

Evolución temporal de la dinámica de poblaciones en redes mutualistas.

Javier García-Algarra, Javier Galeano, Juan Manuel Pastor, José J. Ramasco[†] y José María Iriondo*

Grupo de Sistemas Complejos de la UPM

E.T.S. de Ingenieros Agrónomos

Universidad Politécnica de Madrid.

Ciudad Universitaria s/n, 28040, Madrid

El uso de las redes complejas para el estudio de las interacciones ecológicas ha generado una gran cantidad de trabajos en los últimos años. Los primeros estudios se centraron en estudiar las interacciones ecológicas de tipo depredador-presa, siendo conocida su representación gráfica, como Food-webs¹

Posteriormente, la aplicación de las técnicas de redes complejas se ha centrado en otro tipo de interacción ecológica conocida como *mutualista*. Las redes mutualistas en Ecología muestran las interacciones entre especies que obtienen un beneficio mutuo en su relación. En este tipo de redes hay dos conjuntos de especies (por ejemplo, animales y plantas) y las relaciones sólo ocurren entre especies pertenecientes a los distintos conjuntos. Los dos grupos de redes mutualistas más estudiados representan interacciones entre polarizadores-plantas y dispersores de semillas-plantas. Estas interacciones ecológicas se han representado mediante redes *bipartitas*².

El estudio de estas redes mutualistas ha revelado una estructura en la matriz de interacciones. Existen especies, llamadas especialistas, que interactúan con pocas especies del otro conjunto de nodos. Se ha observado que dichos especialistas siempre interactúan con especies que llamamos generalistas, que se relacionan con un gran número de especies. A esta propiedad se la denomina *anidamiento*. Sobre estas redes mutualistas se han realizado ya diferentes estudios de la topología de las redes³, pero hasta la fecha existen muy pocos estudios que proporcionen una perspectiva dinámica. En este trabajo presentamos un modelo que muestra la evolución de la dinámica de poblaciones en redes mutualistas.

Se ha modificado un modelo de dinámica de poblaciones que introduce el término más sencillo no trivial de interacción mutualista⁴. Nuestra versión con dos especies es la siguiente:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1}{K_1}\right) \left[1 + \beta_1 b_{12} \frac{N_2}{K_1}\right] \quad (1)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2}{K_2}\right) \left[1 + \beta_2 b_{21} \frac{N_1}{K_2}\right], \quad (2)$$

siendo N_1 y N_2 las poblaciones de las especies 1 y 2 de los subgrupos de animales y plantas, respectivamente. Los parámetros r_1 y r_2 son las respectivas tasas de crecimiento, que en nuestro modelo son constantes positivas. Al igual que los parámetros K_1 y K_2 que se conocen como parámetros de la capacidad de carga. Por último

los coeficientes b_{12} y b_{21} son los coeficientes que expresan la interacción mutualista y los parámetros β_1 y β_2 que la modulan.

Para resolver las ecuaciones, se han realizado simulaciones estocásticas en las cuales se ha tenido en cuenta el carácter discreto de los números de individuos en las poblaciones de cada especie. Esta cuestión es relevante cuando la cantidad de individuos en una especie particular es baja, ya que mantener las ecuaciones continuas puede llevar a resultados espurios y ha sido discutida y solucionada en el marco de trabajos en epidemiología computacional⁵.

Los primeros resultados de las simulaciones muestran que la extinción de especies en un grupo, nos permite ver la evolución hacia la extinción de especies altamente dependientes pertenecientes al otro grupo.

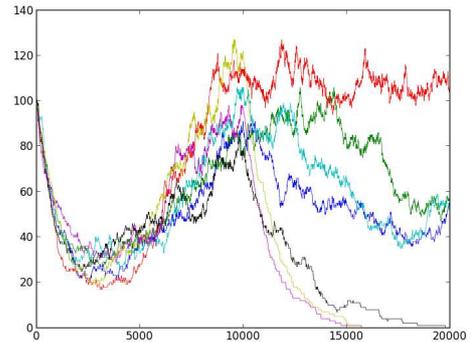


FIG. 1. Evolución temporal del tamaño de las poblaciones de plantas obtenidas en una matriz de interacción mutualista al eliminar la especie de mayor grado.

[†] Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos IFISC (CSIC-UIB), Palma de Mallorca, Spain

* Área de Biodiversidad y Conservación, Depto. Biología y Geología, Universidad Rey Juan Carlos.

¹ R. J. Williams and N. D. Martinez, *Nature*, **404** (9), 2000.

² J. Bascompte, *Science*, **329**, (2010).

³ L. J. Gilarranz, et al., *Oikos* 000: 001–009, (2012).

⁴ R.M. May. *Stability and Complexity in model Ecosystems*. Princeton Univ. Press. Princeton, 1975.

⁵ D. Balcan et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)* **106**, 21484 (2009).