

Investigación

Boyle, O.D. 2003. La aplicación de la teoría de metapoblaciones para la conservación de plantas raras: el caso de *Polygonella basiramia* en el Matorral de Florida, Estados Unidos. *Ecosistemas* 2003/2 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/032/investigacion4.htm>)

La aplicación de la teoría de metapoblaciones para la conservación de plantas raras: el caso de *Polygonella basiramia* en el Matorral de Florida, Estados Unidos.

Owen D. Boyle. Department of Botany, University of Wisconsin, Madison, WI, 53706, EEUU.

*Desde su concepción hace treinta años, la teoría de metapoblaciones ha madurado hasta el punto de que los biólogos pueden aplicarla para evaluar problemas como la persistencia de las especies. Comparados con los modelos poblacionales de matrices tradicionalmente usados en los análisis de viabilidad, los modelos de metapoblaciones son más espacialmente explícitos y requieren de información menos detallada sobre la biología de las especies para su construcción. La aplicación de estos modelos es más adecuada para especies que aparecen como poblaciones efímeras en redes de parches de hábitat bien definido donde los procesos a nivel de poblaciones tienen un impacto mayor sobre la persistencia que los procesos demográficos. Recientemente utilicé la teoría de poblaciones para estudiar a *Polygonella basiramia*, una hierba endémica del Matorral de Florida. Consistente con las predicciones de la teoría de metapoblaciones, su probabilidad de extinción se incrementó en los parches de hábitat más pequeños y su probabilidad de colonización disminuyó en los parches más aislados. Resultados similares en estudios con otras especies sugieren que la aplicación de la teoría de metapoblaciones seguirá contribuyendo a nuestro entendimiento de cómo las especies raras persisten en paisajes fragmentados y orientará nuestros esfuerzos para conservarlas.*

Biología de la conservación y teoría de metapoblaciones

La Biología de la conservación persigue la preservación de la diversidad biológica y se ha desarrollado como una disciplina en respuesta a los niveles sin precedente de degradación ambiental y extinción de especies. La acelerada alteración del hábitat y la introducción de especies invasoras exóticas han hecho que sea crucial el desarrollar modelos que predigan la probabilidad de extinción de especies raras o en peligro de extinción. El Análisis de Viabilidad de Poblaciones (PVA, por sus siglas en inglés, análisis de viabilidad de poblaciones) emplea modelos de simulación para predecir las probabilidades de extinción de poblaciones. El enfoque tradicional del PVA considera la construcción de modelos de matrices de transición a partir de datos obtenidos de la observación de individuos marcados, generalmente divididos en clases de tamaño o edad, y la estimación de tasas vitales (Menges 1990). Estas matrices pueden ser usadas para predecir las probabilidades de extinción de poblaciones. El enfoque ha tenido éxito para muchas especies pero, para parametrizar estos modelos, se requiere de extensas bases de datos, bases que puede ser difíciles de obtener en especies inconspicuas o de vida corta. Un enfoque alternativo y, en ocasiones, complementario para entender la persistencia de especies raras es la aplicación de la teoría de metapoblaciones. Aquí amplío la reciente llamada de Gutiérrez (2002) para una creciente aplicación de la teoría de metapoblaciones, e ilustro el uso de este enfoque con un ejemplo de mis investigaciones sobre la conservación de una especie endémica del Matorral de Florida.

La biología de metapoblaciones estudia los efectos de la dinámica local de poblaciones sobre la persistencia regional de una especie y, por lo tanto, ha alcanzado su máxima aplicación en la Biología de la conservación (Hanski y Simberloff 1977). Una metapoblación es un conjunto de poblaciones locales dentro de una área más extensa, que están conectadas a través de una migración limitada. Si una población es una colección de individuos, una metapoblación es una colección de poblaciones. Este enfoque es, con frecuencia, necesario para el estudio de la dinámica de especies que se distribuyen en parches o en hábitats con disturbio frecuentes. En estos casos, el movimiento de individuos y genes entre poblaciones locales puede constituir una diferencia importante para la persistencia de las especies (Hanski 1999). Las especies raras, casi por definición, se distribuyen como parches en el paisaje y deben ser los principales candidatos para estudios empíricos de metapoblaciones.

Hay importantes diferencias entre el enfoque de metapoblaciones y los enfoques tradicionales para la predicción de la persistencia de especies. Como se mencionó, son las poblaciones locales y no los individuos las que constituyen las unidades de observación. En consecuencia, se considera que los procesos en el ámbito de poblaciones -la extinción y la colonización- tienen un mayor impacto en la persistencia en comparación con los procesos demográficos. La mayoría de los modelos de metapoblaciones están basados en las observaciones de patrones de ocupación de parches de hábitat y requieren de menor cantidad de datos que los modelos demográficos. De hecho, los modelos del tipo funciones de incidencia requieren de una sola evaluación del patrón de ocupación (Hanski 1994). Además, debido a que los modelos de metapoblaciones son, con frecuencia, espacialmente explícitos, podemos modelar el efecto de la desaparición de poblaciones locales específicas sobre la probabilidad de persistencia de la metapoblación. Esta característica es útil para la evaluación de planes de gestión alternativos.

Debemos enfatizar que aunque el enfoque de metapoblaciones es frecuentemente valioso para explicar la persistencia de especies, no lo es en todos los casos, y en ocasiones no puede ser empleado para algunas especies distribuidas en parches. No obstante, la teoría de metapoblaciones se ha aplicado exitosamente al estudio de una gama diversa de organismos, incluyendo mamíferos, aves, reptiles, anfibios, mariposas, escarabajos, moscas, avispas parásitas, copépodos, plantas y enfermedades humanas, entre otros. Las características comunes de las especies estudiadas en el contexto de metapoblaciones incluyen poblaciones efímeras, una aparente incapacidad para ocupar todos los parches favorables, generaciones relativamente cortas, altas tasas reproductivas y una carencia de estadios de vida crípticos que nos puede llevar a documentar falsas colonizaciones.

Dinámica de metapoblaciones en el Matorral de Florida: el caso de *Polygonella basiramia*

El Matorral de Florida es una asociación vegetal xérica que se encuentra principalmente en una serie de elevaciones que forman el sistema de paleodunas del centro de Florida. Las comunidades de este Matorral tienen una estructura y distribución heterogénea debido a la existencia discontinua de fuegos, suelos y topografía. La fase del Matorral de *Ceratiola ericoides* o romero de Florida es una de estas comunidades. Tiene distribución discontinua, se caracteriza por un régimen de incendios con frecuencias entre 20-60 años y se encuentra en áreas de arenas blancas con muy buen drenaje, habitualmente en los puntos más altos del relieve. La vegetación dominante son los arbustos, formada principalmente por *Ceratiola ericoides* con parches entremezclados de encinos enanos (*Quercus* spp.) y palmetos (*Serenoa repens* y *Sabal etonia*). El pino de las arenas (*Pinus clausa*), si está presente, lo hace de manera dispersa. El matorral de romero es estructuralmente único porque dentro de la comunidad existen áreas abiertas o claros de arenas blancas que mantienen hierbas endémicas intolerantes al fuego

y que dependen de estos claros para su persistencia (especialistas en claros; **Foto 1**). Conforme pasa el tiempo desde el último incendio, las áreas abiertas se reducen por la expansión de los arbustos y líquenes en las orillas de los claros (Hawkes y Menges 1996), y disminuye la calidad de estos micrositios para los especialistas de los claros (Quintana-Ascencio y Menges 2000). La distribución del Matorral de *Ceratiola* en parches y su fuerte dependencia al disturbio hacen de él un sistema excelente para la aplicación de la teoría de metapoblaciones a plantas (Quintana-Ascencio y Menges 1996), siendo ésta un área de investigación que, hasta recientemente, ha incluido pocos estudios empíricos (Husband y Barrett 1996).



Foto 1. Un parche de Matorral de *Ceratiola ericoides* o romero de Florida de aproximadamente 15 años desde el último incendio. Los claros de arena entre los arbustos constituyen un hábitat importante para varias especies de hierbas, incluyendo *Polygonella basiramia*.

La *Polygonella basiramia* (Small) Nesom & Bates (Polygonaceae) (**Foto 2**), comúnmente conocida como *tufed wireweed* o *Florida jointweed*, tiene numerosas características que la hacen un excelente elección para estudios de metapoblaciones. Es una perenne de vida corta que, con frecuencia, se reproduce durante su segundo año. La brevedad de su vida brinda mayores oportunidades de observar eventos de extinción y colonización en unos pocos años. Regionalmente tiene una distribución restringida. Localmente se encuentra principalmente en claros dentro de parches de Matorral de *Ceratiola*. Esta especie depende del fuego para mantener su hábitat abierto, pero no sobrevive el fuego y requiere para su recuperación de la recolonización desde subpoblaciones cercanas. Las semillas son pequeñas (2 mm) y no parecen presentar adaptaciones específicas para dispersión. Carece de un banco de semillas persistente que pueda oscurecer la dinámica de colonización, característica importante que coloca a esta especie aparte de la mayoría de las plantas estudiadas en el contexto de metapoblaciones.



Foto 2. *Polygonella basiramia* mostrando su característico patrón de ramificación basal. La bandera a la derecha tiene aproximadamente 25 cm de altura.

La estructura espacial del hábitat de *Polygonella basiramia* (claros de arenas blancas en el Matorral de *Ceratiola*) es muy parcheado (**Figura 1**). Los claros que presentan las poblaciones locales de esta especie tienen tamaños y formas variables (de 2,3 m² a 525 m²). Consistente con la teoría de metapoblaciones, las probabilidades de extinción y colonización y la probabilidad de ocurrencia de *Polygonella basiramia* se asocian con las propiedades de los claros (área y aislamiento). La probabilidad de ocurrencia se incrementa en claros grandes y agregados. Así, las poblaciones locales que ocupan claros pequeños tienen mayores probabilidades de sufrir extinción que aquellas que ocupan claros más grandes. La probabilidad de que un claro desocupado sea colonizado disminuye con el aislamiento de éste de otros claros ocupados (fuentes potenciales de semillas). Dado que estos resultados derivan directamente de la teoría de metapoblaciones, podremos construir modelos para simular la dinámica de metapoblaciones y predecir la probabilidad de que la *Polygonella basiramia* persista en el Matorral de Florida bajo regímenes de incendio diferentes.

La biología de metapoblaciones: de la teoría a la aplicación

En los treinta años desde que Levins propuso por primera vez el concepto de metapoblaciones (Levins 1969), la teoría ha experimentado considerable desarrollo y refinamiento. Los modelos son cada vez más espacialmente explícitos y algunos comienzan a considerar la dinámica de los parches además de la dinámica de las especies. (Keymer et al. 2000). La teoría de metapoblaciones ha madurado hasta el punto en donde es apropiado expandir nuestras pruebas empíricas y la aplicación de la teoría a preguntas sobre la persistencia de especies y su conservación. Debemos determinar en cuáles especies la aplicación de este cuerpo teórico puede ayudar a los responsables del manejo del territorio a tomar decisiones de conservación basadas en información biológica. Hasta ahora el trabajo empírico indica que algunas especies persisten en un balance de extinciones y colonizaciones locales. Este hecho lleva, sin discusión, a la más importante implicación de la teoría de metapoblaciones para la conservación: en algunas especies, la preservación de hábitat ocupado por las poblaciones focales o núcleo no será suficiente para su persistencia. Las reservas deben incluir amplias extensiones con parches de hábitat desocupado que faciliten a estas especies su persistencia como un equilibrio dinámico entre extinción y colonización.

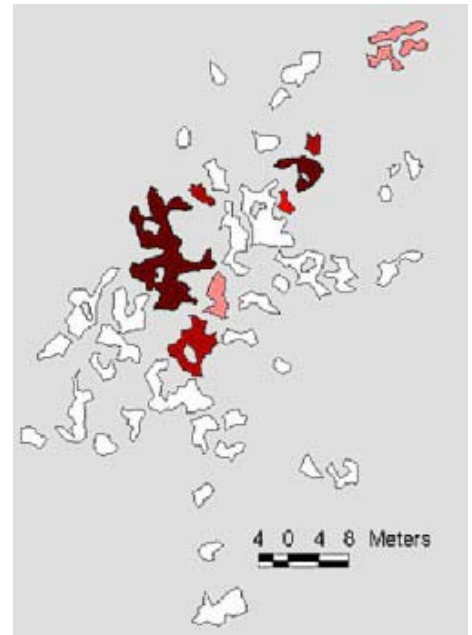


Figura 1. Mapa del hábitat de *Polygonella basiramia* en un parche de Matorral de Florida. El número de individuos que se encontró en cada claro se representa con diferentes colores: rojo oscuro = 9-11; rojo claro = 2-5; rosa = 1; blanco = no ocupado.

Agradecimientos

Agradezco a Pedro F. Quintana-Ascencio la traducción de este manuscrito. Griselda Quintana Ascencio revisó la traducción. El programa de Conservación de Especies en Peligro de Extinción de la División Forestal de Florida (*Florida Division of Forestry's Statewide Endangered and Threatened Plant Conservation Program*) financió mi investigación. La Estación Biológica *Archbold* facilitó el uso de sus instalaciones.

Referencias

- Guitérrez, D. 2002. Metapoblaciones: un pilar básico en biología de conservación. *Ecosistemas* 2002/3 (URL: www.aet.org/ecosistemas/investigacion3.htm).
- Hanski, I. 1994. Patch-occupancy dynamics in fragmented landscapes. *Trends in Ecology and Evolution* 9: 131-135.
- Hanski, I. 1999. *Metapopulation ecology*. Oxford University Press, New York, USA.
- Hanski, I. y Simberloff, D. 1997. The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. En *Metapopulation*

biology: ecology, genetics, and evolution (eds. Hanski, I. y Gilpin, M.), pp. 5-26, Academic Press, San Diego, USA.

Hawkes, C.V. y Menges, E.S. 1996. The relationship between open space and fire for species in a xeric Florida shrubland. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 123: 81-92.

Husband, B.C. y Barrett, S.C.H. 1996. A metapopulation perspective in plant population biology. *Journal of Ecology* 84: 461-469.

Keymer, J.E., Marquet, P.A., Velasco-Hernández, J.X y Levin, S.A. 2000. Extinction thresholds and metapopulation persistence in dynamic landscapes. *American Naturalist* 156: 478-494.

Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* 15: 237-240.

Menges, E.S. 1990. Population viability analysis for an endangered plant. *Conservation Biology* 4: 52-62.

Quintana-Ascencio, P.F. y Menges, E.S. 1996. Inferring metapopulation dynamics from patch-level incidence of Florida scrub plants. *Conservation Biology* 10: 1210-1219.

Quintana-Ascencio, P.F. y Menges, E.S. 2000. Competitive abilities of three narrowly endemic plant species in experimental neighborhoods along a fire gradient. *American Journal of Botany* 87: 690-699.