



DUGESIANA

Revista de Entomología

CUCBA



Volumen 30 número 2



Dugesiana, Año 30, No. 2, (julio-diciembre, segundo semestre 2023), 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 1 de julio de 2023.

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.

Ácaros plumícolas (Acariformes: Pterolichoidea y Analgoidea) de México: relaciones huésped-ectosimbionte bajo un enfoque de análisis de redes

Feather mites (Acariformes: Pterolichoidea and Analgoidea) from Mexico: host-ectosymbiont relationships under a network analysis approach

Sheila Areli Muñoz-Carrasco^{1,2}, Odette López-Rosas^{1,2}, María del Carmen Villalobos-Segura², Angel Herrera-Mares^{1,2*}

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México; ²Departamento de Etología, Fauna Silvestre y Animales de Laboratorio, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. *Autor para correspondencia: angelmares@ciencias.unam.mx

RESUMEN

Los ácaros plumícolas son ectosimbiontes de aves con alta especificidad debido a su ciclo de vida permanente, distribuirse en micrositios particulares de las plumas y por su transmisión vertical. El objetivo de este trabajo fue recopilar la información disponible del grupo en México y analizar los patrones de distribución en sus huéspedes bajo un enfoque de análisis de redes. Para ello, se recuperaron los registros del grupo a través de búsquedas bibliográficas especializadas excluyendo la literatura gris. Los datos se organizaron en una matriz de presencia y ausencia para construir una red bipartita dirigida. En este análisis se calcularon índices a nivel de red (conectividad, asimetría de la red, enlace por taxón y número de compartimientos) y de nodo (grado e intermediación) para tres niveles: orden, familia y género de huéspedes. Debido a que varios taxones de ácaros plumícolas reportados en el país no han sido identificados hasta el nivel de especie los análisis se realizaron a nivel genérico. De acuerdo con los datos obtenidos, en el país se han registrado 50 géneros de ácaros plumícolas distribuidos en 17 familias. De este total, se han reportado 95 especies nominales. Los 50 géneros han sido encontrados en asociación con 128 especies de aves, distribuidas en 93 géneros, 30 familias y 13 órdenes. Los órdenes de huéspedes que representan mayor número de interacciones son Passeriformes, Psittaciformes, Pelecaniformes y Apodiformes. Los índices a nivel de red muestran que la especificidad de los ácaros plumícolas es alta. Por otro lado, a nivel de nodo los géneros *Proctophyllodes* y *Nycteridocaulus* son los que poseen un mayor valor de grado e intermediación. Se discute la asimetría geográfica de su estudio en el país encontrando que muchos de los estudios se han concentrado en la vertiente del Golfo de México y en grupos de huéspedes particulares.

Palabras clave: Astigmatina, Aves, *Proctophyllodes*, Psittaciformes.

ABSTRACT

Feather mites are ectosymbionts of birds with high specificity due to their permanent life cycle, their distribution in particular feather microsites, and their vertical transmission. This work aimed to compile the available information on the group in Mexico and to analyze the distribution patterns in their hosts under a network analysis approach. For this purpose, the records of the group were retrieved through specialized bibliographic searches excluding gray literature. The data were organized in a presence-absence matrix to construct a directed bipartite network. In this analysis, network-level (connectance, network asymmetry, linkage per taxon, and the number of compartments) and node-level (degree and betweenness) indices were calculated for three levels: host order, family, and genus. Due to several feather mite taxa reported in the country having not been identified down to the species level, analyses were performed at the generic level. According to the data obtained, 50 genera of feather mites distributed in 17 families have been recorded in the country. Of this total, 95 nominal species have been reported. The 50 genera of feather mites have been found in association with 128 bird species, distributed in 93 genera, 30 families, and 13 orders. The host orders accounting for the highest number of interactions are Passeriformes, Psittaciformes, Pelecaniformes and Apodiformes. The indices at the network level show that the specificity of feather mites is high. On the other hand, at the node level, the genera *Proctophyllodes* and *Nycteridocaulus* have the highest degree and betweenness values. The geographical asymmetry of their study in the country is discussed, finding that many of the studies have concentrated on the Gulf of Mexico slope and particular host groups.

Key words: Astigmatina, Aves, *Proctophyllodes*, Psittaciformes.

Los simbioses (i.e., parásitos, mutualistas o comensales) interactúan estrechamente con sus huéspedes. Las aves albergan una gran diversidad de simbioses pertenecientes a diferentes reinos, incluidos animales, hongos y bacterias (Labrador *et al.* 2022). La mayoría de los estudios con simbioses están dirigidos hacia los parásitos por los efectos

directos que estos tienen hacia los humanos o el ganado (Jovani *et al.* 2017). Sin embargo, los comensales o mutualistas han sido poco estudiados, como los ácaros plumícolas (Acariformes: Astigmata: Analgoidea y Pterolichoidea). Estos ácaros son los ectosimbiontes animales más abundantes y diversos dentro de las aves. Tienen una alta especifici-

cidad ya que son ectosimbiontes permanentes (pasan todo su ciclo de vida en el huésped), se distribuyen en plumas y micrositios particulares y su transmisión ocurre de manera vertical (Proctor 2003; Doña *et al.* 2017 y 2019a). Se ha demostrado que se categorizan como comensales, al alimentarse de las secreciones de las glándulas uropigiales de las aves (Galván *et al.* 2012) y de mutualistas al tomar de las plumas detritus y microorganismos como bacterias y hongos queratinófilos (Blanco y Tella 1997; Doña *et al.* 2019) manteniendo las plumas limpias y libres de daño.

Existen más de 2400 especies de ácaros plumícolas en todo el mundo pertenecientes a 40 familias que se asocian con varios órdenes de aves, con alta especificidad, a nivel de familias, géneros o incluso especies (Proctor y Owens 2000; Kanegae *et al.* 2008). Esta especificidad está relacionada con el mecanismo de transmisión, que es principalmente por el contacto físico, ya sea de padres a hijos, en el momento de aparearse o en el simple descanso comunal (Proctor 2003).

Dentro de las aves, el orden Passeriformes es el más diverso y hospedan en su mayoría a ácaros de la superfamilia Analgoidea, mientras que en aves no Passeriformes predominan los de la superfamilia Pterolichoidea (Proctor 2003).

Los primeros registros en México para este grupo pertenecen al zoólogo francés Édouard Louis Trouessart en 1898 con los registros de las especies *Echinofemur venustissimus* (Pterolichoidea: Pterolichidae) encontrados sobre *Eupsittula canicularis* (Psittaciformes: Psittacidae) en el sur de México y *Proctophyllodes attenuatus* (Analgoidea: Proctophyllodidae) descrita sobre *Psarocolius montezuma* (Passeriformes: Icteridae) (Trouessart 1898). Hoffmann y López-Campos (2000) dan un registro de 81 especies nominales de ácaros plumícolas pertenecientes a 13 familias dentro de Pterolichoidea y Analgoidea. Adicionalmente, las autoras refieren 13 taxones de ácaros que fueron registrados únicamente a nivel de género, dando un total de 94 taxones para el país. Estos ácaros se reportaron de 102 especies de huéspedes pertenecientes a 28 familias y 12 órdenes. Debido a la alta especificidad de este grupo de ácaros y a que muchos han sido determinados solamente hasta un nivel genérico, el objetivo de este trabajo es recopilar la información disponible sobre los géneros de ácaros plumícolas de México y analizar los patrones de distribución en sus huéspedes bajo un enfoque de análisis de redes. Un análisis de redes es un sistema de interacciones entre nodos (i.e. especie, individuo, género, familia, orden) de dos conjuntos de datos distintos, como un ectosimbionte y su huésped. En las redes bipartitas, las líneas conectan los nodos de los diferentes conjuntos de acuerdo a sus interacciones (i.e. presencia/ausencia) en una comunidad (Runghen *et al.* 2022).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recuperaron los registros del grupo que aparecen en el trabajo de Hoffmann y López-Campos (2000). Adicionalmente, se hicieron búsquedas en plataformas especializadas (Google Scholar, BioOne, Scopus y BiDi-UNAM)

usando la siguiente ecuación booleana: (“Feather mites” OR “ácaros”) AND (birds OR “aves”) AND Mexico. La búsqueda se realizó considerando trabajos publicados desde el año 2000 y hasta marzo de 2023. En esta revisión no se consideró la literatura gris (i.e. tesis, memorias de congresos y simposios).

Los nombres de los huéspedes fueron actualizados utilizando la plataforma Avibase (Lepage *et al.* 2014). Por otro lado, los nombres de los ácaros fueron corroborados y actualizados con las bases de datos disponibles de Proctor (2023). Los datos se organizaron en una matriz de presencia y ausencia haciendo uso del programa Excel (Microsoft ©) donde también se realizó el mapa coroplético.

La matriz obtenida se usó para construir una red bipartita dirigida en la que había dos tipos de nodos (los huéspedes y los ácaros plumícolas) y la dirección iba del ácaro al huésped. En esta red, se llevó a cabo un análisis en el programa RStudio 1.4.1717 (2022), con los paquetes bipartite (Dormann *et al.* 2008) e igraph (Csardi y Nepusz 2006). En este análisis se calcularon índices a nivel de red (conectancia, asimetría de la red, enlace por taxón y número de compartimientos) y de nodo (grado e intermediación) (Dormann *et al.* 2009) para tres niveles: orden, familia y género de huéspedes. Estos índices permiten describir la estructura de la red, así como el papel que juegan los nodos que están dentro de ella. La conectancia mide la proporción de enlaces que hay entre los niveles de la red con relación a todos los enlaces posibles que podrían existir (i.e., huéspedes, ácaros plumícolas); los enlaces por taxón es el promedio de enlaces por especie dentro de la red. Mientras que el número de compartimientos hace referencia a los subconjuntos de nodos conectados entre ellos, pero no con otros subconjuntos de la red (Dormann *et al.* 2009). A nivel de nodo se calcularon, grado e intermediación; la primera es el número de enlaces que tiene cada nodo y la segunda otorga un valor más alto a aquellos nodos que conectan o sirven como “puente” en diferentes secciones de la red (Gómez *et al.* 2013).

Debido a que varios taxones de ácaros plumícolas reportados en el país no han sido identificados hasta el nivel de especie, los análisis se realizaron a nivel de género.

RESULTADOS

Del año 2000 a la fecha solamente se han registrado siete trabajos que reportan ácaros plumícolas (Dabert y Skoracki 2004; Montiel-Parra *et al.* 2009; de Oliveira *et al.* 2011; Bolaños-García *et al.* 2018; Mironov *et al.* 2019; Hernández-Velasco *et al.* 2020; Padilla-Aguilar *et al.* 2022). Adicionalmente, durante la búsqueda de artículos se encontraron cuatro géneros (*Anisanchus*, *Allodectes*, *Rhamphocaulus* y *Trochilodectes*) para el país que no habían sido registrados previamente por Hoffmann y López-Campos (2000) (Park y Atyeo 1971; Peterson y Atyeo 1977).

De acuerdo con los datos obtenidos en el presente estudio, en el país se han registrado 50 géneros de ácaros plumícolas distribuidos en 17 familias. De este total, se tiene información de 95 especies nominales; es decir, de-

terminadas hasta el nivel de especie. Los 50 géneros han sido encontrados en asociación con 128 especies de aves, distribuidas en 93 géneros, 30 familias y 13 órdenes. Los órdenes de huéspedes que representan mayor número de interacciones y que han sido los más estudiados en el país son Passeriformes, Psittaciformes, Pelecaniformes y Apodiformes (Figura 1). En cuanto a las familias de huéspedes, las más estudiadas son Psittacidae (Psittaciformes), Trochilidae (Apodiformes) y Tinamidae (Tinamiformes) (Figura 2).

Los índices a nivel de red (Cuadro 1) muestran que la especificidad de los ácaros plumícolas es alta. La conectancia, es decir, la proporción de interacciones huésped-ectosimbiontes realizadas por pares entre todas las posibles (Runghen *et al.* 2022), disminuye cuando se analiza en una categoría taxonómica más baja (cerca a género). Lo mismo sucede con la asimetría de la red, la fuerza e interacción entre los dos niveles tróficos, es decir, el nivel de dependencia del nivel superior con el inferior (Dormann *et al.* 2009). Por el contrario, los enlaces por taxón se acercan a un valor de uno cuando se analiza a una categoría taxonómica cercana al género. Asimismo, el número de compartimentos, i.e., sub-sets de la red los cuales no están conectados con otro compartimento (Dormann *et al.* 2009) aumenta cuando se analiza a niveles taxonómicos más cercanos al género. Por otro lado, a nivel de nodo los géneros *Proctophyllodes* y *Nycteridocaulus* son los que poseen un mayor valor de grado; estos están asociados a 14 familias (Figura 2) y dos órdenes (Figura 1). De la misma manera, *Proctophyllodes* y *Nycteridocaulus* poseen el mayor valor de intermediación dentro de la red (Figura 3).

Desde un punto de vista geográfico, los estados con el mayor número de especies nominales son Veracruz, Chiapas y Tamaulipas (Figura 4). Los estados de Baja California Sur, Sonora, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato y Querétaro no cuentan con registros para este grupo (Figura 4). Por otro lado, desde un punto de vista ecológico, las aves terrestres han sido más estudiadas respecto a las acuáticas. Dentro de las acuáticas, pocos géneros tienen reportados géneros de ácaros asociados, excepto para aquellos de las aves de la familia Anatidae.

DISCUSIÓN

A pesar de que desde el año 2000 a la fecha existen varios trabajos sobre ácaros asociados con aves en el país, la mayoría están enfocados en grupos de ácaros no plumícolas, como parásitos de las familias Macronyssidae (Mesostigmata) y Syringophilidae (Acariformes: Cheyletoidea) (Radovsky y Estébanes-González 2001; Bochkov y Pérez 2002; Skoracki 2008; Broda *et al.* 2016; Skoracki 2017; Głowska *et al.* 2019). En México, el estudio de los ácaros plumícolas ha sido abordado principalmente en Psittaciformes, en gran medida por los trabajos conducidos por la Dra. Tila M. Pérez, o en colaboración con ella, en las décadas de 1980 y 1990 (Atyeo *et al.* 1984, 1988; Pérez 1993, 1995; Atyeo y Pérez, 1984; Pérez y Atyeo, 1989; Pérez y Ramírez 1996). El análisis de redes muestra que el género que tie-

ne mayor número de asociaciones con aves mexicanas es *Proctophyllodes* (Analgoidea: Proctophyllodidae). Las especies de este género en México han sido estudiadas principalmente por investigadores extranjeros (Atyeo y Braasch 1966; Park y Atyeo 1971; Hernandez *et al.* 2017) y en zonas geográficas específicas como la vertiente del Golfo de México, lo cual coincide con la asimetría geográfica de los registros para el país. Es interesante que, a pesar de que los géneros *Proctophyllodes* y *Nycteridocaulus* presentan muchas interacciones a nivel de nodo, esto no contribuye a los índices a nivel de red, los cuales siguen mostrando la alta especificidad de los ácaros plumícolas hacia sus huéspedes en los distintos niveles taxonómicos.

Esta es la primera vez que se utiliza un análisis de redes para el estudio de ácaros plumícolas en México. Esta aproximación ya había sido utilizada anteriormente en el grupo (Matthews *et al.* 2017). Sin embargo, la red de ese trabajo no es bipartita y no se calculó ningún índice. Sólo para los ácaros de la familia Syringophilidae se han realizado redes bipartitas con el cálculo de índices pero sólo para un orden de aves (Columbiformes) (Kaszewska-Gilas *et al.* 2021). Sin embargo, esta familia no está considerada dentro de los ácaros plumícolas.

Nosotros proponemos varias limitantes en el estudio de los ácaros plumícolas en el país, similares a las que se han visto en otros grupos de ácaros (e.g. Herrera-Mares *et al.* 2022). El primero es el desconocimiento general sobre este grupo de ectosimbiontes entre las personas que capturan aves, ya que generalmente sólo se recuperan ectosimbiontes visibles como las garrapatas, ácaros Trombiculidae, piojos y pulgas. Otra limitante es el llamado impedimento taxonómico, que va desde la falta de formación de especialistas en la sistemática del grupo, el escaso financiamiento para esta área, la publicación de datos en la literatura gris, lo cual genera información pero no se difunde ni divulga (Herrera-Mares *et al.* 2022), hasta la acelerada pérdida de la biodiversidad a la que nos enfrentamos actualmente (Engel *et al.* 2021). De las aproximadamente 1,150 especies de aves que se distribuyen en México (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014), sólo 128 han sido abordadas desde un punto de vista acarológico, representando apenas un 11.3%. Asimismo, cerca del 33% del total de especies de aves registradas en México están incluidas en alguna categoría de amenaza, ya sea a nivel nacional (Norma Oficial Mexicana-059, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-2010) o internacional (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES) (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014). Ante esto, es importante mencionar que para el estudio de estos organismos no es necesaria la colecta de aves en medio silvestre ya que se pueden revisar pieles taxidermizadas depositadas en colecciones científicas para la descripción, redescipción y registros huésped-ectosimbiontes para el país (e.g. Cuervo-Pineda y Pérez 2010). El estudio de estos ácaros es importante ya que además de su importancia médico-veterinaria (Hernández-Velasco *et al.* 2020), y su alta especificidad

les permite ser un gran modelo en estudios de coevolución (Doña *et al.* 2019b). Sin embargo, esa misma especificidad los hace vulnerables ante las coextinciones (Carlson *et al.* 2017) por lo que el estudio de estos ectosimbiontes debe ser considerado como una prioridad en el país.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es un reconocimiento a la trayectoria académica de la Dra. Tila María Pérez Ortiz, curadora de la Colección Nacional de Ácaros (Instituto de Biología-UNAM), pionera y precursora en el estudio de estos ácaros en el país. Agradecemos al Dr. Fabio A. Hernandez (Universidad Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis, Brasil) por su ayuda en la obtención de parte de la literatura consultada en este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Atyeo, W.T. y N.L. Braasch. 1966. The feather mite genus *Proctophyllodes* (Sarcoptiformes: Proctophyllodidae). *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 5, 1-313.
- Atyeo, W.T. y T.M. Pérez. 1984. *Echinofemur*, a new genus of pterolichid feather mites from New World parrots. *Acarologia*, 25(3), 287-292.
- Atyeo, W.T., J. Gaud y T.M. Pérez. 1984. *Distigmesikya*, new genus, and five species of feather mites (Acarina: Pterolichidae) from New World parrots (Aves: Psittacidae). *Acarologia*, 25(1), 67-76.
- Atyeo, W.T., J. Gaud y T.M. Pérez. 1988. Morphotypes of New World *Rhytidelasma* Gaud (Acarina, Pterolichidae), with (re)descriptions of five named and one new species. *Acarologia*, 29(2), 175-187.
- Blanco, G., J.L.Tella y J. Potti. 1997. Feather Mites on Group-Living Red-Billed Choughs: A Non-Parasitic Interaction?. *Journal of Avian Biology*, 28(3), 197-206. <https://doi.org/10.2307/3676970>
- Bochkov, A. y T.M. Pérez. 2002. New quill mites of the family Syringophilidae Acari, Cheyletoidea parasitizing Mexican parrots. *Belgian Journal of Entomology*, 4, 145-149. <https://doi.org/10.1023/B:SYPA.0000013858.86399.69>
- Bolaños-García, R., R. Rodríguez-Estrella y C. Guzmán-Cornejo. 2018. Ectoparasites associated with a Great Horned Owl nesting population in fragmented landscape of Baja California Peninsula, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 34(1), 1-15. <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412142>
- Broda, L., M. Dabert y E. Glowska. 2016. *Aulonastus similis* n. sp., a new quill mite species (Syringophilidae) parasitising passeriform birds (Tyrannidae and Cardinalidae) in Mexico. *Systematic Parasitology*, 93(7), 715-719. <https://doi.org/10.1007/s11230-016-9653-9>
- Carlson, C. J., K. R. Burgio, E. R. Dougherty, A. J. Phillips, V. M. Bueno, C. F. Clements, G. Castaldo, T. A. Dallas, C. A. Cizauskas, G. S. Cumming *et al.* 2017. Parasite biodiversity faces extinction and redistribution in a changing climate. *Science advances*, 3(9), e1602422. DOI: 10.1126/sciadv.1602422
- Csardi G. y T. Nepusz. 2006. The igraph software package for complex network research. *InterJournal*, Complex Systems, 1695.
- Cuervo-Pineda, N. y T.M. Pérez. 2010. Primer registro de *Genoprotolichus eurycnemis* (Acari: Pterolichidae) para Cuba con la descripción de sus estadios inmaduros. *Poeyana*, 497, 9-13.
- Dabert, J. y M. Skoracki. 2004. Two new species of the genus *Neumannella* Trouessart, 1916 (Analgoidae, Dermoglyphidae) from the tataupa tinamou *Crypturellus tataupa* (Temminck, 1815) (Aves, Tinamiformes). *Acta Parasitologica*, 49(3): 237-245.
- de Oliveira, J.B., T. Santos, C. Vaughan y H. Santiago. 2011. External parasites of raptors (Falconiformes and Strigiformes): identification in an *ex situ* population from Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 59(3): 1257-1264.
- Doña, J., H. Proctor, S. Mironov, D. Serrano y R. Jovani. 2017. Host specificity, infrequent major host switching and the diversification of highly host-specific symbionts: The case of vane-dwelling feather mites. *Global Ecology and Biogeography*, 27, 188- 198. <https://doi.org/10.1111/geb.12680>
- Doña, J., H. Proctor, D. Serrano, K.P. Johnson, A.O. van Oploo, J.C. Huguet-Tapia, M.S. Ascunce y R. Jovani. 2019a. Feather mites play a role in cleaning host feathers: New insights from DNA metabarcoding and microscopy. *Molecular Ecology*, 28(2), 203-218 <https://doi.org/10.1111/mec.14581>
- Doña, J., D. Serrano, S. Mironov, A. Montesinos-Navarro y R. Jovani. 2019b. Unexpected bird–feather mite associations revealed by DNA metabarcoding uncovers a dynamic ecoevolutionary scenario. *Molecular ecology*, 28(2), 379-390. <https://doi.org/10.1111/mec.14968>
- Dormann C.F., B. Gruber y J. Fruend. 2008. Introducing the bipartite Package: Analysing Ecological Networks. *R News*, 8(2), 8-11.
- Dormann, C.F., J. Fründ, N. Blüthgen y B. Gruber. 2009. Indices, graphs and null models: Analyzing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal*, 2, 7-24.
- Engel, M.S., L.M. Ceriaco, G.M. Daniel, P.M. Dellapé, I. Löbl, M. Marinov, R.E. Reis, M.T. Young A. Dubois, I. Agarwal, *et al.* 2021. The taxonomic impediment: a shortage of taxonomists, not the lack of technical approaches. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 193(2), 381-387. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlab072>
- Galván, I., E. Aguilera, F. Atiénzar, E. Barba, G. Blanco, J.L. Cantó, V. Cortés, Ó. Frías, I. Kovács, L. Meléndez, A.P. Møller, J.S. Monrós, P.L. Pap, R. Piculo, J.C. Senar, D. Serrano, J.L. Tella, C.I. Vágási, M. Vögeli y

- R. Jovani. 2012. Feather mites (Acari: Astigmata) and body condition of their avian hosts: a large correlative study. *Journal of Avian Biology*, 43: 273-279. <https://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2012.05686.x>
- Głowska, E., L. Broda y M. Dabert. 2019. Insight into the species diversity of the quill mite genus *Betasyringophiloides* Skoracki, 2011 (Prostigmata: Syringophilidae) on the basis of the DNA barcodes. *Folia Parasitologica*, 66, 009. DOI: 10.14411/fp.2019.009
- Gómez, J. M., C.L. Nunn y M. Verdú. 2013. Centrality in primate–parasite networks reveals the potential for the transmission of emerging infectious diseases to humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(19), 7738-7741. 10.1073/pnas.1220716110
- Hernandes, F.A., B.M. OConnor, G.R. Bauchan y R. Ochoa. 2017. A new species of *Proctophyllodes* Robin, 1868 from two tanagers of the genus *Piranga* Vieillot (Passeriformes: Cardinalidae) from North America. *Journal of Natural History*, 51, 41-42 <https://doi.org/10.1080/00222933.2017.1381772>
- Hernández-Velasco, X., V. Díaz-Morales, B. Fuente-Martínez y F.D. Sánchez-Godoy. 2020. First report of *Dermoglyphus passerinus* Gaud, 1974 (Analgoidea: Dermoglyphidae) and *Strelkoviacarus* sp. (Analgidae: Anomalginae) in canaries (*Serinus canaria domestica*) in Mexico. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 22, 100461. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100461>
- Herrera-Mares, A., C. Guzmán-Cornejo, L. García-Prieto, A. Rebollo-Hernández, L. León-Paniagua, L. Del Castillo-Martínez, G. Montiel-Parra y G. Ríos-Sais. 2022. Acari (Parasitiformes and Acariformes) from Mexico: Analysis of their geographical and host distribution in Rodentia (Cricetidae). *Journal of Medical Entomology*, 59(6):1880-1890. <https://doi.org/10.1093/jme/tjac135>
- Hoffmann, A. y G. López-Campos. 2000. *Biodiversidad de los ácaros en México*. CONABIO-UNAM, México, Ciudad de México.
- Jovani, R., J. Doña, M. Labrador y D. Serrano. 2017. Opening the doors of parasitology journals to other symbionts. *Trends in Parasitology*, 33, 578- 579. <http://doi.org/10.1016/j.pt.2017.05.003>
- Kanegae, M. F., M. Valim, M.A.D. Fonseca, M.Â. Marini y N.M.S. Freire. 2008. Ácaros plumícolas (Acari: Astigmata) em aves do cerrado do Distrito Federal, Brasil. *Biota Neotropica*, 8, 31-39. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000100003>
- Kaszewska-Gilas, K., J.Z. Kosicki, M. Hromada y M. Skoracki. 2021. Global studies of the host-parasite relationships between ectoparasitic mites of the family Syringophilidae and birds of the order Columbiformes. *Animals*, 11(12), 3392. <https://doi.org/10.3390/ani11123392>
- Labrador, M. d. M., J. Doña, D. Serrano y R. Jovani. 2022. Feather mites at night: an exploration of their feeding, reproduction, and spatial ecology. *Ecology* 103(1), e03550. <https://doi.org/10.1002/ecy.3550>
- Lepage, D., G. Vaidya y R. Guralnick. 2014. Avibase – a database system for managing and organizing taxonomic concepts. *ZooKeys*, 420, 117-135. 10.3897/zookeys.420.7089
- Matthews, A.E., P.B. Klimov, H.C. Proctor, A.P.G. Dowl- ing, L. Diener, S.B. Hager, J.L. Larkin, D.W. Raybuck, C.J. Fiss, D.J. McNeil y T.J. Boves. 2017. Cophylogenetic assessment of New World warblers (Parulidae) and their symbiotic feather mites (Proctophyllodidae). *Journal of Avian Biology*, e01580. <https://doi.org/10.1111/jav.01580>
- Mironov, S., P.B. Klimov, T.M. Pérez y B.M. OConnor. 2019. Feather mites of the family Ptyssalgidae (Acari: Analgoidea) associated with hummingbirds and subsoci- cine passerines—A morphological review supplemented by CO1 barcode sequences. *Systematic & Applied Acarology*, 24, 1406-1448. <https://doi.org/10.11158/saa.24.8.6>
- Montiel-Parra, G., R. Paredes-León, C. Guzmán-Cornejo, Y. Hortelano-Moncada y T.M. Pérez. 2009. Ácaros asociados con vertebrados. In: Lot, A. y Z. Cano-Santana (Eds.). *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Navarro-Sigüenza, A.G., M.F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A.T. Peterson, H. Berlanga-García y L.A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85, S476-S495. <https://doi.org/10.7550/rmb.41882>
- Padilla-Aguilar, P., E. Romero-Callejas, L.G. García-Márquez, I. Cruz-Mendoza y Y. Alcalá-Canto. 2022. Nuevos registros y listado de protozoarios y artrópodos de aves acuáticas de la familia Anatidae en humedales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*, 38(1), 1-24. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812424>
- Park, C.K y W.T. Atyeo. 1971. A new subfamily and genus of feather mites from hummingbirds (Acarina: Proctophyllodidae). *The Florida Entomologist*, 54 (3), 221-229. <https://doi.org/10.2307/3493717>
- Pérez, T.M. 1993. Diversidad de ácaros plumícolas de pericos mexicanos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol. Esp. XLIV, 235-249.
- Pérez, T.M. 1995. Seven species of *Fainalges* Gaud and Berla (Analgoidea, Xolalgidae) from *Aratinga holochlora* (Sclater) (Aves, Psittacidae). *Zoologia Scripta*, 24(3), 203-223. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6409.1995.tb00400.x>
- Pérez, T.M. y W.T. Atyeo. 1989. New feather mite species of *Aralichus* (Acarina, Pterolichidae) from the white-

capped parrot, *Pionus senilis* (Spix). *Journal of Parasitology*, 75(1), 11-20.
<https://doi.org/10.2307/3282928>

Pérez, T.M. y J.J. Ramírez. 1996. Especie nueva de ácaro plumícola del género *Chiasmalgas* (Acari: Psoroptoidea), con la descripción de su serie de desarrollo ontogenético. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 67(2): 287-295.

Peterson, P.C. y W.T. Atyeo. 1977. A new genus and species of alloptine feather mite from the roseate spoonbill (Acarina, Analgoidea, Alloptidae). *Steenstrupia* 4(17), 189-193.

Proctor, H. C. y I. Owens. 2000. Mites and birds: diversity, parasitism and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 15 (9), 358-364.
[https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)01924-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01924-8)

Proctor, H. C. 2003. Feather mites (Acari: Astigmata): ecology, behavior, and evolution. *Annual Review of Entomology*, 48(1), 185-209.

Recibido: 8 de mayo 2023
 Aceptado: 26 de junio 2023

<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.48.091801.112725>

Proctor, H. 2023. Taxon Lists. <https://hproctorlabuofa.blog/taxon-lists/>. Fecha de consulta: 21 de junio de 2023.

Radovsky, F. y M.L. Estébanes-González. 2001. Macronyssidae in wild bird nests in Mexico, including new synonymies, and the genus *Pellonyssus* in the new world (Acari: Mesostigmata). *Acta Zoológica Mexicana*, 82, 19-28.

Runghen, R., R. Poulin, C. Monlleó-Borrull y C. Llopis-Beleguer. 2022. Network analysis: ten years shining light on host-parasites interactions. *Trends in Parasitology*, 37(5), 445-455.
<https://doi.org/10.1016/j.pt.2021.01.005>

RStudio Team 2020. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA. <http://www.rstudio.com/>. Fecha de consulta: 20 de abril de 2023.

Skoracki, M. 2008. A new genus of syringophilid mites (Acari: Cheyletoidea: Syringophilidae) from cuculiform birds (Aves: Cuculiformes). *Folia Parasitologica*, 55, 155-158.
 DOI: 10.14411/fp.2008.021

Skoracki, M. 2017. Quill mites (Acariformes, Syringophilidae) associated with birds of Mexico. *Zootaxa*, 4282(1), 179-191.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4282.1.11>

Trouessart, E. 1898. Diagnoses préliminaires d'espèces nouvelles d'acariens plumicoles. Additions et corrections a la sous-famille des Analgésinés. *Bulletin de la Société d'Études scientifiques d'Angers*, 28: 1-62.

Cuadro 1. Índices obtenidos a nivel de red. *Modificado de Dormann et al. (2009), cambiando enlaces por especies (*links per species*) por enlaces por taxones ya que los análisis no se llevaron a este nivel taxonómico.

Índice	A nivel de orden de huéspedes	A nivel de familia de huéspedes	A nivel de género de huéspedes
Connectancia	0.0828	0.0473	0.0279
Asimetría de la red	0.6	0.25	-0.3006
Enlaces por taxón*	0.8615	0.8875	0.9090
Número de compartimentos	9	12	20

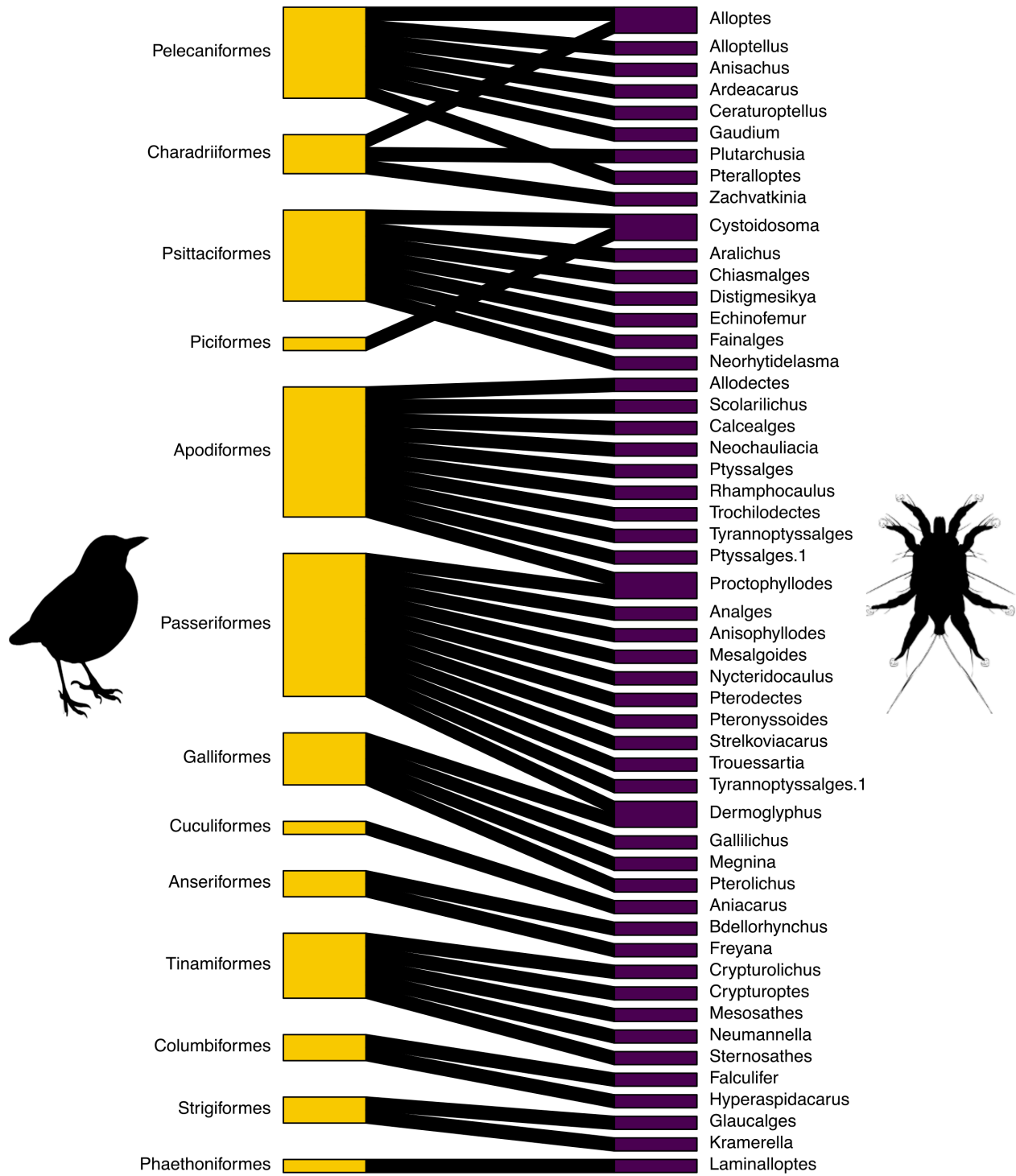


Figura 1. Red bipartita de los géneros de ácaros plumícolas y los órdenes de aves reportados en México. El grosor de las líneas no tiene un valor.

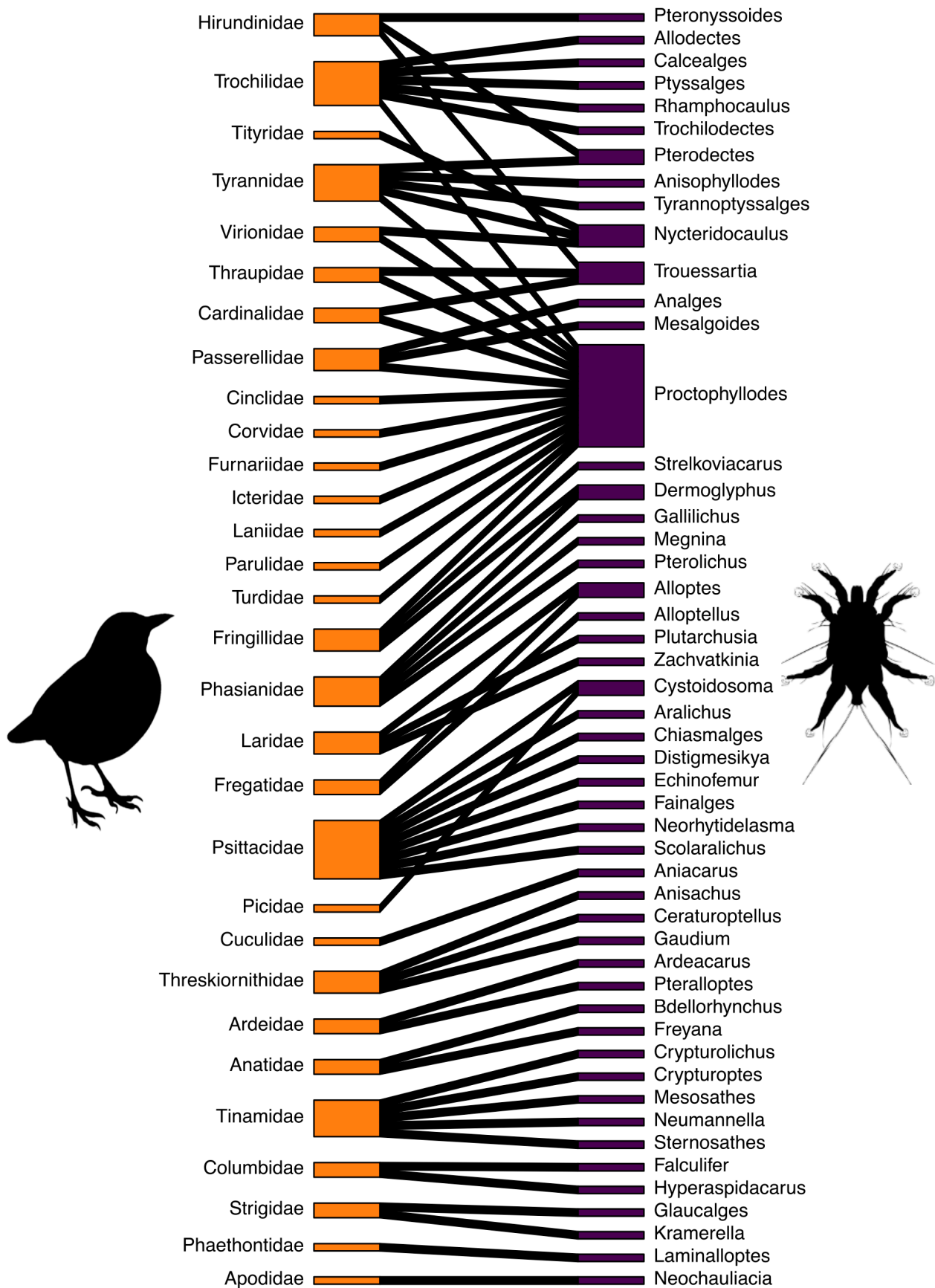


Figura 2. Red bipartita de los géneros de ácaros plumícolas y las familias de aves reportadas en México. El grosor de las líneas no tiene un valor.

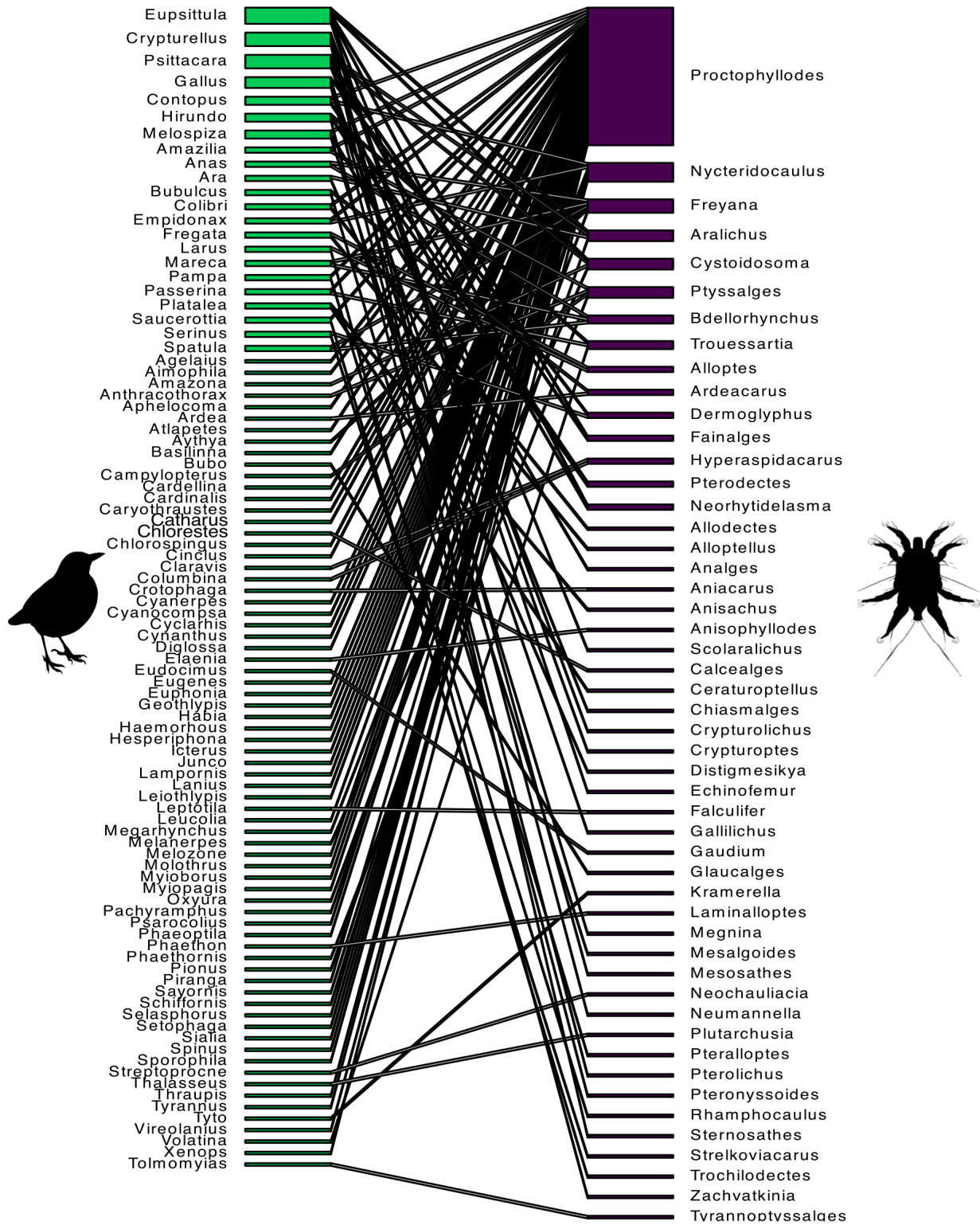


Figura 3. Red bipartita de los géneros de ácaros plumícolas y los géneros de aves reportadas en México. El grosor de las líneas no tiene un valor.

Número de especies nominales de ácaros plumícolas (Pterolichoidea y Analgoidea) reportadas por estado en México

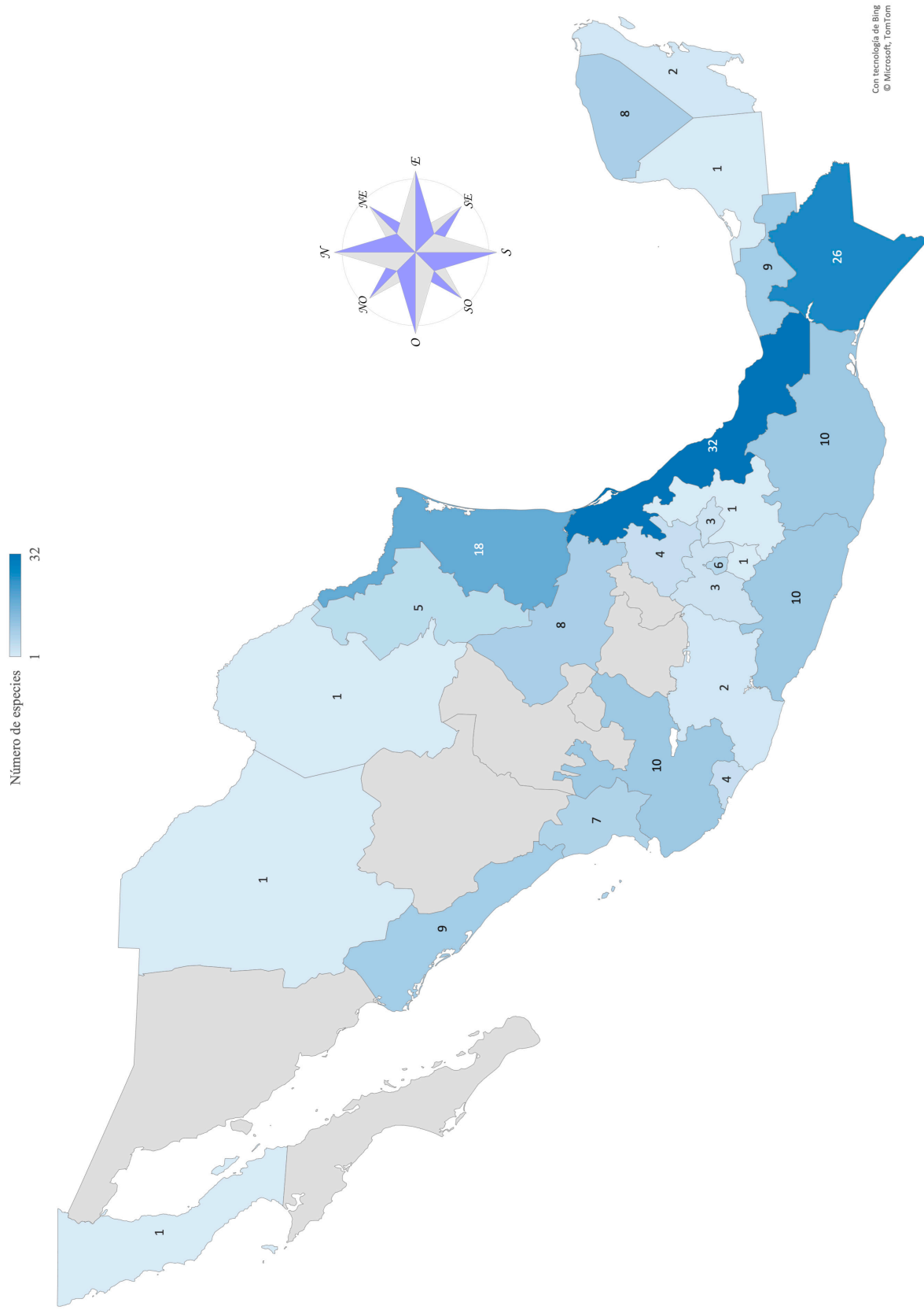


Figura 4. Mapa coroplético de las especies nominales de ácaros plumícolas por estado. Los colores más oscuros representan un mayor número de especies.