

## Impacto de las alteraciones antrópicas sobre la polinización y la interacción planta-polinizador

La polinización de plantas por animales es uno de los procesos clave que garantizan la reproducción de las plantas con flores y el mantenimiento de la biodiversidad. Distintas actividades humanas tales como la fragmentación del hábitat, la modificación de hábitats naturales, el cambio climático y la introducción de especies exóticas representan una amenaza para las interacciones planta-polinizador (IPP) (Allen-Wardell et al. 1998). En este sentido, existen fuertes evidencias que revelan la reducción de la diversidad y de la abundancia de polinizadores en distintos ecosistemas afectados por estas actividades (ver Steffan-Dewenter et al. 2005). Algunos estudios sobre las consecuencias de esta reducción de polinizadores han demostrado que una disminución de las tasas de polinización afecta negativamente no solo a los ecosistemas naturales sino también la productividad de los cultivos (Klein et al. 2007). Estos dos aspectos han generado preocupación, en los ámbitos académicos, sobre una potencial "crisis global de polinización". Hasta la fecha, y a pesar de que dos de los trabajos pioneros sobre el papel de la fragmentación del hábitat en la polinización de plantas nativas y sus poblaciones de polinizadores fueron realizados en Argentina (Aizen & Feinsinger 1994a, b), gran parte del debate se ha basado en evidencias provenientes de sistemas naturales y agrícolas principalmente norteamericanos y europeos y, en menor medida, centroamericanos y asiáticos (Ghazoul 2005).

No obstante, desde estos dos trabajos a la fecha en Argentina se han realizado numerosos estudios acerca del impacto de la fragmentación sobre polinizadores (Ashworth et al. 2004; Aguilar et al. 2006), de la introducción de plantas y herbívoros (Morales & Aizen 2002; Vázquez & Simberloff 2003; Tadey 2007), de polinizadores (Morales & Aizen 2006), del cambio climático (Devoto et al. este número) y de efectos borde en cultivos

(Chacoff & Aizen 2006; Chacoff & Aizen 2007). Para esta sección especial de *Ecología Austral* hemos invitado a integrantes de algunos de estos grupos de investigación que estudian estos problemas en nuestro país, con el fin de actualizar el "estado del arte". Esta compilación de trabajos, tiene la esperanza de aportar nuevas perspectivas a esta discusión, y a su vez identificar vacíos de conocimientos y las áreas de investigación que requieren mayor atención.

Marcelo Aizen analizó críticamente una serie de limitaciones metodológicas y conceptuales que sesgan las conclusiones de la mayoría de los estudios acerca de los efectos disruptivos sobre las IPP. En particular, destaca el enfoque meramente comparativo y la falta de estudios acerca de los mecanismos subyacentes y propone un enfoque alternativo de tipo "mecanicista".

Por su parte, Diego Vázquez desarrolló un modelo matemático en el que modula los cambios de densidad de las plantas que provoca la herbivoría con variables como la frecuencia de visitas de polinizadores, la polinización y la reproducción. Luego parametriza este modelo con dos estudios de caso, uno en el NO de la Patagonia y otro en el desierto del Monte, en Mendoza. Su aproximación nos permite evaluar la importancia parámetros como la especialización de los polinizadores, la calidad y cantidad de polinización, la limitación por polen y la abundancia relativa de la planta focal sobre la relación entre la tasa *per capita* de crecimiento y la densidad poblacional.

Una de las predicciones acerca de los efectos del cambio climático es el desacople en las interacciones de las plantas con sus polinizadores. Mariano Devoto y colaboradores evaluaron, mediante simulaciones, las consecuencias de la migración en sentido longitu-

dinal de los visitantes florales de redes planta-polinizador reales, para las IPP, a lo largo de un gradiente ambiental, en un escenario de cambio climático según proponen los pronósticos para el NO de la Patagonia. Según estos autores, propiedades tales como el "grado de anidamiento" de estas redes, explicarían su robustez frente a la pérdida de una fracción considerable de sus visitantes florales.

Carolina Morales revisó las principales consecuencias ecológicas de la introducción de especies de abejorros no nativos para la polinización de cultivos. La transmisión de patógenos a congéneres nativos, así como la competencia por el recurso floral, surgen como los dos riesgos más importantes. No obstante, las evidencias disponibles sobre la mayoría de las consecuencias postuladas, son fragmentarias, circunstanciales y escasas. De este modo, propone la evaluación experimental del efecto de los abejorros no nativos sobre parámetros reproductivos de polinizadores nativos y plantas nativas y no nativas, como una necesidad prioritaria.

Leo Galetto y colaboradores evaluaron el impacto de la fragmentación del hábitat sobre las IPP y sobre la polinización de plantas nativas en el Chaco Serrano del centro de Argentina, a través de dos enfoques metodológicos distintos. Para ello utilizaron una extensa base de datos recolectados durante más de diez años en esta región. El análisis concluye que el impacto resulta dependiente de la especie y de difícil predicción debido a que la dirección y magnitud de los efectos varían con la especie, con la variable en cuestión y con el enfoque metodológico utilizado.

Los trabajos de Galetto y colaboradores y Aizen coinciden en dos conclusiones importantes: (1) que distintas variables relacionadas con la IPP (i.e. riqueza de polinizadores, frecuencia de visitas, producción de frutos y semillas) pueden mostrar respuestas de signo distinto para un mismo disturbio, y (2) que las respuestas de las plantas al disturbio (en especial a la fragmentación), son enormemente heterogéneas y, en parte, altamente idiosincráticas. Esto implica que, por un lado, es necesario estudiar la cadena completa de causalidades (tanto directas como indirectas)

que vincula al cambio de los factores bióticos y abióticos, asociados a alteraciones de origen antrópico, con el cambio en el éxito reproductivo de las plantas, a fin de entender cómo el primero afecta los mecanismos que modulan al último. Por otro lado, es necesario incorporar otros atributos, tanto de las plantas como de los polinizadores, que permitan aumentar nuestra capacidad predictiva.

Un área prioritaria de estudio en Argentina, no representada en esta contribución, es la relación entre las áreas destinadas a la agricultura y a los ambientes naturales o seminaturales a través de los polinizadores. La evaluación de polinizadores efectivos para los cultivos y los efectos de la cercanía a sistemas naturales constituyen un área del conocimiento que necesita mayor atención. Por otro lado, el trabajo de Morales propone una serie de alternativas a la introducción de abejorros no nativos y destaca la falta de investigación en este campo. Por ejemplo, sabemos muy poco acerca del impacto de las abejas africanizadas (ampliamente distribuidas en nuestro país) tanto sobre la flora nativa como sobre la polinización de los cultivos. A diferencia de otros países neotropicales como Costa Rica, el uso de abejas nativas tales como la meliponicultura están recién comenzando en el NOA y NEA, con emprendimientos a escalas de comunidades rurales.

A pesar de que, existen algunos estudios de caso, y de que se está realizando un esfuerzo razonable por evaluar los efectos de las alteraciones del hábitat sobre las IPP, necesitamos una aproximación a nivel de paisaje, en la que se incluyan no solo los hábitats naturales, o semi naturales, sino también las áreas destinadas a actividades tales como la ganadería, la agricultura y la silvicultura, en las que los polinizadores no sólo son nativos. Aún nos hacemos preguntas más generales, ¿Cómo funcionan las interacciones en estos nuevos hábitats?, ¿Las áreas destinadas a la agricultura ofrecen recursos alternativos para los polinizadores?. También son necesarios estudios a largo plazo que evalúen cuán estables son las comunidades de polinizadores en el tiempo.

Conservar el proceso de polinización requiere del entendimiento de la respuesta de los

distintos ecosistemas frente a las modificaciones de origen antrópico. Es por ello que necesitamos estudios que arrojen luz sobre las relaciones de causalidad, los mecanismos, las sinergias y las interacciones existentes entre los distintos tipos de impactos antrópicos y las IPP. Esperamos que disfruten de la lectura de todos, o algunos de estos trabajos, que originalmente fueron expuestos en un simposio realizado en la XXII Reunión Argentina de Ecología que se realizó en Córdoba, y queremos agradecer tanto a los organizadores de la reunión, como a Marcelo Cassini y María Semmartin, por colaborar en la organización y edición de esta sección especial y, por supuesto, a los revisores de los artículos.

Natacha P. Chacoff      Carolina L. Morales  
(IADIZA, Cricyt)      (Laboratorio Ecotono,  
Universidad Nacional  
del Comahue)

## REFERENCIAS

- AGUILAR, R; L ASHWORTH; L GALETTO & MA AIZEN. 2006. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. *Ecology Letters*, **9**:968-980.
- AIZEN, MA & P FEINSINGER. 1994a. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology*, **75**:330-351.
- AIZEN, MA & P FEINSINGER. 1994b. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentine 'chaco serrano'. *Ecological Applications*, **4**:378-392.
- ALLEN-WARDELL, G; P BERNHARDT; R BITNER; A BURQUEZ; S BUCHMANN; J CANE ET AL. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crops yields. *Conservation Biology*, **12**:8-17.
- ASHWORTH, L; R AGUILAR; L GALETTO & MA AIZEN. 2004. Why do pollination generalist and specialist plant species show similar reproductive susceptibility to habitat fragmentation? *Journal of Ecology*, **92**:717-719.
- CHACOFF, NP & MA AIZEN. 2006. Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering premontane subtropical forest. *Journal of Applied Ecology*, **43**:18-27.
- CHACOFF, NP & MA AIZEN. *In press*. Pollination requirements of pigmented grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.) from Northwestern Argentina. *Crop Science*.
- GHAZOUL, J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends in Ecology and Evolution*, **20**:367.
- KLEIN, AM; BE VAISSIERE; JH CANE; I STEFFAN-DEWENTER; SA CUNNINGHAM; C KREMEN & T TSCHARNTKE. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **274**: 303-313.
- MORALES, C & MA AIZEN. 2002. Does invasion of exotic plants promote invasion of exotic flower visitors in the Temperate Forest of southern South America. *Biological Invasions*, **4**:87-100.
- MORALES, CL & MA AIZEN. 2006. Invasive mutualisms and the structure of plant-pollinator interactions in the temperate forests of north-west Patagonia, Argentina. *Journal of Ecology*, **94**:171-180.
- STEFFAN-DEWENTER; I, SG POTTS & L PACKER. 2005. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends in Ecology and Evolution*, **20**:651.
- TADEY, M 2007. *Efectos del pastoreo sobre la polinización y producción de semillas en el Monte del NO Patagónico*. Universidad Nacional del Comahue, Bariloche.
- VÁZQUEZ, DP & D SIMBERLOFF. 2003. Changes in interaction biodiversity induced by introduced ungulate. *Ecology Letters*, **6**:1077-1083.

