

Solicitud de concesión de ayudas a la

Convocatoria de ayuda a proyectos de investigación liderados por jóvenes investigadores

1. Datos de identificación.

Título de la propuesta	Polinizadores silvestres como recurso natural para la producción en agrosistemas: el almendro como caso de estudio
Nombre y apellidos del solicitante	Amparo Lázaro Castillo
Datos de contacto: e-mail	amparo.lazaro@imedea.uib-csic.es
Departamento/Instituto/Grupo de Investigación/Otros	IMEDEA (CSIC-UIB)/ Dep. Biodiversidad y Conservación
Dirección, código postal, provincia	C/ Miquel Marquès 21, 07190, Esporles, Islas Baleares

2. Memoria Técnica. Actividades y resultados de investigación

2.1. Introducción (Planteamiento, objetivos y justificación)

La polinización constituye un proceso fundamental para el mantenimiento de la función de los ecosistemas (Kremen et al. 2007; Klein et al. 2007). Se estima que el 87,5 % de las plantas angiospermas (Ollerton et al. 2011) y un tercio de la dieta humana (Gallai et al. 2009) dependen de polinizadores. Recientemente, varios estudios han alertado sobre la desaparición de polinizadores y las consecuencias que esto tiene (ej. Biesmeijer et al. 2006; Burkle et al. 2013). Los polinizadores silvestres son un recurso natural muy valioso para los cultivos, ya que frecuentemente incrementan su producción (Klein et al. 2007; Garibaldi et al. 2013) y calidad (Brittain et al. 2014). A pesar de esto, la polinización natural aplicada a la agricultura es un tema poco explorado, y el efecto de la pérdida de polinizadores silvestres en cultivos es aún desconocido (Garibaldi et al. 2013). El almendro, (*Prunus dulcis*), es uno de los cultivos más importantes de España (FAO 2010) y es muy vulnerable ante pérdidas de polinizadores (Garibaldi et al. 2013), ya que sus variedades son mayoritariamente auto-incompatibles (ej. Certal et al. 2002). En este proyecto hemos estudiado la abundancia, diversidad y eficiencia de sus polinizadores, así como los patrones que las determinan, con el objetivo de entender el papel que desempeñan, o podrían desempeñar, los polinizadores silvestres en la polinización de este cultivo. Para ello se evaluaron las siguientes tres hipótesis:

1. El almendro recibirá un gran número de visitas de polinizadores silvestres (Ortiz-Sánchez & Tianut 1993), que serán más eficientes que las abejas de la miel (Garibaldi et al. 2013)
2. Un ensamble de polinizadores más abundante y rico se traducirá en un mejor servicio de polinización (Klein et al. 2012; Brittain et al. 2014).
3. La frecuencia y diversidad de visitas de polinizadores silvestres al almendro incrementará con la abundancia de hábitat natural disponible para los polinizadores en los alrededores del cultivo (Ricketts et al. 2008; Manderik & Roll 2009; Garibaldi et al. 2011; Klein et al. 2012.)

Los objetivos específicos que se plantearon fueron:

- 1) Determinar los polinizadores de los cultivos de almendro, su abundancia y diversidad
- 2) Evaluar la eficiencia por visita de los principales polinizadores del almendro
- 3) Determinar las características de los cultivos y sus alrededores que favorezcan la abundancia y diversidad de polinizadores silvestres.
- 4) Evaluar el éxito reproductivo de los cultivos dependiendo de sus características.
- 5) Proponer estrategias de manejo que mejoren los rendimientos.

2.2. Descripción de la ejecución- Metodología

Se detalla a continuación la metodología utilizada para cada objetivo específico:

Objetivo 1. Se registraron los polinizadores de los cultivos de almendro del 10 de febrero al 28 de marzo de 2015, mediante censos de 5 minutos focalizados en plantas individuales (20 individuos por cultivo) en 18 cultivos de almendro distribuidos por toda la zona de cultivo de almendra en la isla de Mallorca (Figura 1). Cada sitio se muestreo entre 3 y 5 días diferentes (separados 2-3 días), según la duración de la floración de los árboles observados.



Figura 1 Mapa de los 18 cultivos de almendras de Mallorca incluidos en este estudio.

En cada censo se anotaron: (1) el número total de flores abiertas de cada planta observada; (2) el número de flores observadas (cuando no se pudo observar todo el árbol por su tamaño); (3) la identidad de cada visitante; y (4) el número de flores visitadas por cada polinizador. En los casos en los que la especie de polinizador no podía ser identificada directamente en campo, la capturábamos por medio de cazamariposas y la mandamos a identificar a taxónomos expertos.

Objetivo 2. Intentamos evaluar la eficacia de una visita a una flor de manera experimental siguiendo a Herrera (1990), para las principales especies polinizadoras. Para ello, embolsamos flores cerradas y emasculadas, las despatamos cuando se abrieron, para contar el número de granos de polen de sus estigmas después de la visita de un solo polinizador. Sin embargo, este experimento no se pudo llevar a cabo con éxito puesto que el número de visitas de polinizadores era bastante bajo, y el 90% de ellos eran abejas de la miel.

Objetivo 3. En los 18 cultivos donde se realizaron los censos de insectos (objetivo 1) se recogieron también: la abundancia de flores de almendros (estimada para cada individuo observado después de cada censo de visitas), la identidad y abundancia de otras especies en flor dentro del campo de cultivo, la presencia y abundancia de colmenas manejadas de abejas de la miel (u otros insectos manejados), la fenología floral de los almendros y de las otras especies que aparezcan.

Además, se utilizaron fotos aéreas (disponibles en: <http://www.ideib.cat/>) y mapas de usos de suelo para establecer el tamaño de los campos de estudio, y el porcentaje de área de cultivo y

de hábitat natural para polinizadores en un radio de 1 km alrededor de cada campo estudiado (Klein et al. 2012), utilizando para ello ArcGIS.

Mediante el uso de modelos mixtos, se relacionaron las características locales y de paisaje de los campos de almendro con la abundancia y diversidad de polinizadores silvestres, así como con la abundancia de visitas de la abeja de la miel.

Objetivo 4. En julio de 2015, los servicios polinizadores en los cultivos se evaluaron utilizando el éxito reproductivo de las plantas (estimado como frutos/flor usando 75-120 flores por individuo estudiado). Esto se hizo en los 18 cultivos seleccionados y en los individuos utilizados para observaciones de polinizadores (objetivo 1).

Mediante el uso de modelos mixtos, se relacionaron las características locales y de paisaje de los campos de almendro con la abundancia y diversidad de polinizadores silvestres, así como con la abundancia de visitas de la abeja de la miel.

Objetivo 5. Utilizando la información generada en los apartados anteriores, se han determinado las condiciones que incrementan la abundancia y diversidad de polinizadores silvestres en los cultivos, y se han evaluado los beneficios de sus visitas en términos de producción, con el objetivo de desarrollar recomendaciones para el manejo más sostenible de los almendros.

2.3. Resultados obtenidos (cumplimiento de objetivos)

Todos los objetivos se han podido llevar a cabo con éxito excepto la evaluación de la eficacia comparada de diferentes polinizadores, que no pudo realizarse porque la frecuencia y la composición de visitas no lo permitieron.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS PRINCIPALES: Los almendros de estudio fueron visitados en su mayoría por abejas de la miel (90 % de las visitas), pero también recibieron visitas de un gran número de polinizadores silvestres (más de 40 especies diferentes), incluyendo las abejas, avispa, sírfidos y otras moscas, escarabajos y mariposas. No encontramos ninguna indicación de competencia entre las abejas de miel manejadas y los polinizadores silvestres; por el contrario, se encontró una relación positiva entre estos dos grupos de insectos, probablemente porque se sienten atraídos por el mismo tipo de hábitats. El número y la diversidad de las visitas de polinizadores aumentaron con la abundancia y diversidad de flores

en los cultivos. De la misma manera, la presencia de área natural alrededor de los campos aumentó la abundancia y diversidad de las visitas de insectos. Además, el cuajado de los frutos estuvo positivamente relacionado con la riqueza de polinizadores, aunque el tamaño del efecto fue moderado.

2.4. Conclusiones y valoración de la ejecución

El proyecto se ha realizado con éxito y abarcando un número muy amplio de campos por toda la isla de Mallorca. La conclusión principal del trabajo es que tanto la diversidad de flores en los campos como el porcentaje de área natural que rodea los cultivos aumentan la diversidad de polinizadores de los almendros, lo que a su vez incrementa la producción de frutos. Otras variables, como la fenología de los almendros, tuvieron también efectos importantes tanto en las visitas como en la producción.

Debido a la composición y abundancia de visitas no pudimos evaluar con éxito la eficacia comparada de diferentes polinizadores. Como ya tenemos todo el material necesario, este año repetiremos el experimento pero esta vez centrado sólo en la eficacia de visitas de las abejas de la miel en presencia de mayor y menor diversidad de polinizadores silvestres, siguiendo a Brittain et al. (2013). La hipótesis es que en presencia de mayor diversidad de polinizadores silvestres las abejas de la miel serán más eficientes porque cambiarán su conducta, moviéndose más entre árboles y filas que dentro de un mismo árbol (Brittain et al. 2013).

2.5. Publicaciones resultantes

Publicación: se está acabando de redactar un manuscrito que será enviado en breve para revisión a Journal of Applied Ecology

Los resultados de este trabajo se llevarán también al próximo congreso de Ecoflor los próximos días 4-5 de febrero de 2016 en Vigo.

Estamos redactando también un informe que será entregado a la Conselleria de Agricultura del Govern de las Islas Baleares.

2.6. Gastos del proyecto (en euros)

Material de campo

Tela para bolsas de exclusión	44.75
Bolsa de tubos Eppendorf	5
3 Cintas para marcar árboles	2.85
4 contadores manuales de 4 dígitos (x 18 euros la unidad)	72
3 cazamariposas	192

1 manga semicircular para florícolas	38
5 cajas entomológicas	114.75
1 caja de alfileres entomológicos	6
1 pinzas Dumont	83
1 caja de minucias	13
gastos envío material Entomopraxis	21.78

Viajes al campo

*Media dieta (18.70 euros) x 43 días de campo Miguel A. González (+3.75 gastos servicio banco)	807.75
*Media dieta (18.70 euros) x 37 días de campo David Alomar	691.9
Gasolina	378

Identificación de insectos por taxónomos

2 Envíos de moscas a taxónomo (con correos y TNT)	74.78
Identificación de moscas	187.11
Identificación de moscas	160

Congreso

Viaje de avión a Ecoflor (Vigo) para presentar los resultados del trabajo	108.34
---	--------

Total	3001.1
--------------	---------------

* Puesto que el trabajo de campo se tenía que hacer en aproximadamente un mes y medio y en 18 campos, se solicitó a la AEET la posibilidad de pagar medias dietas a dos estudiantes para poder muestrear tres personas a la vez. La AEET dio el visto bueno.

Referencias

- Biesmeijer JC et al. (2006) Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313: 351-354
- Brittain et al. (2013) Synergistic effects of non-Apis bees and honey bees for pollination services. *Proc R Soc B* 280: 20122767.
- Brittain et al. (2014) Pollination and plant resource change the nutritional quality of almonds for human health. *Plos One* 9: e90082.
- Burkle LA et al. (2013) Plant-pollinator interactions over 120 years: loss of species, co-occurrence and function. *Science* 339: 1611-1615.
- Certal AC et al. (2002) Structural and molecular analysis of self-incompatibility in almond (*Prunus dulcis*). *Sexual Plant Reproduction* 15: 13-20.

- FAO (2010) Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistical databases. Available at <http://www.fao.org>.
- Gallai N et al. (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68: 810-821.
- Garibaldi et al. (2011) Stability of pollination services decreases with isolation from natural habitats despite honey bee visits. *Ecology Letters* 14: 1062-2072.
- Garibaldi et al. (2013) Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* 339: 1608-1611.
- Herrera CM (1990) Daily patterns of pollinator activity, differential pollinating effectiveness and floral resource availability, in a summer-flowering Mediterranean shrub. *Oikos* 58: 277-288.
- Kremen C et al. (2007) Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters* 10: 299–314.
- Klein AM et al. (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274: 303–313.
- Klein AM et al. (2012) Wild pollination services to California almond rely on semi-natural habitat. *Journal of Applied Ecology* 49: 723-732.
- Manderik Y & Roll U (2009) Diversity patterns of wild bees in almond orchards and their surrounding landscape. *Israel Journal of Plant Sciences* 57: 185-191.
- Ollerton J et al. (2011) How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120: 321-326.
- Ortiz-Sánchez FJ & Tianut A (1993) Composición y variación latitudinal de la fauna de polinizadores potenciales del almendro, *Prunus dulcis* (Mill.), en la provincia de Granada (sur de España). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 19: 491-502.
- Ricketts et al. (2008) Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecology Letters* 11: 499-415.