



El cambio climático y las interacciones ecológicas: el caso de los jardines de hormigas

Jonas Morales-Linares^{1*}, Michelle Ivonne Ramos-Robles², Alejandro Flores-Palacios³

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y ³Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

* jonasml1@gmail.com

Resumen

El cambio climático afecta negativamente a la biodiversidad. No obstante, las estrategias de estudio y los esfuerzos de conservación biológica se han centrado en especies individuales, soslayando el estudio de grupos de especies con dependencia mutua. Este trabajo destaca el caso de los jardines de hormigas, un ecosistema en miniatura en el que plantas y hormigas coexisten, interactúan y se benefician mutuamente. Esta estrecha relación entre las especies asociadas les confiere resistencia frente a los efectos futuros del cambio climático.

Palabras clave: biodiversidad, biogeografía, mutualismo planta-hormiga, neotrópico.

Introducción

El incremento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera contribuye principalmente al cambio climático, el cual conlleva el incremento global de la temperatura, derretimiento de glaciares, aumento del nivel del mar, sequías extremas y lluvias torrenciales atípicas^{1,2}. Si bien los cambios en la temperatura del planeta son considerados naturales, el incremento de las actividades humanas en frecuencia e intensidad, tal como el uso de combustibles fósiles, deforestación, ganadería extensiva y producción agrícola, ha acelerado este fenómeno global, el cual conlleva a la pérdida de la biodiversidad y pone en riesgo a la especie humana².

Históricamente, los estudios del efecto del cambio climático sobre la biodiversidad se han centrado en analizar y predecir los cambios en la distribución geográfica de especies individuales, principalmente de plantas. En este sentido, se ha observado que el cambio climático altera el funcionamiento interno (fisiología) de las plantas y los periodos de generación de sus hojas y flores^{3,4}. Como resultado, el consenso es que el cambio climático afecta negativamente a la biodiversidad y, además, contribuirá significativamente a la sexta extinción masiva de especies en la Tierra³.

La pérdida de las especies es probablemente un aspecto sencillo de comprender⁴. Sin embargo, dicha pérdida va más allá de la especie que se pierde, ya que no solo se extinguen los individuos que la conforman, sino también sus interacciones con otros seres vivos⁵. De este modo, es necesario considerar las interacciones entre distintas especies en el análisis de la biodiversidad y en los modelos predictivos de extinción, para que estos provean información sobre las extinciones en cadenas asociadas a la pérdida de especies, dejando de vislumbrarlas como entes aislados⁶.

Las interacciones entre especies, llamadas interespecíficas, pueden clasificarse en antagonistas y mutualistas⁷. Una interacción antagonista ocurre cuando un individuo de una especie obtiene un beneficio al afectar a otro de una especie distinta, como en la herbivoría (consumo de tejidos vegetales por un herbívoro). Por otro lado, un mutualismo ocurre cuando hay un beneficio mutuo entre individuos de distintas especies, como en la polinización (transporte de polen entre flores). Las comunidades de plantas y animales que mantienen interacciones de beneficio mutuo forman redes mutualistas, que dan estructura a la biodiversidad al favorecer la coexistencia, la estabilidad y la coevolución de las especies asociadas⁸.

Un caso especial de mutualismo son los jardines de hormigas (figura 1), que se componen por un grupo reducido de especies de plantas, como la bromelia *Aechmea tillandsioides*, la orquídea *Epidendrum flexuosum* y la gesneriácea *Codonanthe uleana*, que son cultivadas por algunas especies de hormigas (como *Azteca gnava*) en sus nidos establecidos en árboles, creando un miniecosistema complejo y especializado⁹. Se sabe que las hormigas proporcionan a las plantas asociadas el servicio de dispersión de sus semillas, un sustrato y protección contra herbívoros, mientras que las plantas dan alimento a las hormigas (por ejemplo, con el néctar extrafloral: una sustancia azucarada no relacionada con la polinización) y, con sus raíces, dan soporte estructural al nido¹⁰.

Los Jardines de Hormigas fueron descritos por primera vez en Brasil y, hoy en día, con excepción de África, se conocen en las regiones tropicales de América (neotrópico) y de Asia (paleotrópico)^{9,11}. Recientemente, se han utilizado modelos climáticos para analizar los efectos futuros del cambio climático sobre las especies de hormigas y plantas que constituyen los jardines de hormigas del neotrópico¹². Al analizar a nivel de especies individuales, se encontró que su distribución geográfica potencial se vería reducida en el futuro. Pero al considerar los jardines de hormigas como una entidad compuesta por varias especies, su distribución tendería a aumentar. De este modo, este sistema mutualista podría concebirse como un “amortiguador” para las especies de hormigas y plantas asociadas frente a los efectos adversos del cambio climático.



Figura 1. Jardín de hormigas registrado en Amatlán, Chiapas, México. Se muestra el sustrato del nido con la presencia de la bromelia *Aechmea tillandsioides* (inflorescencias con brácteas rojizas) y de la gesneriácea *Codonanthe uleana* (A), y de la hormiga *Azteca gnava*, constructora del jardín de hormigas, dispersando una semilla de la bromelia *A. tillandsioides* (B).

Los jardines de hormigas del neotrópico se distribuyen en bosques tropicales lluviosos y plantaciones agrícolas (cacao, naranja y mango) presentes desde el sureste de México hasta Brasil¹², donde la red de interacciones hormiga-planta se compone únicamente de dieciséis especies de plantas y seis de hormigas, y presenta una estructura jerárquica (anidada)¹³. Esta estructura implica que hay muchas especies generalistas, que interactúan con la mayor parte de las especies y entre sí, mientras que, al descender en la jerarquía de interacciones, las especialistas interactúan con pocas especies⁸. Esta organización jerárquica se conoce como una red de interacciones anidadas y se considera que en conjunto son robustas ante la perturbación, ya que en caso de extinguirse una especie podría ser sustituida por otra generalista¹⁴. De este modo, la estructura anidada de la red de interacciones de los jardines de hormigas también les conferiría resistencia frente a los efectos adversos del cambio climático.

Por lo anterior, los jardines de hormigas representan un ejemplo muy claro de las formas en que las especies han logrado conformar interacciones sólidas de beneficio mutuo, las cuales les han permitido coexistir, ampliar su distribución y potencialmente sobrevivir ante amenazas globales como el cambio climático. De este modo, los humanos podríamos aprovechar el modelo de los jardines de hormigas para asociarnos de manera más positiva entre nosotros y con la naturaleza, en aras de conservar la biodiversidad, comprendiendo y aprovechando de manera sustentable los beneficios de las interacciones interespecíficas.

Referencias bibliográficas

1. Letcher, T. M. (2021). *Climate Change: Observed impacts on planet Earth*. Elsevier.
2. Muluneh, M. G. (2021). Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective-a review article. *Agriculture & Food Security*, 10, 36. <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00318-5>
3. Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15, 365-377. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x>
4. Leemans, R., Nunez, S., & Alkemade, R. (2021). Biological diversity and climate change. En Letcher, T. M. (Ed.), *Climate Change (Third Edition): Observed impacts on planet Earth* (pp. 541-559). Elsevier.
5. Valiente-Banuet, A., Aizen, M. A., Alcántara, J. M., Arroyo, J., Cocucci, A., Galetti, M., García, M. B., García, D., Gómez, J. M., Jordano, P., Medel, R., Navarro, L., Obeso, J. R., Oviedo, R., Ramírez, N., Rey, P. J., Traveset, A., Verdú M., & Zamora, R. (2015). Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Functional Ecology*, 29(3), 299-307. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12356>
6. Bascompte, J., García, M. B., Ortega, R., Rezende E. L., & Pironon, S. (2019). Mutualistic interactions reshuffle the effects of climate change on plants across the tree of life. *Science Advances*, 5(5), eaav2539. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav2539>
7. Bronstein, J. L. (1994). Conditional outcomes in mutualistic interactions. *Trends in Ecology & Evolution*, 9(6), 214-217. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(94\)90246-1](https://doi.org/10.1016/0169-5347(94)90246-1)
8. Bascompte, J., & Jordano, P. (2007). Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 38, 567-593. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818>
9. Orivel, J., & Leroy, C. (2011). The diversity and ecology of ant gardens (Hymenoptera: Formicidae; Spermatophyta: Angiospermae). *Myrmecological News*, 14, 73-85.
10. Corbara, B. (2021). Ant Gardens. En C. K. Starr (Ed.), *Encyclopedia of Social Insects* (pp. 1-4). Springer.
11. Chomicki, G., Janda, M., & Renner, S. S. (2017). The assembly of ant-farmed gardens: mutualism specialization following host broadening. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1850), 20161759. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.1759>
12. Morales-Linares, J., Flores-Palacios, A., Corona-López, A. M., & Toledo-Hernández, V. H. (2021). Diversity and interactions of the epiphyte community associated with ant-gardens are not influenced by elevational and environmental gradients. *Journal of Vegetation Science*, 32(5), e13076. <https://doi.org/10.1111/jvs.13076>
13. Morales-Linares, J., Flores-Palacios, A., Corona-López, A. M., & Toledo-Hernández, V. H. (2021). Structure and robustness of the Neotropical ant-gardens network under climate change. *Insect Conservation and Diversity*, 14(5), 635-646. <https://doi.org/10.1111/icad.12497>
14. Tylianakis, J. M., Laliberté, E., Nielsen, A., & Bascompte, J. (2010). Conservation of species interaction networks. *Biological Conservation*, 143(10), 2270-2279. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.004>