

# Eficacia de franjas florales de lavanda, yuyo y girasol para insectos polinizadores en márgenes de cultivo de maíz

Efficacy of lavender, yuyo and sunflower floral stripes for insects pollinating in corn crop margins

Mayta, Susan O.<sup>1</sup>; Valverde, Amador A.<sup>2</sup>; Azabache, Andrés A.<sup>2</sup> y Paredes, Víctor .<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, La Molina, Perú.

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

**Resumen:** Los polinizadores experimentan una reducción poblacional en todo el mundo, debido a la agricultura intensiva que causa pérdida de biodiversidad de los agroecosistemas que degrada el hábitat y los recursos florales. Una estrategia para mitigar ese impacto negativo es instalar franjas florales en márgenes de los cultivos para restaurar el hábitat de polinizadores. **Objetivo:** Identificar insectos polinizadores visitantes en franjas de lavanda yuyo y girasol y determinar la que brinda mayor protección y conservación de polinizadores. **Métodos:** La investigación fue experimental cuantitativa. Los tratamientos fueron: flores de franjas de lavanda, yuyo y girasol ubicadas en márgenes del cultivo de maíz, cada una con cinco repeticiones. La variable independiente fue flores de las especies en estudio y la variable dependiente las especies polinizadoras. Para la comparación de resultados se realizó el análisis de varianzas y la prueba de Tukey. **Resultados:** Se registró 15 especies de polinizadores de los órdenes Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera y Lepidoptera; 13 especies en flores de yuyo, 10 en lavanda y 8 especies en girasol. La mayoría de especies alcanzó su máximo nivel poblacional entre la primera y segunda semana de mayo. **Conclusiones:** Se presenta por primera vez un inventario de insectos polinizadores para la zona central del Perú. La instalación de franjas de lavanda, yuyo y girasol representó una práctica eficaz que mantuvo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en cultivo de maíz. La franja de la maleza yuyo brinda mayor protección y conservación para polinizadores.

**Palabras clave:** agroecosistema; biodiversidad; flora de malezas; recursos florales; servicio ecosistémico..

**Abstract:** Pollinators are experiencing a population reduction worldwide, due to intensive agriculture that causes loss of biodiversity of agroecosystems that degrades habitat and floral resources. A strategy to mitigate this negative impact is to install floral strips on the margins of crops to restore pollinator habitat. **Objective:** The Identify visiting pollinating insects in lavender, yuyo and sunflower strips and determine which one provides greater protection and conservation of the pollinators. **Methods:** The research was quantitative experimental. The treatments were: lavender, yuyo and sunflower strip flowers located on the margins of the corn crop, each with five repetitions. The independent variable was flower of the species under study and the dependent variable was the pollinator species. To compare the results, the analysis of variances and the Tukey test were performed. **Results:** Were recorded 15 species of pollinators from the orders Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera and Lepidoptera; 13 species in yuyo flowers, 10 in lavender and 8 species in sunflower. Most species reached their maximum population level between the first and second week of May. **Conclusions:** An inventory of pollinating insects for the central zone of Peru is presented for the first time. The installation of lavender, yuyo and sunflower strips represented an effective practice that maintained biodiversity and ecosystem services in corn cultivation. The yuyo weed strip provides greater protection and conservation for pollinators.

**Keywords:** agroecosystem; ecosystem service; biodiversity; weed flora; floral resources..



**Referencia:** Mayta, S. O, Valverde, A. A, Azabache, A. A, y Paredes, V. . (2025). Eficacia de franjas florales de lavanda, yuyo y girasol para insectos polinizadores en márgenes de cultivo de maíz. *Prospectiva Universitaria en Ciencias Agrarias*, 06(01), 12–23. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/pucag/article/view/2179>

Recibido: 14 de octubre de 2024

Aceptado: 30 de junio de 2025

Publicado: 30 de junio de 2025

Prospectiva Universitaria en Ciencias Agrarias. Vol. 06, núm. 01, enero a junio, 2025. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons



CC BY 4.0 DEED

Attribution 4.0 International

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## 1. Introducción

Los agentes polinizadores actualmente están experimentando una reducción poblacional en todo el mundo, principalmente debido a la degradación del hábitat lo que disminuye significativamente los recursos florales (Sentil et al., 2022). La agricultura moderna modifica grandemente los paisajes naturales, más aún cuando tiende al monocultivo; a esto se suma el uso de pesticidas y la reducción o eliminación de los bordes de parcelas agrícolas, disminuyendo las reservas florales silvestres (Sanchez et al., 2019).

Los polinizadores que se ven más afectados son los insectos que constituyen más del 70% de este grupo importante, predominando el orden Hymenoptera donde se ubican las abejas y avispas que pueden ser de comportamiento alimenticios generalistas o específicos (FAO, 2017). Esta dificultad es abordada por diferentes investigadores, quienes plantean estrategias para mitigar el impacto negativo, y dentro de ello se contempla la instalación de franjas florales a lo largo de los márgenes de los cultivos con el fin de restaurar el hábitat de los polinizadores en terrenos agrícolas (Sanchez et al., 2020). Diferentes investigaciones han demostrado, que las franjas florales aumentan la abundancia y riqueza de los polinizadores.

Según Sentil et al. (2022), la protección de los polinizadores debería ser autosostenible por ello plantean una agricultura con plantas polinizadoras alternativas, que tiene como objetivo aumentar los ingresos de los agricultores por ceder parte de la superficie agrícola para la siembra de plantas comerciables que mejoran el hábitat de los polinizadores, el soporte de agua y anidación. Sanchez et al. (2019), concluyen en su investigación que las franjas en los márgenes de los campos agrícolas usando plantas herbáceas y arbustivas con flor contribuyen en gran manera la conservación de insectos polinizadores amenazados por la agricultura intensiva.

Para la elección de las plantas polinizadoras alternativas, se deben considerar dos indicadores principales; primero que sean fuentes de alimento (néctar y polen) y segundo, que sean sitios de anidación. Esas características, constituyen los parámetros esenciales para el cumplimiento de los ciclos de vida de los insectos polinizadores. Las plantas pertenecientes a las familias Asteraceae, Fabaceae, Ericaceae y Lamiaceae son consideradas importantes para los polinizadores (Kudrnovsky et al., 2020). En varios estudios se considera al girasol (*Helianthus annuus*) (Chabert et al., 2022; Creux et al., 2021) y la lavanda (*Lavandula angustifolia*) (Balfour et al., 2022) como excelentes plantas que brindan servicios de polinización y además son

usados como plantas polinizadoras comerciales. El girasol, es una planta herbácea, con gran demanda en la floricultura, usada en la fitorremediación de suelos y visitada por una diversidad de insectos, principalmente abejas (Raghavendra et al., 2018). Joedecke et al. (2021) reportan que *L. angustifolia* es predominantemente visitada por abejorros para recolectar polen o néctar.

Por otro lado, los insectos polinizadores en los agroecosistemas no sólo se asocian con las plantas cultivadas, sino que también interactúan con la flora de malezas (Mg et al., 2023). Las malas hierbas son plantas indeseables, pero se consideran la principal fuente de alimento para muchos insectos polinizadores. Las plantas cultivadas muestran una floración masiva pero solo en un período de tiempo específico, por lo tanto, no pueden suministrar polen y néctar continuamente para la supervivencia de polinizadores. Durante tales períodos las malezas en flor pueden complementar la demanda de polinizadores. Por lo que, se pueden apoyar para que las malezas crezcan al borde de la carretera o en terrenos en barbecho, también si se planifican adecuadamente se puede seguir el establecimiento de diques en tierras agrícolas para sustentar la fauna polinizadora (Mg et al., 2023).

Si bien es cierto que existe bastante literatura que respalda los efectos positivos de las franjas de flores en la riqueza y abundancia de especies de polinizadores; como reporta Lowe et al. (2021) esos estudios utilizaron varios tipos de sitios de control, desde márgenes de campos no gestionados hasta campos de cultivo. También dichas investigaciones se basan en diferentes mezclas de semillas, diferentes escalas espacio-temporales y diferentes contextos paisajísticos (Bergholz et al., 2022). En resumen, los estudios que evalúan las franjas de flores y sus beneficios para los polinizadores llegan a resultados diferentes, dependiendo principalmente de los requisitos de los taxones de insectos, las escalas espacio-temporales y el contexto paisajístico abordado (Carvell et al., 2022). Por lo que es crucial evaluar colectivamente los beneficios de las franjas florales para múltiples taxones de polinizadores para ayudar en la toma de decisiones en la implementación de franjas florales efectivas. También es cierto que los diferentes agroecosistemas tienen sus particularidades y varían significativamente de un valle a otro, o de un país a otro. Por lo que no teniendo reportes de las especies de polinizadores que visitan flores de lavanda, yuyo y girasol en el valle del Mantaro y en el Perú; al igual que el rol de las franjas de las especies florales mencionadas en la protección y conservación de insectos polinizadores en el cultivo de plantas anuales como el

maíz, surgen las interrogantes de la investigación ¿De las franjas de lavanda, yuyo y girasol instaladas alrededor del cultivo de maíz, cuál de ellas es visitada por un mayor número de especies de insectos polinizadores? y ¿De las franjas de lavanda, yuyo y girasol instaladas alrededor del cultivo de maíz, cuál será la que brinde mayor protección y conservación de insectos polinizadores?. Por lo que se realizó el presente estudio con el objetivo de identificar e inventariar especies de insectos polinizadores visitantes en las franjas de lavanda yuyo y girasol, determinar la franja de flores que brinda mayor protección y conservación a los polinizadores y establecer su fluctuación poblacional durante la etapa fenológica del cultivo.

## 2. Métodos

La investigación tuvo lugar en el distrito de Muquiyauyo, jurisdicción de la provincia de Jauja (11° 30' 00" S, 75° 30' 00" W, 3 240 msnm), ubicada en el valle del Mantaro (Perú). La evaluación se realizó en un campo de maíz (*Zea mays*) de 400 m<sup>2</sup> y en sus bordes se instalaron una franja de lavanda (*Lavandula angustifolia* M.) de 15 x 2 m (30 m<sup>2</sup>); una franja de las malezas denominadas yuyo de la familia Brassicaceae (*Brassica campestris* L. y *Eruca vesicaria*) como tratamiento control, delimitándose un área de 15 x 2 m (30 m<sup>2</sup>) y una franja de girasol (*Helianthus annuus* L.) de 15 x 2 m (30 m<sup>2</sup>). La descripción botánica de las flores de las plantas utilizadas en las franjas es la siguiente:

**Lavanda.** Es una planta herbácea de 30 a 60 cm de altura que presentan flores llamativas púrpuras que están dispuestas en espigas terminal ramificada en las puntas de los tallos. La corolla es de dos labios, de un centímetro de largo, generalmente pubescente. La fragancia de la planta es producida por glándulas de aceite brillante incrustadas entre diminutos tricomas en forma de estrella que cubren las flores, hojas y tallos (Fakhriddinova et al. 2020).

**Girasol.** La inflorescencia o capítulo es un receptáculo circular en donde se insertan dos tipos de distintas flores: las liguladas y las tubulares. Las flores liguladas están situadas en el perímetro del capítulo y produce los típicos pétalos en forma de "rayos" alrededor, no producen semillas y son de color amarillo (Fernández et al., 2014).

**Yuyo.** Con este nombre se denomina a dos especies de plantas silvestres. *Brassica campestris* (= *B. rapa*) presenta flores amarillo pálido, con 4 pétalos, 6 estambres, densamente reunidas en la parte superior con flores abiertas hacia arriba desde la base del racimo y

son polinizados por insectos (Kayacetin, 2020). *Eruca vesicaria* tiene flores que emergen de pedúnculos dispuestos en un corimbo, con la estructura floral típica de las Brassicaceae. El cáliz formado por 4 sépalos separados erectos y persistentes después de que se abre la flor. Los pétalos están separados, son de color blanco cremoso con visos morados y los estambres son amarillos (Omri, 2016).

Las variables independientes estuvieron conformadas por las flores de las franjas de especies vegetales en estudio como productoras de polen y el inicio de floración. Las variables dependientes constituidas por las especies polinizadoras, frecuencia de visitas por un minuto de observación y número de polinizadores.

El estudio se condujo bajo el diseño completamente al azar, considerando como tratamientos las flores de las franjas de las especies vegetales: girasol, yuyo y lavanda, cada una de ellas con cinco repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por una mata de las diferentes especies vegetales en estudio.

La población, estuvo compuesto por todas las especies insectos polinizadores en la zona de estudio y la muestra integrada por los insectos polinizadores que visitaban las flores de cinco matas de las franjas de las especies en estudio, observadas por un tiempo de un minuto.

Las evaluaciones se realizaron con una frecuencia semanal alrededor de las 12 horas, contabilizando el número de polinizadores por especies que se encontraban presentes en cada mata o unidad experimental de las franjas de lavanda, yuyo y girasol los que fueron registrados en la cartilla de evaluación. También se realizaron evaluaciones en la parcela de maíz, registrándose las especies polinizadoras. En el cultivo de maíz la evaluación se inició con 100 % de floración; mientras que en lavanda y girasol con 40 % y en yuyo con 60 % de floración, esto debido a que estas especies retrasaron el inicio de floración en relación al maíz.

Las colectas, montaje y preservación de insectos se realizaron en cada una de las evaluaciones, mediante una red entomológica para insectos medianos y grandes, y con un aspirador para insectos pequeños. La cámara letal para matar los insectos se preparó con acetato de etilo. El montaje se realizó con alfileres entomológicos y conservados en cajas entomológicas para su posterior identificación.

Para la interpretación de los datos obtenidos y determinar el nivel de significación entre los tratamientos, con los datos consignados se efectuó la comprobación de normalidad y homogeneidad de varianzas, prueba de ANOVA y la comparación de promedios con la prueba de Tukey, mediante el software Infostat

2020.

### 3. Resultados

#### 3.1. Identificación e inventario de insectos polinizadores

Se registraron 15 especies de insectos polinizadores correspondientes a cinco órdenes diferentes los que se presenta en la Tabla 1. Dentro del Orden Hymenoptera se registraron tres especies de la familia Apidae. Las obreras de *Apis mellífera* (L.) visitaron flores del campo de maíz y de las franjas de lavanda, yuyo y girasol para alimentarse de néctar y polen. En las patas posteriores, la tibia de la abeja es ensanchada y presenta pelos formando una especie de canastilla denominada corbícula, que les sirve para depositar el polen y trasladarlo desde la flor a la colmena. Además, se observó a las abejas en flores de otras plantas aledañas de la zona de estudio como: *Campanula médium* (Campas de Canterbury o farolillo), *Iris latifolia* (Lirio azul) *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), *Taraxacum officinale* (Diente de león), *Cucurbita ficifolia* (Calabaza), *Gazania* spp. (*Gazania*), *Hippeastrum puniceum* (Nardo).

*Bombus funebris* conocido como abejorro fúnebre también se alimentó de néctar y polen de lavanda y girasol. Como los demás Apinae, las hembras también presentan corbícula como las abejas obreras. En lugares cercanos a la zona de estudio también se observó en *Bidens pilosa* (Amorseco), *Cnicus benedictus* (Cardosanto), *Chrysanthemum* sp. (Crisantemo); fueron más abundantes después del periodo de lluvias del verano, entre los meses de abril a agosto. Mientras que a *Xylocopa violácea* denomina abejorro carpintero, poseen una lengua larga que les permite succionar el néctar de las flores y recolectar el polen. Se les registró en flores de las franjas de lavanda y girasol. En lugares cercanos al estudio también se observó en *Cucurbita ficifolia* (Calabaza). Los adultos emergieron al finalizar el mes de marzo, por lo que se tuvo buena población en meses de otoño e invierno.

Entre los Lepidóptera de la Familia Pieridae se registraron tres especies de polinizadores. Las mariposas *Ascia monuste* solo visitaron las flores de las franjas de las especies de yuyo, probablemente por los vuelos bajos que suelen realizar. Las mariposas *Leptophobia aripa* conocidas como mariposas de la col visitaron las franjas de lavanda, yuyo y girasol; pero es frecuente observar volar a estas mariposas en horas de calor sobre las plantas silvestre de la familia Brassicaceae a una altura entre uno a dos metros. Las mariposas del género *Colias* se observó visitar flores de las franjas de yuyo y lavanda, realizando vuelos erráticos sobre la vegeta-

ción baja. De la familia Nymphalidae se registraron dos especies. *Agraulis vanillae* son mariposas relativamente grandes que se alimentaron de néctar de varias especies de flores; en el presente estudio visitaron flores de las franjas de lavanda y girasol. En horas de sol realizan vuelos relativamente altos sobre diferentes especies de plantas en busca de flores. También se observó visitando flores de malva (*Malva* sp.) y gazania (*Gazania* spp). En tanto que a *Nymphalis polychloros* se observó solo visitando flores de la franja de yuyos y volar sobre los rastrojos y arbustos ubicados en los bordes de los canales de riego. En la Familia Hesperidae, la mariposa *Hylephila phyleus* se registró visitando flores en las franjas de lavanda, yuyo y girasol para alimentarse de néctar. También se observó en flores de petunia (*Petunia* CE hybrida), amor seco (*Bidens pilosa*) y gazania (*Gazania* spp); son mariposas pequeñas que vuelan sobre campos de cultivos, rastrojos y pastizales, con mayor frecuencia de mayo a agosto.

En el orden Díptera, se registraron tres especies de la familia Syrphidae. *Scaeva* sp. visitó las flores de las franjas de lavanda, yuyos y girasol. *Allograpta oblicua* las flores de las franjas de yuyo y lavanda. Mientras que *Eristalis tenax* solo las flores de yuyo. En lugares cercanos a la zona de estudio se observó que *A. oblicua* también frecuenta flores de petunia (*Petunia* CE hybrida) y gazania (*Gazania* spp), sobre todo las de flores blancas alimentándose de néctar y polen. *Scaeva* sp. fue frecuente en plantas infestadas por pulgones, en las que ovoposita. Mientras que *E. tanax* fue más frecuente en flores amarillas de yuyo.

Dentro del orden Coleóptera, *Astylus luteicauda* (Familia: Melyridae) se observó en maíz y las franjas de lavanda, yuyos y girasol. Las flores de estas especies vegetales les brindan polen y néctar. No obstante, se observó que sólo se alimentan de polen; mientras que las setas y pubescencias densas de su cuerpo atrapan los granos de polen que son trasladados a otras flores durante el transcurso normal de la alimentación. Permanecen por largos periodos de tiempo en las flores, durante la cual también copularon. Además de las flores de las franjas en estudio, se les observó que son frecuentes en flores de quinua, kiwicha y tarwi. De la familia Coccinellidae se registró al predador *Hippodamia convergens* alimentándose del polen de maíz.

En el orden Hemíptera sólo se registró al predador *Orius insidiosus* (Familia: Anthocoridae) visitando las inflorescencias masculinas del maíz y en las flores de la franja de girasol.



**Tabla 1***Insectos polinizadores registrados en maíz, yuyo, girasol y lavanda*

Orden	Familia	Especie	Plantas que visitan
Hymenóptera	Apidae	Apis melífera (L.) Bombus funebris (S.) Xylocopa violácea (L)	Maíz, girasol, yuyo y lavanda Girasol y lavanda Girasol y lavanda
Lepidóptera	Pieridae	Ascia monuste (L.) Leptophobia aripa (B.) Colias sp.	Yuyo Girasol, yuyo y Lavanda Yuyo y Lavanda
Nymphalidae	Agraulis vanillae (L.) Nymphalis polychloros (L.)	Yuyo y lavanda	Yuyo
Hesperiidae	Hylephila phyleus (D.)	Yuyo, girasol y lavanda	
Díptera	Syrphidae	Scaeva sp. Allograpta oblicua Eristalis tenax	Girasol, yuyo y lavanda Yuyo y lavanda
Coleóptera	Melyridae Coccinellidae	Astylus luteicauda Hippodamia convergens	Girasol, lavanda, yuyo y maíz Maíz y yuyo
Hemíptera	Anthocoridae	Orius insidiosus (Say)	Maíz, girasol y yuyo.

*Nota.* Registro del 17 de marzo al 16 de junio 2023

### 3.2. Franja de flores que brinda mayor protección y conservación a los polinizadores

#### 3.2.1. Comparación de insectos polinizadores por especies y franjas

En el estudio se comparan insectos polinizadores por especies y luego las franjas que recibieron mayor número de visitas de los polinizadores. Se compararon tres especies de himenópteros, una de coleóptero, dos de lepidópteros y una de dípteros que fueron más abundantes y las de mayor frecuencia en visitar las flores de las franjas de lavanda, yuyo y girasol, contabilizadas por mata en un periodo de un minuto (Tabla 2).

Con la información del análisis de varianza también se realizó la prueba de medias de Tukey para los siete visitantes florales más abundantes y también se compara las franjas en base a su riqueza de polinizadores (Tabla 3).

#### 3.2.2. Fluctuación poblacional de insectos polinizadores en las tres franjas

Las evaluaciones en las franjas de lavanda, yuyo y girasol ubicadas en las márgenes del cultivo de maíz en el mes de marzo, culminando en la primera semana de junio, por senescencia de las plantas de lavanda y girasol al culminar el periodo vegetativo del maíz. El

inicio de la floración en las franjas de lavanda y girasol se dio en los primeros días de marzo y las evaluaciones empezaron con 40% de floración para alcanzar el 100% a fines de mayo. En la franja de yuyo se inició la evaluación con 60% de floración, alcanzando el 100% en la tercera semana de mayo. Sin embargo, al iniciar las evaluaciones el maíz estuvo al 100 de floración. A continuación, se presenta la fluctuación poblacional de los polinizadores más frecuentes en las tres franjas en estudio.

#### 3.2.3. Fluctuación poblacional de Apis mellifera

La población de *A. mellifera*, empezó a incrementarse letamente en las flores de las tres franjas en el mes de marzo de 2023, aumentado más en el mes de abril para alcanzar su pico máximo de densidad poblacional en la primera semana de mayo con una floración de 100% de en las franjas de lavanda, yuyo y girasol (Fig. 1). Después empezó la declinación de la población en forma gradual en las tres franjas hasta la segunda semana de junio en que las flores estaban marchitas. En las tres franjas *A. mellifera* alcanzó su máxima población en la primera semana de mayo con promedios de 3,8; 3,4 y 2,2 abejas por planta y por espacio de un minuto para lavanda, yuyo y girasol respectivamente.

Figura 1. Fluctuación poblacional semanal promedio/ mata de *Apis mellifera* en lavanda, yuyo y girasol.

**Tabla 2**

*Cuadrados medios del análisis de varianza para número total de polinizadores por mata en tres especies vegetales o franjas*

FV	GL	Polinizadores						
		Apis mellifera	Bombus funebris	Xylocopa violácea	Astylus luteicauda	Leptophobia aripa	Hylephila phyleus	Scaeva sp.
Franjas	2	162.867**	72.267**	7.267**	343.267**	16.200**	27.800**	24.9**
Error	12	5.100	0.767	0.267	4.367	0.433	1.000	3.267
Media		18.267	3.867	1.133	14.733	2.400	5.400	7.000
C.V. (%)		12.363	22.645	45.565	14.183	27.428	18.519	25.820

Nota. GL: grados de libertad, CV: coeficiente de variación

\*\*significativo al .01

**Tabla 3**

*Comparación de medias del número total de polinizadores por mata en franjas de tres especies vegetales*

Especies vegetales	Especies Polinizadoras						
	Apis melifera	Bombus funebris	Xilocopa violacea	Astylus luteicauda.	Leptophobia aripa	Hylephila phyleus	Scaeva sp.
Lavanda	23,8 a	7,6 a	2,4 a	24,2 a	2,4 b	6,0 a	8,4 a
Yuyo	18,6 b	0,0 c	0,0 c	8,8 b	4,2 a	7,4 a	8,4 a
Girasol	12,4 c	4,0 b	1,0 b	11,2 b	0,6 c	2,8 b	4,2 b

Nota. Columnas con medias de letras iguales no son significativos (Tukey,  $P < 0,05$ )

### 3.2.4. Fluctuación poblacional de *Astylus luteicauda*

La evaluación para establecer la fluctuación poblacional de *A. luteicauda* en las flores de las tres franjas en estudio se realizó en forma simultánea en base al número promedio de visitas por mata y por observación de un minuto. La evaluación se inició a mediados de marzo con una población promedio de 0,4 visitas para lavanda y girasol y cero en yuyo. En la franja de lavanda la población se incrementó rápidamente a partir de fines de marzo alcanzando un primer pico poblacional a fines de abril, para después descender ligeramente en la siguiente evaluación e inmediatamente recuperar el nivel de visitas hasta alcanzar el segundo pico poblacional más alto a mediados de mayo con un promedio de 3,2 escarabajos por mata (Fig. 2). Luego la población disminuyó lentamente hasta llegar a cero a fines de junio. En la franja de girasol la población alcanzó el pico poblacional más alto en la primera semana de mayo con un promedio de 2,4 escarabajos por mata para después decrecer rápidamente y llegar a cero a fines de mayo. En la franja de yuyo la población inicio a incrementarse recién desde fines de marzo en forma gradual para alcanzar el pico poblacional más

alto en la primera semana de mayo con un promedio de 2,2 escarabajos por mata, declinando rápidamente la población en las semanas siguientes hasta llegar a cero a fines de junio.

Figura 2. Fluctuación poblacional semanal promedio/ mata de *Astylus luteicauda* en lavanda, yuyo y girasol.

### 3.2.5. Fluctuación poblacional de *Scaeva sp*

En el presente estudio se evaluó su rol polinizador en tres franjas de flores. En yuyo se registró la presencia de *Scaeva sp.* a mediados de marzo para incrementarse y alcanzar la población más alta con un promedio de 0,4 visitas/mata/minuto en la primera semana de abril, luego disminuyó hasta el nivel inicial manteniéndose constante hasta mediados de mayo, para llegar a cero a fines de mayo (Fig.3). En girasol se tuvo una población constante de 0,2 visitas/mata/minuto en promedio durante todo el mes de abril. En lavanda las visitas ocurrieron de fines de abril a mediados de mayo alcanzando un promedio máximo de 0,2 visitas/mata/minuto.

Figura 3. Fluctuación poblacional semanal promedio/ mata de *Scaeva sp.* en lavanda, yuyo y girasol.

### 3.2.6. Fluctuación poblacional de *Bombus funebris*

En el presente estudio el abejorro fúnebre solo visitó las flores de las franjas de lavanda y girasol, no así las flores de yuyo. Esto se explica por el hecho de que *B. funebris* debido a su corta lengua o complejo máximo-labial busca flores cortas, abiertas y relativamente grandes, con néctar a poca distancia y fácilmente accesible como las de lavanda y girasol. Como se puede observar en la Figura 4, en las flores de lavanda la visita se inició a fines de marzo con flores completamente abiertas, incrementándose lentamente hasta fines de abril para posteriormente aumentar rápidamente el número de visitas alcanzando el pico más alto con un promedio de 1,4 en la primera semana de mayo. Después descendió gradualmente hasta la primera semana de junio y llegar a cero. En las flores de la franja de girasol, el periodo de visitas fue muy corto; la curva poblacional se inició la primera semana de mayo alcanzando su pico máximo próximo a mediados del mismo mes, para después de una semana descender hasta cero.

Figura 4. Fluctuación poblacional semanal promedio/ mata de *Bombus funebris* en lavanda y girasol

## 4. Discusión

En la literatura revisada, para los agroecosistemas del valle del Mantaro-Perú no se ha encontrado ningún inventario de insectos polinizadores. Por lo que el presente estudio es el primer intento de preparar un inventario de insectos polinizadores para la zona central del Perú, reportándose 15 especies. Debido a los diversos tipos de flora y variaciones geográficas, es posible que se pueda incrementar el número de especies de insectos polinizadores que se presenta en este inventario. Por lo que queda abierto el camino para futuras investigaciones sobre la diversidad biológica de polinizadores.

En cuanto a la comparación de insectos polinizadores por franjas florales de plantas instaladas al borde del campo de maíz, las flores de las franjas influyeron en forma positiva para contrarrestar la pérdida de biodiversidad del agroecosistema en estudio y promover los servicios ecosistémicos de insectos, tanto de polinizadores como de reguladores de plagas. Del total de 15 especies de insectos polinizadores registradas; 13 especies visitaron las franjas de yuyo, 10 de lavanda y 8 de girasol. Con doble servicio ecosistémico, es decir como polinizador y agente de control biológico natural se registraron cuatro especies que estuvieron asociados a las tres franjas estudiadas.

En la franja de la planta silvestre yuyo (*Brassica*

*campestris* L. y *Eruca vesicaria*), las flores fueron más visitadas por *A. melífera*, seguida por *A. luteicauda*, *Scaeva* sp, *H. phyleus*, *L. aripa* y *A. monuste*. Para plantas cultivadas de la familia *Brassicaceae*, Badenes-Pérez (2022) menciona que atraen varios polinizadores como abejas y abejorros, (Hymenóptera: Apidae); y sírfidos (Diptera: Syrphidae). Aunque la mayoría considera a las malezas como perjudiciales; sin embargo, la interacción insecto-malezas-cultivos es frecuente en los sistemas agrícolas. Las malas hierbas como el yuyo pueden servir directamente como alimento o facilitar otros recursos del ecosistema a los insectos fitófagos y en forma indirecta proporcionan a los insectos predadores y parasitoides alimento, presas, hospederos y refugio. Por otro parte, las malezas pueden servir como hospederos alternantes a los insectos plagas que posteriormente pasan a los cultivos y ocasionar daños directos o indirectos como agentes vectores de enfermedades. Por lo tanto, las malezas son un componente fundamental de los agroecosistemas, pero si no se manejan adecuadamente, pueden causar graves pérdidas en el rendimiento de los cultivos (Yvoz et al., 2021).

En las flores de la franja de lavanda, las abejas *A. melífera* (Hymenóptera) fueron más abundantes, seguidas por el escarabajo *A. luteicauda* (Coleóptera), las moscas *Scaeva* sp (Díptera), las mariposas *H. phyleus* (Lepidóptera), los abejorros *B. funebris*, *X. violácea* (Hymenóptera) y las mariposas *L. aripa* (Lepidóptera). De acuerdo al inventario realizado por Benachour (2017) en el noreste de Argelia, en las flores de lavanda se registraron tres órdenes de insectos: Hymenóptera, Lepidoptera y Diptera, en la cual las abejas y abejorros tuvieron las tasas de visitas más altas. Mientras que en la franja de girasol tuvieron mayor visita *A. melífera* seguido por *A. luteicauda*, *B. funebris*, *Scaeva* sp, *H. phyleus*, *X. violácea* y *L. aripa*. En la franja de las flores de girasol, también fue *A. mellífera* la especie que registro mayor número de visitas, seguido por *A. luteicauda*, *Scaeva* sp, *B. funebris*, *H. phyleus*, *X. violácea* y *L. aripa*. En un estudio realizado en Pakistán, la comunidad de polinizadores en girasol estaba compuesta por 14 especies de insectos, incluidas ocho especies de abejas (Hymenóptera), cuatro especies de moscas (Díptera) y dos especies de mariposas (Lepidóptera). En un estudio realizado en Pakistán por Muhammad (2021), la comunidad de polinizadores en girasol estaba compuesta por 14 especies de insectos, incluidas 8 especies de abejas (Hymenóptera), 4 especies de moscas (Díptera) y 2 especies de mariposas (Lepidóptera); de los cuales las abejas y abejorros fueron los visitantes florales más abundantes.

Para la comparación de insectos polinizadores por

especies entre franjas se realizó el análisis de varianza para las especies de mayor frecuencia en visitar las flores de las franjas de lavanda, yuyo y girasol. La comparación para el número total de las especies *A. mellifera*, *B. funebris*, *X. violácea*, *A. luteicauda*, *L. aripa*, *H. phyleus* y *Scaeva* sp, es altamente significativa ( $< 0,01$ ). Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternante en que las medias de las poblaciones de polinizadores que visitaron las flores de las tres franjas de plantas fueron diferentes. Los coeficientes de variación para cada una de las especies de polinizadores, con excepción de *X. violácea*, indican que la media aritmética del número de polinizadores por mata fue representativa; por lo tanto, el conjunto de datos fue homogéneo.

Entre los Himenópteros polinizadores registrados en las franjas de flores en estudio, las abejas melíferas *A. mellifera* tuvieron preferencia por las flores de lavanda, seguido por las de yuyo y girasol; siendo la diferencia entre los promedios de visitas en las tres franjas significativas. Las plantas atraen a los polinizadores mediante varias señales visuales, principalmente relacionadas con la visualización, el color, tamaño, forma de las flores. Cada señal es relevante para los polinizadores que buscan recompensas florales, polen y néctar (Descamps et al., 2021). De esta manera, las abejas discriminaron las flores de las franjas en estudio por el color de pétalos, demostrando preferencia por el mayor número de flores azul violeta de las lavanda; al respecto, Romero-González et al. (2020) reportan que las abejas melíferas tienen una preferencia natural por las flores magenta (De rojo púrpura al violeta). Las interacciones planta-polinizador tienen una influencia fundamental en la evolución de las flores. Las señales de color de las flores con frecuencia se ajustan a las capacidades visuales de polinizadores importantes como las abejas, pero se sabe muy poco sobre si la forma de la flor influye en las elecciones de los polinizadores (Howard et al., 2019). Los colores son señales florales que permiten a las abejas detectar, inspeccionar y discriminar flores en un mundo multitarea. Usan el color de las flores para encontrar recompensas en diversos contextos de búsqueda de alimento. También las abejas prefieren de forma innata colores de flores con mayor volumen de néctar, lo que sugiere un vínculo importante entre las señales de color, las preferencias de las abejas y las recompensas florales (Shrestha et al., 2020). Las abejas de mayor edad experimentan el color de las flores que actualmente aportan más néctar para encontrar flores de su misma especie, y esto depende de la discriminación exitosa de las flores (Lunau, 2016); pero lo que no se entiende bien es cómo perciben y ex-

perimentan patrones que se encuentran frecuentemente en flores con estructuras de colores (Hempel et al., 2022).

En cuanto al número de flores por planta, se observó que el mayor número de flores por mata en nuestro estudio correspondió a la lavanda seguido por yuyo y la menor a girasol. Este orden coincide con el número total promedio de visitas consignadas para las abejas en los resultados del presente experimento. Este hecho ya fue investigado por Kawarasaki y Hori (1999) quienes manifiestan que otro factor por la que una planta puede incrementar su atractivo para los polinizadores es producir una gran cantidad de flores. Hay muchos estudios que han demostrado que los polinizadores se sienten más atraídos por las especies con mayor número de flores. El menor número de visitas por minuto por las abejas fue a las cabezas florales de girasol, lo cual coincide con los estudios realizados por Mallinger et al. (2019) quienes mencionan que *A. mellifera* y los abejorros *Bombus* spp. fueron las menos frecuentes en visitar flores de girasol.

Los abejorros fúnebres *B. funebris* tuvieron el mayor número de visitas por minuto a las flores de las franjas de lavanda, seguido por las flores de girasol, con diferencia significativa de promedios ( $P < 0,05$ ); mientras que la franja de yuyo no fue visitada por abejorros. Esto en razón a que las flores del yuyo son muy pequeñas y *B. funebris* prefiere flores grandes, por lo que el tamaño de la flor también es un rasgo importante para la atracción de polinizadores. Las abejorros que visitan con mayor frecuencia flores más grandes tienen un tamaño corporal más grande y un comportamiento vibratorio obligatorio (Delgado et al. (2023), por lo que las especies de flores grandes de colores llamativos y de diferentes formas son más visitadas que las de flores pequeñas (Costa and Alfaro, 2013)

Los abejorros *X. violácea* al igual que *B. funebris* visitaron exclusivamente flores de las franjas de lavanda y girasol, con una diferencia promedio de visitas significativa (Tukey,  $P < 0,05$ ), con preferencia por flores de lavanda. Se observó que *X. violácea* es polinizador de flores grandes, abiertas y poco profundas, con abundante polen y néctar, por lo que no visitaron flores de yuyo. Como sus piezas bucales son del tipo lamedor, les permite succionar el néctar de flores largas y tubulares sin entrar en contacto con el polen de las flores.

El escarabajo *A. luteicauda* visitó las flores de las tres franjas, con un mayor número promedio de visitas en lavanda, seguido por girasol y yuyo, con diferencias estadísticas significativas entre los promedios. Se observó que *A. luteicauda* se encuentra frecuentemente alimentándose de polen en las flores por largos perio-



dos de tiempo, probablemente atraídos por los aromas que volatilizan las flores, durante la cual también copulan y ovopositan. Son polinizadores generalistas que visitan flores de plantas cultivadas y malezas.

Las mariposas blancas *L. aripa* tuvieron mayor número promedio de visitas a las flores amarillas y blancas de la franja de yuyo, seguida por flores de lavanda y girasol, con diferencias estadísticas significativas entre los promedios. [Arikawa et al. \(2021\)](#) demostraron que *L. aripa* utiliza la visión de los colores cuando busca flores para alimentarse, por lo que estas mariposas discriminan los estímulos visuales en función del contenido cromático, independientemente de la intensidad y tienen una verdadera visión del color. Por su parte (Muñoz-Galicia et al., 2021) reportan que estas mariposas tienen buenas habilidades de aprendizaje, lo que les permiten responder rápidamente a estímulos de diferentes colores. Los adultos se alimentan del néctar de flores de varias especies cultivadas y silvestres. Mientras que las larvas son plagas importantes en especies de plantas de la familia Brassicaceae como col, coliflor y brócoli, por lo que las hembras ovopositan de preferencia en dichos hospederos.

La mariposa amarilla *H. phyleus* tuvo mayor número promedio de visitas a las flores de la franja de yuyo, seguido por las flores de lavanda y girasol, con diferencia significativa entre los tres promedios (Turkey,  $P < 0,05$ ). Esto debido a que los adultos realizan vuelos erráticos sobre la vegetación baja como malezas y pastizales ubicados en las llanuras. Los adultos visitan una amplia variedad de flores y se alimentan de néctar, donde también se aparean. Usualmente predominan durante la temporada de lluvias; no obstante, también ocurren durante todo el año. Ovopositan en el envés de las hojas y tallos del hospedero. Si bien es cierto que los adultos de *H. phyleus* proporcionan servicios ecosistémicos como la polinizador, en estado larval es fitófago y en el Perú se considera como una plaga secundaria de arroz y otras especies de la familia Poaceae (Gramíneas).

Los adultos de *Scaeva* sp. (Díptera: Syrphidae) fueron los polinizadores con el mayor número de visitas en las flores amarillas y blancas de las franjas de yuyo y lavanda de flores azul-violeta, con diferencia significativa en relación a las flores de girasol; mientras tanto las larvas al igual que otros sírfidos son predadores principalmente de pulgones y forman parte del control biológico natural, produciendo doble servicio ecosistémico. Los sírfidos se encuentran entre los polinizadores más importantes, aunque atraen menos atención que las abejas. Estudios previos han demostraron que muestran preferencias de color por flores amarillas y

blancas que fueron las más visitadas, con un 37,7% de visitas a flores amarillas y un 31,3% a flores blancas. Según el reporte de [Li et al. \(2023\)](#) los servicios ecosistémicos de los sírfidos son especialmente importantes en cultivos hortícolas de alto valor, incluidas las cultivadas en condiciones de invernadero y se puede hacer liberaciones aumentativas de sírfidos criados en laboratorio para mejorar los rendimientos de cultivos hortícolas y al mismo tiempo garantizar un control eficaz no químico de plagas como pulgones.

En cuanto a la fluctuación poblacional de las especies de polinizadores que visitaron las franjas con mayor frecuencia, las abejas melíferas (*Apis mellifera*) al igual que otros polinizadores enfrentaron peligros continuos, incluida la disminución de su población debido a una serie de factores ambientales estresantes ([Fisher li et al., 2022](#)). También se presentan grandes variaciones temporales en la disponibilidad de recursos nutricionales (cantidad, calidad y diversidad) ([Di et al., 2016](#)). De esta manera la fluctuación poblacional de la abeja estuvo directamente influenciada por la disponibilidad de las flores. Sobre el particular, [Hung et al. \(2019\)](#) reportan que el número de abejas melíferas que visitaron especies de plantas aumentaba rápidamente con la abundancia de flores.

*A. luteicauda* tuvo el periodo más corto que permanecieron en las franjas de yuyo y girasol en relación a lavanda en que demoró más la senescencia de las flores. Se alimentó principalmente de polen, ya que es difícil que alcancen el néctar debido a sus cortas piezas bucales, por lo que buscan flores con polen de fácil acceso e iniciaron la alimentación después de la dehiscencia de los estambres hasta antes de la senescencia de las flores.

*Scaeva* sp. (Diptera: Syrphidae) aportó servicios ecosistémicos a los agroecosistemas mediante sus funciones de soporte como polinizadores de cultivos y predadores de plagas. Los adultos son importantes polinizadores con altas tasas de visitas florales, capaces de transportar polen y se estima que visitan al menos el 72% de los cultivos alimenticios a nivel mundial ([Doy-le et al., 2020](#)); en tanto que las larvas son predadores y forman parte del control biológico natural, disminuyendo sobre todo poblaciones de pulgones ([Dunn et al., 2020](#)).

De las observaciones y comparación de *Scaeva* sp. en las tres franjas podemos deducir que esta especie prefiere plantas de porte bajo con flores de color amarillo y blanco como el yuyo. Sobre el particular, [Azo'o et al. \(2022\)](#) consideran que las plantas de flores amarillas o blancas son las más atractivas para los sírfidos. Su actividad fue alta por la mañana y al atardecer, y

disminuyó al mediodía, lo que se atribuye a la mayor temperatura del aire y la menor humedad durante este período (Azo'o et al., 2022). Esto explica de alguna manera la baja población registrada en el presente estudio en que se evaluó al medio día.

Los abejorros *B. funebris* son uno de los principales polinizadores nativos en la región andina de Sudamérica (Mackin et al., 2021). Pero su disminución global está siendo impulsada por factores como las especies invasoras; específicamente *Bombus terrestris* ha invadido muchos países, desplazando y compitiendo con los abejorros nativos por recursos en muchos hábitats diferentes, lo que provoca la disminución de las poblaciones nativas (Barahona-Segovia et al., 2023). Otros factores que podrían afectar la población de *B. funebris* en el futuro es el cambio climático y algunas acciones antrópicas (Nascimento et al., 2022). La baja población del abejorro es probable a las altas temperaturas experimentadas en el otoño 2023 en la zona de estudio, atribuible al cambio climático que determinó temperaturas más altas que redujo los niveles de agua del suelo y como consecuencia, la disponibilidad de agua para las plantas. Lo que indujo a un estrés fisiológico que afectó el desarrollo y la producción floral, alterando el comportamiento de *B. funebris*. También se sabe que la temperatura afecta la emisión de aromas florales y el comportamiento de búsqueda de alimento por los polinizadores. Al respecto, (Höfer et al., 2021) experimentaron que los abejorros visitaban las plantas regadas con más frecuencia posiblemente como resultado de una mayor producción de néctar.

En general, la instalación de las franjas de flores representó una práctica eficaz que mantuvo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el agroecosistema de maíz. Como polinizadores se registraron los órdenes Hymenoptera, Lepidoptera, Díptera, Hemiptera y Coleoptera. Las franjas también sirvieron de importante refugio y fuente de alimentación a agentes de control biológico natural como chinches predadoras de las familias Anthocoridae, Nabidae, Miridae (Orden: Hemiptera), Coccinellidae, Carabidae (Orden: Coleoptera) y larvas de Syrphidae (Orden: Díptera). Al hacer una comparación de polinizadores a nivel de órdenes en la zona de estudio, los Hymenópteros de la familia Apidae fueron los principales polinizadores, tanto por la frecuencia de visitas como por el número de es-

pecies. El orden Coleoptera asociado a flores abiertas fue el segundo grupo en importancia, la familia Melyridae como polinizador y los Coccinellidae con doble servicio ecosistémico, como polinizador y predador de plagas. El orden Díptera con la familia Syrphidae con las especies *Scaeva* sp, y *Allograpta oblicua* no fueron menos importantes y brindaron doble servicio ecosistémico, los adultos como polinizadores y sus larvas como agentes del control biológico natural. Entre los lepidópteros, se registraron las mariposas polinizadoras de las familias Pieridae, Hesperidae y Nymphalidae que presentaron una población relativamente baja y su permanencia sobre las flores fue muy efímera; mientras tanto sus larvas son fitófagas y pueden convertirse en plagas reales.

## 5. Conclusiones

Se presenta por primera vez un inventario de insectos polinizadores para la zona central del Perú y se debe seguir evaluando en otras plantas polinizadoras. El orden Hymenoptera, con tres especies fue el dominante entre los polinizadores registrados. El inventario de insectos polinizadores que visitan flores en las plantas estudiadas facilitará una gestión específica para su conservación y protección en las franjas de flores. La instalación de franjas de lavanda, yuyo y girasol representó una práctica eficaz que mantuvo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en cultivo de maíz. La franja de malezas yuyo proporcionó en forma indirecta a los insectos predadores y parasitoides alimento, presas, hospederos y refugio. Si bien es cierto que las malezas pueden servir como hospederos alternantes a los insectos plagas que posteriormente pasan a los cultivos y ocasión daños directos o indirectos, en nuestro estudio ningunos de los lepidópteros polinizadores constituyeron plagas del cultivo de maíz. Sin embargo, es necesario investigar más sobre la interacción insecto-malezas-cultivos y evaluar franjas de flores en otros cultivos importantes del valle para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de los insectos. La mayor densidad poblacional de los polinizadores ocurrió a fines de mayo en plena floración de las franjas; en tanto que el maíz ya estaba en maduración, por lo que es importante también evaluar la siembra de las franjas en relación a la fenología del cultivo.

## Referencias

- Arikawa, K., Nakatani, Y., Koshitaka, H., & Kinoshita, M. (2021). Foraging Small White Butterflies, *Pieris Rapae*, Search Flowers Using Color Vision. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 650069. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.650069>

- Azo'o, M., Bissou Wangbara, B., & Jordaens, K. (2022). Diversity of flower-visiting hoverflies (Diptera: Syrphidae) on ground cover vegetation from the marketgardening area of Meskine (FarNorth Region, Cameroon). *African Journal of Ecology*, 60(1), 58-66. <https://doi.org/10.1111/aje.12922>
- Balfour, N. J., Castellanos, M. C., Goulson, D., Philippides, A., & Johnson, C. (2022). DoPI: The Database of Pollinator Interactions. *Ecology*, 103(11), e3801. <https://doi.org/10.1002/ecy.3801>
- Benachour, K. (2017). Insect Visitors of Lavender (*Lavandula officinalis* L.): Comparison of Quantitative and Qualitative Interactions of the Plant with Its Main Pollinators. *African Entomology*, 25(2), 435-444. <https://doi.org/10.4001/003.025.0435>
- Bergholz, K., Sittel, L.-P., Ristow, M., Jeltsch, F., & Weiss, L. (2022). Pollinator guilds respond contrastingly at different scales to landscape parameters of land-use intensity. *Ecology and Evolution*, 12(3), e8708. <https://doi.org/10.1002/ece3.8708>
- Delgado, T., Leal, L. C., El Ottra, J. H. L., Brito, V. L. G., & Nogueira, A. (2023). Flower size affects bee species visitation pattern on flowers with poricidal anthers across pollination studies. *Flora*, 299, 152198. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2022.152198>
- Di, G., Alaux, C., Le Conte, Y., Odoux, J.-F., Pioz, M., Vaissière, B. E., Belzunces, L. P., & Decourtye, A. (2016). Variations in the Availability of Pollen Resources Affect Honey Bee Health (W. Blenau, Ed.). *PLOS ONE*, 11(9), e0162818. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162818>
- Doyle, T., Hawkes, W. L. S., Massy, R., Powney, G. D., Menz, M. H. M., & Wotton, K. R. (2020). Pollination by hoverflies in the Anthropocene. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287(1927), 20200508. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.0508>
- Dunn, L., Lequerica, M., Reid, C. R., & Latty, T. (2020). Dual ecosystem services of syrphid flies (Diptera: Syrphidae): Pollinators and biological control agents. *Pest Management Science*, 76(6), 1973-1979. <https://doi.org/10.1002/ps.5807>
- Fisher, A., Glass, J. R., Ozturk, C., DesJardins, N., Raka, Y., DeGrandi-Hoffman, G., Smith, B. H., Fewell, J. H., & Harrison, J. F. (2022). Seasonal variability in physiology and behavior affect the impact of fungicide exposure on honey bee (*Apis mellifera*) health. *Environmental Pollution*, 311, 120010. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120010>
- Hempel, N., Holtze, S., Bäucker, C., Sprau, P., & Vorobyev, M. (2022). The role of colour patterns for the recognition of flowers by bees. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 377(1862), 20210284. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0284>
- Howard, S. R., Shrestha, M., Schramme, J., Garcia, J. E., Avargués-Weber, A., Greentree, A. D., & Dyer, A. G. (2019). Honeybees prefer novel insect-pollinated flower shapes over bird-pollinated flower shapes (D. Baracchi, Ed.). *Current Zoology*, 65(4), 457-465. <https://doi.org/10.1093/cz/zoy095>
- Hung, K.-L. J., Kingston, J. M., Lee, A., Holway, D. A., & Kohn, J. R. (2019). Non-native honey bees disproportionately dominate the most abundant floral resources in a biodiversity hotspot. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1897), 20182901. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2901>
- Joedecke, V., Stier, H., & Ruttensperger, U. (2021). Evaluation of Pollinator Friendliness of an Ornamental Aromatic Planting Concept. *Acta Horticulturae*, (1327), 329-334. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1327.44>
- Kawarasaki, S., & Hori, Y. (1999). Effect of flower number on the pollinator attractiveness and the threshold plant size for flowering in *Pertya triloba* (Asteraceae). *Plant Species Biology*, 14(1), 69-74. <https://doi.org/10.1046/j.1442-1984.1999.00008.x>
- Kudrnovsky, H., Ellmauer, T., Götzl, M., Paternoster, D., Sonderegger, G., Schwaiger, E., & Erhard, M. (2020). Report for a list of Annex I habitat types important for Pollinators. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11017.67689>
- Li, H., Wyckhuys, K. A. G., & Wu, K. (2023). Hoverflies Provide Pollination and Biological Pest Control in Greenhouse-Grown Horticultural Crops. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1118388. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1118388>
- Lowe, E. B., Groves, R., & Gratton, C. (2021). Impacts of field-edge flower plantings on pollinator conservation and ecosystem service delivery: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 310, 107290. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107290>

- Lunau, K. (2016). Flower Colour: How Bumblebees Handle Colours with Perceptually Changing Hues. *Current Biology*, 26(6), R229-R231. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.02.004>
- Mackin, C. R., Peña, J. F., Blanco, M. A., Balfour, N. J., & Castellanos, M. C. (2021). Rapid evolution of a floral trait following acquisition of novel pollinators (I. Bartomeus, Ed.). *Journal of Ecology*, 109(5), 2234-2246. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13636>
- Mallinger, R. E., Bradshaw, J., Varenhorst, A. J., & Prasifka, J. R. (2019). Native Solitary Bees Provide Economically Significant Pollination Services to Confection Sunflowers (*Helianthus annuus* L.) (Asterales: Asteraceae) Grown Across the Northern Great Plains. *Journal of Economic Entomology*, 112(1), 40-48. <https://doi.org/10.1093/jee/toy322>
- Mg, D., Khan, M. S., Kumar, G., & Udikeri, A. (2023). Pollinator interaction with selected weeds flora, Asteraceae, in the context of land use. *Oriental Insects*, 57(3), 935-950. <https://doi.org/10.1080/00305316.2022.2164373>
- Muhammad, W. (2021). Pollinator Community of Sunflower (*Helianthus Annus* L.) and Its Role in Crop Reproductive Success. *Asian Journal of Agriculture and Biology*. <https://doi.org/10.35495/ajab.2020.07.398>
- Nascimento, A. C., Montalva, J., Ascher, J. S., Engel, M. S., & Silva, D. P. (2022). Current and future distributions of a native Andean bumble bee. *Journal of Insect Conservation*, 26(4), 559-569. <https://doi.org/10.1007/s10841-022-00395-2>
- Romero-González, J. E., Solvi, C., & Chittka, L. (2020). Honey bees adjust colour preferences in response to concurrent social information from conspecifics and heterospecifics. *Animal Behaviour*, 170, 219-228. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2020.10.008>
- Sanchez, J., Carrasco, A., La Spina, M., Pérez-Marcos, M., & Ortiz-Sánchez, F. (2019). How Bees Respond Differently to Field Margins of Shrubby and Herbaceous Plants in Intensive Agricultural Crops of the Mediterranean Area. *Insects*, 11(1), 26. <https://doi.org/10.3390/insects11010026>
- Sentil, A., Wood, T. J., Lhomme, P., Hamroud, L., El Abdouni, I., Ihsane, O., Bencharki, Y., Rasmont, P., Christmann, S., & Michez, D. (2022). Impact of the Farming With Alternative Pollinators Approach on Crop Pollinator Pollen Diet. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 824474. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.824474>
- Shrestha, M., Garcia, J. E., Burd, M., & Dyer, A. G. (2020). Australian native flower colours: Does nectar reward drive bee pollinator flower preferences? (R. M. Borges, Ed.). *PLOS ONE*, 15(6), e0226469. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226469>
- Yvoz, S., Cordeau, S., Ploteau, A., & Petit, S. (2021). A framework to estimate the contribution of weeds to the delivery of ecosystem (dis)services in agricultural landscapes. *Ecological Indicators*, 132, 108321. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108321>