

Diversidad de árboles, aves y la regulación de los ecosistemas

La diversidad de especies de árboles medida, por ejemplo, como el número de especies que cohabitan un sitio dado, afecta a animales que hacen uso de los bosques y la manera en que estos interactúan con plantas y otros animales. Estudios han encontrado que un aumento en la diversidad arbórea, favorece la abundancia y diversidad de depredadores como, por ejemplo, aves insectívoras, lo cual resulta en mayores niveles de depredación por estas sobre insectos herbívoros y consecuentes beneficios a las plantas y al ecosistema en su conjunto.

Palabras clave:
biodiversidad, control de plagas, depredador, ecología de interacciones, insectívoro.

LUIS ABDALA-ROBERTS

Departamento de Ecología Tropical, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Apartado Postal 4-116, Itzimmá, Mérida, Yucatán, 97000, México.
abdala.luis@yahoo.com

La diversidad vegetal regula la depredación: Una predicción clásica en Ecología, la Hipótesis de los Enemigos (Root 1973), plantea que comunidades de plantas más diversas (por ejemplo, con más especies), presentan una mayor diversidad de depredadores (organismos que se alimentan de otros animales). Esto se explica, en cierta medida, por una mayor disponibilidad de presas, así como sitios más favorables para descanso o refugio por parte de los depredadores en comunidades vegetales más diversas (Langelloto y Denno 2004, Letourneau *et al.* 2011). Producto de esta mayor diversidad de depredadores, se espera que las comunidades vegetales más diversas presenten mayores niveles de depredación y esto conlleve una mayor supresión de poblaciones de insectos herbívoros (Letourneau *et al.* 2011, Moreira *et al.* 2016). De ahí que, al menos en parte, comunidades vegetales poco diversas, como lo son por ejemplo los monocultivos agrícolas, exhiban altas abundancias de insectos herbívoros que adquieren estatus de plaga.

A pesar de que la evidencia de los efectos de diversidad vegetal sobre depredadores ha ido en aumento, aún existen relativamente pocos estudios en bosques (Stemmelen *et al.* 2022), y menos aún en regiones tropicales, las cuales albergan los bosques más diversos del planeta. Este vacío de información persiste a pesar de que los bosques cubren cerca de la tercera parte de la superficie del planeta (FAO 2012), y las especies arbóreas por mucho representan la mayor parte de la biomasa de los ecosistemas boscosos (Grossman *et al.* 2018).

Diversidad arbórea y aves insectívoras: Con más de 10,000 especies habitando el planeta, las aves juegan papeles ecológicos de vital importancia en la naturaleza, entre los cuales está la poliniza-

ción, dispersión de frutos y semillas, y la depredación (Şekercioğlu 2006, Maas *et al.* 2016). En el último caso, las aves insectívoras (es decir, que se alimentan de insectos y otros invertebrados) son depredadores especialmente eficaces en controlar las poblaciones de insectos herbívoros (Marquis y Whelan 1994, Whelan *et al.* 2008), incluyendo especies plaga en sistemas agrícolas o forestales (Mooney *et al.* 2010, Barbaro *et al.* 2017). Son depredadores voraces, muy móviles, de hábitos alimenticios generalistas (es decir, son animales que consumen diferentes tipos de insectos), y muy comunes en diferentes tipos de comunidades vegetales, particularmente en bosques tropicales. A nivel global, se estima que anualmente consumen entre 400 y 500 millones de toneladas de invertebrados, y casi tres cuartas partes de este consumo se atribuye a aves insectívoras que habitan bosques (Nyffeler *et al.* 2018), representando así un grupo de depredadores clave en la regulación de las cadenas alimenticias y funcionamiento de los ecosistemas.

Las aves son muy sensibles a características de la vegetación y a cambios en las mismas. Por ejemplo, responden a diferencias en la altura de los árboles, el tamaño o área de un fragmento de bosque, o el número de estratos de vegetación (fisionomía del bosque) (Fleishman *et al.* 2003, Barbaro *et al.* 2019). Algunos trabajos han evaluado dichas influencias experimentalmente al manipular algún aspecto de la vegetación para probar su efecto sobre las comunidades de aves. Por ejemplo, estudios han establecido parcelas experimentales con niveles contrastantes de diversidad arbórea, demostrándose que aquellas con más especies de árboles cuentan con una mayor abundancia y diversidad de aves insectívoras, así como mayores niveles de depredación por estas (Stemmelen *et al.* 2022). De esta forma, la diversidad arbórea está ligada a las comunidades de aves y su papel en la regulación de los ecosistemas y los servicios al hombre que emanan de estos (captura de carbono, control de plagas, control de humedad, etc.).

Caso de estudio: El experimento de diversidad arbórea de la Universidad Autónoma de Yucatán (<https://treedivnet.ugent.be/ExpUADY.html>), establecido en 2011 (7 km al sur de la localidad de Muna, Yucatán, México), es uno de los primeros sis-

temas experimentales puestos en marcha en Latinoamérica para evaluar los efectos de la diversidad arbórea sobre insectos y sus depredadores. Cubre una superficie de 7.2 ha, incluye cerca de 5,000 árboles, y está constituido por parcelas de dos tipos: monocultivos que contienen árboles de una sola especie y policultivos que contienen cuatro especies (Figura 1). Estudios realizados en este sistema han permitido entender los efectos de la diversidad arbórea sobre aves insectívoras y las consecuencias ecológicas de dichos efectos.

A la fecha, se han registrado más de 80 especies de aves haciendo uso (alimentación, descanso, reproducción) de las parcelas experimentales (Figura 2). De estas, cerca de dos terceras partes son insectívoras (May-Uc *et al.* 2020), y parcelas arbóreas diversas (policultivos) exhiben incrementos del 50 al 60 % en la abundancia y diversidad de aves en comparación a monocultivos (Nell *et al.* 2018). Además, más de la cuarta parte de las especies de aves solo visitan policultivos (nunca están presentes en monocultivos), destacando la importancia de la diversidad arbórea para grupos de especies con hábitos y requerimientos más especializados. En adición, y mediante el uso de orugas artificiales, un método confiable para medir actividad de depredación por aves (Roslin *et al.* 2017) (Figura 3), se obtuvo que los policultivos presentan un incremento de 25 % en ataques a estos modelos de orugas en comparación a monocultivos, y que dicho incremento se debe principalmente al aumento en la diversidad de aves (Nell *et al.* 2018). No obstante, trabajos recientes muestran que los efectos de diversidad arbórea sobre las aves varían a lo largo del año y entre estaciones (May-Uc *et al.* 2020, Vázquez-González *et al.* sometido), destacando la importancia de estudios a largo plazo para entender de mejor manera las implicaciones en el control de plagas.

Conclusiones: Existe amplia evidencia de la relación entre la diversidad de árboles y la diversidad de aves insectívoras, lo cual podría tener consecuencias importantes en la regulación de las cadenas alimenticias. Los resultados apuntan a que la pérdida de la diversidad de bosques, en particular de bosques tropicales, conllevará a un debilitamiento o pérdida de dicha regulación en detrimento de los ecosistemas boscosos y los beneficios que le aportan al hombre.

Este conocimiento cobra especial relevancia como herramienta para motivar y diseñar estrategias de manejo y conservación de la diversidad de bosques

tropicales, así como también promoverla en sistemas cultivados tales como plantaciones forestales y agroforestales.

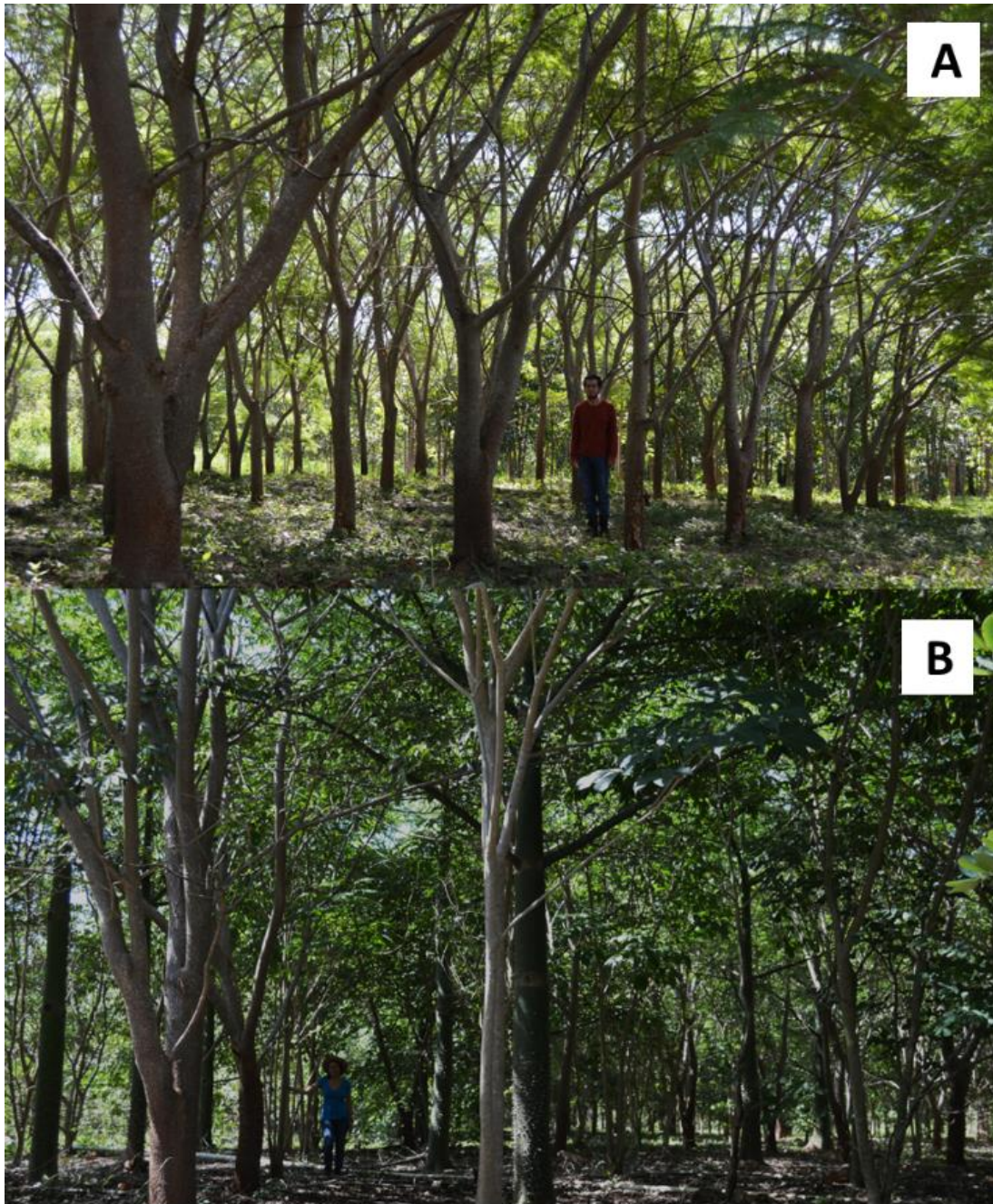


Figura 1. Sistemas experimentales: **A)** Monocultivo de *Enterolobium cyclocarpum* Jacq. (Griseb.) (“pich” o “guanacaste”) y **B)** Policultivo en el sistema experimental UADY Tree Diversity Experiment, en Yucatán, México, 2015, parcelas de 21 x 21 m (Fotografías: L. Abdala-Roberts).

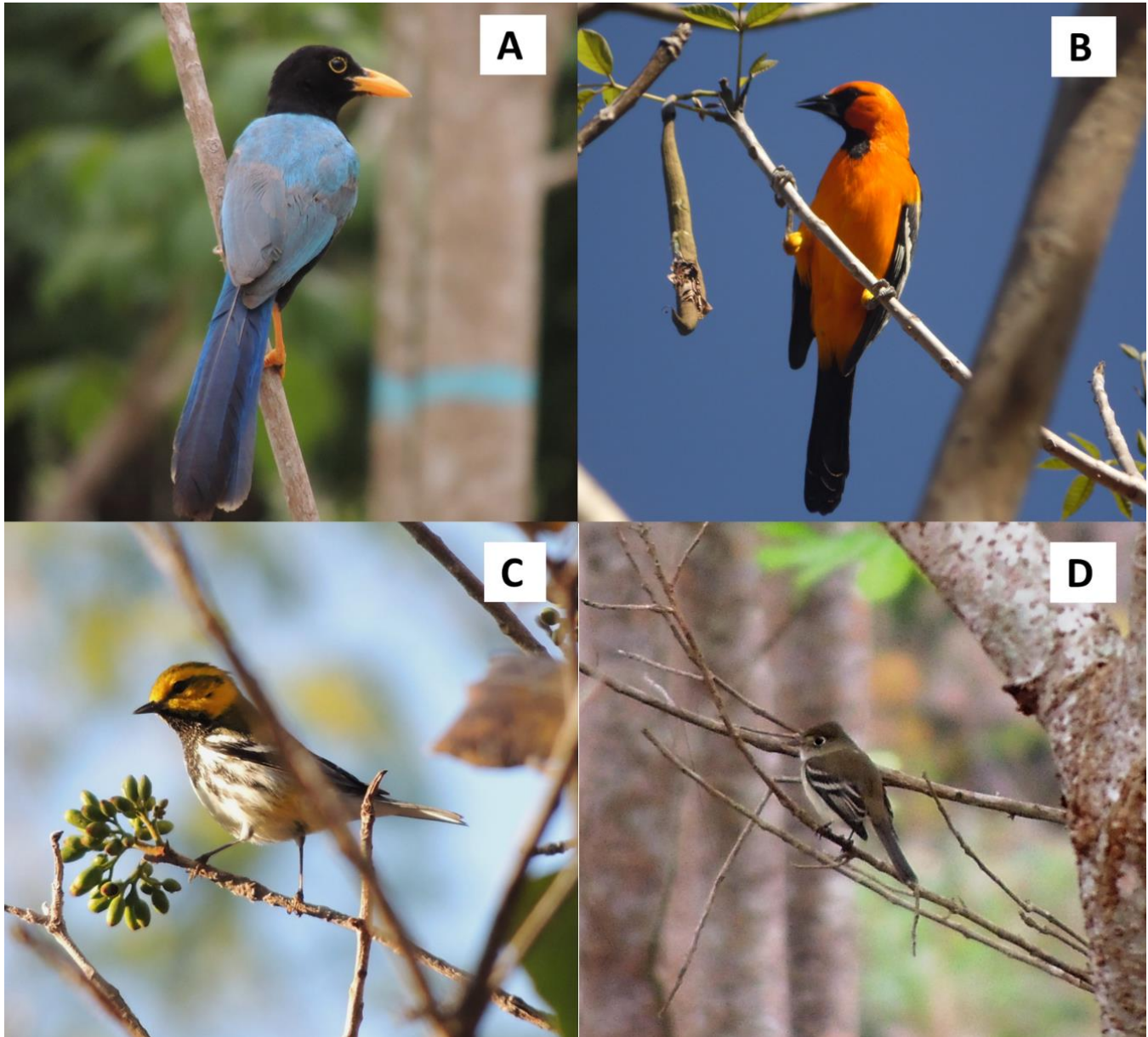


Figura 2. Especies representativas de aves insectívoras que hacen uso de las parcelas del experimento de diversidad arbórea de la UADY, en los años 2016 y 2017: **A)** *Cyanocorax yucatanicus* (Dubois), **B)** *Icterus gularis* (Wagler), **C)** *Setophaga virens* (Gmelin), y **D)** *Empidonax minimus* (Baird y Baird) (Fotografías: C. Padilla y E. Alcocer).



Figura 3. Orugas artificiales (plastilina verde no tóxica) usadas para evaluar efectos de diversidad arbórea sobre ataque por aves sobre insectos, en el experimento de diversidad arbórea de la UADY (Fotografías: M. Reyes-Hernández y C. Nell).

Referencias

- Barbaro L., Rusch A., Muiruri E.W., Gravelier B., Theiry D., Castagnyrol B. 2017. Avian pest control in vineyards is driven by interactions between bird functional diversity and landscape heterogeneity. *Journal of Applied Ecology* 54: 500-508. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12740>
- Barbaro L., Allan E., Ampoorter E., Castagnyrol B., Charbonnier Y., De Wandeler H., et al. 2019. Biotic predictors complement models of bat and bird responses to climate and tree diversity in European forests. *Proceedings of the Royal Society B* 286: 20182193. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2193>
- FAO. 2012. State of the world's forests. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fleishman E., Mcdonal N., Mac Nally R., Murphy D.D., Walters J., Floyd T. 2003. Effects of floristics, physiognomy, and non-native vegetation on riparian bird communities in a Mojave Desert watershed. *Journal of Animal Ecology* 72: 484-490. <https://doi.org/10.1046/j.1365-56.2003.00718.x>
- Grossman J.J., Vanhellemont M., Barsoum N., Bauhus J., Bruelheide H., Castagnyrol B., et al. 2018. Synthesis and future research directions linking tree diversity to growth, survival, and damage in a global network of tree diversity experiments. *Environmental and Experimental Botany* 152: 68-69.
- Langello G.A., Denno R.F. 2004. Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: a meta-analytical synthesis. *Oecologia* 139: 1-10. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1497-3>
- Letourneau D.K., Armbrrecht I., Rivera B.S., Lerma J.M., Carmona E.J., Daza M.C., Escobar S., Galindo V., Gutiérrez C., López S.D. 2011. Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications* 21: 9-21. <https://doi.org/10.1890/09-2026.1>
- Maas B., Karp D.S., Bumrungsri S., Darras K., Gonthier D., Huang J.C., et al. 2016. Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes. *Biological Reviews* 91: 1081-1101. <https://doi.org/10.1111/brv.12211>
- Marquis R.J., Whelan C.J. 1994. Insectivorous birds increase growth of white oak through consumption of leaf-chewing insects. *Ecology* 75: 2007-2014. <https://doi.org/10.2307/1941605>
- May-Uc Y., Nell C., Parra-Tabla V., Navarro J., Abdala-Roberts L. 2020. Tree diversity effects through a temporal lens: implications for the abundance, diversity, and stability of foraging birds. *Journal of Animal Ecology* 89: 1775-1787. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13245>
- Mooney K.A., Gruner D.S., Barber N.A., Van Bael S.A., Philpott S.M., Greenberg R. 2010. Interactions among predators and the cascading effects of vertebrate insectivores on arthropod communities and plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107: 7335-7340.
- Moreira X., Abdala-Roberts L., Rasmann S., Castagnyrol B., Mooney K.A. 2016. Plant diversity effects on insect herbivores and their natural enemies: current thinking, recent findings, and future directions. *Current Opinion in Insect Science* 14: 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.10.003>
- Nell C., Abdala-Roberts L., Parra-Tabla V., Mooney K. 2018. Tropical tree diversity mediates foraging and predatory effects of insectivorous birds. *Proceedings of the Royal Society B* 285: 20181842. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1842>
- Nyffeler M., Şekercioglu C.H., Whelan C.J. 2018. Insectivorous birds consume an estimated 400-500 million tons of prey annually. *The Science of Nature* 105: 47. <https://doi.org/10.1007/s00114-018-1571-z>
- Root R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95-124. <https://doi.org/10.2307/1942161>
- Roslin T., Hardwick B., Novotny V., Petry W.K., Andrew N.R., Asmus A., Barrio I.C., Basset Y., Boesing A.L., Bonebrake T.C. 2017. Higher predation risk for insect prey at low latitudes and elevations. *Science* 356: 742-744. <https://doi.org/10.1126/science.aaj1631>
- Şekercioglu C.H. 2006. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology and Evolution* 21: 464-471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>

Stemmelen A., Jactel H., Brockerhoff E., Castagneyrol B. 2022. Meta-analysis of tree diversity effects on the abundance, diversity and activity of herbivores' enemies. *Basic and Applied Ecology* 58: 130-138.

<https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.12.003>

Vázquez-González C., Reyes-Hernández M., Villa-Galaviz E., Pérez-Niño B., Quijano-Medina

T., Parra-Tabla V., Mooney K.A., Abdala-Roberts L. Temporal variation in tree diversity effects on bird abundance, diversity, and predatory activity in a tropical system. *Sometido*.

Whelan C.J., Wenny D.G., Marquis R.J. 2008. Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134: 25-60.

Desde el Herbario CICY, 15: 202-208 (12-octubre-2023), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Ivón M. Ramírez Morillo, Diego Angulo y Néstor E. Raigoza Flores. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 12 de octubre de 2023. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.