

La polinización y el diseño de sistemas agroecológicos: una mirada funcional sobre la vegetación espontánea del paisaje

Julia Astegiano; Lucas Carbone; Fernando Zamudio; Ana Calviño; Martín Videla; Ramiro Aguilar; Lorena Ashworth

Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (UNC-CONICET). juastegiano@gmail.com

RESUMEN

La polinización mediada por animales (biótica) constituye un beneficio ecosistémico de vital importancia para el hombre a nivel mundial ya que afecta la reproducción del 75% de las especies cultivadas para la producción de alimento y del 87% de las especies de plantas con flor. En el caso del cinturón verde de Córdoba, la producción frutihortícola también depende en gran medida de este beneficio brindado principalmente por los insectos polinizadores nativos. Éstos insectos que polinizan a los cultivos también se alimentan de y polinizan a la vegetación espontánea, insectos, cultivos y vegetación espontánea interactúan conformando una red de interacciones mutualistas (i.e. donde los interactuantes obtienen un beneficio). Las interacciones de redes mutualistas se organizan de una manera definida, donde cada especie posee una importancia en el mantenimiento del beneficio de la polinización de todo el conjunto de especies. Dado que tal importancia se encuentra ligada a las características biológicas de las especies, en el presente trabajo se propuso evaluar cómo varía la importancia de especies de la vegetación espontánea en el mantenimiento del beneficio de la polinización en predios en transición hacia una producción agroecológica, de acuerdo a su capacidad de dispersión espacial y su forma de vida. Se estudiaron las interacciones planta-polinizador de 9 predios en transición hacia la agroecología y de sus alrededores, en el cinturón verde de la ciudad de Córdoba. Para cada especie con flor de la vegetación espontánea se caracterizó el patrón de interacciones, la capacidad de dispersión de las semillas (corta o larga distancia) y la forma de vida (anual/bianual o perenne). Se encontró que las especies anuales y bianuales interactuaron con mayor número absoluto y relativo de especies de polinizadores, y compartieron mayor porcentaje de polinizadores con plantas más especialistas. Es decir que las especies de plantas de la vegetación espontánea de vida corta, muchas de ellas clasificadas como malezas por el INTA, resultarían fundamentales para el mantenimiento del beneficio de la polinización en los predios en transición hacia la agroecología.

Palabras claves: beneficio de polinización, cinturón verde de Córdoba, diversificación funcional, redes planta-polinizador, sistemas hortícolas, vegetación espontánea.

INTRODUCCIÓN

La polinización mediada por animales (biótica) constituye un beneficio ecosistémico de vital importancia para el hombre ya que afecta la reproducción del 75% de las especies cultivadas para la producción de alimento (esto es, al 35% del volumen total de la producción de alimentos) y del 87% de las especies de plantas con flor a nivel mundial [1, 2]. En el caso del cinturón verde de Córdoba, la polinización biótica para la producción frutihortícola en predios en transición hacia la Agroecología presenta una importancia similar a la observada mundialmente. Los rindes del 70% de las especies cultivadas aumentarían entre un 10 y un 90% con la polinización biótica, mientras que el 26% de las especies produciría un 10% de su potencial o directamente no produciría frutos sin ésta (por ejemplo, cucurbitáceas, manzana, duraznos) [3]. Por otro lado, la polinización biótica resulta de suma importancia para la producción de semillas para la siembra de dichas especies (casi el 80% depende en alguna medida de ésta para reproducirse) [3]. Sin embargo, este beneficio ecosistémico se encuentra seriamente amenazado tanto en Argentina como a nivel mundial, principalmente por el avance de la agricultura convencional, que implicó el reemplazo de los bosques nativos por grandes extensiones de monocultivos y el uso indiscriminado de agrotóxicos, lo que ha reducido drásticamente las poblaciones de insectos polinizadores nativos [4-6]. Es por ello que al pensar en el rediseño de predios en transición hacia la agroecología en el marco del principio de diversificación ecológica [7,8], resulta fundamental entender cómo la riqueza de especies de plantas incrementa la riqueza de insectos polinizadores, y qué aspectos de la interacción entre éstos resultan claves para propiciar el beneficio de polinización brindado por los insectos nativos [9].

Los insectos que polinizan a los cultivos también se alimentan de y polinizan a la vegetación espontánea (plantas no cultivadas, nativas o exóticas) que se encuentra en los predios agroecológicos y en sus alrededores. Es decir, insectos, cultivos y vegetación espontánea conforman una red de interacciones mutualistas (ambas especies interactuantes obtienen un beneficio). Las redes mutualistas se organizan de una manera definida [10,11], donde cada especie posee una determinada importancia en el mantenimiento del beneficio de la polinización de todo el conjunto de especies según sus características biológicas [12,13]. Por ejemplo, una especie de planta que representa un recurso alimenticio sostenido en el tiempo, porque produce una gran cantidad de flores durante el período activo de los polinizadores o posee capacidad de dispersarse a grandes distancias y/o es perenne, resultará clave para la persistencia no sólo de diversas especies de polinizadores sino también de otras plantas polinizadas por los mismos [12,14]. Por ello, en el marco del rediseño de predios en transición a la agroecología, resulta fundamental entender cómo las características biológicas de las especies determinan la forma en que establecen sus interacciones y, por lo tanto, su importancia en el mantenimiento del beneficio de polinización.

El presente trabajo se propone evaluar cómo varía la importancia de especies de la vegetación espontánea en el mantenimiento del beneficio de la polinización en predios en transición hacia una producción agroecológica, de acuerdo a dos características biológicas: la capacidad de dispersión espacial y la forma de vida de las plantas. Ambas características se encuentran ligadas a la persistencia espacio-temporal de las especies y, por lo tanto, a la regularidad del recurso alimenticio que los polinizadores podrían encontrar en los predios agroecológicos y sus alrededores a través de los años.

METODOLOGÍA

Sitios de estudio

Se seleccionaron 9 predios hortícolas focales, todos en transición agroecológica, ubicados en el cinturón verde de la ciudad de Córdoba, Argentina. Además, se determinó el paisaje circundante de cada uno de éstos como los alrededores incluidos en un círculo de radio de 1km a partir de su centro. Se estudiaron las interacciones planta-polinizador del predio focal y de sus alrededores (“paisaje estudiado” en adelante) ya que se consideró que las distintas especies de polinizadores de especies nativas y cultivos pueden volar hacia fuera del predio en busca de alimento o sitios de nidificación.

Registro de las especies de plantas, de polinizadores y de las interacciones planta-polinizador

En cada paisaje estudiado se realizaron 8 transectas de observación de interacciones planta-polinizador, de 100 metros de largo por 2 metros de ancho, distribuidas en 2 días durante los picos de floración de la región (4 en Diciembre de 2017 y 4 en Marzo de 2018). Dichas transectas fueron realizadas una dentro del predio y tres distribuidas sistemáticamente en los alrededores del mismo. Se registraron todas las interacciones planta-polinizador observadas en 30-45 minutos de recorrido por transecta. A partir de estas observaciones se construyeron y caracterizaron las redes de interacción planta-polinizador de cada paisaje estudiado, lo que permitió caracterizar el papel funcional de las especies de plantas en la región. Sólo se utilizaron los datos de las redes de interacción cualitativas, donde lo que se registró es la existencia o no de interacciones entre especies de plantas y polinizadores. Para cada especie de planta se obtuvo el grado de generalización ecológica (número absoluto y relativo de especies de polinizadores con que interactuó), el porcentaje promedio de especies de polinizadores que compartió con plantas más especialistas (esto es, que interactuaron con un menor número de especies de polinizadores) y el porcentaje promedio que compartió con todas las plantas del paisaje. Además, cada especie de planta fue clasificada de acuerdo a la capacidad de dispersión de sus semillas (corta o larga distancia) y forma de vida (anual/bianual o perenne), de acuerdo a datos propios y datos recopilados en la literatura.

Análisis estadístico

Se evaluó cómo varía la importancia de las especies (grado de generalización ecológica y porcentaje de especies compartidas) en el mantenimiento del beneficio de la polinización entre plantas con distinta capacidad de dispersión y forma de vida. Para ello, se realizó un test de permutación a dos factores (capacidad de dispersión y forma de vida) teniendo en cuenta la interacción entre los mismos. El test de permutación consiste en reasignarle al azar a las especies de plantas las distintas categorías correspondientes a dichos factores una determinada cantidad de veces (999 en este caso), y luego de cada reasignación calcular la diferencia media entre grupos que se quieren comparar. Con los valores simulados de diferencias medias se construye una distribución de frecuencias la cual permite evaluar si la diferencia media observada originalmente es distinta a la esperada por azar (ver Astegiano et al. 2015). En este caso, las reasignaciones al azar fueron realizadas entre especies pertenecientes a un mismo paisaje estudiado, ya que consideramos que las particularidades de cada paisaje pueden condicionar las interacciones que establecen las especies de plantas más allá de las características biológicas que se evaluaron.

RESULTADOS Y DISCUSION

La forma de vida de las especies de plantas moduló el grado de generalización ecológica de las mismas, siendo las especies anuales y bianuales las que interactuaron con mayor número absoluto y relativo de especies de polinizadores (figura 1; $p_{\text{absoluto}}=0.04$, $p_{\text{relativo}}=0.04$). Además, se encontró que dichas especies son las que comparten mayor porcentaje de polinizadores con plantas más especialistas (figura 1; $p=0.02$). Es decir, las plantas anuales y bianuales resultarían fundamentales para mantener el servicio de polinización de plantas perennes, las que al interactuar con un menor número de especies serían más vulnerables a la pérdida de polinizadores.

Especies de plantas con distinta capacidad de dispersarse no difirieron en cuanto al número de especies de polinizadores con que interactúan, pero sí la capacidad de dispersión influyó sobre el porcentaje promedio de polinizadores que las plantas compartieron con el resto de la comunidad de plantas. Las especies capaces de dispersarse largas distancias compartieron un porcentaje promedio mayor de polinizadores que las especies que se dispersan a cortas distancias (figura 1; $p=0.054$).

CONCLUSIONES

Contrario a lo esperado, especies de vida corta, al interactuar con un mayor número de especies de polinizadores que a su vez polinizan a especies más especialistas, resultarían fundamentales para el mantenimiento del beneficio de la polinización en los predios en transición hacia la agroecología. Esto podría explicarse debido a que especies anuales o bianuales suelen ser más abundantes y producir mayor cantidad de flores por un corto período de tiempo (falsa biznaga -*Ammi majus*-, cardo negro -*Cirsium vulgare*-, amor seco -*Bidens pilosa*-, cicuta -*Conium maculatum*-), o bien presentar varios ciclos de floración durante el año (mostacilla blanca -*Rapistrum rugosum*-). Es importante mencionar que muchas de estas especies son caracterizadas como malezas en las fichas disponibles en la Red de Información Agropecuaria Nacional del INTA. Dado que desde INTA también se promueve la producción agroecológica, sugerimos que la terminología utilizada para caracterizar a la vegetación espontánea debe ser revista o al menos explicitarse desde qué punto de vista se considera a una especie de planta como "maleza". Nuestros resultados evidencian que desde un manejo no convencional de la producción hortícola muchas de las especies de plantas clasificadas como tales resultan fundamentales como fuente de néctar y polen para el mantenimiento de los insectos polinizadores y, por lo tanto, de la producción hortícola. Es decir, deberían ser consideradas plantas benéficas para los sistemas.

Especies con mayor capacidad de dispersión (aquellas dispersadas por el viento o por animales), es decir aquellas capaces de persistir en el paisaje a través de la recolonización de sitios, también serían importantes para la resiliencia del beneficio de la polinización. Esto podría deberse al carácter dinámico de los paisajes agrícolas donde los disturbios locales son frecuentes y por lo tanto la dinámica de extinción/colonización de las especies desempeña un papel fundamental en su persistencia en el paisaje.

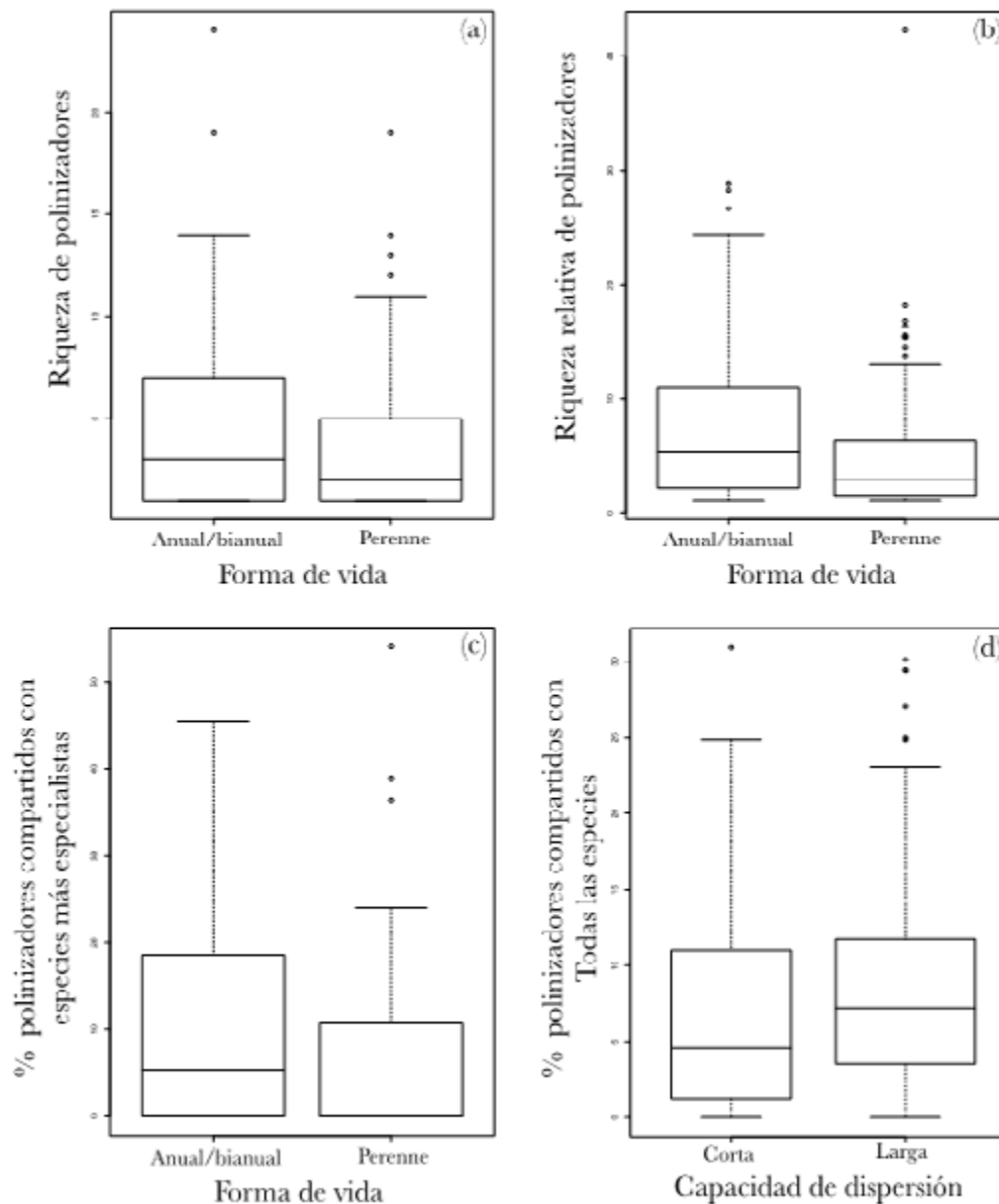


Figura 1. Importancia de las especies de plantas en el mantenimiento del beneficio de polinización en predios hortícolas en transición hacia la agroecología, según su forma de vida y su capacidad de dispersión. La línea negra dentro de la caja representa el valor medio observado para la variable de respuesta.

AGRADECIMIENTOS

Productores del cinturón verde de Córdoba, colegas de INTA, SSAF y FCA de la UNC, CONICET y FONCYT (Argentina Innovadora 2020, PICT Joven investigadora 2016- 2120).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Klein, A.-M. et al. (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc Biol Sci* 274: 303–313.
2. Ollerton, J., Winfree, R., Tarrant, S. (2011) How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120, 321–326.
3. Astegiano, J., Videla, M., Narmona, L., Ashworth, L. (2017) ¿Cuán importantes son los polinizadores para la productividad de los cultivos del sector periurbano de Córdoba? Periurbanos hacia el consenso. Córdoba, Argentina.
4. Informe IPBES 2015, capítulo polinización.

5. Gill, R.J., et al. (2016) Protecting an ecosystem service: Approaches to understanding and mitigating threats to wild insect pollinators. *Adv. Ecol. Res.* 54.
6. Kremen, C., and A. M. Merenlender. Landscapes that work for biodiversity and people. *Science* 362.6412 (2018): eaau6020.
7. Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 869-890.
8. Tittone, P. Las transiciones ecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. En prensa
9. Astegiano, J., Videla, M., Zamudio, F., Calviño, A., Aguilar, R., Ashworth, L. (2017) Rendimiento de cultivos en sistemas agroecológicos: ¿cuán importante es diversificar los paisajes para garantizar la polinización? Periurbanos hacia el consenso. Córdoba, Argentina.
10. Bascompte, J., et al. (2003) The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *PNAS* 100: 9383-9387.
11. Jordano, P., et al. (2003) Invariant properties in coevolutionary networks of plant–animal interactions. *Ecol Lett* 6: 69-81.
12. Astegiano, J., Massol, F., Morais Vidal, M., Cheptou, P-O, Guimaraes Jr., P.R. (2015) The Robustness of Plant-pollinator Assemblages: Linking Plant Interaction Patterns and Sensitivity to Pollinator Loss. *Plos One* 10(2): e0117243.
13. Astegiano, J., Guimaraes Jr., P., Cheptou, P-O, Morais Vidal, M., Mandai, C.Y., Ashworth, L., Massol, F. (2015) Persistence of Plants and Pollinators in the face of Habitat Loss: Insights from Trait-based Metacommunity Models. *Advances in Ecological Research* 53: 201-248.
14. Chacoff, N.P., Resasco, J., Vázquez, D.P. (2018). Interaction frequency, network position, and the temporal persistence of interactions in a plant–pollinator network. *Ecology*, 99(1), 21-28.