

## ¿Por qué hay interacciones interespecíficas flexibles?

Propuesta de proyecto de investigación de posgrado

Investigadora responsable: Dra. Ornela De Gasperin Quintero, red de Ecoetología, Instituto de Ecología, A. C.

### Introducción

Las interacciones interespecíficas, o interacciones entre individuos de distintas especies, se clasifican en base al efecto que tiene dicha interacción sobre la adecuación promedio de los individuos de cada especie (Tabla 1).

**Tabla 1.** Clasificación de las interacciones interespecíficas según su efecto relativo sobre la adecuación de cada especie.

<i>Especie A</i>	<i>Especie B</i>	<i>Interacción</i>
+	+	Mutualismo
-	-	Competencia
+	-	Depredación
+	-	Parasitismo
+	0	Comensalismo
0	0	Amensalismo

El parasitismo [1] y la depredación por definición tienen un efecto negativo sobre la adecuación de los miembros de una especie, y positivo para los de la otra, mientras que en el mutualismo, la interacción es beneficiosa para los miembros de ambas especies [2]. Sin embargo, la naturaleza de las interacciones entre especies puede ser más dinámicas de lo que regularmente se asume. En muchos casos, una misma interacción puede saltar dentro de un continuo dependiendo de diversos factores [3, 4] (Tabla 2).

**Tabla 2.** Interacciones interespecíficas cuyo efecto cambia según el contexto, y que pueden saltar dentro del continuo mutualismo-comensalismo-parasitismo

<i>Especie A</i>	<i>Especie B</i>	<i>Interacción</i>	<i>Referencia</i>
<i>Lotus strigosus</i>	<i>Bradyrhizobium</i> (rhizobia)	Parasitismo - Mutualismo	[5]
Planta	Micorriza	Parasitismo - Mutualismo	[6, 7]
Higo ( <i>Ficus</i> )	Avispas polinizadoras (Agaonidae)	Parasitismo - Mutualismo	[2, 8]
<i>Formica altipetens</i>	<i>Publilia modesta</i>	Mutualismo - Comensalismo	[9]
Plantas	<i>Colletotrichum</i>	Mutualismo - Comensalismo	[10]
<i>Juniperus monosperma</i>	<i>Phoradendron juniperinum</i>	Parasitismo - Mutualismo	[11]

<i>Juniperus monosperma</i>	<i>Myadestes townsendi</i>	Parasitismo - Mutualismo	[11]
<i>Greya politella</i>	<i>Lithrospira parviflorum</i>	Parasitismo – Mutualismo - Comensalismo	[12]
<i>Drosophila melanogaster</i>	<i>Wolbachia pipiensis</i>	Parasitismo - Mutualismo	[13]
<i>Nicrophorus vespilloides</i>	<i>Poecilochirus carabi</i>	Competencia-Comensalismo-mutualismo-	[14-17]

Algunos ejemplos emblemáticos de ‘interacciones dinámicas’ ocurren entre plantas y sus ‘mutualistas’ micorrícicos, y entre hormigas protectoras de plantas. Algunas plantas eliminan a sus hongos micorrícicos cuando el fósforo en el suelo es abundante, lo que sugiere que en ese contexto los costos de mantener a los hongos superan los beneficios [6]. Asimismo, muchas hormigas protegen a plantas de herbívoros, pero el beneficio para la planta de la presencia de las hormigas depende de si hay herbívoros o no. En ausencia de herbívoros, los costos de mantener al mutualista (por ejemplo, a través de la producción de néctar extra-floral) pueden exceder los beneficios [9, 18, 19]. Por lo tanto, para comprender la ecología de una interacción interespecífica es necesario evaluar el efecto relativo de dicha interacción con respecto al sexo y a la edad de los individuos que interactúan, así como en relación con el contexto específico de la interacción, en vez de estimar un efecto ‘promedio’ para cada especie [20, 21].

### **Parte 1 (o Proyecto 1). Revisión literaria y meta-análisis de interacciones interespecíficas fluctuantes en el árbol de la vida.**

Una misma interacción interespecífica puede moverse dentro del espectro del mutualismo-parasitismo por diversas razones. Teóricamente, factores importantes que pueden cambiar el balance de una interacción son 1) si un mutualismo es facultativo o no (suele haber más variaciones en un mutualismo facultativo que en uno obligatorio [20, 21]); 2) si interactúan más de dos especies [9, 18, 19], y 3) si participan muchos individuos de cada especie. Sin embargo, pocos estudios han estudiado formalmente qué determina que una interacción sea más o menos dinámica. El objetivo de este proyecto (o de esta parte del proyecto) es realizar una revisión sistemática de literatura de interacciones biológicas cuya naturaleza es dinámica.

### **Parte 2 (o Proyecto 2). La foresia como una interacción inter-específica dinámica:**

La foresia es una interacción biológica ideal para investigar el dinamismo de las interacciones inter-específicas. La foresia ocurre cuando una especie utiliza a otra como medio de transporte [22]. El individuo que es transportado (o forético) suele tener baja movilidad autónoma, como ácaros o nemátodos. Mientras que el organismo dispersor suele tener alta movilidad, como insectos voladores o mamíferos [22]. El individuo forético no es un parásito del individuo dispersor, y los beneficios que obtiene de esta interacción están ligados con dispersión (como encontrar recursos alimentarios y reproductivos, y reducción de competencia [23]). Sin embargo, interacciones foréticas pueden variar en el espectro del mutualismo-comensalismo-parasitismo, dependiendo del contexto ecológico específico y del estadio de vida. Por ejemplo, para los escarabajos necrófagos enterradores (*Nicrophorus vespilloides*), los ácaros foréticos que transportan pueden volverse parásito/competidor en el

estadio de vida no forético, cuando el ácaro muda a su estadio adulto y se reproduce en el mismo cadáver que usan los escarabajos para la reproducción. En este estadio, los ácaros pueden competir por alimento con los escarabajos [14, 17], y por ende, la interacción entre los escarabajos y los ácaros se vuelve competitiva, y la presencia de los ácaros puede reducir el éxito reproductivo de los escarabajos. Por otro lado, los ácaros foréticos pueden proteger a los escarabajos de otros competidores, como de moscas [16], sobre todo cuando la temperatura ambiental es elevada [16]. En este caso, los ácaros se vuelven mutualistas. Entonces, aunque la foresia está formalmente definida como una asociación comensalista, puede saltar hacia el mutualismo o hacia el parasitismo/competencia dependiendo del contexto específico. Además, la foresia podría ser un estado transitorio hacia parasitismo obligado, o hacia mutualismo obligado [24]. Por lo tanto, es un fenómeno de interés ecológico y evolutivo. Sin embargo, la foresia está muy poco estudiada [24].

En México, hay varias especies de escarabajos necrófagos enterradores, incluyendo las especies *Nicrophorus olidus* [25], *N. marginatus* [26], *N. nigrita* [27], *N. guttula* [27]. Estas especies llevan ácaros foréticos. Sin embargo, esta interacción no ha sido estudiada todavía. Este proyecto se enfocará en investigar de manera experimental la interacción forética entre escarabajos del género *Nicrophorus* y los ácaros que llevan. Se explorará el éxito reproductivo de los ácaros y de los escarabajos bajo distintos contextos, y considerando los efectos sobre cada miembro de la familia de los escarabajos.

## Referencias

- [1] Poulin, R. & Morand, S. 2000 The diversity of parasites. *The quarterly review of biology* **75**, 277-293.
- [2] Herre, E.A., Machado, C., Bermingham, E., Nason, J., Windsor, D., McCafferty, S., Houten, W.V. & Bachmann, K. 1996 Molecular phylogenies of figs and their pollinator wasps. *Journal of Biogeography* **23**, 521-530.
- [3] Thompson, J.N. 2014 *Interaction and coevolution*, University of Chicago Press.
- [4] Douglas, A. 2010 *The symbiotic habit*: Princeton University press. (Princeton).
- [5] Regus, J., Gano, K., Hollowell, A., Sofish, V. & Sachs, J. 2015 Lotus hosts delimit the mutualism–parasitism continuum of *B. radyrhizobium*. *Journal of Evolutionary Biology* **28**, 447-456.
- [6] Bowen, G. 1980 Mycorrhizal roles in tropical plants and ecosystems. *Mycorrhizal roles in tropical plants and ecosystems.*, 165-190.
- [7] Neuhauser, C. & Fargione, J.E. 2004 A mutualism–parasitism continuum model and its application to plant–mycorrhizae interactions. *Ecological modelling* **177**, 337-352.
- [8] Herre, E.A. & West, S.A. 1997 Conflict of interest in a mutualism: documenting the elusive fig wasp–seed trade–off. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* **264**, 1501-1507.
- [9] Cushman, J.H. & Whitham, T.G. 1989 Conditional mutualism in a membracid-ant association: temporal, age-specific, and density-dependent effects. *Ecology* **70**, 1040-1047.
- [10] Redman, R.S., Dunigan, D.D. & Rodriguez, R.J. 2001 Fungal symbiosis from mutualism to parasitism: who controls the outcome, host or invader? *New Phytologist* **151**, 705-716.
- [11] Van Ommeren, R.J. & Whitham, T.G. 2002 Changes in interactions between juniper and mistletoe mediated by shared avian frugivores: parasitism to potential mutualism. *Oecologia* **130**, 281-288.

- [12] Thompson, J.N. & Fernandez, C.C. 2006 Temporal dynamics of antagonism and mutualism in a geographically variable plant–insect interaction. *Ecology* **87**, 103-112.
- [13] Fry, A., Palmer, M. & Rand, D. 2004 Variable fitness effects of Wolbachia infection in *Drosophila melanogaster*. *Heredity* **93**, 379-389.
- [14] De Gasperin, O. & Kilner, R.M. 2016 Interspecific interactions and the scope for parent-offspring conflict: high mite density temporarily changes the trade-off between offspring size and number in the burying beetle, *Nicrophorus vespilloides*. *PloS One* **11**, e0150969.
- [15] De Gasperin, O. & Kilner, R.M. 2015 Interspecific interactions change the outcome of sexual conflict over prehatching parental investment in the burying beetle *Nicrophorus vespilloides*. *Ecology and Evolution* **5**, 5552-5560.
- [16] Sun, S.-J. & Kilner, R.M. 2020 Temperature stress induces mites to help their carrion beetle hosts by eliminating rival blowflies. *ELife* **9**, e55649.
- [17] De Gasperin, O. & Kilner, R.M. 2015 Friend or foe: inter-specific interactions and conflicts of interest within the family. *Ecological Entomology* **40**, 787-795.
- [18] Cushman, J.H. 1991 Host-plant mediation of insect mutualisms: variable outcomes in herbivore-ant interactions. *Oikos*, 138-144.
- [19] Cushman, J.H. & Whitham, T.G. 1991 Competition mediating the outcome of a mutualism: protective services of ants as a limiting resource for membracids. *The American Naturalist* **138**, 851-865.
- [20] Bronstein, J.L. 1994 Our current understanding of mutualism. *The Quarterly Review of Biology* **69**, 31-51.
- [21] Bronstein, J.L., Wilson, W.G. & Morris, W.F. 2003 Ecological dynamics of mutualist/antagonist communities. *the american naturalist* **162**, S24-S39.
- [22] White, P.S., Morran, L. & de Roode, J. 2017 Phoresy. *Current Biology* **27**, R578-R580.
- [23] Gillespie, R.G., Baldwin, B.G., Waters, J.M., Fraser, C.I., Nikula, R. & Roderick, G.K. 2012 Long-distance dispersal: a framework for hypothesis testing. *Trends in Ecology & Evolution* **27**, 47-56.
- [24] Sun, S.-J. 2022 A framework for using phoresy to assess ecological transition into parasitism and mutualism. *Symbiosis* **86**, 133-138.
- [25] Arellano, L., Favila, M.E. & Huerta, C. 2005 Diversity of dung and carrion beetles in a disturbed Mexican tropical montane cloud forest and on shade coffee plantations. *Biodiversity & Conservation* **14**, 601-615.
- [26] García-Real, E., Rivera-Cervantes, L.E. & Palomera-García, C. 2005 New distributional records for *Nicrophorus marginatus* Fabricius (Coleoptera: Silphidae) from Jalisco, México. *Entomological news* **116**, 107-110.
- [27] Navarrete-Heredia, J.L. & Cortés-Aguilar, J. 2006 Abundance and distribution of two *Nicrophorus* species from Baja California, Mexico (Coleoptera: Silphidae). *Sociobiology* **47**, 41-50.