



## **A2-65 Servicios ecosistémicos de polinización y heterogeneidad de paisajes agrícolas.**

Lorena Vieli, Instituto de Medio Ambiente, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile,

[lorena.vieli@ufrontera.cl](mailto:lorena.vieli@ufrontera.cl);

Frank Davis, Bren School of Environmental Science and Management, University of California Santa Barbara, EEUU, [fwd@bren.ucsb.edu](mailto:fwd@bren.ucsb.edu);

Bruce Kendall, Bren School of Environmental Science and Management, University of California Santa Barbara, EEUU, [kendall@bren.ucsb.edu](mailto:kendall@bren.ucsb.edu);

Rene Montalba, Instituto de Medio Ambiente, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile,

[rene.montalba@ufrontera.cl](mailto:rene.montalba@ufrontera.cl).

### **Resumen**

El paisaje en el cual se insertan los sistemas agrícolas afecta procesos agroecológicos a nivel predial. En este estudio se evaluó la relevancia de la diversidad de cultivos a escala de paisaje medida según el momento de floración de cada cultivo (floración temprana, media, tardía), para el servicio ecosistémico de polinización. Para esto se utilizó un modelo espacialmente explícito basado en estudios previos al cual se le incorporaron dinámicas de respuesta de los polinizadores al pulso de recursos de alimento en el paisaje dado por la floración de cultivos. Los resultados muestran que aunque la superficie de áreas naturales/semi-naturales son muy importantes, la diversidad de cultivos también incrementa los servicios de polinización. En consecuencia es importante evitar grandes extensiones de monocultivos y/o cultivos con floración simultánea para maximizar los servicios de polinización en agroecosistemas.

**Palabras-clave:** polinizadores; diversidad; pulso de recursos

### **Abstract**

The landscape context of agricultural systems affects agroecological processes at the farm scale. In this study the relevance of crops diversity, measured according to the flowering period of crops (early, mid or late season) at the landscape scale, was evaluated based on crop pollination services provided to crops. A spatially explicit model based on previous studies was used for this purpose, and dynamics relative to resource pulses responses (flowering crops) were added to it. Although natural/semi-natural areas are highly relevant, crops diversity also increases crop pollination services. Therefore, in order to maximize these services it is desirable to avoid large monocultures and/or crops that flower simultaneously.

**Keywords:** pollinators; diversity; resource pulse

### **Introducción**

El servicio ecosistémico de polinización en paisajes agrícolas es de vital importancia para un 75% de cultivos globalmente importantes (Klein et al., 2007). Sin embargo, actualmente este servicio está en peligro debido a que tanto polinizadores manejados como las abejas melíferas y polinizadores no manejados (que se encuentran en forma natural en el campo) están en declive (Biesmeijer et al., 2006; National Research Council, 2007) debido a procesos derivados de intensificación agrícola a gran escala tal como uso de pesticidas, homogeneidad del paisaje y pérdida de hábitat natural o semi-natural (Potts et al., 2010). En este trabajo se analiza el problema de la homogeneidad del paisaje agrícola, particularmente en cuanto a la diversidad de cultivos presentes, utilizando un modelo para simular la disponibilidad del servicio ecosistémico de polinización en paisajes con distinta diversidad de cultivos.

Desde la perspectiva de la Agroecología resulta importante analizar la diversidad a escala del paisaje ya que procesos ecológicos relevantes para los sistemas agrícolas (como la polinización) son determinados por los contextos agrícolas en los cuales se insertan los cultivos. En el caso de los polinizadores, su movilidad puede llegar a ser muy alta lo que implica que están condicionados al hábitat disponible a escalas que pueden superar los 3km (Darvill et al., 2004).

### **Metodología**

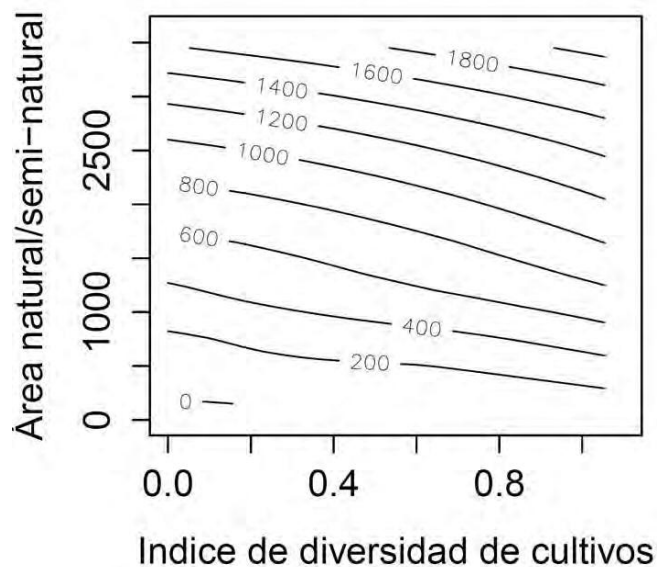
En base a estudios previos (Lonsdorf et al., 2009) se construyó un modelo espacialmente explícito que captura las dinámicas básicas observada en la polinización de cultivos. Luego se añadió complejidad a este modelo para representar respuestas agregativas y reproductivas de polinizadores frente a pulsos de recursos de alimento (Yang et al., 2010) representados por la floración de cultivos dependientes de polinizadores. En cada simulación se obtuvo un valor representativo del servicio de polinización disponible en el paisaje agrícola utilizado. De esta forma se comparó, para cada paisaje evaluado, la diversidad de cultivos con el servicio de polinización. El modelo se construyó en base a tres lapsos de tiempo discreto que corresponden al período de floración temprana, media y tardía en una temporada agrícola y se evaluó en 100 áreas circulares con un radio de 3500m seleccionados en forma aleatoria del paisaje agrícola de California (EEUU) dado que en esa región existe información detallada de cobertura según la especie de cultivo presente. Además, en cada paisaje evaluado se simuló distintas combinaciones de cultivos de tal forma de variar las dinámicas de floración en cuanto a su temporalidad (floración temprana, media o tardía).

Los parámetros utilizados en el modelo corresponden a distancia de forrajeo típica, número de individuos producidos por lapso de tiempo, intensidad del efecto del alimento en el crecimiento de una colonia, intensidad del efecto del tamaño de la colonia en el crecimiento de ésta, número máximo de individuos por colonia y número inicial de individuos por ha. La sensibilidad de estos parámetros se evaluó en base a valores posibles máximos y mínimos para cada uno.

### **Resultados y discusiones**

El servicio ecosistémico de polinización aumentó con la cantidad de área natural/semi-natural y con la diversidad de cultivos en el paisaje agrícola estudiado (Figura 1). El efecto positivo de las áreas naturales/semi-naturales ha sido documentado (Kennedy et al., 2013) y se incorporó en la construcción del modelo. Estas áreas son muy relevantes ya que son aptas para la nidificación y proveen alimentos (nectar y polen) en forma más continua que los cultivos, mientras que estos últimos generan una sobreabundancia de nectar y/o polen por períodos breves de tiempo. Sin embargo, el efecto positivo de la diversidad de cultivos no ha sido documentada explícitamente y este estudio permite dimensionar la importancia de esta diversidad para la polinización. Este efecto se explica por dos respuestas a la floración de cultivos agrícolas que representan un pulso de recursos de alimento en el paisaje: la dilución y la reproducción. En el primer caso, aunque áreas de cultivo en floración atraen polinizadores según su grado de movilidad en el espacio se genera una competencia con otros cultivos que florecen simultáneamente. En consecuencia, a mayor área de cultivo floreciendo en forma simultánea menor será la densidad de polinizadores en éstos. En el caso de la respuesta reproductiva ésta corresponde a un incremento del número de insectos por nido debido a una mayor disponibilidad de alimento y aplica sólo en el caso de insectos sociales como abejorros.

La escala espacial a la que la diversidad de los cultivos favorece a los polinizadores depende de la movilidad de éstos en el paisaje la cual está relacionada al tamaño corporal de los insectos (Greenleaf et al., 2007). Los parámetros del modelo afectan la intensidad del efecto positivo de la diversidad del paisaje.



**FIGURA 1.** Gráfico de contorno que representa la provisión de servicio ecosistémico de polinización relativo para distintas combinaciones de área natural/semi-natural y diversidad de cultivos. Los valores del servicio de polinización se graficaron en base a regresiones mediante el método Loess.

### Conclusiones

La diversidad de cultivos en el paisaje agrícola favorece el servicio ecosistémico de polinización. Sin embargo, este efecto está ligado a la disponibilidad de áreas naturales/seminaturales que son necesarias para la presencia de insectos polinizadores en el paisaje agrícola. Los resultados de este estudio se basan en un modelo teórico por lo que a futuro es necesario evaluarlo en base a mediciones reales en terreno.

### Agradecimientos

Este estudio se logró gracias al apoyo de la beca Fulbright-Conicyt del Gobierno de Chile.

### Referencias bibliográficas

- Biesmeijer, JC, SPM Roberts, M Reemer, R Ohlemüller, M Edwards, T Peeters, AP Schaffers, SG Potts, R Kleukers, CD Thomas, J Settele & WE Kunin (2006) Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313, 351-354.
- Darvill, B, ME Knight, D Goulson (2004) Use of genetic markers to quantify bumblebee foraging range and nest density. *OIKOS* 107, 471-478.
- Greenleaf, S, NM Williams, R Winfree & C Kremen (2007) Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia* 153, 589-96.



- Kennedy, CM, E Lonsdorf, MC Neel, NM Williams, TH Ricketts, R Winfree, et al., (2013) A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology Letters* 16, 584-99.
- Klein, A, BE Vaissie, J 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* 274, 303-313.
- Lonsdorf E, C Kremen, TH Ricketts, R Winfree, NM Williams, SS Greenleaf (2009) Modeling pollination services across agricultural landscapes. *Annals of Botany* 103, 1589-1600.
- National Research Council (2007) *Status of Pollinators in North America*. Washington, DC: National Academies Press.
- Potts, SG, JC Biesmeijer, C Kremen, P Neumann, O Schweiger, WE Kunin (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.* 25, 345-53.
- Yang, LH, KF Edwards, JE Byrnes, JL Bastow, AN Wright & KO Spence (2010). A meta-analysis of resource pulse - consumer interactions. *Ecological Monographs* 80, 125-151.