden cumplir, los estándares impuestos por SO, sobre conocimiento comunicable de manera universal *ad litteram*, para todos los sujetos cognitivos del universo, incluidos seres con órganos de visión diferentes (Daston y Galison 2007: 255, 259, 260).

Tal vez la ‘topología’ exocoriónica podría traducirse en lenguaje formal de topología algebraica, prescindiendo de la opticalidad del esquema, para satisfacer mejor las demandas de científicidad de SO. Sin embargo, esa algebrización exocoriónica aún tendría que superar la prueba de legibilidad universal para ser científica según SO, *i.e.* probarse inteligible, como sistema de caracteres, para hablantes de lenguas cuya sintaxis y semántica no correspondan con las constricciones que nuestra fisicalidad humana impone a nuestras representaciones lingüísticas y lógico-formales. En general, parece improbable que contenido epistémico alguno pueda cumplir con los estándares de científicidad impuestos por SO; el límite de intersubjetividad *de facto* parece estar dado por AO, si no es que por PAO, que es su versión más débil (*i.e.* SO \rightarrow AO \rightarrow PAO). La maximalidad local, como condición debilitante respecto a SO, y la cláusula *ceteris paribus*, como condición debilitante respecto a AO, son lo que ha dado como resultado histórico la pluralidad de esquemas conceptuales que dotan de científicidad por PAO a nuestras representaciones, conceptos y teorías.

Breidbach y Vercellone (2015a,b) han propuesto el uso de teoría de grupos como modelo algebraico para estudios morfológicos. Esta idea podría ser compatible con proyectos contemporáneos, que estudian la SO de representaciones diagramáticas, al concebirlas como *characteristica universalis* leibniziana (Casanueva 2009) o mediante la conceptografía de Frege (Macbeth 2012). Sobre esto, dicen Daston y Galison (2007): “Gottlob Frege may not, for example, have described his logical innovations in terms of ‘structures’, but when Rudolf Carnap later enlisted post-Fregean logic in the service of an emphatically ‘structural’ objectivity, he believed that he was using Fregean means to reach a Fregean end (even echoing Frege’s favorite analogy between formal logic and Leibniz’s *characteristica universalis*) [...] The theory of relations he advanced in his magnum opus, *Der logische Aufbau der Welt* (*The Logical Construction of the World*, 1928), aimed to overcome ‘the subjective departure point of all knowledge in the content of experience’ by constructing an intersubjective, objective world [...] identical for all subjects” (*op. cit.* 253-255, 290).

Descrita así por Carnap, es claro que SO solo es una versión extrema de intersubjetividad; una AO *universalis*, por retomar el término leibniziano, como conocimiento comunicable para todos los sujetos *posibles*, *i.e.* según Carnap (1969: 25), describibles sin contradicción. Consérvese entonces su nombre y abreviatura, concebida de este modo: AO = Objetividad Apriorista (maximizar intersubjetividad); SO = Objetividad Estructural (AO *universalis*); SO \rightarrow AO. Dicho lo anterior, hay diagramas

que pueden y suelen representar estructuras de modo no-mimético, pero descriptivo y hasta explicativo, toda vez que representan procesos. Un ejemplo es la concepción hennigiana del cladograma, basado en la *Strukturbild* (imagen de una estructura) de Carnap, como diagrama de relaciones filogenéticas (Rieppel 2016: 301). En él, las especies no se definen por propiedades intrínsecas, sino por sus relaciones dentro del sistema; la teoría de descendencia con modificación, principio regulador, da al sistema una estructura estrictamente ‘arborescente’, jerárquica o de *orden parcial* (Papavero y Llorente-Bousquets 2006, Papavero *et al.* 2009). La científicidad del sistema filogenético *sensu* Hennig (1965, 1966; Rieppel 2016) no está dada por las especies o grupos monofiléticos que contenga como entidades, sino solo por la objetividad estructural (SO) del ‘árbol’ filogenético del que son parte, entendido como proceso.

Juicio Entrenado (TJ). El juicio entrenado (TJ) surge como reacción a la objetividad mecánica (MO), al revalorar la mirada subjetiva, pero selectiva y juiciosa, del investigador entrenado, que posibilita una interpretación afortunada de imágenes producidas por medios automatizados, *i.e.* se evalúa con respecto a algún concepto de selección y de interpretación que le son indisociables. TJ es radicalmente no mecánico, algorítmico ni estandarizado, sino heurístico o abductivo: depende de la intuición del científico, capaz de encontrar relaciones sintéticas no reducibles a la suma analítica de detalles en una imagen mecánica. Ante el problema de discernir lo normal de lo aberrante, o lo informativo de lo ruidoso, aplicar TJ con éxito implica discriminar y jerarquizar información de imágenes, para detectar patrones de similitud distributiva dentro de la variación (Daston y Galison 2007: 309–319). El término clave de TJ es un concepto filosófico: el parecido de familia (*Familienähnlichkeit*) propuesto por Wittgenstein en 1953 (Wittgenstein 2004: §65-67).

La primera observación evidente, es que TJ rige toda la cadena de producción de imágenes exocoriónicas de Llorente-Bousquets y cols., justo después de la obtención, por MO, de fotomicrografías del estereoscopio e imágenes del MEB. Según su criterio de demarcación, la aplicación posible de TJ comienza con el uso de tecnologías mecánicas durante el proceso de producción de imágenes. Sin embargo, según la definición de Daston y Galison, puede hablarse de TJ *sensu lato* como detección de parecidos de familia (*Familienähnlichkeit*) wittgensteinianos (FäW). Con ello, TJ adquiere un sentido más general y vasto en implicaciones, al operar en la elección, tanto de tecnologías y técnicas por aplicar, como en la elección de ejemplares cuasi-típicos (por FäW) por escrutar. Más aún, TJ parte de imágenes mecánicas, producidas con MO, y aplica la ‘mirada sinóptica’ (*Übersichtlichkeit*) wittgensteiniana en la producción de ‘representaciones sinópticas’ (*übersichtliche Darstellung*) nuevas, que posibilitan ‘ver conexiones’ (*Zusammenhänge sehen*) teóricas complejas. Esto ocurre al detectar gradualidad o variabilidad, mediante ‘casos

intermedios' (*Zwischenglieder*) que median entre objetos u otros contenidos teóricos que se creían disjuntos (IF, I, §122); lo cual concuerda con el principio metodológico darwiniano, sobre aprender a ver los objetos como ubicados en una serie y dar a esta una posible interpretación temporal y transformacional: "Certainly no clear line of demarcation has as yet been drawn between species and sub-species [...] These differences blend into each other by an insensible series; and a series impresses the mind with the idea of an actual passage" (Darwin 1859: 52).

La consecuencia más importante de esta reformulación es que TJ es patente en el quirografado de esquemas letrados secuenciales. Estos esquemas, obtenidos por TJ a partir de imágenes mecánicas (MO) y de quirografías descriptivo-realistas (TtN), visibilizan conexiones entre rasgos exocoriónicos que al inicio parecían caracteres distintos; transformándolos sinópticamente en estados posibles de un mismo carácter. En tanto 'casos intermedios', estos estados de caracteres pueden, a su vez, recibir una interpretación filogenética al devenir relativamente plesiomórficos o apomórficos mediante algún criterio de polarización, *e.g.* método del grupo externo, en sentido hennigiano. Es decir, TJ usa MO como base, para obtener una nueva TtN gradualista y, en ocasiones, dinámica o procesual.

Lo anterior muestra la existencia de relaciones epistemológicas entre TtN y TJ, más allá de ocurrir antes o después que MO. Una elucidación ulterior de estas virtudes, viene dada por la relación entre los conceptos filosóficos que las fundamentan; a saber, arquetipos owenianos (TtN) y parecidos de familia wittgensteinianos (TJ/FäW), respectivamente. Por ahora, llámese a la segunda *Juicio Entrenado Wittgensteiniano* y abréviase del modo siguiente: **TJ** = Juicio Entrenado (detectar FäW en imágenes MO); **TJW** = Juicio Entrenado Wittgensteiniano (detectar FäW). En sentido lógico, TJ es más fuerte que TJW: $TJ \rightarrow TJW$.

Juicio Entrenado Wittgensteiniano (TJW). El que TJW consista en encontrar parecidos de familia wittgensteinianos (FäW) es relevante para el llamado 'problema de las especies', sobre la definición correcta de lo que sean las especies biológicas, y sobre criterios operacionales en su demarcación. Según estudios comprensivos en el tema, desde enfoques históricos (Wilkins 2009), filosóficos (Kitcher 1984, Stamos 2003, Richards 2010) y biológicos (Mayden; 1997, Zachos 2016), el cuasi-consenso actual apunta a la superioridad de conceptos de especie cuya ontología sea individualista, *i.e.* que la conciban como un *individuo histórico sensu* Ghiselin (1969, 1997). Esta concepción posee gran aceptación en filogenética, dada su compatibilidad histórica con las obras de Haeckel y de Hennig (Wiley y Lieberman 2011, Rieppel 2016). Sin embargo, existen otras propuestas de solución, *e.g.* definir a las especies como *clases cluster de propiedades* (Beckner 1959, Boyd 1999, Ereshefsky 2010), basadas de manera explícita en el concepto de FäW: todos los miembros de la especie comparten algún *cluster* de propiedades entre sí, pero no hay una sola propiedad compartida por todos,

i.e. esencialismo de Adanson (nivel de familia) según Papavero *et al.* (1997). Esto coincide con la diferencia de Linnaeus (1735) entre el *nomen legitimum*, que posee toda especie según la Lógica de Port Royal, y el *nomen essenziale* aristotélico, no aplicable en numerosos casos (Papavero *et al.* 1997: 182).

Clasificar por *clusters* supone la existencia de condiciones suficientes, mas no necesarias, en la fijación del referente convencional de una especie; por ello, constituye una propuesta de *esencialismo disyuntivo débil* (Richards 2010: 156, 212), dado por relaciones de similitud, en oposición al *esencialismo conjuntivo fuerte*, dado por una relación de identidad característica estricta. La discusión ontológica parece haberse decidido en favor de definir a las especies como individuos; pero persiste el problema epistemológico de encontrar criterios operacionales para su demarcación. Hay dos razones fundamentales y correlacionadas, para argumentar que diversas representaciones típicas según TtNE, lo son en realidad según TJW:

- i) Existe variación intraespecífica entre organismos, poblaciones y razas geográficas, que puede ser mayor a la variación interespecífica, *i.e.* por implicación, no hay criterios claros ni uniformes para determinar grados de diferencia que diagnostiquen aislamiento reproductivo completo.
- ii) La clasificación biológica es por similitud, no por identidad. La inmensa mayoría de investigadores en sistemática usan TJW, *i.e.* detección de FäW, como criterio operacional en la demarcación de especies, mediante análisis de distribución de sus caracteres. Dicho de otro modo, la clasificación biológica no forma clases de equivalencia.

En matemáticas, una *relación n-aria* es un subconjunto del producto cartesiano de *n* clases. Una relación binaria, definida en una clase, es *de equivalencia* si y solo si es reflexiva, simétrica y transitiva. Esto constituye una generalización de las propiedades de la relación de igualdad o identidad, que es su ejemplo paradigmático. Las relaciones de equivalencia inducen una *partición* de la clase, en la que cada uno de sus elementos pertenece a alguna y solo una parte. Esas propiedades son los *desiderata* usuales para una clasificación; en sistemática, se querría que ninguna especie, como clase, fuese de extensión vacía (*i.e.* sin organismos), que todos los organismos pertenezcan a una y solo una especie y que la lista de especies sea un inventario total de la diversidad organismica. Esto sólo sería posible si conociésemos el total de especies, y la relación entre organismos coespecíficos fuese de identidad característica o formal, como postula la homología *sensu* Owen (1843, 1846). Pero no parece ser así: no conocemos el total de la diversidad de los organismos que varían en sus formas. La relación con que de hecho agrupamos organismos, es de *similitud*; la cual, es reflexiva y simétrica, pero no necesariamente transitiva (Suárez 2003: 31).

Este problema sólo afecta a TtNE bajo el concepto oweniano de homología como identidad característica

estricta, sin variación. Breidbach interpretó al *Gestalt* goetheano como invariantes de una colección de patrones, que al poder ser transformados uno en otro, forman una clase de equivalencia (Breidbach y Vercellone 2015a: 105–110). Sin embargo, Bortoft (1996: 82–85, 98) considera un error filosófico e historiográfico común el adjudicar un sentido ‘analítico’ y estático a las nociones holistas y dinámicas de la morfología goetheana. Los *Urphänomene* son fenómenos concretos y directamente observables; cuyo estudio fenomenológico escrupuloso, permite intuir leyes metamórficas que expresen la totalidad de posibles manifestaciones de una forma o *Gestalt*, i.e. su intervalo de variación (Bortoft 1996: 82–85, 98). Ante la variación fáctica, cuya consecuencia es que se clasifique por similitud, se elucida que *Urformen* goetheanas, reconocibles por TtNE debilitado, puedan clasificarse por TJW mediante FäW wittgensteinianos.

Fidelidad con la Naturaleza Goetheana (TtNG). Plaud (2010) ofreció un estudio comparativo de las concepciones goetheana y wittgensteiniana de cientificidad, según los principios que fundamentan sus metodologías respectivas. La clave del argumento de Plaud, consiste en la distinción entre el objeto de representación goetheana, i.e. el *Urphänomen* o ‘fenómeno primitivo’, de su representación en una teoría, i.e. la *Urbild* o ‘imagen primitiva’ (*primal picture*) del mismo (Plaud 2010: 35). El núcleo de la crítica wittgensteiniana a la *Urbild*, se basa en su supuesto ‘esencialismo peligroso’ (*dangeorus essentialism*), que suprime la variabilidad fáctica y aleja a la ciencia de la realidad. Como remedio, Wittgenstein propone la mirada sinóptica de sus FäW, i.e. esencialismo disyuntivo débil, que él mismo aplica al estudio científico de ‘juegos del lenguaje’ (*Sprachspiel*). Plaud (2010: 36) muestra que la ciencia goetheana se demarca, no en función de lo representado, sino a través de su modo de representación clarificatoria en la *Urbild*; así, Plaud subsume epistemológicamente los FäW al método científico-morfológico de Goethe, como demarcadores de cientificidad.

Los FäW del TJW son un recurso útil en la demarcación (no definición) de especies y grupos naturales superiores en filogenética, debido al fenómeno ubicuo de la heterobotmia (Hennig 1965, 1966) o superposición de caracteres de acuerdo con la formulación de Dollo en 1895 (Rieppel 2016: 75-77, 294). Por otro lado, los esquemas letrados de Llorente-Bousquets y cols., al representar tanto invarianza como transformaciones estructurales, serían científicos por TtN goetheana. En la sección TJ previa se dijo que TJW se asemeja a una TtN enriquecida con una reinterpretación gradualista, dinámica o procesual; refiérase a ella como *Fidelidad con la Naturaleza Goetheana* y abréviase como sigue; **TJW** = Juicio Entrenado Wittgensteiniano (detectar FäW) **TtNG** = Fidelidad con la Naturaleza Goetheana (TtN gradualista o dinámica).

Según el argumento de Plaud, TJW es un subcaso de TtNG, i.e. $TJW \rightarrow TtNG$. TtNE, como esencialismo disyuntivo fuerte, es subcaso de TJW, y entonces también

de TtNG. Si consideramos que TtN es un caso de TtNG para fenómenos de variación nula o proceso instantáneos, tenemos también que $TtN \rightarrow TtNG$; teníamos ya que $TtN \rightarrow TtNE$. Para que el conjunto de relaciones sea coherente, es necesario que TJW ocupe un lugar lógico intermedio entre TtNE y TtNG.

Modelo extendido de virtudes epistémicas (D&G+).

Como producto de estas elucidaciones, se presentan de manera sinóptica los nuevos significados propuestos y las relaciones lógicas entre virtudes epistémicas de los modelos, original y extendido, de Daston y Galison (Figura 3). Se propone abreviar cada modelo del siguiente modo: **D&G** = Virtudes epistémicas de Daston y Galison (2007); **D&G+** = Virtudes epistémicas de Daston y Galison (2007) extendido. A continuación, se aplican ambos modelos al proceso de producción de imágenes exocoriónicas de Llorente Bousquets y cols.

DISCUSIÓN

Virtudes epistémicas en la historia y producción de imágenes exocoriónicas. Daston y Galison presentaron su lista de cuatro virtudes epistémicas según su orden de aparición histórica, asociadas con el surgimiento de tecnologías de producción de imágenes:

TtN \rightarrow MO \rightarrow SO \rightarrow TJ

Este orden sucesivo corresponde relativamente bien con el orden de aparición histórica de los estilos de representación exocoriónica: i) quirografías, que ejemplifican TtN; ii) fotomicrografías del estereoscopio e imágenes del MEB, que ejemplifican MO; iii) intervención de fotomicrografías e imágenes obtenidas a partir del MEB, que ejemplifican TJ; SO no interviene, al no ser representacional, a menos que se adjudique cientificidad por SO a árboles filogenéticos posibles obtenidos por caracteres exocoriónicos. Esto último requeriría un fundamento hennigiano estricto, ontológico y epistemológico, lo que no es la norma; por el contrario, puede hablarse de una posible crisis de cientificidad en cladística, debido a la implementación infundada de algoritmos computacionales (Fitzhugh 2006, Hamilton 2014, Rieppel 2014); los cuales, en todo caso, justifican su cientificidad a través de MO.

Este orden histórico no corresponde con el orden de uso de estilos en la producción de imágenes exocoriónicas por Llorente-Bousquets y cols. Esa discrepancia de orden no es problemática, pues el orden de aparición histórica de las virtudes no determina su lugar en una cadena de producción pictórico-conceptual. Lynch y Woolgar (1990: 8) recomendaron no interpretar representaciones en sucesión, o de estilos naturalista o abstracto, como etapas sucesivas de alejamiento o aproximación (monótona) al objeto real, sino solo como relaciones transformativas entre representaciones, cual dispuestos en una ‘línea de ensamblaje’ de objetos epistémicos. La secuencia básica de producción y uso de las imágenes exocoriónicas, por parte de Llorente-Bousquets y cols., según el modelo D&G es la siguiente:

MO → TJ → TtN

Grosso modo, sus imágenes exocoriónicas transitan por las siguientes etapas: i) fotomicrografías e imágenes del MEB, correspondientes con MO; ii) quirografías descriptivo-realistas, a partir de las imágenes MO anteriores, correspondientes con TJ, y iii) esquemas letrados, en armonía con el apartado verbal, mediante señalización y con la adición de glosarios y tabulaciones, correspondientes con TtN. SO intervendría en la eventual propuesta de hipótesis filogenéticas completas; pero Llorente-Bousquets y cols. no se ocupan de esto por ahora. Este primer diagrama lineal es aún muy inexacto, en consideración del carácter periódico o cíclico de ciertos pasos del proceso. Con excepción del primer paso (MO), TJ incide retroactivamente en casi todo el proceso, a través de la revisión crítica y colectiva de quirografías realistas, esquemas, tabulaciones y glosarios, conforme se avanza en la redacción del texto. Una mejor rendición del proceso en conjunto, con sus virtudes epistémicas correspondientes, puede representarse en un diagrama de flujo (Figura 4).

Superpuesto sobre el diagrama de flujo, el modelo D&G permite visualizar aspectos generales en la división del trabajo conceptual, según la distribución de virtudes epistémicas en los tres estilos representacionales (quirografía, fotomicrografía y MEB). Sin embargo, D&G muestra problemas importantes de imprecisión. El esencialismo conjuntivo fuerte de TtN funciona en representaciones esquemático-idealizadas; pero realmente no ocurre en la práctica, pues se levantan y estudian caracteres solo por similitud, propia de TJW. TtNE, como esencialismo *simpliciter*, puede incidir en otros aspectos del proceso, *e.g.* en la redacción de glosarios, al proponer definiciones intensionales de caracteres o estructuras. La relación retroactiva del texto con las quirografías, puede introducir AO —o por lo menos PAO— en las mismas. TtNG es operativa, toda vez que se representen principios metamórficos de caracteres, así como en su interpretación filogenética y vertida en cladogramas. Conviene entonces visualizar nuevamente el diagrama a la luz de D&G+ (Figura 5). Pueden hacerse distinciones adicionales, al tomar la sección de producción de imágenes del proceso desglosado en la Figura 1 y aplicar D&G+ (Figura 6):

Aspectos notables en la aplicación de D&G+ incluyen:

- i) Fotografías y MEB son científicos por OM y AO.
- ii) Quirografías descriptivo-realistas son científicas por TJ, TJW y PAO.
- iii) Esquemas letrados son científicos por TtN, TtNG, TJW, y PAO.
- iv) Hay solapamiento de virtudes en fases y estilos de imágenes distintos (forman un FäW).
- v) El solapamiento preserva relaciones lógicas entre virtudes, *e.g.* TtNE → TJW.
- vi) TJW señala el uso de la similitud, en general, o de generalizaciones pese a variación.
- vii) TtNG señala interpretaciones dinámicas y/o procesuales de caracteres, en general.

- viii) ‘Retroalimentación’ de PAO, del texto hacia las imágenes, al buscar su correspondencia mutua y realizar representaciones ‘puente’ (esquemas letrados, tabulaciones, glosarios),
- ix) Solo la fase inicial tiene dominancia de objetividad, por MO y AO.
- x) El Juicio Entrenado TJW incide también en el tratamiento digital de imágenes mecánicas, así como en la elección de ejemplares y de tecnologías automatizadas para su escrutinio.
- xi) TtNE suele reducirse a TJW en la práctica (esencialismo conjuntivo fuerte a disyuntivo débil).
- xii) El Juicio Entrenado TJW domina el proceso en conjunto.

Sobre los puntos (i–iii). Las virtudes epistémicas de D&G+ se distribuyen de manera coherente en sus tres estilos de representación exocoriónica asociados: fotomicrografía y MEB proveen objetividad (MO, AO); las quirografías descriptivo-realistas proveen Fidelidad con la Naturaleza y Juicio Entrenado (TJ, TJW); los esquemas letrados también proveen ambos, con mayor dominancia de Fidelidad con la naturaleza (TtN, TtNG, TJW).

Sobre el punto (iv). Como cabía esperar, hay solapamiento de virtudes epistémicas en imágenes que combinan diversos estilos representacionales. Sin embargo, el conjunto no presenta un desorden contradictorio, sino que se solapan (o comparten) de manera coherente; pueden estudiarse como un FäW. El solapamiento *per se* también es indicativo de que tareas epistémicas diversas pueden realizarse a través de estilos distintos, y de que ciertos estilos son más versátiles que otros, al poder realizar más tareas epistémicas o realizarlas mejor. De manera inversa, muestra que ciertas labores epistémicas solo pueden realizarse con representaciones de cierto estilo, *e.g.* la objetividad en estudios exocoriónicos solo puede obtenerse a través de la fotomicrografía y del MEB. Los diagramas letrados son las imágenes con mayor carga de labor epistémica en los trabajos de Llorente-Bousquets y cols.; esto no sorprende, pues son la fase final de su proceso de trabajo conceptual y representación pictórica, que reúne información de todas las representaciones anteriores. Los otros dos puentes pictórico-verbales más importantes son los glosarios y cuadros o tabulaciones. En principio, la inclusión alternativa de tabulaciones en el apartado de imagen, en lugar de en el apartado verbal, se justifica por las relaciones sinópticas que posibilita su presentación —propriadamente espacial— en filas y columnas.

Sobre el punto (viii). PAO se refiere, en general, a los procesos y resultados representacionales que los investigadores realizan en aras de maximizar la intersubjetividad de su trabajo, dentro de comunidades epistémicas regidas por normas. En el caso de Llorente-Bousquets y cols., estas comunidades incluyen: lepidopterólogos, filogenetistas, fisiólogos, biólogos del desarrollo, coleccionistas, filósofos, diseñadores, ilustradores y artistas, entre los principales. De ahí la

necesidad de la cláusula *ceteris paribus*, pues tiene sentido teórico hablar de intersubjetividad *simpliciter*, descontextualizada, *i.e.* AO; aunque en la práctica, no es muy probable que pueda lograrse. La retroalimentación del apartado verbal hacia las imágenes, a través de correcciones iteradas y cíclicas, se realiza en las dimensiones epistémica y ergonómica de esas imágenes (Barceló 2016). En ambas dimensiones, la virtud rectora es PAO en la medida en que la retroalimentación apunta hacia la obtención de un producto final: el artículo de investigación, que deberá ser escrutado de manera intersubjetiva por comunidades epistémicas de diversa índole y en contextos variados.

Sobre el punto (ix). Que el uso de fotomicrografía o del MEB provean de ‘objetividad’ puede ser cuestionable, según como esta se conciba, *e.g.* Chalmers (2015) critica la objetividad del MEB, al mostrar que su aplicación e interpretación incorporan la carga teórica del instrumento mismo, *i.e.* teorías sobre electromagnetismo, dispersión electrónica y su interacción distinta con materiales diversos. Esto sólo vulneraría su ‘objetividad’ si se entiende como eliminación de la carga teórica de la observación; lo cual es insostenible desde Kant y no corresponde con ningún modo de objetividad elucidado en este estudio. MO sólo estipula ‘minimizar subjetividad’, en la medida en que la producción automatizada de imágenes reduce las libertades del sujeto en la representación de fenómenos concretos (no de un nómeno u objeto preteórico). Por otro lado, AO y PAO estipulan ‘maximizar intersubjetividad’ precisamente en atención a un marco teórico y normativo, dado por leyes representacionales e interpretativas de clases de fenómenos. Visto así, la carga teórica del MEB es ortogonal a su científicidad según MO, pero instrumental en su científicidad según AO o PAO, al fundamentar el establecimiento de estándares en su uso y en la interpretación de sus productos. Dicho de manera general, la carga teórica de la observación, potenciada o no por herramientas automatizadas, no es un lastre para la objetividad AO, sino su condición de posibilidad: es lo que le da su apriorismo y normatividad definitorios.

Sobre los puntos (v–vii), (x–xii). El mapeo de D&G+ en los diagramas de las figuras 4–6, no consideró las relaciones lógicas entre virtudes epistémicas. La dominancia global de TJW es consistente con la práctica taxonómica, cuyo objeto de representación es el posible mosaico heterobátmico de caracteres exocoriónicos, analizables por TJW a través de FāW. Sin embargo, si se hubiese subsumido toda aplicación de TJW a TtNG, como ocurre en sentido lógico, TtNG sería la virtud dominante a lo largo de todo el proceso (Figura 7). Esta reflexión es coherente con la teoría científica general en que se inscribe la práctica de Llorente-Bousquets y cols., a saber, morfología exocoriónica.

CONCLUSIONES

La distribución coherente del modelo D&G+ de virtudes epistémicas según fines diversos, así como la dominancia global de TtNG (vía TJW), revelan científicidad en la

producción y uso de imágenes exocoriónicas por parte de Llorente-Bousquets y cols., al fungir como representaciones pictóricas de un sistema de caracteres morfológicos, con el que contribuyen a la compleción explicativa de eventuales hipótesis filogenéticas, al representar secuencias y posibles tendencias en los caracteres exocoriónicos.

Al prescindir de las relaciones lógicas entre virtudes durante su mapeo inicial en el diagrama de flujo, el punto (v) es un resultado experimental que puede interpretarse de dos modos: la investigación de Llorente-Bousquets y cols. ‘corroboran’ las relaciones lógicas de D&G+, o bien, D&G+ explica la científicidad de sus imágenes. La primera opción no tiene sentido, pues la lógica interna de D&G+ no requiere corroboración empírica alguna, ya que la transitividad de la implicación estricta es una regla válida, dada por sus propiedades como relación de orden parcial. El modelo es consistente y así aplicable, entonces lo que puede fallar es la correspondencia entre las definiciones propuestas de sus virtudes y su operación durante la práctica científica; en cuyo caso no sería *de facto* un buen modelo de científicidad.

Tal vez la lección más importante de D&G y D&G+, sea que la pregunta epistemológica sobre la científicidad de una representación, no depende de su relación con el objeto preteórico y pre-representacional (lo que sería propiamente una discusión ontológica sobre realismo), sino sobre su manera de representar objetos teóricos para alcanzar fines epistémicos diversos. Daston y Galison enfatizan que su lista de virtudes epistémicas no constituye un modelo reemplacionista, sino acumulativo. D&G no cuenta una historia de superación progresiva de virtudes epistémicas, ni de representaciones inconmensurables; sino una historia de proliferación de tecnologías y estilos de representación pictórica en la práctica científica. Virtudes distintas suelen tener mayor o menor dominancia que otras, según el contexto histórico-social o las fases o temas dentro la investigación en que se sitúen. En estudios exocoriónicos, cuando el fin epistémico es registrar en imágenes y escrutar los rasgos de ejemplares individuales, una imagen del MEB facilita la tarea y un esquema la torna imposible; pero si el fin es estudiar la estructura y transformación evolutiva subyacentes a caracteres exocoriónicos, la eficacia y eficiencia de estilos se invierte. Esto explica por qué una imagen ‘más objetiva’ no siempre es la mejor opción, al punto de llegar a entorpecer el avance de una investigación. En ocasiones, el uso de un estilo en particular será la clave para su progreso, como ocurrió durante el descubrimiento de la microrretícula (Hernández-Mejía *et al.* 2014, Flores-Gallardo *et al.* 2021). Por estas razones, a la manera de Lynch y Woolgar (1990), se recomienda considerar los procesos de representación exocoriónica aquí descritos, no como ejemplo de una batalla entre representaciones rivales, que compiten por representar mejor un mismo objeto, sino como una labor colaborativa, conforme a un principio de repartición del trabajo físico y conceptual. Esta colaboración ocurre, tanto entre investigadores de formaciones diversas, como entre representaciones de

estilos variados, durante la realización de fines epistémicos distintos, tras el fin común global de producir conocimiento científico.

AGRADECIMIENTOS

El financiamiento del trabajo de gabinete referido en esta investigación fue otorgado por los proyectos DGAPAUNAM-PAPIIT (IN202415, 212418 y 220521), CONACyT 224347, CONACyT 284966, CONACyT-UCMEXUS (CN-13-591), y PAPIME (PE202820). La Facultad de Ciencias, UNAM, en su Departamento de Biología Evolutiva, nos ha apoyado durante todos estos años con instalaciones y tiempo académico para estas investigaciones entomológicas. SNU agradece al Posgrado en Ciencias Biológicas por las facilidades durante la realización de este estudio durante sus estudios a nivel de doctorado. AFG agradece la Beca Nacional CONACyT (CVU 783477), para sus estudios de Doctorado en el Posgrado en Filosofía de la Ciencia de la UNAM. Agradecemos las numerosas sugerencias y críticas de Mario Casanueva, Axel Barceló, Juan José Morrone y Gustavo Caponi, quienes ayudaron a mejorar el manuscrito. Los autores dedicamos este artículo a nuestro colega Enrique González.

LITERATURA CITADA

- Barceló A. 2016. Las imágenes como herramientas epistémicas. *Scientia Studia*, 14(1): 45–63.
- Beckner, M. 1959. *The biological way of thought*. Columbia University Press, Nueva York.
- Bortoft, H. 1996. *The wholeness of nature. Goethe's way towards a science of conscious participation in nature*. Lindisfarne Books. Nueva York.
- Boyd, R. 1999. Homeostasis, species, and higher taxa (pp. 141–186). In: Wilson, R. (Ed.). *Species: New interdisciplinary essays*. MIT Press, Cambridge.
- Bredekamp H., V. Dünkel, and B. Schneider (Eds.). 2015. *The technical image. A history of styles in scientific imagery*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Breidbach O. and F. Vercellone. 2015a. *Thinking and imagination*. The Davies Group Publishers, Aurora.
- Breidbach O. and F. Vercellone. 2015b. *Concepts of morphology*. Mimesis International, Milán.
- Campos, E. S. Nieves-Uribe y J. Llorente-Bousquets. 2020. Descripción del exocorion de tres especies de Coeini. *Southwestern Entomologist*, 45(4): 1091–1119. <https://doi.org/10.3958/059.045.0427>
- Carnap, R. 1969. *Fundamentación lógica de la física*. Editorial Sudamericana, Buenos Aires.
- Casanueva, M. 2009. Transmisión visual del conocimiento (pp. 213–234). En: Casanueva M. y B. Bolaños (Eds.). *El giro pictórico. Epistemología de la imagen*. Anthropos, Barcelona.
- Casanueva, M. 2017. Diagramas y esquemas en y sobre la genética mendeliana. *Methateoria*, 8(1): 83–93.
- Chalmers, A. 2003. The theory-dependence of the use of instruments in science. *Philosophy of Science*, 70(3): 493–509. <https://doi.org/10.1086/376924>
- Corominas, J. 1987. *Breve diccionario etimológico de la lengua castellana*. Gredos, Madrid.
- Darden, L. 2013 Mechanism versus causes in biology and medicine (pp. 19–34). In: Chao H., S. Chen and R.L. Millstein (Eds.). *Mechanism and causality in biology and economics*. Springer. Nueva York.
- Darwin, C. 1859. *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. D. Appleton and Company. Nueva York. 440 p.
- Daston, L. and P. Galison. 2007. *Objectivity*. Zone books, Nueva York.
- Deleuze, G. 2013. *El concepto de diagrama*. Cactus, Buenos Aires.
- Ereshfsky, M. 2010. What's wrong with the new biological essentialism? *Philosophy of Science*, 77: 674–685. <https://doi.org/10.1086/656545>
- Fitzhugh, K. 2006. The abduction of phylogenetic hypotheses. *Zootaxa*, 1145: 1–110. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1145.1.1>
- Fleck, L. 1935. *La génesis y desarrollo de un hecho científico. Introducción a la teoría del estilo de pensamiento y del colectivo de pensamiento*. Alianza Editorial, Madrid.
- Flores-Gallardo, A., S. Nieves-Uribe y J. Llorente-Bousquets. 2021. Caracteres exocoriónicos en sistemática de Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera): importancia de las técnicas de producción de imágenes. *Dugesiana*, 28(2): 147–173. <https://doi.org/10.32870/dugesiana.v28i2.7162>
- Frege, G. 2016. *Escritos sobre lógica, semántica y filosofía de las matemáticas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Ghiselin, M. 1969. *The triumph of the Darwinian method*. Dover, Nueva York.
- Ghiselin, M. 1997. *Metaphysics and the origin of species*. State University of New York Press. Albany.
- Giardino V. 2017. Diagrammatic reasoning in mathematics (pp. 499–522). In: Magnani L. and T. Bertolotti (Eds.). *Handbook of model-based science*. Springer, Nueva York.
- Gubern, R. 2017. *Dialectos de la imagen*. Ediciones Cátedra, Madrid.
- Hamilton, A. 2014. *The evolution of phylogenetics systematics*. University of California Press, Berkeley.
- Hennig, W. 1965. Phylogenetic systematics. *Annual Review of Entomology*, 10: 97–116. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.10.010165.000525>
- Hennig, W. 1966. *Phylogenetic systematics*. Board of Trustees of the University of Illinois, Illinois.
- Hernández-Mejía B., A. Flores-Gallardo y J. Llorente-Bousquets. 2014. Morfología del corion en la subfamilia Coliadinae (Lepidoptera: Pieridae). *Southwestern*

- Entomologist*, 39(4): 853–886.
<https://doi.org/10.3958/059.039.0416>
- Ibarra, A. y E. Zubia. 2009. Las imágenes digitales en Astrofísica: mediadores numéricos entre observación y teoría (pp. 171–188). En: Casanueva M. y B. Bolaños (Eds.). *El giro pictórico. Epistemología de la imagen*. Anthropos, Barcelona.
- Kant, I. 2009. *Crítica de la razón pura*. Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México.
- Kitcher, P. 1984. Species. *Philosophy of Science*, 51(2): 308–333.
<https://doi.org/10.1086/289182>
- Lankester, E.R. 1870. On the use of the term homology in modern zoology and the distinction between homogenetic and homoplastic agreements. *Annals and Magazine of Natural History. Series 4*, 6(31): 34–43.
<https://doi.org/10.1080/00222937008696201>
- Leibniz, G. 1679. On the general characteristic (pp. 221–228). In: Leibniz, G. *Philosophical papers and letters*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Linnaeus, C. 1735. *Systema naturae sive regna tria naturae systematice proposita per classes, ordines, genera, & species*. Theodor Haak, Leiden.
- Lynch, M.P. 2001. *Truth in context. An essay on pluralism and objectivity*. MIT Press, Massachusetts.
- Lynch, M. and S. Woolgar. 1990. *Representation in scientific practice*. MIT Press, Massachusetts.
- Macbeth, D. 2012. Diagrammatic reasoning in Frege's Begriffsschrift. *Synthese*, 186: 289–314.
<https://doi.org/10.1007/s11229-012-0068-0>
- Machamer, P., L. Darden and C.F. Craver. 2000. Thinking about mechanisms. *Philosophy of Science* 67: 1–25.
<https://doi.org/10.1086/392759>
- Martínez, S. 2009. Elementos para una epistemología de los diagramas (pp. 93–112). En: Casanueva M. y B. Bolaños (Eds.). *El giro pictórico. Epistemología de la imagen*. Anthropos, Barcelona.
- Mayden, R.L. 1997. A hierarchy of species concepts: The denouement in the saga of the species problem (pp. 381–424). In: Claridge M.F., H.A. Dawah, and M.R. Wilson (Eds.). *Species: The units of biodiversity*. Chapman and Hall, Londres.
- Netz, R. 1999. *The shaping of deduction in Greek mathematics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Nieves-Uribe, S., J. Llorente-Bousquets, and A. Flores-Gallardo 2021. Toward standards in practices and techniques on ootaxonomy in the Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea). *Zootaxa*, 4985(3): 301–344.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4985.3.1>
- Owen, F.R.S. 1843. *Lectures on comparative anatomy*. Longman, Brown, Green, and Longmans. Londres.
- Owen, F.R.S. 1846. *On the archetype and homologies of the vertebrate skeleton*. Printed by the author. Londres.
- Papavero, N., J.R. Pujol y J. Llorente-Bousquets. 2001. *Historia de la Biología comparada. Volumen IV. De Descartes a Leibniz (1628–1716)*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Papavero, N. y J. Llorente-Bousquets. 2006. *Principia taxonomica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Volumen IX. La sistemática filogenética de Willi Hennig y la biogeografía por vicarianza*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Papavero, N., J. Llorente-Bousquets y J. Minoro-Abe. 1997. *Fundamentos de biología comparada (a través de la Teoría Intuitiva de Conjuntos) Volumen I. De Platón a Haeckel*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Papavero, N., J. Llorente-Bousquets y J. Minoro-Abe. 2009. *Fundamentos de biología comparada (a través de la Teoría Intuitiva de Conjuntos) Volumen II. El Siglo XX*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Pauwels L. 2008. An integrated model for conceptualising visual competence in scientific research and communication. *Visual Studies*, 23(2): 147–161.
<https://doi.org/10.1080/14725860802276305>
- Plaud, S. 2010. Synoptic views vs. Primal phenomena: Wittgenstein on Goethe's morphology (pp. 31–46). In: Lemaire, E. and J. Padilla-Gálvez (Eds.). *Wittgenstein: Issues and debates*. Ontos Verlag, Frankfurt.
- Popper, K. 1962. *Conjectures and refutations. The growth of scientific knowledge*. Basic Books Publishers, Nueva York.
- Putnam, H. 1994. *Las mil caras del realismo*. Paidós Ibérica, Barcelona.
- Quine, W.V. 1951. Two dogmas of empiricism. *The Philosophical Review*, 60(1): 20–43.
<https://doi.org/10.2307/2266637>
- Richards, A. 2010. *The species problem: A philosophical analysis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rieppel, O. 2014. The early cladogenesis of cladistics (pp. 117–137). In: Hamilton, A. (Ed.). *The evolution of phylogenetics systematics*. University of California Press, Berkeley.
- Rieppel, O. 2016. *Phylogenetics systematics: Haeckel to Hennig*. CRC Press, Boca Raton.
- Rivera-Galicia S., S. Nieves-Uribe y J. Llorente-Bousquets. 2020. Estudio del exocorion en tres especies de Heliconiinae de México. *Southwestern Entomologist*, 45(3): 753–779.
<https://doi.org/10.3958/059.045.0317>
- Shapiro, S. 2000. *Thinking about mathematics*. Oxford University Press, Nueva York.
- Simpson, J. 2009. *Oxford English dictionary*. Oxford University Press, Oxford.
- Stamos, D. 2003. *The species problem, biological species, ontology, and the metaphysics of biology*. Lexington Books, Lanham.
- Suárez, M. 2003. Scientific representation: Against similarity and isomorphism. *International Studies in the*

Philosophy of Science, 17(3): 225–244.
<https://doi.org/10.1080/0269859032000169442>

Vitta, M. 2003. *El sistema de las imágenes. Estética de las representaciones cotidianas*. Paidós, Barcelona.
 Weekley, E. 1921. *An etymological dictionary of modern English*. John Murray, Londres.
 Wiley E.O. and B.S. Lieberman. 2011. *Phylogenetics: Theory and practice of phylogenetic systematics*. Wiley-Blackwell, Nueva Jersey.

Recibido: 2 de mayo 2022
 Aceptado: 22 de junio 2022

Williams, D. and M. Ebach. 2014. Patterson’s curse, molecular homology, and the data matrix (pp. 151–1187). In: Hamilton, A. (Ed.). *The evolution of phylogenetics systematics*. University of California Press, Berkeley.
 Wilkins, J. 2009. *Species: A history of the idea*. University of California Press, Los Angeles.
 Wittgenstein, L. 2004. *Investigaciones filosóficas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
 Zachos, F.E. 2016. *Species concepts in biology historical development, theoretical foundations and practical relevance*. Springer, Viena.

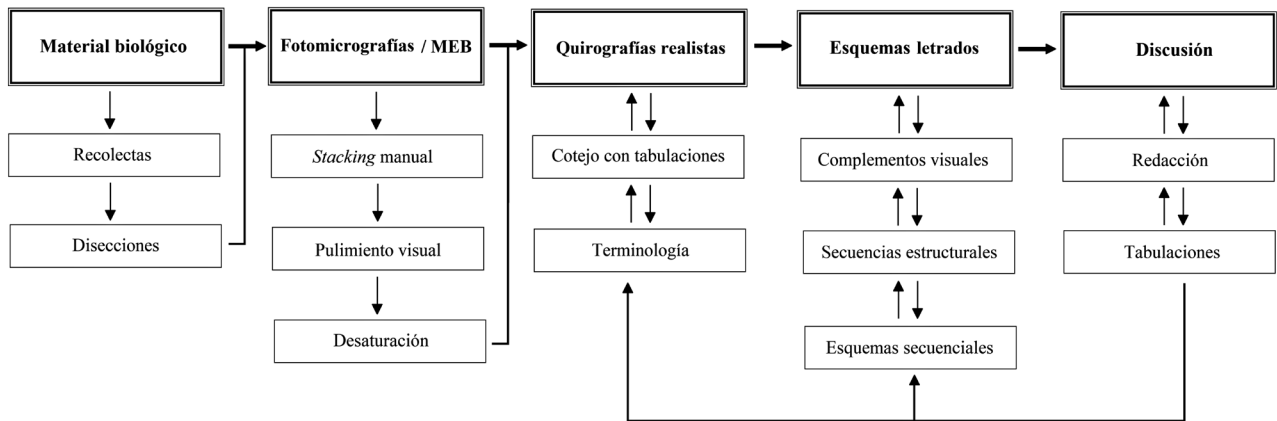


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso desglosado de elaboración de imágenes en la propuesta de estudios exocoriónicos de Llorente-Bousquets y cols. (Modificado de Flores-Gallardo *et al.* 2021).

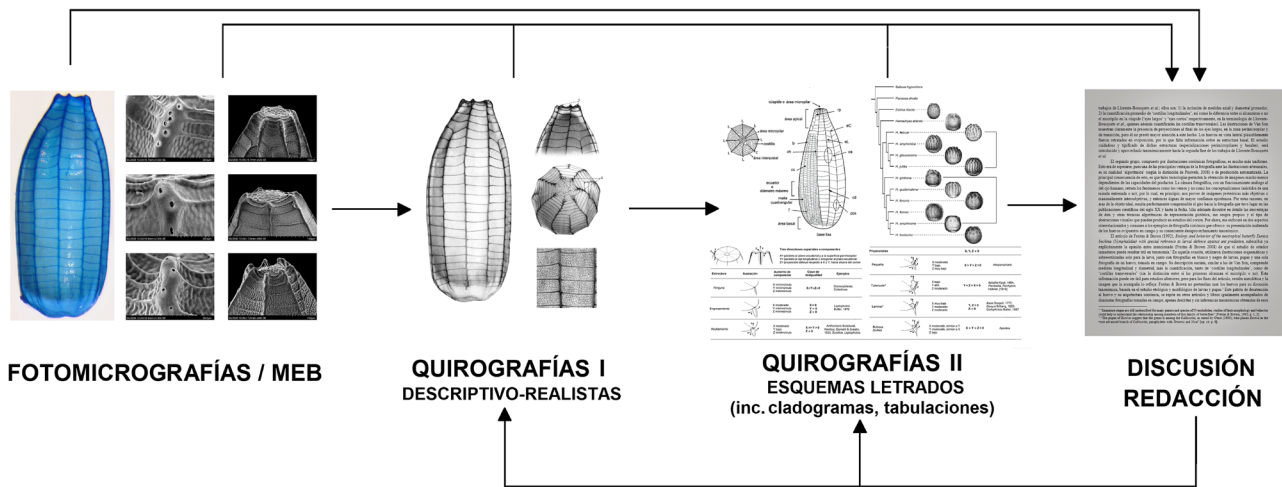


Figura 2. Diagrama de flujo de producción y uso de las imágenes en la propuesta de estudios exocoriónicos de Llorente-Bousquets y cols.

D&G	=	Virtudes epistémicas de Daston y Galison (2007)
D&G+	=	Virtudes epistémicas de Daston y Galison (2007) extendido
• D&G	=	{ TtN, MO, SO, TJ }
TtN	=	Fidelidad con la Naturaleza (<i>Truth-to-Nature</i>)
MO	=	Objetividad Mecánica (<i>Mechanical Objectivity</i>)
SO	=	Objetividad Estructural (<i>Structural Objectivity</i>)
TJ	=	Juicio Entrenado (<i>Trained Judgement</i>)
• D&G+	=	{ TtN, TtNE, TtNG, MO, AO, SO, PAO, TJ, TJW }
TtN	=	Fidelidad con la Naturaleza (esencialismo epistemológico quirográfico)
TtNE	=	Fidelidad con la Naturaleza Esencial (esencialismo epistemológico)
TtNG	=	Fidelidad con la Naturaleza Goetheana (TtN gradualista o dinámica)
MO	=	Objetividad Mecánica (minimizar subjetividad)
AO	=	Objetividad Apriorista (maximizar intersubjetividad)
SO	=	Objetividad Estructural (<i>AO universalis</i>)
PAO	=	Objetividad Apriorista Pluralista (<i>AO ceteris paribus</i>)
TJ	=	Juicio Entrenado (detectar FäW en imágenes MO)
TJW	=	Juicio Entrenado Wittgensteiniano (detectar FäW)
TtN	→	TtNE → TJW → TtNG
SO	→	AO → PAO
TJ	→	TJW → TtNG
• FäW	=	<i>Familienähnlichkeit</i> (parecido de familia wittgensteiniano)
• <i>ceteris paribus</i>	=	“en igualdad de condiciones”

Figura 3. Resumen de abreviaturas en los modelos D&G y D&G+ de virtudes epistémicas, con sus relaciones lógicas respectivas.

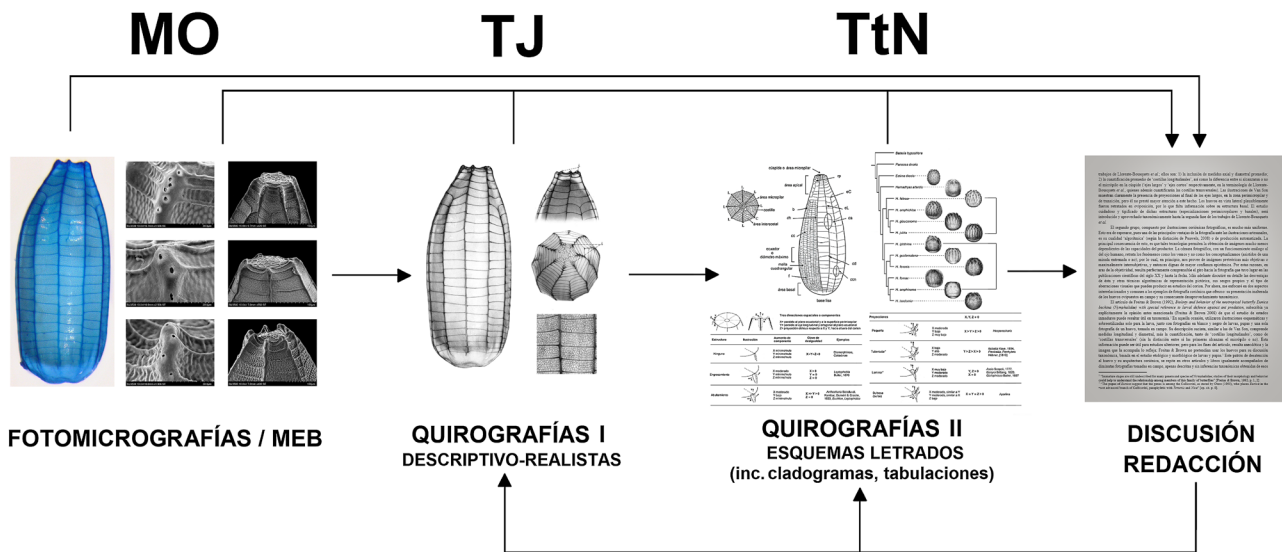


Figura 4. Diagrama de flujo de producción y uso de imágenes exocoriónicas, en la propuesta de Llorente-Bousquets y cols., acompañado de las virtudes epistémicas del modelo D&G que se ejemplifican en el proceso.

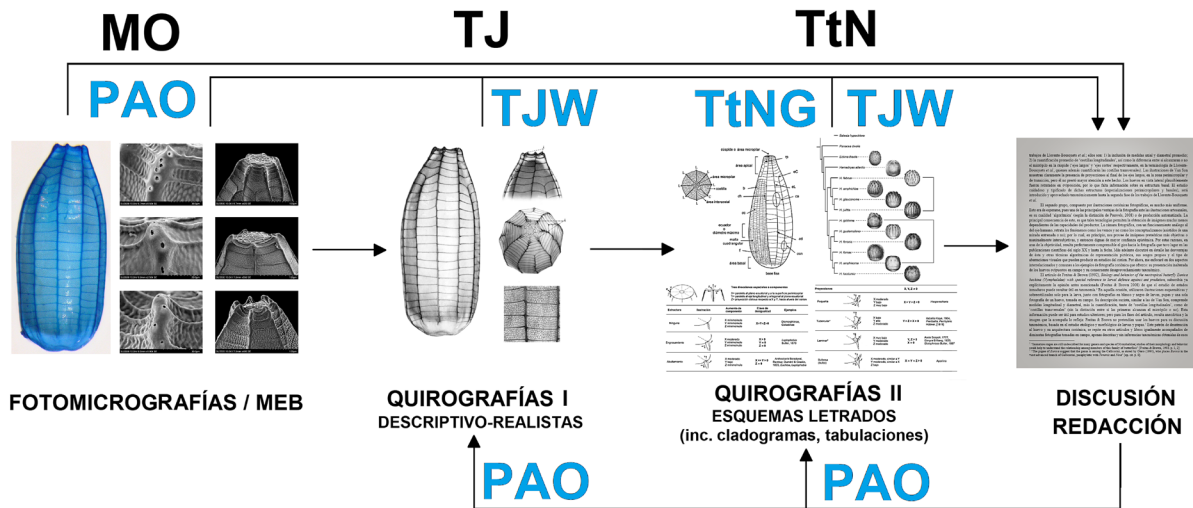


Figura 5. Diagrama de flujo de producción y uso de las imágenes exocoriónicas, en la propuesta de Llorente-Bousquets y cols., acompañado de las virtudes epistémicas del modelo extendido D&G+ que se ejemplifican en el proceso.

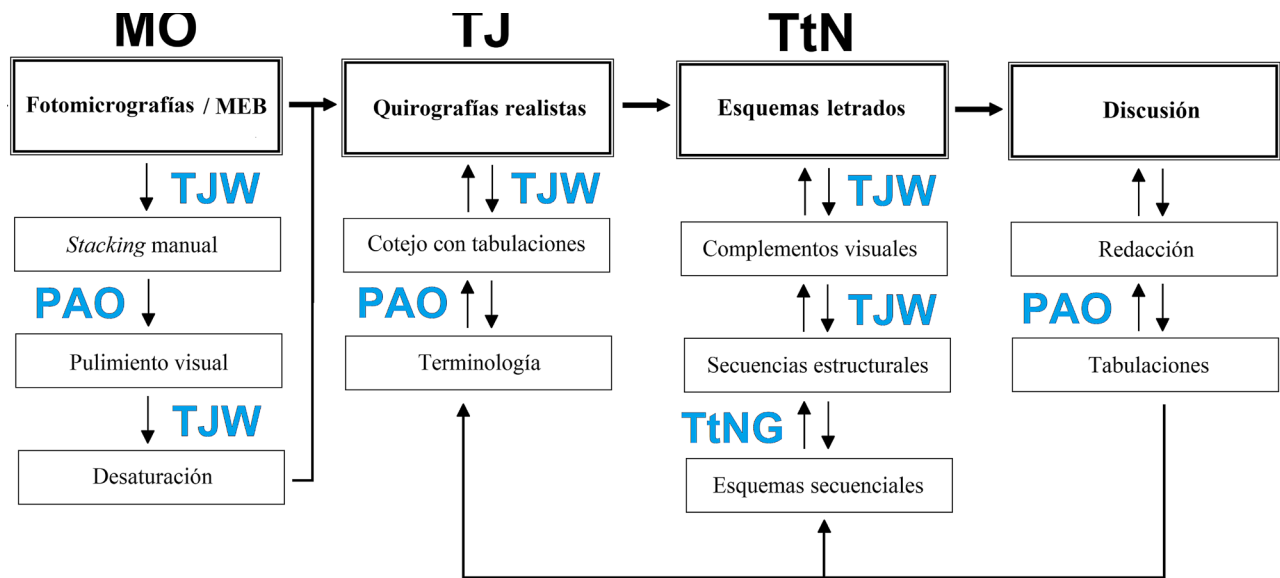


Figura 6. Diagrama de flujo desglosado de producción y uso de imágenes exocoriónicas, en la propuesta de Llorente-Bousquets y cols., acompañado de las virtudes epistémicas del modelo extendido D&G+ que se ejemplifican en el proceso.

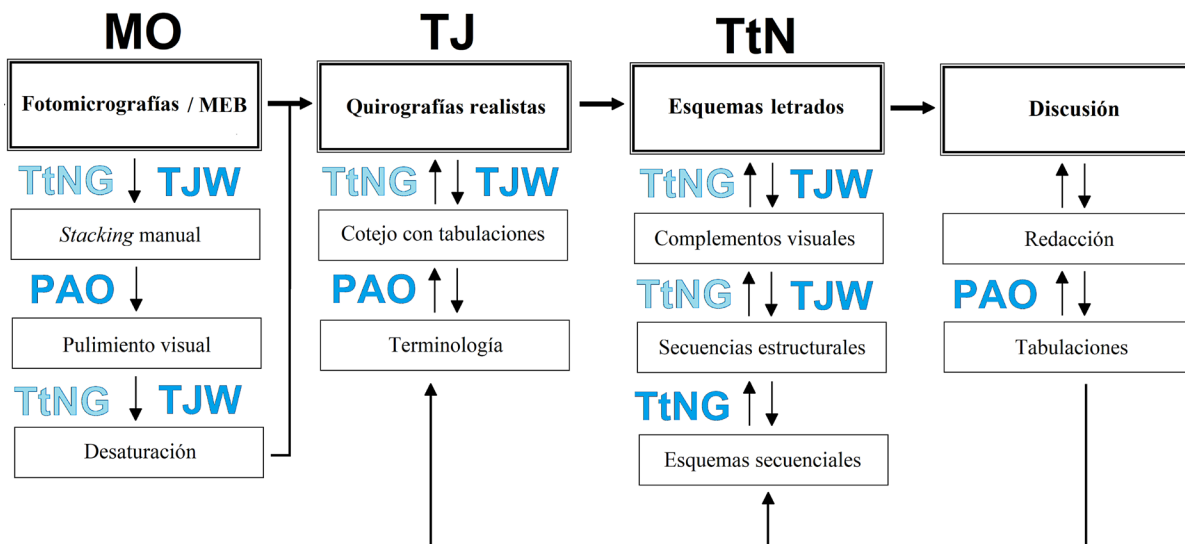


Figura 7. Diagrama de flujo desglosado de producción y uso de imágenes exocoriónicas, en la propuesta de Llorente-Bousquets y cols., acompañado de las virtudes epistémicas del modelo extendido D&G+ que se ejemplifican en el proceso, con dominancia global de TtNG, implicada por TJW.

Una nueva especie de *Distremocephalus* Wittmer (Phengodidae) y notas sobre la distribución del género

A new species of the genus *Distremocephalus* Wittmer (Phengodidae) and notes on the distribution of the genus

Viridiana Vega-Badillo^{1,4}, Mireya González-Ramírez^{2,5}, Paulina Cifuentes-Ruiz^{2,6}, Sara López-Pérez^{3,7}, Geovanni M. Rodríguez-Mirón^{3,8}, Daniel E. Domínguez-León^{2,9}, Santiago Zaragoza-Caballero^{2,10*}

¹Colección entomológica IEXA “Dr. Miguel Ángel Morón Ríos”, Instituto de Ecología A.C., CP 91073, Xalapa, Veracruz, México. ²Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-153, 04510, CdMx, México; ³Colección Coleopterológica, Museo de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Batalla del 5 de mayo s/n, Col. Ejército de Oriente 09230, CdMx, México; ⁴ORCID-VVB: <https://orcid.org/0000-0001-7064-6040>; ⁵ORCID-MGR: <https://orcid.org/0000-0002-2277-7991>; ⁶ORCID-PCR: <https://orcid.org/0000-0002-0490-7967>; ⁷ORCID-SLP: <https://orcid.org/0000-0002-9925-0186>; ⁸ORCID-GMRM: <https://orcid.org/0000-0003-0751-4672>; ⁹ORCID-DEDL: <https://orcid.org/0000-0003-3848-7355>; ¹⁰ORCID-SZC: <https://orcid.org/0000-0002-0235-318X>; *Autor de correspondencia: zaragoza@ib.unam.mx

RESUMEN

Se describe e ilustra *Distremocephalus gonzalezi* sp. nov., procedente de Ixtlahuacán, Colima, México y se compara con *D. wittmeri* Zaragoza-Caballero, 1986 por ser una especie cercana. Se presenta un nuevo registro estatal de *D. leonilae* Zaragoza-Caballero, 1986. Se comentan aspectos sobre la distribución del género *Distremocephalus* en México.

Palabras clave: Mastinocerinae, diversidad, bosque tropical caducifolio.

ABSTRACT

Distremocephalus gonzalezi sp. nov., from Ixtlahuacán, Colima is described and illustrated; it is compared with *D. wittmeri* Zaragoza-Caballero, 1986 for being a close species. New statal record is presented for *D. leonilae* Zaragoza-Caballero, 1986. Aspects about the distribution of the genus *Distremocephalus* in Mexico are commented.

Keywords: Mastinocerinae, diversity, tropical dry forest.

La familia Phengodidae LeConte, 1861 comprende 40 géneros y 303 especies, de las cuales 38 géneros y 296 especies se distribuyen desde el sur de Canadá hasta el norte de Chile-Argentina (Costa y Zaragoza-Caballero 2010; Roza y Mermudes 2020; Vega-Badillo et al. 2020), el resto de los géneros se distribuyen en Asia menor (Kundrata et al. 2019). En México se han registrado 12 géneros, 60 especies y tres subfamilias (Phengodinae, Mastinocerinae y Penicillophorinae) (Zaragoza-Caballero y Pérez-Hernández, 2014; Vega-Badillo et al. 2021).

Dentro de la subfamilia Mastinocerinae se encuentra el género *Distremocephalus* descrito por Wittmer (1976) a partir de cuatro especies que se encontraban dentro del género *Mastinocerus* Solier. Wittmer (1976) separó a *Distremocephalus* de *Mastinocerus* por presentar dos foseas tentoriales en lugar de una. Hasta ahora el género *Distremocephalus* incluye a 11 especies distribuidas desde

el sur de Estados Unidos al sur de México. En México se han registrado nueve especies (Zaragoza-Caballero, 1986).

MATERIAL Y MÉTODOS

La nueva especie presentada en este trabajo se describe a partir del estudio morfológico de 36 ejemplares machos que se ubican en el género *Distremocephalus* Wittmer, 1976, así como análisis comparativos con *D. wittmeri* Zaragoza-Caballero, 1986, especie cercana. Los especímenes están depositados en la Colección Nacional de Insectos (CNIN) del Instituto de Biología, UNAM y en la Colección Entomológica (IEXA) “Dr. Miguel Ángel Morón Ríos”, del Instituto de Ecología A.C. (INECOL)

El material fue determinado a nivel de género mediante las claves taxonómicas de Wittmer (1976) y Zaragoza-Caballero y Pérez-Hernández (2014). Para nivel de especie se siguió a Wittmer (1976) y Zaragoza-Caballero (1986).

Para la revisión de los ejemplares, su disección y la toma de medidas se utilizó un microscopio estereoscópico Zeiss Stemi, equipado con un objetivo de 1× y un ocular de 10× (40×), las medidas se tomaron en vista dorsal para las siguientes estructuras: largo y ancho del cuerpo a nivel del pronoto, distancia inter-antena e inter-ocular, largo y ancho de la cabeza, largo y ancho de los ojos, largo y ancho del pronoto, largo y ancho de los élitros, escapo y antenómeros, ramas antenales (a lo largo de la línea media de la estructura). Para las siguientes estructuras, las medidas se tomaron en vista ventral: palpos maxilares y labiales y tarsómeros. Las medidas se indican en milímetros. El ala posterior izquierda, se montó en láminas de cartón y se colocó en alfiler correspondiente del ejemplar. Los edeagos se montaron en triángulos de cartón y se colocaron en el alfiler correspondiente. La terminología en general sigue a Lawrence *et al.* (2011), excepto para las venas del ala posterior que sigue a Kukalova-Peck y Lawrence (1993). Las fotografías fueron tomadas con un Zeiss Axio Zoom V16 con un objetivo Plan NeoFluar Z, 1×10.25 FWD 56 en el Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad, Instituto de Biología, UNAM.

Los datos de distribución de *Distremocephalus* en México se obtuvo de Zaragoza-Caballero (1986) y de la Colección Nacional de Insectos de la UNAM. Las localidades que no contaban con coordenadas fueron georreferenciadas utilizando Google Earth (v. 7.3.2.5491). Los puntos georreferenciados se cruzaron con mapas temáticos de provincias biogeográficas (Morrone *et al.* 2017), elevación (INEGI *et al.* 1990), tipos de vegetación (Rzedowski, 1990), clima (García y CONABIO, 1998a), temperatura (García y CONABIO, 1998b) y precipitación (García y CONABIO, 1998c) en el software QGIS (2020).

RESULTADOS

Distremocephalus Wittmer, 1976: 455

Cabeza. Corta, más angosta que el pronoto, distancia inter-ocular amplia, tres o más veces el ancho de los ojos; ojos muy desarrollados y semiesféricos, otros muy reducidos y ovoides; antenas de 12 antenómeros, birrameadas a partir de la base del cuarto y hasta el undécimo antenómero; ramas lanceoladas de longitud variable. Clípeo con borde anterior de forma variable. Mandíbulas falcadas. Palpos cortos, los maxilares conformados por cuatro palpómeros, los labiales de tres palpómeros; galea pilosa; tentorio con dos fositas. **Tórax.** Pronoto casi plano; borde anterior y posterior variable. Élitros de ordinario cortos, con los cinco últimos terguitos expuestos. Primer tarsómero de las patas anteriores y medias con un “peine” ventral completo de gruesas cerdas. **Abdomen.** Esternitos V-VI con “ojal” de sedas. Aparato reproductor masculino trilobulado.

Comentarios sobre la distribución de *Distremocephalus* *Distremocephalus* se distribuye en gran parte de México, desde Baja California hasta Chiapas; en el centro sur del país (Ciudad de México, Colima, Guerrero, Estado de México, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro

y Oaxaca) se concentran ocho de las 12 especies conocidas, cuya distribución es en general de gran extensión con áreas disyuntas. La distribución de las especies se limita a una o dos provincias biogeográficas (Fig. 1A). Dos especies de *Distremocephalus* sólo se distribuyen en la región Neártica, *D. barrerai* Zaragoza-Caballero, 1986 sólo es conocida para Coahuila y *D. texanus* (LeConte, 1874) se distribuye ampliamente en el sur de los Estados Unidos y en la provincia de Baja California (México). *Distremocephalus beutelspacheri* Zaragoza-Caballero, 1986 se distribuye en la provincia Veracruzana y *D. leonilae* en las provincias de la Cuenca del Balsas y del Pacífico, la distribución de estas especies se limita exclusivamente a la región Neotropical. *Distremocephalus rufocaudatus* Zaragoza-Caballero, 1986 ha sido colectada en la Sierra Madre Occidental y la Faja Volcánica Transmexicana, *D. chiapensis* Zaragoza-Caballero, 1986 en la provincia de las Tierras Altas de Chiapas en la Zona de Transición Mexicana.

La altitud donde se han registrado las especies de *Distremocephalus* en México abarca las cotas altitudinales de los 200 a 2800 msnm (Fig. 1B). *Distremocephalus mexicanus* (Wittmer, 1963) con amplia distribución, también se encuentra representado ampliamente por su altitudinal que va de los 200 a 2400 msnm. *Distremocephalus beutelspacheri*, *D. gonzalezi* sp. nov., *D. leonilae* y *D. texanus* se encuentran en elevaciones menores a los 1000 metros. *Distremocephalus barrerai* (1200 msnm) y *D. beutelspacheri* (1600 a 2000 msnm) se encuentran en cotas altitudinales intermedias. *Distremocephalus opaculus* (Horn, 1895) y *D. rufocaudatus*, se han registrado en un intervalo medio – alto, entre los 1200 a 2600 msnm y 1800 a 2800 msnm, respectivamente.

Las especies de *Distremocephalus* pueden ser encontrados principalmente en bosques espinosos, bosques tropicales caducifolios y matorral xerófilo, ecosistemas donde la disponibilidad del agua es limitada en alguna época del año y predominan los climas de muy áridos a subáridos y semicálido subhúmedos (Fig. 1C, D). También habitan en bosque de coníferas y encinos y zonas de pastizal donde predominan los climas templados y semifríos.

La actividad temporal de *Distremocephalus* en México se ha registrado durante todo el año. Sin embargo, en cada especie es diferente; *D. leonilae*, *D. gonzalezi* sp. nov. y *D. mexicanus* han sido observadas activas en más de ocho meses, prácticamente desde el mes de enero hasta noviembre; *D. barrerai*, *D. beutelspacheri*, *D. buenoi* y *D. chiapensis* sólo se han recolectado en uno o dos meses entre los meses de marzo y junio. *Distremocephalus rufocaudatus* de abril hasta agosto, *D. texanus* de junio a septiembre y *D. wittmeri* de agosto a diciembre.

Distremocephalus leonilae Zaragoza-Caballero, 1986

Figuras: 2A-E; 3A-C

Se distingue *D. leonilae* del resto de las 11 especies por lo reducido de su talla (largo 3.83 mm, ancho 0.77 mm). Es un tanto cercana a *D. texanus* (LeConte), sobre todo en lo largo

y la forma lanceolada de las ramas antenales, que son de casi 2 veces más largo que el antenómero correspondiente. Se segrega por: el color negro / ferruginosos de los élitros; largo total 3.83 / 4.89 mm; ancho total 0.77 mm; distancia inter ocular 0.41 / 0.77 mm; antenas sobrepasando al pronoto / antenas apenas rebasando la cabeza.

Distribución conocida: México, Guerrero, Ciudad Altamirano. Morelos, Huautla.

Nuevo registro. México, Colima, 2 km NE Jiliotupa, Rancho “El Tajo” 344 msnm, 19°0.3'47.4"N: 103°44'37.8"O, Trampa Malaise 3, (2♂ 23-28/V/2006); misma localidad, 19°0.3'52.5"N: 103°44'42.9"O, Trampa Malaise 6, (4♂ 23-28/V/2006), Cols. F. Noguera, S. Zaragoza-Caballero.

Distremocephalus gonzalezi Vega-Badillo y Zaragoza-Caballero sp. nov.

Figuras: 3D-F; 4A-E

<http://zoobank.org/D6D81B85-0191-40C3-87B6-130180C7649A>

Localidad tipo. Colima, México.

Material tipo. Holotipo ♂: México: Colima, 5.8 km al NO Ixtlahuacán. 390 msnm 19°01' 15.7"N 103°46' 37.8" O, T.L.1., 28/VII/2006, Cols. S. Zaragoza, E. González, E. Ramírez, L. Salas, F.A. Noguera (CNIN: COL-TIP 03729). Paratipos: mismos datos que el holotipo (7 ♂♂), misma trampa: (2 ♂♂ 25/VI/2006), (1 ♂ 27/VII/2006), (1♂ 24/XI/2006); México: Colima, 5.1 km al NO Ixtlahuacán. 386 msnm 19°01' 18.9"N 103°46' 19.4" O. T.L. 2. (1♂ 26/VI/2006), misma trampa: (3 ♂♂ 30/VII/2006), Cols. S. Zaragoza, González, E. Ramírez, L. Salas, F.A. Noguera; México: Colima, 4.3 Km al NO Ixtlahuacán. 340 msnm 19°00' 55.1" N 103°46' 07.7" O, TL3. (1 ♂ 27/IV/2006), Cols. S. Zaragoza, E. González, E. Ramírez, L. Salas, F.A. Noguera; México: Colima, 0.5 km S Jiliotupa 323 msnm, 19°03' 05.6"N, 103°45' 28.8" O, TL-4, (1♂ 28/IV/2006), misma trampa:(8♂ 26/XI/2006) (CNIN: COL-TIP 03730-03754), (1♂ 26/X/2006), (1♂ 24/XI/2006); México: Colima, 4 km al E Jiliotupa 160 msnm 19°03' 05.4"N, 103°43' 29.1" O T.L. 5. (3♂ 28/X/2006); México: Colima, 7.5 km al NO Ixtlahuacán. 300 msnm, 19°01' 15.7"N 103°46' 37.8" O T.L. 6. (4♂ 31/VII/2006), misma trampa: (1♂ 27/XI/2006). Cols. S. Zaragoza, E. González, E. Ramírez, L. Salas, F.A. Noguera (IEXA: COLTIP 406).

Diagnosis. *Distremocephalus gonzalezi* sp. nov. es morfológicamente similar a *D. wittmeri* de la que se distingue por la coloración, el tamaño en general y el largo de las antenas. La coloración en *D. gonzalezi* es negra, mientras que en *D. wittmeri* es ferruginosa; las medidas en general son más cortas en *D. gonzalezi* que en *D. wittmeri*: largo total 5.70 / 9.22; ancho total 1.0 / 1.53; largo de la cabeza 0.67 / 1.09, ancho de la cabeza 1.0 / 1.43; distancia inter ocular 0.62 / 1.07; ramas antenales en relación al antenómero correspondiente cortas 1.7/ largas 3.5; pronoto largo 0.80 / 1.10; pronoto ancho 1.0 / 1.50; élitros largo 1.87 / 2.55; élitros ancho 0.56 / 0.77; las antenas en *D.*

gonzalezi, son dos veces más largas que el pronoto y en *D. wittmeri*, apenas rebasan al pronoto; *D. gonzalezi* presenta el margen posterior del último esternito lanceolado, mimetras que en *D. wittmeri* es escotado.

Descripción. Macho. Longitud del cuerpo 5.7 mm; anchura máxima del cuerpo 1.0 mm (pronoto). Cuerpo negro, a excepción de cabeza y pronoto rojizo y tórax y últimos dos segmentos abdominales amarillentos (Figs. 4A-B).

Cabeza. Más ancha (1.0 mm) que larga (0.67 mm) (Fig. 3D), a la altura de los ojos, tan ancha como el pronoto. Tegumento rugosamente punteado; puntuaciones tres veces más grandes que las omatidias, separadas por aproximadamente 0.2 diámetro de punción, cada una de ellas con una seda café. Vértex convexo, distancia inter antenal (0.27 mm) 1.5 veces más ancha que la longitud del escapo; ojos grandes, 2/3 de la longitud de la cabeza en vista lateral, más largos (0.37 mm) que anchos (0.17 mm); distancia interocular (0.62 mm) tres veces la anchura del ojo; antenas largas (1.67 mm), dos veces la longitud del pronoto; antenómero 1 (0.17 mm) más largo que los dos siguientes combinados (0.12 mm); antenómero 3 en forma de copa; antenómero 4 (0.13 mm) más corto que los siguientes antenómeros; antenómeros 5 a 11 más o menos iguales en longitud (0.15 mm); antenómero 12 (terminal) (0.22 mm), ramas antenales lanceoladas en vista lateral, 1.7 veces más largas que el antenómero correspondiente. Clípeo trapezoidal, esclerotizado, con pequeña muesca en el margen posterior. Mandíbulas falcadas, robustas; palpómero maxilar terminal robusto, securiforme (0.27 mm), tan largo como los tres anteriores combinados; palpómero labial terminal en forma de huso (0.10 mm), más corto que los dos anteriores combinados.

Tórax. Pronoto más ancho (1.0 mm) que largo (0.80 mm); tegumento liso, puntuación dos veces más grandes que las facetas del ojo, separadas por aproximadamente 1.5 diámetros de puntuación; puntos setíferos con una seda café. Margen anterior redondeado, con superficie convexa. Márgenes laterales casi rectos. Margen, posterior ondulado. Disco convexo; ángulos anteriores y posteriores redondeados (Fig. 3E). Escutelo espatulado, margen posterior romo. Élitros 3.3 veces más largos (1.87 mm) que anchos (0.56 mm), rebasando el segundo segmento abdominal. Alas membranosas con la vena radial (RP) tres veces menor que la longitud de MP1+2; célula radial cerrada; vena r3 ausente; vena r4 presente (no alcanza el borde de la célula radial ni el borde RP); venas del sector anal anterior y posterior evidentes (Fig. 3F). Patas: primer tarsómero de las pro y meso patas con un “peine” ventral de gruesas cerdas completo, tan largo como los segundos tarsómeros.

Abdomen. Penúltimo esternito con el margen posterior escotado, el último lanceolado. Pieza basal del edeago totalmente esclerotizada; lóbulo medio cilíndrico, apicalmente comprimido y agudo; flagelo aproximadamente 1.5 veces más largo que la longitud del lóbulo medio;

parámetros más largos que el lóbulo medio, paralelos, simétricos, estrechos en su mitad apical y con sedas largas (0.12 mm) y densas presentes en la última cuarta parte (Fig. 4C-E).

Hembra e inmaduros. Desconocidos.

Distribución. México: Colima.

Etimología. Dedicamos con mucho gusto esta especie al Maestro Enrique González Soriano, distinguido odonatólogo y compañero de andanzas por el bosque tropical caducifolio.

AGRADECIMIENTOS

A CONACyT y a CONABIO por el apoyo otorgado al proyecto “Diversidad en ocho grupos de insectos (Odonata, Lycidae, Phengodidae, Lampyridae, Cantharidae, Cerambycidae [Coleoptera], Sirphidae [Díptera] y Vespidae [Hymenoptera]) en tres regiones del bosque tropical caducifolio en México”. A Susana González por el apoyo técnico en la toma de fotografías (Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad, Instituto de Biología, UNAM). Agradecemos los comentarios de los revisores, los cuales mejoraron sustancialmente este escrito.

LITERATURA CITADA

- Costa, C. y Zaragoza-Caballero, S. 2010. Phengodidae LeConte, 1861. (pp. 126-135). En: Beutel, R.G., Leschen R.A.B. y J.F. Lawrence (Eds.). *Handbuch der Zoologie/ Handbook of Zoology. Band/Volumen VI Arthropoda: Insecta Teilband/ Part 38. Coleoptera, Beetles. Volume 2. Morphology and Systematics (Polyphaga partim)*. W. De Gruyter, Berlin. <https://doi.org/10.1515/9783110911213.126>
- García, E. y CONABIO. 1998a. *Climas (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México.
- García, E. y CONABIO. 1998b. *Isotermas medias anuales, escala 1:1000000*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México.
- García, E. y CONABIO. 1998c. *Precipitación total anual, escala 1:1000000*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México.
- INEGI, Lugo-Hupb, J., R. Vidal-Zepeda, A. Fernández-Equiarte, A. Gallegos-García y J. Zavala. 1990. *Hipsometría, escala 1:4000000. Extraído de Hipsometría y Batimetría, I.1.1 Atlas Nacional de México*. Instituto de Geografía, UNAM, Ciudad de México.
- Kundrata, R., S.M. Blank, A.S. Prosvirov, E. Sormova, M.L. Gimmel, D. Vondráče y K. Kramp. 2019. One less mystery in Coleoptera systematics: the position of Cydistinae (Elateriformia incertae sedis) resolved by multigene phylogenetic analysis. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 187(4): 1259-1277. <https://doi.org/10.1093/zoolin/zl104>
- Kukalova-Peck, J. y J.F. Lawrence. 1993. Evolution of the hind wing in Coleoptera. *The Canadian Entomologist*, 125(2): 181-258. <https://doi.org/10.4039/Ent125181-2>
- Lawrence J.F., A. Ślipiński, A.E. Seago, M.K. Thayer, A.F. Newton y A.E. Marvaldi. 2011. Phylogeny of the Coleoptera based on morphological characters of adults and larvae. *Annales Zoologici (Warszawa)*, 61: 1-21. <https://doi.org/10.3161/000345411X576725>
- Morrone, J.J., T. Escalante y G. Rodríguez-Tapia. 2017. Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. *Zootaxa*, 4277(2): 277-279. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2.8>
- QGIS. 2020. Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <https://qgis.org>. Fecha de consulta: 2021.
- Roza, A.S. y J.R.M. Mermudes. 2020. A new genus of railroad-worm beetles from the Atlantic Rainforest from Brazil (Coleoptera: Phengodidae, Mastinocerinae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 60(Special Issue): 1-12, e202060(s.i.).10. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2020.60.special-issue.10>
- Rzedowski, J. 1990. *Vegetación Potencial. IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4000000*. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Vega-Badillo, V., S. Zaragoza-Caballero y M.A. Ivie. 2020. A new genus of Phengodidae (Coleoptera) from the Neotropical Region. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 60 (Special Issue): 1-7, e202060(s.i.).06. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2020.60.special-issue.06>
- Vega-Badillo, V., S. Zaragoza-Caballero y J. J. Rios-Ibarra. 2021. New species of the genus *Cenophengus* LeConte 1881 (Coleoptera; Phengodidae) from Mexico and Guatemala. *Zootaxa*, 5023(2): 223-238. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5023.2.3>
- Wittmer, W. 1976. Arbeiten zu einer Revision der Familie Phengodidae (Coleoptera). *Entomologische Arbeiten aus dem Museum G. Frey.*, 27: 414-524.
- Zaragoza-Caballero S. 1986. El género *Distremocephalus* en México (Coleoptera: Phengodidae). *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 56: 189-202.
- Zaragoza-Caballero S. y C.X. Pérez-Hernández (Eds). 2014. *Sinopsis de la familia Phengodidae (Coleoptera): trenecitos, bigotudos, glow-worms, railroad-worms o besouros trem de ferro*. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. México. <https://doi.org/10.22201/ib.9786070251832e.2014>

Recibido: 18 de mayo 2022

Aceptado: 23 de junio 2022

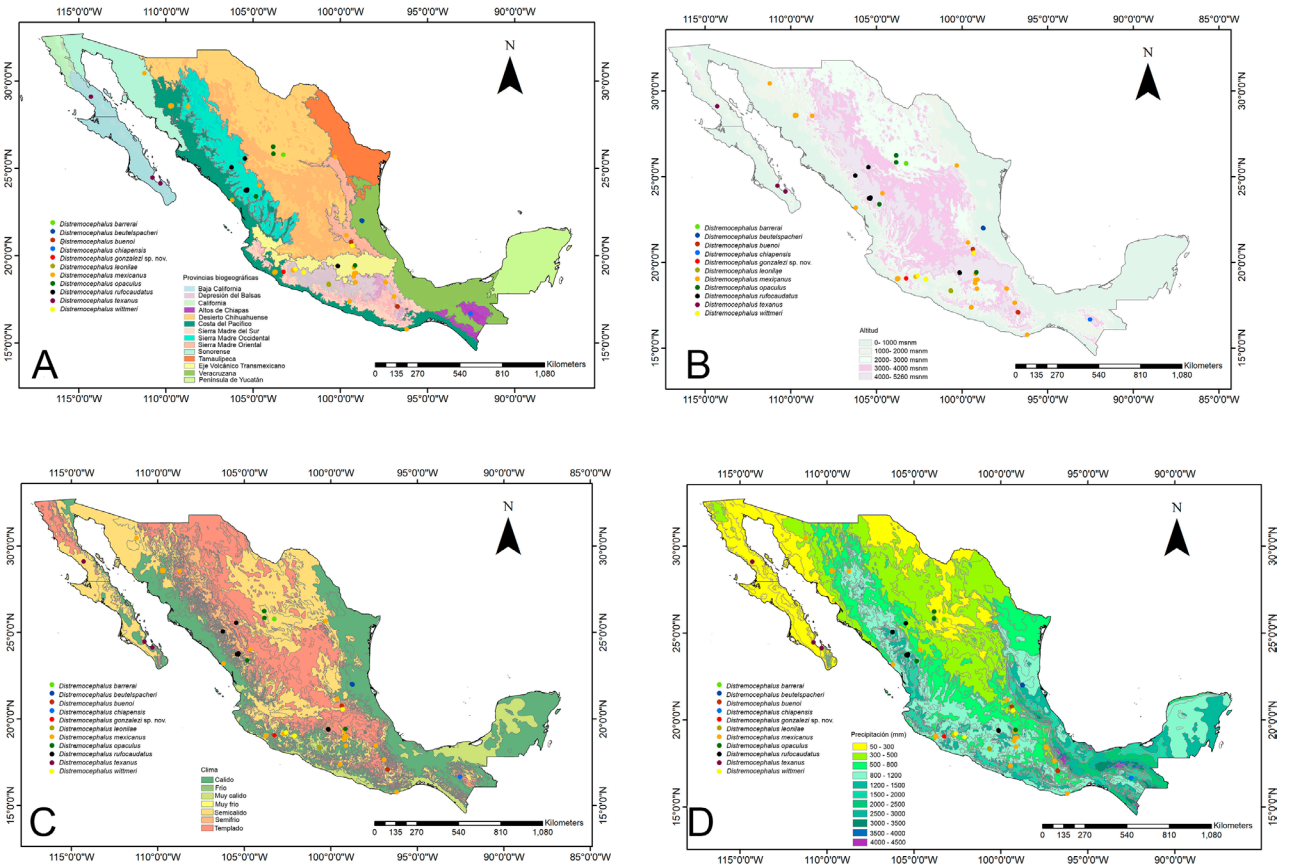


Figura 1. Distribución del género *Distremocephalus* en México: A) provincias biogeográficas, B) elevación, C) clima, D) precipitación.



Figura 2. *Distremocephalus leonilae* Zaragoza-Caballero, 1986, macho. Hábito: A) vista dorsal, B) ventral. Edeago: C) vista dorsal, D) ventral, E) lateral.

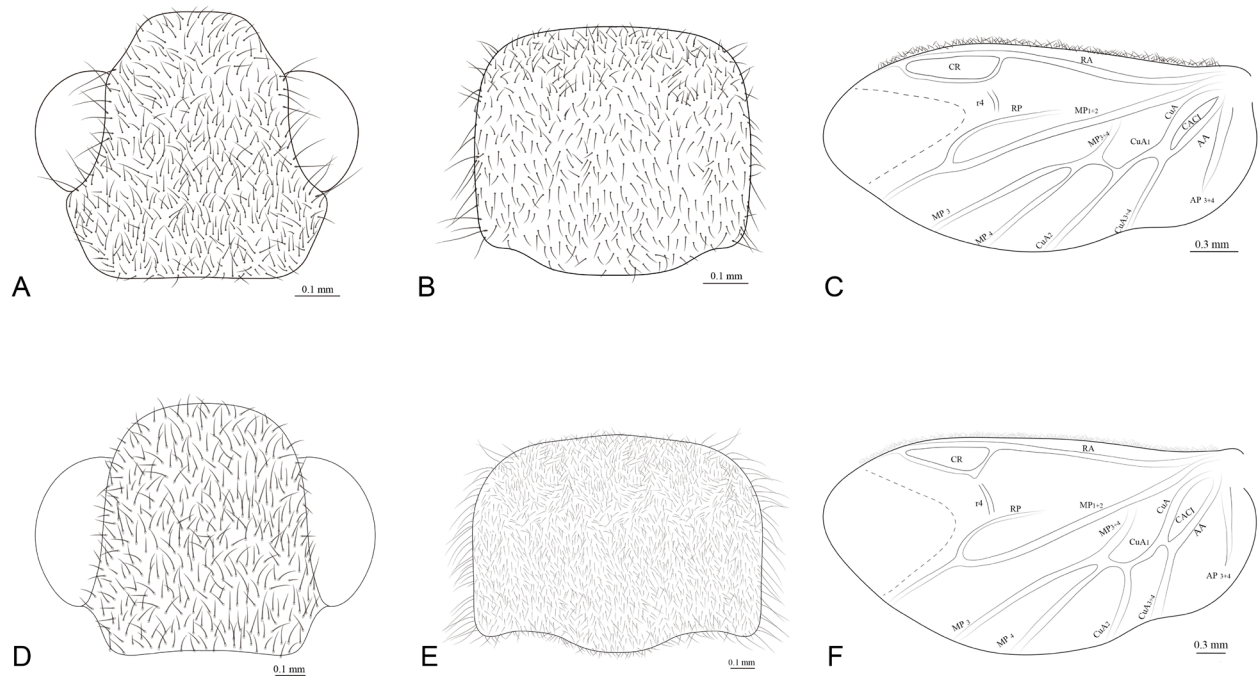


Figura 3. *Distremocephalus leonilae* Zaragoza-Caballero, 1986. A) Cabeza vista dorsal, B) pronoto dorsal, C) ala posterior. *Distremocephalus gonzalezi* sp. nov. D) Cabeza vista dorsal, E) pronoto dorsal, F) ala posterior. (Abreviaturas de venación alar: CR = célula radial; r4 = vena radial 4; RP = Vena radial posterior; MP1+2 = Vena mediana posterior; CuA = Vena cubital; AA y AP Venas anal anterior y Venas anales posteriores).



Figura 4. *Distremocephalus gonzalezi* sp. nov. Vega-Badillo y Zaragoza-Caballero, macho. Hábito: A) vista dorsal, B) ventral. Edeago: C) vista dorsal, D) ventral, E) lateral.

Collembola (Hexapoda) of Malaise traps from two localities in Tlaxcala, Mexico

Collembola (Hexapoda) de trampas Malaise de dos localidades en Tlaxcala, México

José G. Palacios-Vargas^{1, *}, Gabriela Castaño-Meneses², Andrea González¹ and Atilano Contreras-Ramos³

¹ Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Facultad de Ciencias, UNAM, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México, Mexico; ² Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos, UMDI, Facultad de Ciencias, UNAM, Campus Juriquilla, Blvd. Juriquilla 3001, 76230 Querétaro, México; ³ Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México, Mexico. * Corresponding author, e-mail: troglolaphysa@hotmail.com. JGPV: <https://orcid.org/0000-0001-9097-6813>; GCM: <https://orcid.org/0000-0002-5405-5221>; AC: <https://orcid.org/0000-0001-8044-1348>; AGR <https://orcid.org/0000-0003-0800-4172>

ABSTRACT

Springtails (Collembola) from two temperate forest sites, “Ejido Los Búfalos” (LB) and “Bosque Mágico de Piedra Canteada, Santuario de la Luciérnaga” (PC), in Tlaxcala state, central Mexico, were sampled monthly with Malaise traps. More than 38,000 specimens from 10 species were collected and studied. Although abundance values between both study sites were highly different, no significant effect of locality and sampling date was found according to a two-way ANOVA unbalanced test because of the high variance between recorded data. Shannon’s diversity index for LB was $H' = 0.61$ and for PC was $H' = 1.08$, with a significant difference in diversity between both sites. The most abundant springtails were Entomobryidae: *Seira* sp. ($n = 21,091$ individuals in LB and $n = 6,424$ in PC), *Americabrya arida* (6,214 and 2,860), and *Willowsia mexicana* (19 and 852); few Neanuridae: *Pseudachorutes* (241 and 169); Isotomidae: *Isotoma* (2 and 3); Katiannidae: *Polykatianna* (36 and 28); and Tomoceridae: *Pogonognathellus flavescens* (45 and 93). Two genera were only found at PC, Dicyrtomidae: *Ptenothrix* (31) and Entomobryidae: *Lepidocyrtus* (4). This is the first study to record abundance values of these high magnitudes for springtails captured with Malaise traps. Results are compared with previous studies at Mexican and French localities, respectively; Entomobryidae was the most abundant family captured with this method.

Key words: Springtails/ Malaise traps/ variation/ abundance/ Mexico.

RESUMEN

Se muestrearon mensualmente con trampas Malaise los colémbolos (Collembola) de dos sitios de bosque templado, “Ejido Los Búfalos” (LB) y “Bosque Mágico de Piedra Canteada, Santuario de la Luciérnaga” (PC), en el estado de Tlaxcala, centro de México. Se recolectaron y estudiaron más de 38.000 especímenes de 10 especies. Aunque los valores de abundancia entre ambos sitios de estudio fueron muy diferentes, no se encontró un efecto significativo de la localidad y la fecha de muestreo de acuerdo con una prueba no balanceada de ANOVA de dos vías debido a la alta varianza entre los datos registrados. El índice de diversidad de Shannon para LB fue $H' = 0.61$ y para PC fue $H' = 1.08$, existiendo una diferencia significativa en la diversidad entre ambos sitios. Los colémbolos más abundantes fueron Entomobryidae: *Seira* sp. ($n = 21\ 091$ individuos en LB y $n = 6\ 424$ en PC), *Americabrya arida* (6 214 y 2 860) y *Willowsia mexicana* (19 y 852); pocos Neanuridae: *Pseudachorutes* (241 y 169); Isotomidae: *Isotoma* (2 y 3); Katiannidae: *Polykatianna* (36 y 28); y Tomoceridae: *Pogonognathellus flavescens* (45 y 93). Solo se encontraron dos géneros en PC, Dicyrtomidae: *Ptenothrix* (31) y Entomobryidae: *Lepidocyrtus* (4). Este es el primer estudio que registra valores de abundancia de estas magnitudes para colémbolos capturados con trampas Malaise. Los resultados se comparan con estudios previos en localidades mexicanas y francesas, respectivamente; Entomobryidae fue la familia más abundante capturada con este método.

Palabras clave: Springtails/ Malaise traps/ variation/ abundance/ Mexico.

Springtails or Collembola are present in large amounts in different environments and were considered the most abundant “insects” on earth by Hopkin (1998); this is true in many different terrestrial and semiaquatic biotopes under special circumstances, which denotes their importance in terrestrial ecosystems ecology. Some sampling techniques, such as Malaise traps are convenient for catching flying insects, but their efficacy for springtails has not been well evaluated and was not typically intended for their capture.

Those traps are generally aimed for collecting Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, and Lepidoptera (Mattheus & Mattheus 1971). Malaise (1937) designed them because most flying insects hitting an obstacle respond by flying or crawling upwards, trying to escape, and they finally fall into a collecting jar. Few studies using those traps for collecting springtails have been done.

For instance, during three months of Malaise trap sampling in an Albany mesic forest, east of New York state,

Mattheus & Mattheus (1971) obtained 564 collembolans, which represented 1.4% of the total 40,348 insects captured; traps were placed in four locations 500 m from each other. Cepeda-Pizarro *et al.* (2013) compared the efficiency of Barber and Malaise traps to study the biodiversity of Hexapoda of three Andean peatlands in the Region of Coquimbo (from 3,100 to 3,800 m a.s.l.), Chile. The total Hexapoda collected by Barber traps was 65,015 specimens, half of them were *Collembola* (32,581) but they did not identify them to family or species. They also collected 23,202 insects with Malaise traps, however springtails were not counted in this part of the study, and Diptera yielded 84% of Hexapoda.

Pernin & Langlois (2013) studied the *Collembola* collected with three traps in the natural national reserve of Valbois, France from May through October 2009 and from April through September 2010. Samples were taken every 15 days. For comparison, they took litter samples only in April of 2010 and processed them in Berlese funnels. Their identification (to species of most specimens) was 17 species in Malaise traps (versus 45 in soil samples), with a total abundance of 1,204 springtails. Haenni & Matthey (1984), in Switzerland, captured 542 springtails, without any further identification. Greenslade & Florentine (2013) captured 2,458 springtails of 20 taxa in Tasmania, with most of them identified as morphospecies. It should be noted that some new species, mainly from Entomobryomorpha (*Plumachaetas*, *Salina*) have been described thanks to this collecting method (Oliveira *et al.* 2019, Oliveira & Cipola 2016).

The only previous Mexican contribution on *Collembola* captured with Malaise traps was in a tropical dry forest at Chamela Biological Station, Jalisco (Palacios-Vargas *et al.* 1999). Sampling was done every two weeks for two years (from August 1991 to July 1992) in two watersheds. They collected 2,633 springtails (among 41,443 arthropods) from 14 species, versus 62 morphospecies living in the soil and litter in the same locality (Palacios-Vargas & Gómez-Anaya 1993).

Malaise traps are suitable for collecting climbing springtails, which due to their small size and agility are very difficult to collect, except if fogging techniques are used (Palacios-Vargas 2017; Palacios-Vargas *et al.* 1998, 1999; Palacios-Vargas & Mejía-Recamier 2017). Their ecological importance on the tree canopy has to do with the degradation and transformation of organic matter in situ, and that they are prey for many different groups including spiders, mites, and some small vertebrates such as lizards and birds.

In order to study the *Collembola* found in the Malaise traps used in a project to study the taxonomy and ecology of Neuroptera (Marquez López, 2017), with the objective to evaluate and compare *Collembola* communities of two localities from Tlaxcala using these traps; this is a Mexican state close to Mexico City, yet an area where this group of Hexapoda is almost unknown (Palacios-Vargas 2014).

MATERIALS AND METHODS

Study area

The state of Tlaxcala is in east-central Mexico (Fig. 1); after Mexico City, it is the second smallest state, with only 4,016 Km² (0.2% of the country's territory). It belongs to the Neo-Volcanic Axis physiographic region and has a temperate subhumid climate with rains during summer, mean annual temperature of 14.8°C, mean annual precipitation of 1,728.51 mm, and the lowest elevation in the state of 2,200 m, while Nanacamilpa's municipality (where sampling sites are located), has a highest daily temperature average of 22°C during the temperate season, late-March through early June (INEGI 2014). Sampling took place at two sites, "Ejido Los Búfalos" (LB; 19°28'14.8" N, 98°35'17.1" W; 2,896 m a.s.l.) and "Bosque Mágico de Piedra Canteada, Santuario de la Luciérnaga" (PC; 19°27'35.2" N, 98°35'46.9" W; 2,837 m a.s.l.), both managed forested areas aimed to preserve firefly populations through ecotourism. Both sites hold pine-oak forest, with scattered areas of sacred fir (*Abies religiosa*) and other tree species such as Texas madrone (*Arbutus xalapensis*) (Ramírez-Albores *et al.* 2014).

Collecting techniques

Three Malaise traps were placed at each collecting locality (Fig. 2). Sampling started at LB on September 25, 2015 (Fig. 3), while in PC traps were set up on December 08, 2015 (two traps) and February 06, 2016 (one trap) (Fig. 4), with a total of 51 samples obtained from LB and 43 from PC, as sampling ended in March 2017 (Table 1). The traps operated in the field continuously, with samples picked up and ethyl alcohol (96%) replaced every month. Specimens were sorted out at Instituto de Biología-UNAM in small jars and then transported to Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Facultad de Ciencias-UNAM for slide preparations, morphospecies identification, counting, and spreadsheet recording.

Data Analysis

The effect of locality and sampling date on springtail abundance was evaluated by a two-way ANOVA test for unbalanced designs (Shaw & Mitchell-Olds 1993). Normality and homocedasticity in data were present. The analyses were performed using Statistica 8.0 software (StatSoft 2007). Also, Shannon's diversity index was calculated for the community at each locality and the difference between diversity index values was analyzed by a modified t-test (Magurran 1988), with PAST software (Hammer *et al.* 2001). In order to evaluate the springtails community composition in localities and sampling months a cluster analysis was performed using single linkage as amalgamation method and Euclidian distances as distance measuring, using also Statistica software (StatSoft 2007).

Results were compared with a study carried out in Chamela, Jalisco, Mexico (Palacios-Vargas *et al.* 1998), and with another from the national reserve of Valbois, France (Pernin & Langlois 2013).

RESULTS

A total of 38,115 springtails of 10 morphospecies were obtained from 94 Malaise trap samples. Most specimens were members of the family Entomobryidae, with 70% belonging to the genus *Seira*. To our knowledge, this study is the first one to record such high abundance values of springtails through this kind of traps (Table 2).

Springtail species obtained were *Americabrya arida* (n=6,214 in LB and 2,860 in PC), *Seira* sp. (21,091 and 6,424) and *Willowsia mexicana* (19 and 852), *Lepidocyrtus* sp. (0 and 4); *Pseudachorutes* sp. (241 and 169), *Isotoma* sp. (2 and 3), *Ptenothrix* sp. (0 and 31), and *Polykatianna* spp. (36 and 28). Combined, the abundance of *A. arida* and *Seira* sp. represented 96% of the total amount of Collembola captured, with *Seira* sp. outnumbering all, while other genera represented less than 4% of the total abundance.

Although the specimen's abundance was very high (27,651 at LB and 10,464 at PC), the species richness was low (10 morphospecies). Nevertheless, the total abundance value recorded at each site had no significant effect from locality and sampling date, according to the two-way ANOVA unbalanced test (Locality: $F_{1,73} = 0.64$, $p > 0.05$; date: $F_{17,73} = 1.23$, $p > 0.05$), because of the high variance of recorded data, mean of individuals by trap, and standard deviation, which for LB was 536.59 ± 1679.90 , and for PC was 243.35 ± 564.22 (Fig. 5). Shannon's diversity index for LB was $H' = 0.61$, and for PC was $H' = 1.08$, so a significant difference was found in the diversity of both sites ($t_{1,5933} = 39.76$, $p < 0.05$).

The abundance value of springtails for each month varied highly (Fig. 6), even if numbers are expressed in a logarithmic scale. When a similarity dendrogram is done for each month, there is not a clear pattern, nevertheless at low scale, it seems that most of the close relations are between samples of the same localities and the same season of the year, thus most months of dry season of LB locality are grouping and are close to dry months in PC locality (Fig. 7).

DISCUSSION

Few studies are known using Malaise traps as a sampling technique to explore springtail populations or diversity. Most of them have been done only for few months, for reasons such as season preference or authors' selection of time of highest biological activity yet results from more than a year of collecting may depict a broader scenario. At both localities, we found a very high abundance of *Americabrya arida* and *Seira* sp., both recorded for the first time through Malaise trap collecting. *Willowsia mexicana*, *Isotoma* sp., *Ptenothrix* sp., *Polykatianna* sp., *Lepidocyrtus* sp., *Pogonognathellus flavescens* (Tomoceridae), and *Pseudachorutes* sp. (Neanuridae) were represented with relatively few specimens. The difference in species abundance documented in both localities, even with no positive statistical significance, might be due to factors such as climate, and microenvironmental differences and

requirements of the springtail's species.

In addition, a monthly variation in abundance values is evident, although there were no significant differences between both study sites. It may be possible that the variation in abundance of Collembola is dependent on other biological factors, such as moss or lichens living on the bark of trees. According to Gressitt & Gressitt (1962), Malaise trap results are influenced by local circumstances of topography, density of vegetation, relation with wind, water, as well as temperature, precipitation, and location of traps in shade or sun. In addition, the time of the year might be reflected in taxa composition and abundances, as many groups have seasonal occurrences.

When comparing springtail abundance values from the two study sites at Tlaxcala with that from the tropical dry forest of Chamela, Jalisco (Palacios-Vargas et al. 1999), where only 2,633 specimens were collected, there is a huge difference. Also, if they are compared with results at Valbois, France, where 1,204 total Collembola were captured, the difference is even bigger (Table 2). As a general pattern, Entomobryidae seems to be the most common family in many places across geography, however, represented by a different dominant genus in each locale. In Tlaxcala, *Seira* sp. was the most abundant (n=27,515), while in Chamela *Lepidocyrtus* spp. (397), in Valbois *Entomobrya* (1020), and Tasmania *Lepidocyrtoides* (1,010) were the most abundant genera. Members of *Pseudachorutes* (Neanuridae) can climb trees and might be an important element of the springtail community in these forested environments because they have specialized stylet-like mouthparts, which enable them to feed on fungi or moss.

When studying the abundance of arboreal arthropod taxa at two localities, Rivière Bleue and Pindaï, New Calédonie, Guilbert (1997) found that Collembola captured through fogging represented 37% and 13.2%, with 23,652 and 14,557 specimens, respectively (but they were not identified to family or genus), and their trophic guild at both sites was epiphyte grazers. Such arboreal species depend on many factors such as weather, wind, and humidity, which allow moss, lichens, and other epiphytic plants to create a rich environment for their development and reproduction and support them to have very big communities of a few species.

CONCLUSIONS

Members of 10 species of Collembola were collected in two study sites of Tlaxcala through 17 months of sampling using Malaise traps, with the largest relative abundance presented by members of Entomobryidae (96%), while the remaining value (less than 4%) was held by other families. The most abundant taxa were *Seira* sp. and *Americabrya arida*, which are epiedaphic and usually live on the litter surface and epiphytic habitats, including bushes and the tree canopy. The abundance values obtained appear to indicate populations of the same community because the statistical analysis did not find a significant difference among study

sites, located ca. 1.5 km from each other.

In this study, sampling was continuous for 17 months, and when the total abundance of Collembola (n=38,115) captured by Malaise traps at Tlaxcala, is compared with numbers from other localities, this appears to be the highest number of springtails ever collected through this technique. These results provide good evidence that springtails that climb trees might be a highly abundant component of terrestrial arthropod communities, and so they may be responsible for a relevant ecological role.

Even when species richness of the springtail community was low, which generally agrees with a high elevation and temperate climatic conditions, important abundance values were recorded at both study sites, which may be explained through a comparative study of substrates, such as coverage by moss, lichens, and other epiphytic plants at each site. Further studies comparing soil- versus arboreal springtail communities might offer insight into springtail significance in forest ecosystems.

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to Yesenia Marquez López (doctoral student, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa) for sorting out springtail specimens from Malaise trap and for providing study site photographs. Thanks to Blanca Mejía Recamier (Facultad de Ciencias, UNAM) for her assistance in the preparation of specimens for taxonomic study. Field work was supported through Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT-UNAM), project IN207517 “Aportaciones a la taxonomía y filogenia del orden Neuroptera (Insecta) en México” conducted by AC.

This contribution is dedicated to M. S. Enrique González Soriano, from Instituto de Biología, UNAM, for his contribution to the study taxonomy and biology of Odonata.

LITERATURE CITED

- Cepeda-Pizarro, J., C. González A., C. Zuleta R. and J. Pizarro-Araya. 2013. Comparación de la eficiencia de trampas Barber y Malaise para el estudio de la biodiversidad de Hexapoda de vegas altoandinas. *Idesia* 31(4): 103–109.
<https://doi.org/10.4067/s0718-34292013000400014>
- Gressitt, J. L. and M. K. Gressitt. 1962. An improved Malaise trap. *Pacific Insects* 4(1): 87–90
- Greenslade, P. and S. Florentine. 2013. Collembola (springtails). In: Driessen, M.M. and Mallick S.A. (eds): The distributions of invertebrate species along the Warra-Mount Weld Altitudinal Transect in 2001–2002 and identification of taxa restricted by altitude. Nature Conservation Report 13/4 – Department of Primary Industries, Parks, Water and Environment, Hobart, Tasmania. 24–38 pp.
- Guilbert, E. 1997. Arthropod biodiversity in the canopy of New Caledonian Forest – in *Canopy Arthropods*. (Stork, N. E., J. Adis and R. K. Didham). Chapman and Hall, London. 265–277 pp.
- Haenni, J.-P. and W. Matthey. 1984. Utilisation d’un piège d’interception (tente Malaise) pour l’étude entomologique d’une tourbière du Haut-Jura. I, Introduction et résultats généraux. *Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles* 107: 110–122.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4,9. Available at:
<http://palaeo-electronica.org/2001/1/past/issue1/01.htm> (18-January-2020).
- Hopkin, S. P. 1998. Collembola: The most abundant insects on earth. *Antenna* 22: 117–121.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, México) (2014): Perspectiva estadística: Tlaxcala. 98 pp. Available in:
https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd_perspect/mar_2014/tlax/702825059651.pdf (20-June-2022).
- Malaise, R. 1937. A new insect-trap. *Entomologisk Tidskrift* 58: 148–160.
- Marquez López, Y. 2017. Diversidad de Coniopterygidae y Hemerobiidae (Neuroptera) en el municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista, Tlaxcala. Tesis de Maestría. Universidad Metropolitana. México.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, New Jersey.
- Mattheus, R. W. and J. R. Mattheus. 1971. The Malaise traps: Its utility and potential for sampling insect populations. *The Michigan Entomologist* 4(4): 117–122.
- Oliveira, F. G., P. Greenslade, P., and B. C. Bellini. 2019. Four new species of *Plumachaetas* Salmon (Collembola: Entomobryoidae) from Oceania with comments on the genus and a key to species. *Zootaxa*, 4706(1), 121–146.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4706.1.5>
- Oliveira, F. G. D. L. and N. G. Cipola, N. G. 2016. Two new species of *Salina* MacGillivray (Collembola, Paronellidae) with rectangular mucro from South America. *Revista Brasileira de Entomologia*, 60(2), 128–136.
<https://doi.org/10.1016/j.rbe.2016.01.002>
- Palacios-Vargas, J.G. 2014. Biodiversidad de Collembola (Hexapoda: Entognatha) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 220–231.
<https://doi.org/10.7550/rmb.32713>
- Palacios-Vargas, J. G. 2017. **¿Cómo coleccionar microartrópodos del dosel?** El caso de los colémbolos y ácaros de la selva de los Tuxtlas, Veracruz. Memorias del XIX simposio de Zoología. CUCBA, U. de G. 22–26. <https://doi.org/10.14198/cdbio.2002.09.02>
- Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño Meneses and J.A. Gómez Anaya. 1998. Collembola from the canopy of a Mexican tropical deciduous forest. *Pan-Pacific Entomologist*

74(1): 47–54.

Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño-Meneses and A. Pescador-Rubio. 1999. Phenology of canopy arthropods of a tropical deciduous forest in Western Mexico. *The Pan-Pacific Entomologist* 75: 200–211.

PalaciosVargas, J. G., and J. A. GómezAnaya. 1993. Los Collembola (Hexapoda: Apterygota) de Chamela, Jalisco, México (Distribución Ecológica y claves). *Folia Entomológica Mexicana*, (89):1–34.

Palacios-Vargas, J. G. and B. E. Mejía-Recamier (2017): Artrópodos de la canopia en la selva tropical húmeda de Los Tuxtlas, Veracruz. *Entomología mexicana*, 4: 96–101.

Pernin, C. and D. Langlois. 2013. Inventaire des Collemboles de la Réserve naturelle national du ravin de Valbois. Réserve naturelle national du Ravin de Valbois, France. 9 pp.
<https://doi.org/10.4267/2042/5755>

Ramírez-Albores, J., L. León-Paniagua & A. G. Navarro-Sigüenza. 2014. Mamíferos silvestres del Parque Ecoturístico Piedra Canteada y alrededores, Tlaxcala, México; con notas sobre algunos registros notables para el área. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 48–61.
<https://doi.org/10.7550/rmb.30485>

Shaw, R. G., & T. Mitchell-Olds. 1993. ANOVA for unbalanced data: an overview. *Ecology*, 74: 1638–1645.
<https://doi.org/10.2307/1939922>

StatSoft, Inc. 2007. Statistical user guide. Complete Statistical System Statsoft. Oklahoma.

Recibido: 4 de abril 2022
Aceptado: 18 de mayo 2022

Table 1. Sampling regime of springtails with Malaise traps in Tlaxcala, Mexico. LB = Ejido Los Búfalos, PC = Piedra Canteada.

	LB	PC
Starting date (Malaise trap set up)	25.ix.2015 (3 traps)	08.xii.2015 (2 traps) & 06.ii.2016 (1 trap added)
Closing date (Malaise trap pick up)	02.iii.2017	03.iii.2017
Duration of sampling (months)	17	15
Total samples (n)	51	43

Table 2. Comparison of Collembola genera from Malaise traps

GENERA	MEX Jalisco	MEX Tlaxcala		FRANCE
	CHAMELA	PC	LB	VALBOIS
<i>Adisianus</i>	19	0	0	0
<i>Allacma</i>	0	0	0	12
<i>Americabrya</i>	0	2,860	6,214	0
<i>Calvatomina</i>	388	0	0	0
<i>Ceratophysella</i>	5	0	0	0
<i>Dicyrtomina</i>	0	0	0	3
<i>Entomobrya</i>	0	0	0	1,020
<i>Isotoma</i>	2	3	2	0
<i>Polykatianna</i>	0	28	36	0
<i>Lepidocyrtus</i>	397	4	0	40
<i>Orchesella</i>	0	0	0	125
<i>Pogonognatellus</i>	0	93	45	0
<i>Proisotoma</i>	0	0	2	0
<i>Pseudachorutes</i>	0	169	241	0
<i>Ptenothrix</i>	0	31	0	0
<i>Rapoportella</i>	8	0	0	0
<i>Salina</i> sp.	225	0	0	0
<i>Seira</i>	268	6,424	21,091	5
<i>Sminthurus</i>	275	0	0	0
<i>Tomocerus</i>	0	0	0	8
<i>Willowsia</i>	0	852	19	3
TOTALS	1,587	10,464	27,651	1,216

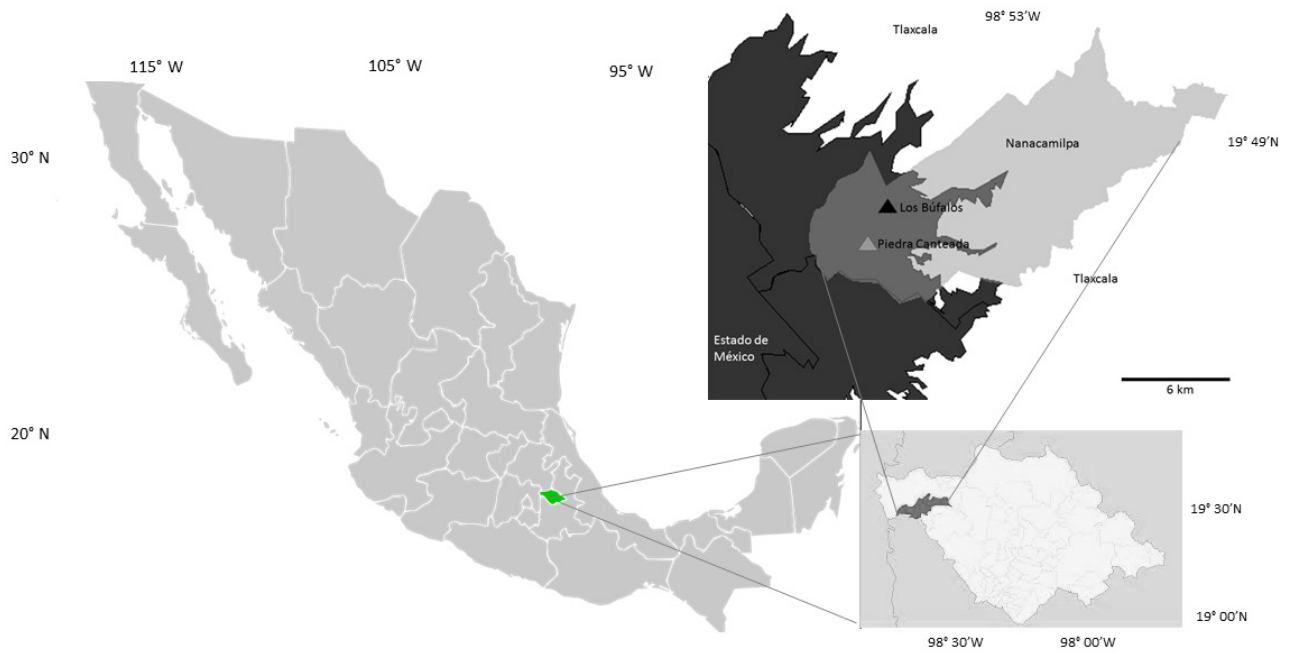


Figure 1. Location of study sites in Nanacapilma, Tlaxcala, Mexico.



Figure 2. Malaise trap setting in Los Búfalos, Tlaxcala, Mexico.



Figure 3. Mixed vegetation habitat at Los Búfalos, Tlaxcala, Mexico.



Figure 4. Mixed vegetation habitat at Piedra Canteada, Tlaxcala, Mexico.

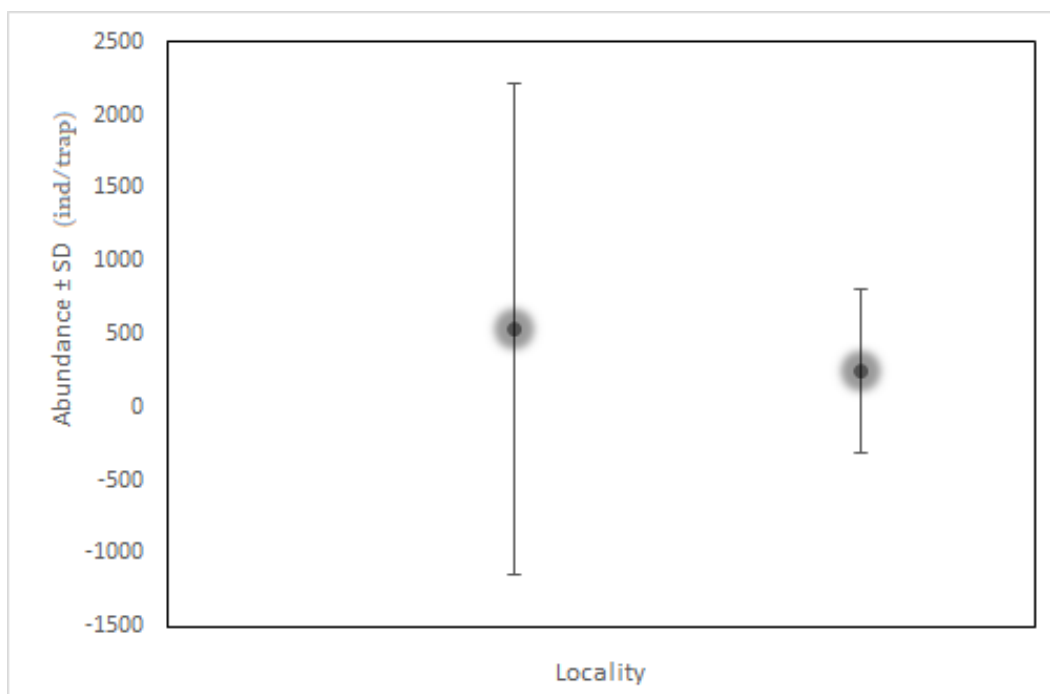


Figure 5. Abundance average and standard deviation of Collembola collected with Malaise traps in two localities of Tlaxcala, Mexico. Ejido Los Búfalos, left; Piedra Canteada, right.

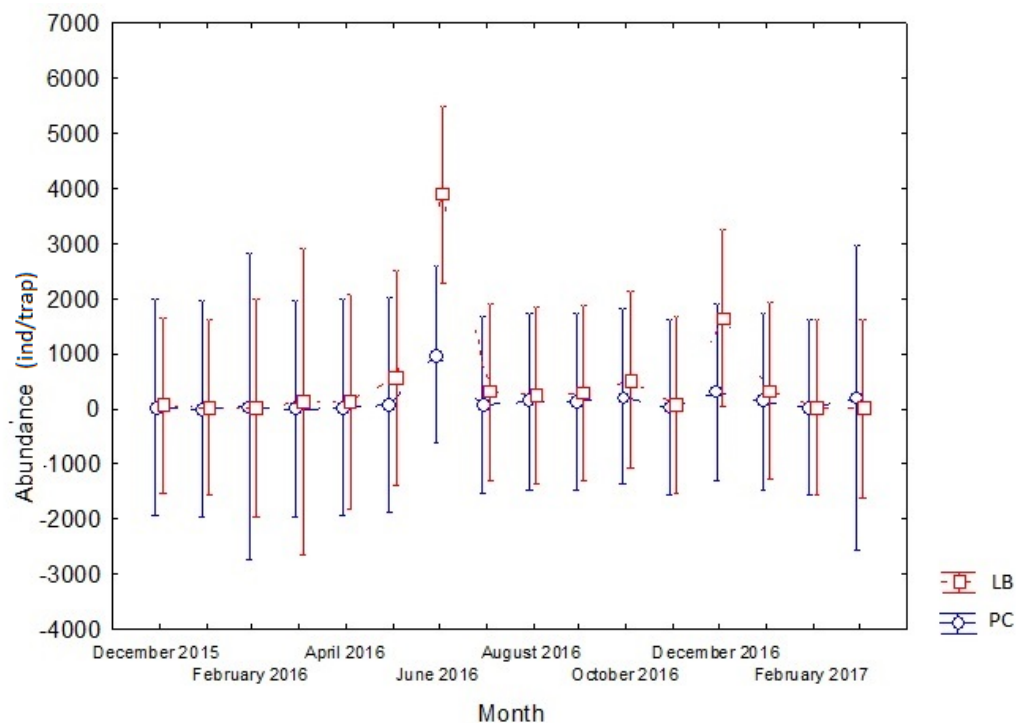


Figure 6. Monthly variation of abundance and standard deviation of Collembola collected with Malaise traps in two localities of Tlaxcala, Mexico. LB = Ejido Los Búfalos, PC = Piedra Canteada.

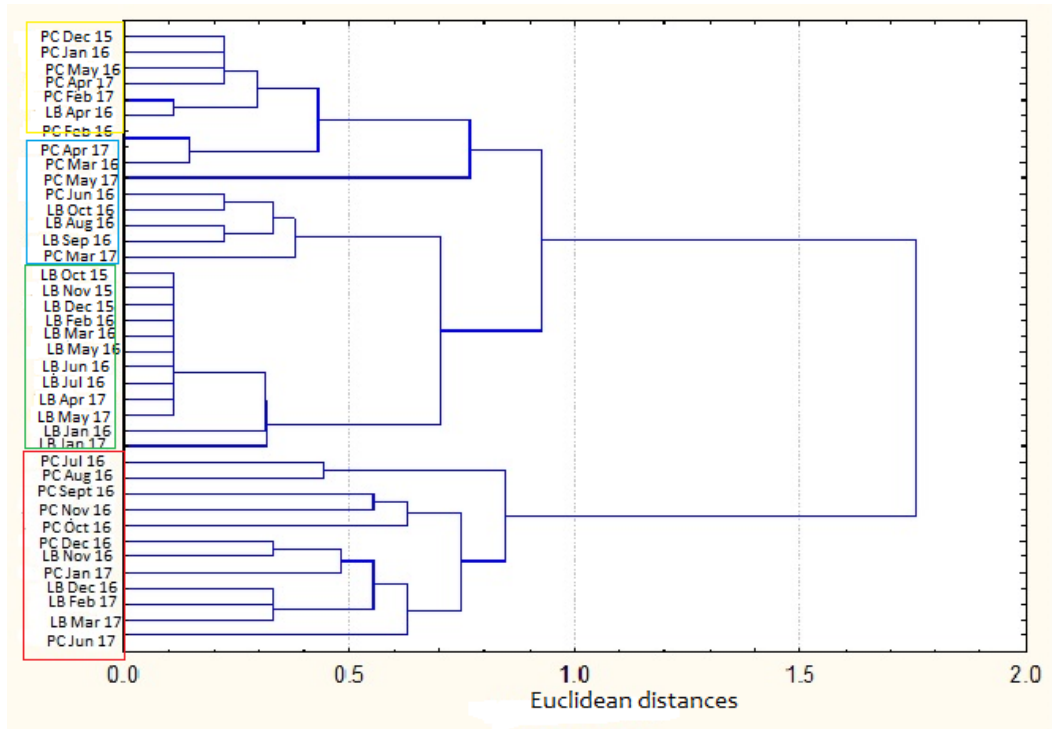


Figure 7. Dendrogram of cluster analysis from Collembola community composition collected with Malaise traps in two localities of Tlaxcala, México.

Artículo

<http://zoobank.org/C104AA2D-972E-4B5B-A7F8-81D77FC37788>

***Amblyomia gonzalezi*, a new species of Anisoscelini (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae: Coreinae) from Colombia**

***Amblyomia gonzalezi*, una nueva especie de Anisoscelini (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae: Coreinae) de Colombia**

Harry Brailovsky and Ernesto Barrera

Departamento de Zoología, Instituto de Biología UNAM, Apartado Postal 70153, Ciudad de México, 04510, México. HBA: e mail: coreidae@ib.unam.mx. ORCID: <https://org/0000-0001-7456-5678>; EBV: e mail: ernesto.barrera@ib.unam.mx. ORCID: <https://org/0000-0001-8276-2553>

ABSTRACT

A new species, *Amblyomia gonzalezi* sp. nov., collected in Colombia is described. A key to all known species within the genus is included. Detailed photographs of adults in dorsal and lateral habitus are provided.

Key words: Insecta, true bugs, *Amblyomia*, new species, Neotropical region.

RESUMEN

Una nueva especie, *Amblyomia gonzalezi* sp. nov., colectada en Colombia es descrita. Se incluye una clave para todas las especies incluidas dentro del género. Se proveen fotografías detalladas de adultos en vista dorsal y lateral.

Palabras clave: Insecta, chinches verdaderas, *Amblyomia*, nueva especie, región Neotropical.

The Neotropical genus *Amblyomia* Stål contains 3 species, *A. bifasciata* Stål, 1870 from Mexico and *A. foreroi* Brailovsky, 1998 and *A. promecephops* Brailovsky, 1998 from Colombia. The genus was considered as *Incertae Sedis* until Brailovsky (1998) included it on the tribe Leptoscelini now recognized as junior synonymy of the tribe Anisoscelini. On the same paper, Brailovsky provided a key to all species and included a generic redescription with detailed species distributions (Coreoidea Species File 2022; ITIS 2022; Fernandes et al., 2015; Packauskas 2010).

In this contribution, we describe a new species from Colombia, which represent the third finding of the genus in that region. A detailed diagnosis, description, key, and overall images of new and previously known species are provided to distinguished them from each other.

This paper is written in honor of M. C. Enrique Gonzalez Soriano (UNAM), in recognition of his contributions to taxonomy and behavior on the order Odonata.

MATERIALS AND METHODS

The following abbreviations are used for the institutions cited here: Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France (MNHN) and Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). The measurements were obtained using eyepiece micrometer. All measurements are in mm. External structures were studied with a stereoscopic microscope (Zeiss Stereo Discovery 8). Pictures were taken and retrieved with a Nikon D200 camera.

TAXONOMY

***Amblyomia gonzalezi* sp. nov.**

Figures 3, 7

<http://zoobank.org/71050542-2ACA-4451-AD21-D478F32B2BA3>

Type locality. Colombia, Chiriqui.

Type material. HOLOTYPE: male, COLOMBIA: Chiriqui, coll. Noualhier, 1898 (no additional data).

Diagnosis. This species is easily recognized from others by the combination of next characteristics: buccula, rostral segment I and posterior margin of mesopleura black; posterior margin of pronotal disk, acetabulae, and posterior margin of propleura and metapleura shiny reddish orange; and pronotal disk black with humeral angles, posterior margin and arcuate transverse fascia shiny reddish orange.

Description.

Male (holotype). Overall body color black shining. **Dorsal coloration.** Head black with short dull orange stripe below eye and external to ocelli; antennal segments I-IV black; pronotum with following areas shiny reddish orange: humeral angles visible distinguished, posterior margin and narrow arcuate transverse fascia over pronotal disk; collar dorsally with tiny red reflections; scutellum, clavus and hemelytral membrane black; corium black with wide shiny reddish orange transverse fascia near middle third; connexival segments III-IV shiny reddish orange with anterior third black, V-VI shiny reddish orange with inner anterior margin black, and VII black; abdominal segments III-VII black.

Ventral coloration. Head black; buccula and rostral segments I-IV pale brown; pro-, meso-, and metasternum

black; propleura and metapleura black with acetabulae, and posterior margin shiny reddish orange; mesopleura black only with acetabulae shiny reddish orange; metathoracic peritreme and legs black; abdominal sterna shiny black, posterior margin shiny reddish orange and midline of abdominal sterna shiny black; pleural abdominal margin III with anterior half black and posterior dull orange, IV-VI shiny reddish orange, and VII with anterior half shiny black and upper border of posterior shiny reddish orange; genital capsule shiny black.

Structure. Head elongate, pentagonal, non-declivous, and produced forward between bases of antennae; tylus blunt, forming rounded elevate ridge, slightly projecting beyond juga; antenniferous tubercles unarmed, widely separated; antennal segment I shorter than head, thicker, slightly curving, II-III cylindrical, IV fusiform; area between eyes slightly convex; buccula short, unarmed, not extending beyond antenniferous tubercles; rostrum reaching posterior third of metacoxae. Thorax. Pronotum shape trapeziform, gradually declivous; collar wide; anterolateral borders obliquely rounded and entire; frontal and humeral angles rounded, not exposed; posterolateral and posterior borders straight, entire; disk deeply punctate; callar region smooth. Ventrally smooth, except acetabulae, anterior and posterior margin of propleura, posterior margin of mesopleura and metapleura, deeply punctate. Legs. Femora ventrally armed (hind femur broken). Scutellum triangular, flat, apex subacute and disc punctate. Hemelytra macropterous, extending beyond apex of last abdominal segment; costal margin emarginated; apical margin weakly sinuate; clavus and corium deeply punctate. Abdomen. Posterior margin of connexival segments complete, without short spine. Male genitalia. Genital capsule simple; posteroventral margin with a shallow median notch.

Measurements (holotype). Body length 16.18 mm (male). Head: length 2.35 mm; width across eyes 1.95 mm; interocular space 1.12 mm; preocular distance 1.42 mm; interocular distance 0.64 mm; antennal length, 1.75 mm (segment I), 2.51 mm (segment II), 2.15 mm (segment III), 2.78 mm (segment IV). Pronotal length 2.95 mm; width across humeral angles 4.55 mm. Scutellar length 1.79 mm; width 1.85 mm.

Discussion. *Amblyomia gonzalezi* sp. nov., (Figs. 3, 7) is similar on body form to *A. bifasciata* Stål (Figs. 1, 5) and *A. foreroi* Brailovsky (Figs. 2, 6) with buccula black to reddish brown, and rostral segment I black. Despite resemblance, *A. bifasciata* has the acetabulae and posterior margin of pronotal disk black and collar white to yellow, on other two species the acetabulae and posterior margin of pronotal disk are yellow to shiny reddish orange, and collar black. In addition *A. gonzalezi* shows head ventral and mesopleura black, corium with wide reddish orange transverse fascia, and pleural margins of abdominal sterna V-VI entirely shiny reddish orange. In contrast, *A. foreroi* possesses a head ventrally dark orange, mesopleura mostly yellow, corium black without yellow or reddish orange

transverse fascia and pleural margins of abdominal sterna V-VI black with posterior margin yellowish orange.

Female. Unknown.

Distribution. Known only from the type locality, Chiriqui (Colombia).

Etymology. It is a pleasure to dedicate this new species after Enrique Gonzalez Soriano (UNAM) a distinguished Mexican Odonatologist and confident friend of authors along years. Gender masculine.

Key to the known species of *Amblyomia*

Note: taken and modified from Brailovsky (1998)

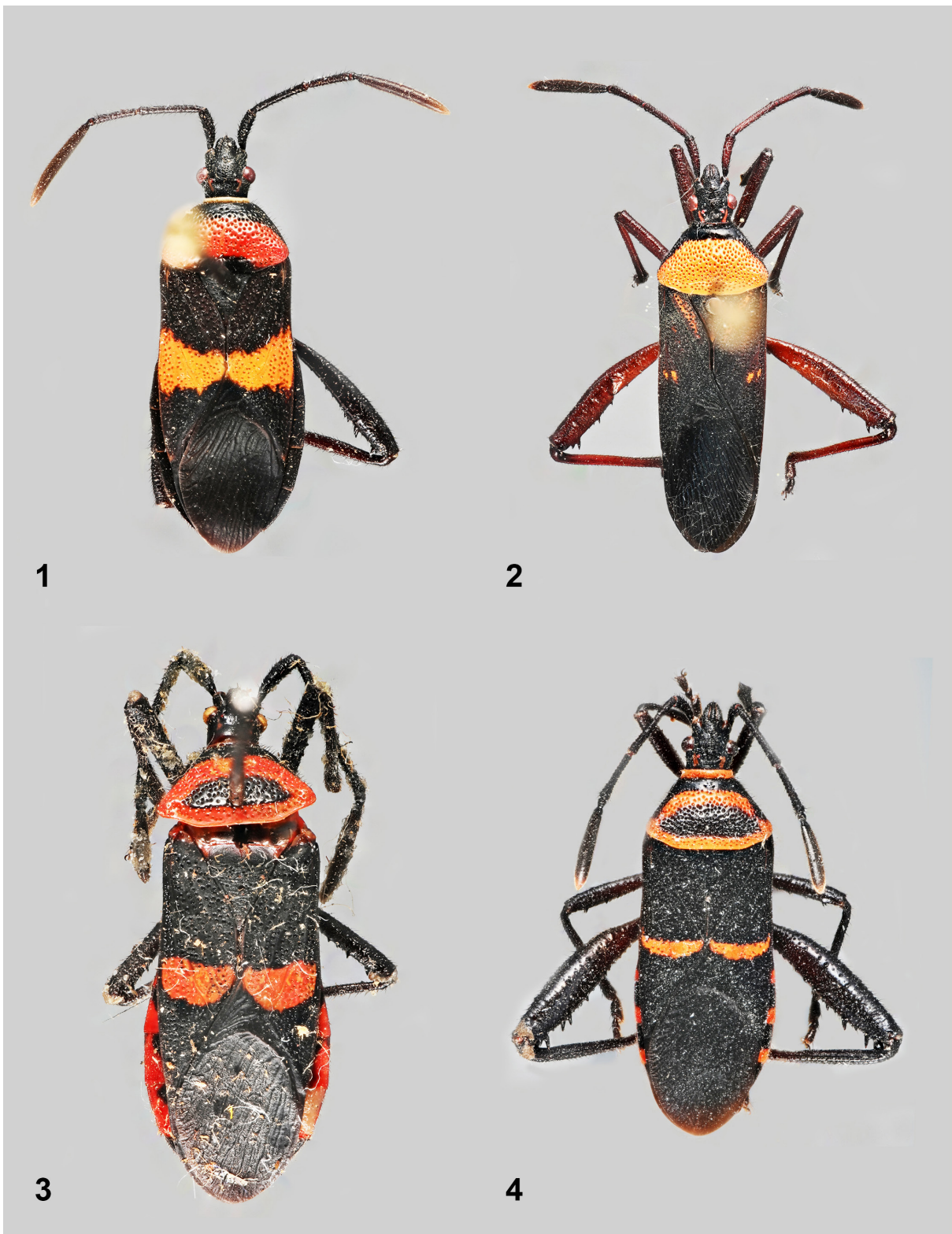
1. Buccula and rostral segment I shiny yellowish orange; collar entirely yellowish orange (Figs. 4, 8)
..... *A. promecephops* Brailovsky
- Buccula black to reddish brown; rostral segment I and collar black..... 2
2. Acetabulae black; posterior margin of pronotum black (Figs. 1, 5) *A. bifasciata* Stål
- Acetabulae orange to shiny reddish orange; posterior margin of pronotum yellow or shiny reddish orange 3
3. Pronotal disk mostly yellow; humeral angles poorly developed; corium without yellow or orange transverse fascia (Figs. 2, 6) *A. foreroi* Brailovsky
- Pronotal disk center black with anterior and posterior margin having narrow fascia shiny reddish orange; humeral angles well developed; corium with wide shiny reddish orange transverse fascia (Figs. 3, 7) *A. gonzalezi* sp. nov.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Dominique Pluot (MNHN) for the loan of the specimen herein described. To Diana Martinez Almaguer (UNAM) and Julio Cesar Montero (UNAM) for the plates design.

LITERATURE CITED

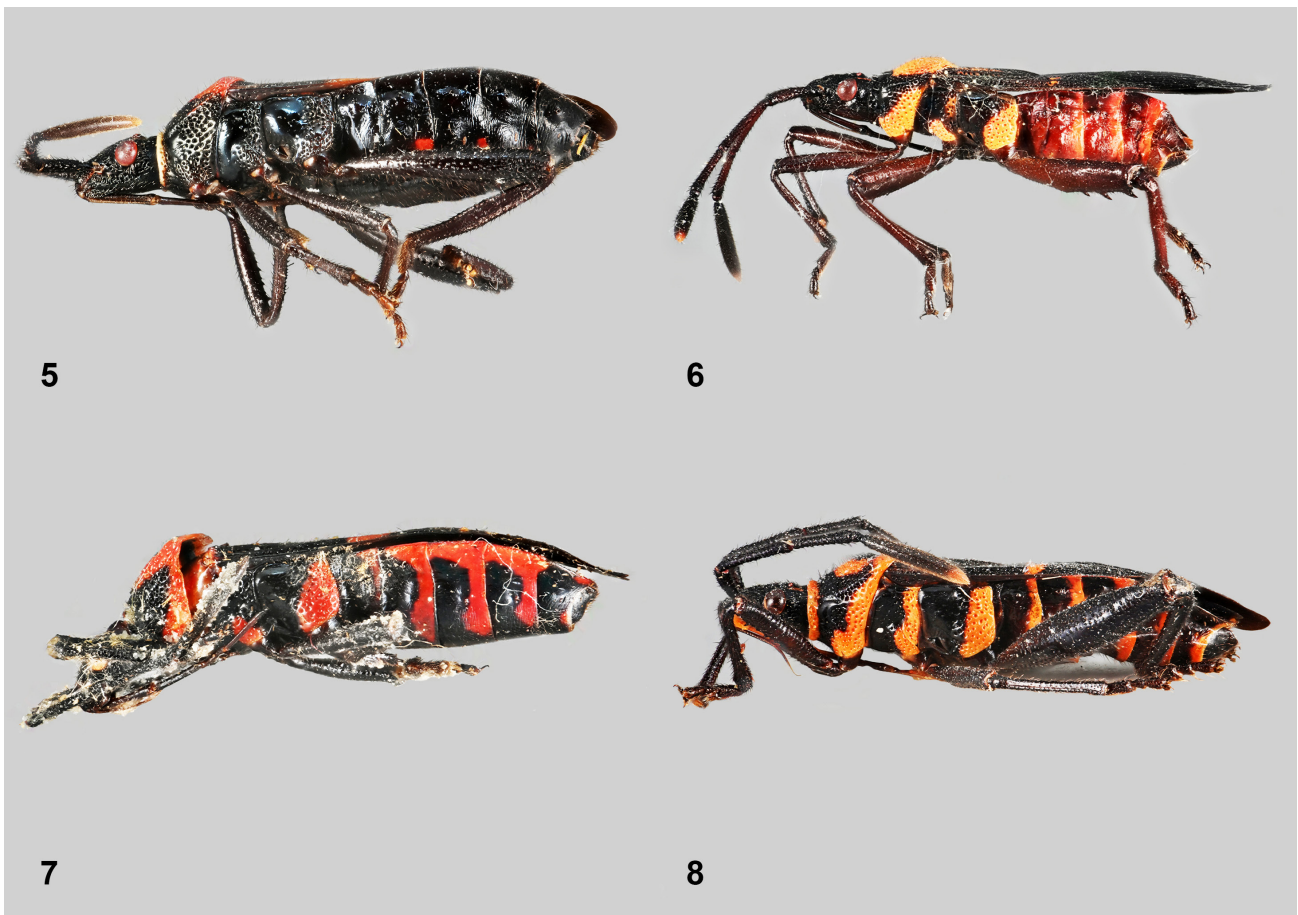
- Brailovsky, H. 1998. A revision of the genus *Amblyomia* Stål (Heteroptera: Coreidae: Coreinae: Leptoscelini). *Florida Entomologist*, 81 (4): 475-482.
- Coreoidea SF Team. 2022. Coreoidea Species File Online. Version 5.0/5.0. Available from: <http://Coreoidea.SpeciesFile.org> (accessed April 2022).
- Fernandes, J. A. M., Mitchell, P. L., Livermore, L., and Nikunlassi, M. 2015. Chapter 19. Leaf-Footed Bugs (Coreidae): In Panizzi, A. and Grazia, J. (Eds.), True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. *Entomology in Focus*, 2: 549-605. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9861-7_19.
- ITIS. 2022. Tribe Leptoscelini. Integrate Taxonomic Information System on-line database. Available from: <http://www.itis.gov> (accessed April 2022).
- Packauskas, R. 2010. Catalog of the Coreidae or Leaf-Footed Bugs, of the New World. *Fort Hays Studies*, Series 4, 5: 1-270.
- Stål, C. 1870. Enumeratio Hemipterorum I. *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar*, 9 (1): 1-232.



Figures 1–4. Dorsal view of *Amblyomia* spp. **1.** *A. bifasciata* Stål. **2.** *A. foreroi* Brailovsky. **3.** *A. gonzalezi* sp. nov. **4.** *A. promecephops* Brailovsky.

Recibido: 20 de mayo 2022

Aceptado: 4 de julio 2022



Figures 5–8. Lateral view of *Amblyomia* spp. **5.** *A. bifasciata* Stål. **6.** *A. foreroi* Brailovsky. **7.** *A. gonzalezi* sp. nov. **8.** *A. promecephops* Brailovsky.

Los manuscritos recibidos para su evaluación y posible publicación en *Dugesiana* son evaluados al menos por dos árbitros anónimos especialistas en la temática del artículo, generalmente ajenos al comité editorial. Es indispensable que el autor envíe el nombre de tres especialistas, con sus respectivos correos electrónicos, para ser considerados en el proceso de evaluación.

Para someter a revisión un trabajo que desee ser publicado en *Dugesiana*, el manuscrito se debe ajustar a las siguientes normas editoriales:

- El manuscrito debe estar escrito en Word, a doble espacio, márgenes de 2.5 cm y sangría de 0.5 cm.
- Sin formato especial: elimine el espaciado automático entre párrafos, no dar espacios con la barra o tecla espaciadora; nunca utilizar los encabezados del sistema de word.
- Escrito con letra (fuente) Times New Roman a 12 puntos.
- Numerar las páginas consecutivamente, colocar el número en la parte inferior central.
- Se aceptan manuscritos en español, inglés y portugués.

El texto deberá incluir los siguientes puntos y secciones: Título en el idioma original, Título en español, Resumen, Palabras claves, Abstract (inglés), Key words, Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Literatura citada. Los encabezados deben escribirse con mayúsculas, negritas y estar centrados en el texto. Si el manuscrito está en español o portugués, se debe incluir un título en inglés. Si el manuscrito está en inglés se debe incluir un título en español.

- Utilizar un título corto como cabecera, máximo 16 palabras. En caso de utilizar nombres científicos, colocar el apellido del descriptor y el año de descripción separados por una coma. Es importante adicionar entre paréntesis el nombre del orden y familia. Todos los trabajos deben llevar el título en dos idiomas, dando preferencia al inglés y español.
- Nombre completo de autores con mayúsculas y minúsculas, seguidos por las direcciones postales adecuadamente relacionadas con números en superíndice y el autor de correspondencia con asterisco.
- Las direcciones o afiliaciones de los autores deberán estar señaladas inicialmente con el número en superíndice que le corresponde. Mencionar las dependencias en orden jerárquico de menor a mayor grado. Ejemplo: Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. No abreviar los nombres de las instituciones. Además de señalar la ciudad,

estado y país (en este orden).

- Incorporar el número ORCID para cada autor.
- Resumen: párrafo que no debe exceder de 300 palabras, ni incluir referencias.
- Palabras clave: hasta ocho palabras, distintas de las que se incluyen en el título del manuscrito.
- Abstract: versión en inglés del resumen (debe ser una traducción, nunca algo diferente al resumen). No debe exceder las 300 palabras.
- Key words: hasta ocho y ser equivalentes a las palabras clave.
- Los encabezados para subtítulos en las secciones Introducción, Material y métodos, Resultados, se escribirán con mayúscula inicial y en negritas.
- Los nombres científicos siempre deberán escribirse en cursivas o itálicas; nunca subrayados. La primera vez que se mencionen deben ir seguidos por el autor (es) que describió (eron) la especie y el año de descripción, separados por una coma; por ejemplo: *Oxyporus lawrencei* Campbell, 1974. Este formato debe incluirse también en el Resumen y Abstract. En caso de citar nombres regulados por un código de nomenclatura diferente al de Zoología, deberá colocarse entre paréntesis al menos el nombre de la familia a la que pertenece el taxón. El apellido del descriptor debe estar escrito completo.
- Al final del artículo y en página aparte, se incluirá la sección para los pies de figura y los cuadros, con sus respectivos encabezados. Para facilitar la edición de los mismos, nunca utilice imágenes de los cuadros, siempre elaborarlos con texto con las herramientas del procesador Word.
- Las figuras, mapas o fotografías serán presentadas por separado del texto, en formato TIFF con una resolución de 300 dpi o mayor. Todas deben numerarse de manera continua como figuras, de acuerdo con su señalamiento en el cuerpo del manuscrito. En caso de existir varias, es indispensable organizarlas en láminas. Se pueden enviar imágenes a color, siempre y cuando sean de alta resolución (600 dpi), con muy buena definición y que su publicación a color se considere indispensable. Las imágenes que no reúnan estos requisitos no se publicarán a color. Todas deben incorporarse a la plataforma de la revista. Para su evaluación, es necesario enviar un archivo pdf con todas las imágenes.
- En las imágenes y cuadros, en caso de haber sido tomados o modificados de otra fuente, mencionar el autor de los mismos o aclarar que son de autoría propia cuando fueron realizados por el o los autores.

- Agradecimientos: Además de los nombres de personas e instituciones que apoyaron aspectos del trabajo, pueden incluirse créditos a proyectos, programas, becas u otros datos pertinentes al trabajo o al (los) autor (es). Para ello, mencione el nombre de la institución u organización que dio el apoyo, agregue nombre y/o número del proyecto o contrato.
- Literatura citada: la cita en texto se incluye sin comas entre autor y año ejemplo: (López 1980), (López y Hernández 1980). Es oportuno recordar que de esta forma, se diferenciará entre las citas bibliográficas y la referencia al descriptor y año de descripción de un taxón. No utilizar el operador “&” (ampersand); no incluir sangrías, justificación o numeración. En la lista, todas las referencias se deben organizar en orden alfabético. Cuando se mencionen varios artículos del mismo autor, éstos se presentarán en orden alfabético, cronológico y por número de autores. Si hay dos artículos con el (los) mismo (s) autor (es) y año, deberán diferenciarse por las letras ‘a’, ‘b’, ... En cursivas deberán escribirse los títulos de libro, nombre de revista y título de tesis (en lo posible evitar citas de tesis y resúmenes de eventos académicos); no se permiten citas de páginas de internet, pero pueden incluirse referencias a publicaciones electrónicas o digitales, bases de datos o software. Las conjunciones de los autores deben escribirse en el idioma original de la obra citada. Ejemplo: y, and, et, und.

Ejemplos:

Libros [sin páginas totales]:

Morón, M.A., B.C. Rattliffe y C. Deloya (Eds). 1997. *Atlas de escarabajos de México: Coleoptera: Lamellicornia, Vol. I Familia Melolonthidae*. CONABIO-SME, México, D.F.

Coloque la ciudad correspondiente en función de la fecha de la obra. Algunas ciudades de edición pueden cambiar con el tiempo. Es el caso de la Ciudad de México.

Capítulos de libro [los nombres de los editores ordenados de manera similar que los nombres de los autores del capítulo]:

Edmunds, G.F. and D. Waltz. 1995. Ephemeroptera. (pp. 126-163). In: Merritt, R.W. and K.W. Cummins (Eds.). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall-Hunt, Dubuque.

Artículos [El nombre de la revista debe escribirse completo. Es indispensable incluir el número de la revista cuando éste existe. Para el caso particular de

Folia Entomológica Mexicana, Acta Zoológica Mexicana, Zootaxa y, en general, para aquellas publicaciones que durante un tiempo utilizaron o siguen utilizando sólo el número (excluyendo el volumen), coloque el número de la revista entre paréntesis]:

Fitzgerald, T.D., A. Pescador-Rubio, M.T. Turna and J.T. Costa. 2004. Trail marking and processionary behavior of the larvae of the weevil *Phelypera distigma* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Insect Behavior*, 17(5): 627-646.

Huerta, C. y G. Halfpter. 2000. Factores involucrados en el comportamiento subsocial de *Copris* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, (108): 95-120.

Kohlmann, B. and A. Solís. 2006. New species of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Mexico and Costa Rica. *Zootaxa*, (1302): 61-68.

Tesis [Evitar en lo posible este tipo de referencias]:

Contreras-Ramos, A. 1990. *The immature stages of Platyneuromus (Corydalidae) with a key to the genera of larval Megaloptera of Mexico*. M. Sc. Thesis, University of Alabama, Tuscaloosa.

Memorias de congresos, simposios y otras reuniones [Evitar en lo posible este tipo de referencias. En caso de ser necesario contactar al editor].

Publicaciones y sitios web, bases de datos y Software (debe incluirse la dirección electrónica y la fecha de consulta):

Oksanen, J., F. Guillaume Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, R. B. O’Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens and H. Wagner 2011. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 1.17-8. <http://www.rproject.org/>. Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2016.

Linbos. 2014. Los insectos del bosque seco. <http://1.linbos.net/>. Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2016.

Sistema Meteorológico Nacional. 2016. Información climatológica. <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica>. Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2016.

Steinkraus, D. 2004. Strange facts about soldier beetles infected with the poorly known fungal pathogen, *Erynia lamproyridarum*. Papers of the 2004 Entomological Society of America Annual Meeting and Exhibition. Disponible en: https://esa.confex.com/esa/2004/techprogram/paper_17245.htm. Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2016.

En las contribuciones para las secciones Taxonomía y Técnicas de estudio, los encabezados quedan a juicio del autor (es), pero es recomendable que estén acompañadas de ilustraciones. En estas secciones se incluyen aquellos trabajos de tipo catálogo, inventarios, descripción o redescipción de especies, claves, etc. Los manuscritos sobre grupos particulares (ejemplo: Odonata, Coleoptera, entre otros) deben mencionar aspectos sobre la biología del grupo, técnicas de estudio (en campo y gabinete), así como claves dicotómicas, mínimo para nivel de familia. Se recomienda la inclusión de figuras en las claves las cuales deben organizarse en láminas. Los trabajos deben ser originales y enfocarse principalmente a México o la región Neotropical.

Para los trabajos de Taxonomía deben tomarse en cuenta las consideraciones del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica cuarta edición (1999).

Los trabajos que abarquen comentarios sobre una sola especie deben contener información biológica de una especie que es nativa o que su distribución incluya alguno de los estados de la República Mexicana. El título del trabajo debe ser el nombre científico de la especie en cuestión; se debe incluir el autor y año de descripción. En el siguiente renglón mencionar los nombres comunes (si existen). Abajo y centrado, escribir con mayúsculas y minúsculas el nombre de al menos dos categorías taxonómicas que permitan ubicarlo fácilmente. Separar cada categoría con dos puntos. Dos renglones abajo incluir la información de la especie. Es indispensable incluir una ilustración o fotografía de buena calidad, que deberá enviarse en formato TIFF. El objetivo de este trabajo es dar a conocer información original sobre la especie en cuestión. Ejemplo:

Megasoma elephas Fabricius, 1775

“Escarabajo elefante”, “ronrón”

Coleoptera: Melolonthidae

No existen sobretiros impresos, solo digitales, los cuales pueden descargarse desde la página de la revista: <http://148.202.248.171/dugesiana/index.php/DUG/issue/archive>

Descripción de taxones

Se debe adaptar a las características de un artículo. La descripción del taxón debe contener los siguientes elementos: nombre, diagnóstico, descripción, material tipo, etimología, biología, distribución y comentarios taxonómicos.

Taxonomía y técnicas de estudio

Los encabezados del manuscrito deberán incluir: Resumen, Abstract (inglés), Introducción, Tratamiento taxonómico, Discusión, Agradecimientos y Literatura citada. En caso de considerar necesaria la inclusión de otras secciones, éstas se pueden incluir respetando: encabezados escribir con mayúsculas y centrados en el texto; subtítulos con mayúsculas y minúsculas y con sangría. Este tipo de contribuciones debe ser un aporte detallado al estudio de un taxón particular.

Ensayo

Los encabezados del texto de un ensayo deberán incluir:

Resumen, Abstract (inglés), Introducción, Discusión, Conclusiones y/o sugerencias, Agradecimientos y Literatura citada. En caso de considerar necesaria la inclusión de otras secciones, éstas se pueden incluir respetando: encabezados escribir con mayúsculas y centrados en el texto; subtítulos con mayúsculas y minúsculas y con sangría. Los ensayos deben ser trabajos analíticos y con propuestas o posiciones claras de parte del autor (es).

Nota Científica

No se aceptan notas científicas.

Reseña bibliográfica

No se aceptan reseñas bibliográficas.

Para mayores detalles, contactar a:

Editor

Dr. José Luis Navarrete-Heredia, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Apdo. Postal 134, 45100, Zapopan, Jalisco, México,

glenusmx@gmail.com

o

Asistente editorial

M. en C. Ana Laura González-Hernández, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Apdo. Postal 134, 45100, Zapopan, Jalisco, México, alaura.gonzalez@academicos.udg.mx

The received manuscripts for their assessment and possible publishing in *Dugesiana* are revised at least by two anonymous specialists who are familiar with the area of study and usually not part of the editorial committee. It is essential that the reference of three specialists is sent by the author as well as their e-mail addresses since they are considered when assessing.

In order to have reviewed the work to be published in *Dugesiana*, the manuscript has to follow the next publishing rules:

- The manuscript is to be written in Word, double space, with a margin of 2.5 cm and indentation of 0.5 cm.
- No special format: delete automatic spacing between paragraphs, no spacing out with spacing key and no using Microsoft Word headlines.
- Written with Times New Roman format, size 12.
- Numbered pages. Add page number below and centered.
- Manuscripts in Spanish, English and Portuguese are accepted.

Text should contain the following aspects: original language title, title in Spanish, abstract, key words, abstract in English, introduction, material, as well as methods. Results, a discussion, acknowledgments and references to quoted literature (as literature cited). Headline should be written in capitals, bold and centered. Manuscripts in Spanish, English and Portuguese are preferred. Should the manuscript be in Spanish or Portuguese, then it should contain a title in English.

- Short title as headline, no more than 16 words. Regarding scientific names, last name and year of description should be separated by a comma. It is important to add name of order and family in parenthesis. Every title should be written in two languages, where mainly English and Spanish will be used.
- Complete name of authors in capital and small letters, followed by the corresponding addresses related with superscript numbers as well as the corresponding author marked with an asterisk.
- Addresses or affiliations of authors should be indicated initially with the superscript number that corresponds to them. Mention the dependencies in hierarchical order from lower to higher degree. For example: Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Do not abbreviate the names of institutions, and add the city, state and country (in this order).
- Add ORCID number for each author.

- Abstract: paragraph that should not exceed 300 words, not include references.
- Keywords: up to eight words, many of which are included in the title of the paper.
- Resumen: Spanish version of abstract (must be a translation, never something different). Not exceed 300 words.
- Palabras clave: Spanish version of keywords, with the same indications.
- Subtitle headings in “Introduction, Material and Methods, Results, Discussion and Acknowledgments” sections will be written in initial capital letters and bold.
- Scientific names should be always be written in italics, but never underlined. The first time mentioned, they should be followed by the author/authors who described the specie and year of description, separated by a comma. e.g. “*Oxyporus lawrencei* Campbell, 1974.” This format should also be included in the abstract. In case of quoting names regulated by a nomenclature code being different to the one used in zoology, the family name belonging to taxon should be written in parenthesis. The descriptor full name should be written as well.
- At the end of the article and in a separated page, the footnotes and tables, with their respective headings, will be included. For editing purposes, the tables should never be drawn as images, do it using the Word tools.
- Figures, maps, or photographs will be presented separately from the text in TIFF format with a resolution of 300 ppp or larger. All of them should be numbered continuously as figures, according to the manuscript body. In case of having several, it is essential to have them organized as plates. Colored pictures are accepted, provided that their resolution is high (600 ppp), as well as their definition; as long as their colored publishing is really essential. Pictures not accomplishing these requirements will not be published in color. All of them should be uploaded in the platform of the magazine. As for their assessment, it is necessary to send a pdf file including all the pictures.
- Regarding pictures and charts taken from another source, either the author should be mentioned or their authorship should be mentioned.

- Acknowledgments: besides the names of people and institutions that supported the work, credit can be given to projects, programs, scholarships as well as other data concerning the work as well as authors. In that case, you should include not only the name of the institution, that is, organization, but also the name and/or number of project, that is, contract.
- Literature cited: literature is to be written without commas between the author and year, e.g.: (López 1980), (López y Hernández 1980). It is worth remembering that in this way, quote and reference to the descriptor as well as a taxon's description can be differentiated. Do not use the operator "&" (ampersand); as well as indentation, justification or numeration. All references should be organized alphabetically. If several articles from the same author are to be mentioned; these will be presented in alphabetical, chronological order as well as by number of authors. In case there are two articles with the same author and year, they are to be differentiated by using the letters 'a', 'b'... Titles of book, magazine as well as the title of a thesis should be written in italics (quotes from thesis and congress or symposium reports should be avoided as much as possible). Website references are not allowed; nevertheless, references from electronic publishing, data base as well as software may be included. Conjunctions from the authors should be written in the original language, e.g.: y, and, et, und.

Examples:

Books [no total page number]:

Morón, M.A., B.C. Rattclife y C. Deloya (Eds). 1997. *Atlas de escarabajos de México: Coleoptera: Lamellicornia, Vol. I Familia Melolonthidae*. CONABIO- SME, México, D.F.

Write the corresponding city according to the date. Some cities might change through time, such as Mexico City.

Book chapters [the name of the editors organized in a similar way as the name of the chapter's authors]:

Edmunds, G.F. and D. Waltz. 1995. Ephemeroptera. (pp. 126-163). In: Merritt, R.W. and K.W. Cummins (Eds.). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall-Hunt, Dubuque.

Articles [the journal's name should be written completely; not to forget that the number of journal should be written when it exists. As for *Folia Entomologica Mexicana*, *Acta Zoologica Mexicana*, *Zootaxa* as well are publishing only using the number (leaving out the volume), parenthesis should be for the number of the magazine.

Fitzgerald, T.D., A. Pescador-Rubio, M.T. Turna and J.T. Costa. 2004. Trail marking and processionary behavior of the larvae of the weevil *Phelypera distigma* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Insect Behavior*, 17(5): 627- 646.

Huerta, C. y G. Halffter. 2000. Factores involucrados en el comportamiento subsocial de *Copris* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, (108): 95-120.

Kohlmann, B. and A. Solís. 2006. New species of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Mexico and Costa Rica. *Zootaxa*, (1302): 61-68.

Thesis [is recommended to avoid this type of references]:

Contreras-Ramos, A. 1990. *The immature stages of Platyneuromus (Corydalidae) with a key to the genera of larval Megaloptera of Mexico*. M. Sc. Thesis, University of Alabama, Tuscaloosa.

Congresses, symposia and other meetings reports [Avoid in this type of references. If is necessary to include this type of references please contact the editor]:

Online publications and websites, database and software (e-mail address and search date should be included)

Oksanen, J., F. Guillaume Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens and H. Wagner 2011. vegan: Community Ecology Package. R package version 1.17-8. <http://www.rproject.org/>. Search date: 12 de diciembre de 2016.

Linbos. 2014. Los insectos del bosque seco. <http://1.linbos.net/>. Search date: December 12th, 2016.

Sistema Meteorológico Nacional. 2016. Información climatológica. [http:// smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica](http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica). Search date: December 12th, 2016.

Steinkraus, D. 2004. Strange facts about soldier beetles infected with the poorly known fungal pathogen, *Erynopsis lampyridarum*. Papers of the 2004 Entomological Society of America Annual Meeting and Exhibition. Available on: https://esa.confex.com/esa/2004/techprogram/paper_17245.htm. Search date: December 12th, 2016.

Regarding contributions for taxonomy and study methodology areas, headlines are up to the author's criteria; however, it is highly recommended to have pictures. Catalogs, inventories, description of species, among others should be included in this section. Manuscripts about some particular groups, such as Odonata, Coleoptera, among others, should mention aspects about the taxa biology, study methodologies (in field and others), as well as dichotomous keys, at least at a family level. It is highly recommended to include figures that should be organized as prints. The work

should be original and focused mainly either on Mexico or the Neotropical region.

As for taxonomy works, recommendations from “The International Code of Zoological Nomenclature”, fourth edition (1999) should be kept in mind.

All remarks concerning single specie should include biological information of a native species or in the worst case, it can be found in one of the states from the Mexican Republic. The title should be the scientific name of the specie being studied, as well as the author and year of description. In the following line, the common names should be mentioned (in case there are some). Two taxonomic categories, at least, should be written below, centered, in upper case and lower case letters. Each category should be separated by two dots, as well as the information of the specie should be included in the following line. It is worth remembering to include a draw or good-quality picture that should be sent in TIFF format with a resolution of 300 dpi or larger. The objective of this piece of work is to make public original information about the specie being studied. e.g.:

Megasoma elephas Fabricius, 1775

“Escarabajo elefante”, “ronrón”

Coleoptera: Melolonthidae

No reprints, only digital which can be downloaded from the magazine website: <http://148.202.248.171/dugesiana/index.php/DUG/issue/archive>

Taxa description

Adapted to the features of the article. It should include the following elements: name, diagnosis, description, type of material, etymology, biology, distribution, as well as taxonomic remarks.

Taxonomy and study methodology

Headlines should include: resumen, abstract (in English), introduction, taxonomical work, discussion, thank-you note, as well as references. In case of considering other

sections, those can be included provided that the headlines are written in capital letters and centered; subtitles in capital and small letters as well as an indentation. This type of contributions will be a detailed study of a particular taxon.

Essay

Headings should include: Resumen, Abstract, Introduction, Discussion, Conclusions and / or suggestions, Acknowledgments and Literature quoted. In case it is considered necessary to include other sections, these can be included respecting: headings written in capital letters and centered in the text; uppercase and lowercase captions and indented. The essays must be analytical works and with clear propositions or positions on the part of the author(s).

Scientific note

Not accepted.

Book reviews

Not accepted.

It is considered that the author(s) agree with publishing the results of the research in the journal “Dugesiana” and to testify that there is no conflict of interests, as well as to claim that it is an original version and it has not been sent to another magazine to be assessed.

For any other situation not related to the ones mentioned, please get in touch with the editor.

Editor

Dr. José Luis Navarrete-Heredia, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Apdo. Postal 134, 45100, Zapopan, Jalisco, México,

glenusmx@gmail.com

or

Editorial assistant

M. en C. Ana Laura González-Hernández, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Apdo. Postal 134, 45100, Zapopan, Jalisco, México,

alaura.gonzalez@academicos.udg.mx