

# CONAMA 2024

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales.



# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

**Autor Principal:** Carlos Fernández-Álvarez

**Otros autores:** Fernando Blanca Chana (Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat GREFA); José Fernando Garcés Toledano (Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat GREFA); Lorena Hernández-Garavís (Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat GREFA); Félix Torres González (Universidad de Salamanca).

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	2
Área de estudio .....	2
Toma de datos.....	4
Análisis estadístico .....	6
4. Resultados.....	6
Análisis por especies .....	6
Análisis por tipos de alimentación .....	8
Análisis por gremios de nidificación.....	9
Análisis del cambio en la comunidad respecto al periodo y borde .....	10
5. Discusión .....	13
6. conclusiones.....	14
7. Bibliografía .....	14
8. AGRADECIMIENTOS .....	16
9. Anexo .....	16

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

## 1. INTRODUCCIÓN

Ante las condiciones ambientales que ofrece la península ibérica, como el clima mediterráneo y la proximidad al continente africano, la biodiversidad de abejas responde con una cifra algo superior a 1.100 especies, Este fenómeno la posiciona como una de las regiones con mayor riqueza de abejas a nivel mundial (Sánchez *et al.*, 2018).



**Figura 1.** De arriba abajo y de izquierda a derecha: *Hoplitis* sp. *Nomada agrestis* macho, *Nomada agrestis* hembra, *Ceratina* sp.

La agricultura ocupa una parte significativa del territorio mundial, con alrededor del 50% del territorio español dedicado a esta actividad (Meeus *et al.*, 2018), lo que simplifica el paisaje y afecta a muchos organismos (Altieri *et al.*, 2007). En los monocultivos, las abejas silvestres enfrentan amenazas como la pérdida de hábitat, la fragmentación y la toxicidad ambiental (Kremen *et al.*, 2004; Burkle *et al.*, 2013; Kline *et al.*, 2020), lo que está provocando un declive en sus poblaciones. En regiones templadas, el 78% de las plantas fanerógamas dependen de polinizadores (Ollerton *et al.*, 2011), pero las poblaciones de abejas silvestres en áreas de monocultivo son insuficientes (Potts *et al.*, 2006). La restauración de hábitats naturales en áreas agrícolas podría mejorar los servicios ecosistémicos de los polinizadores y aumentar la producción de cultivos (Kremen *et al.*, 2004).

Medidas como la creación de lindes y setos proporcionan alimento y refugio para las abejas silvestres, siendo crucial para su establecimiento estable (Kremen *et al.*, 2004). Algunas estrategias para mejorar este servicio incluyen ampliar los sitios de nidificación, mejorar la conectividad de hábitats y reducir el uso de pesticidas. También se han propuesto incentivos económicos para los agricultores que implementen prácticas agroecológicas (Klein *et al.*, 2007; Vaughan *et al.*, 2015). En 2022, la Unión Europea implementó el "programa de Superficies de Interés Ecológico (SIE)" dentro de la PAC, ofreciendo incentivos para promover el barbecho, el uso de leguminosas y la diversidad de cultivos.

Este estudio, realizado en Villalar de los Comuneros (Valladolid), se enfoca en promover un ecosistema adecuado para los insectos polinizadores mediante la creación de bordes florales y parches de vegetación con floración de interés para la entomofauna y sitios de nidificación adicionales. El objetivo principal es evaluar la biodiversidad de las abejas silvestres en estos

# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

campos y el efecto del manejo agroecológico, aunque se sugiere que una investigación a largo plazo sería necesaria para obtener resultados más precisos.

## 2. OBJETIVOS

Se aborda el estudio de las abejas silvestres recolectadas en bordes de extensiones de cultivo con presencia de parches florales y su identificación con los siguientes objetivos:

1. Conocer la biodiversidad de abejas silvestres en un ecosistema agrícola ubicado en Villalar de los Comuneros (Valladolid) mediante su identificación a nivel de especie.
2. Estudiar el posible efecto que realiza el parche de vegetación melífera en la riqueza y abundancia de especies para cada uno de los bordes de cultivo muestreados a distintas distancias de dicho parche.
3. Conocer la influencia que puede generar el parche de vegetación melífera en la relación entre los tipos de alimentación que se observa en las abejas silvestres.
4. Observar el efecto del parche de vegetación melífera sobre los gremios de nidificación que presentan las abejas silvestres.
5. Examinar el efecto que tiene el mes de muestreo y el borde en la composición en riqueza y abundancia de la comunidad de abejas solitarias.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo se realizó en el marco de los trabajos de seguimiento, de la restauración de una parcela de 4,34 Ha en el municipio vallisoletano de Villalar de los Comuneros. Esta parcela, antes tierra de labor en su parte norte y humedal con pastizal en el oeste y sur de la misma, sufrió un profundo proceso de degradación ambiental tras la concentración parcelaria, cuando las pequeñas lagunas que albergaba se desecaron y se rellenaron sus cubetas y buena parte de la superficie de la finca con escombros y todo tipo de residuos urbanos. Tras los trabajos de desescombro y movimiento de tierras llevados a cabo por el Ayuntamiento de Villalar y GREFA en el año 2021, se acometieron toda una serie de actuaciones con el fin de recuperar parte del pequeño ecosistema que en su día supuso la finca. Entre otras acciones, se acondicionó parte de la parcela como terreno agrícola, se plantaron diferentes especies de arbustos autóctonos en sus lindes, se implantó un pequeño viñedo y una zona de árboles frutales y también se sembraron diferentes parches de vegetación melífera y varias bandas multifuncionales.



# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales



**Figura 2.** Algunas imágenes del proceso de retirada de residuos y movimiento de tierras para la restauración de la parcela.



**Figura 3.** Imagen de la parcela en su primer año cultivada tras la restauración. Se pueden observar dos micro parcelas de cultivo de centeno y cebada, separadas por una banda multifuncional.

## Toma de datos

Se muestrearon 4 bordes de cultivo (3 pertenecientes a la parcela “Pozas de Villalar” y otro fuera de la parcela de estudio). La distancia entre las parcelas era de 1,8 km. La metodología utilizada consistió en realizar transectos lineales de 50 metros a lo largo del borde durante 40 minutos con una influencia de 4 metros con captura activa mediante el uso de una manga entomológica, siendo según Gemmill-Herren *et al.* (2020) una de las formas más efectivas de determinar qué especies de abejas aparecen en las áreas de estudio. Los ejemplares fueron sacrificados con acetato de etilo para su posterior montaje en el laboratorio. Este proceso fue llevado a cabo entre los meses de marzo y julio de 2023 ambos incluidos, con un total de 9 jornadas de muestreos con aproximadamente una periodicidad de 15 días (evitando las condiciones meteorológicas adversas).



**Figura 4.** Detalle de la estructura de las distintas parcelas estudiadas, arriba la parcela “Pozas de Villalar” y abajo la parcela de cultivo más alejada. Mapa realizado con QGIS (V-3.32).



# CONAMA 2024

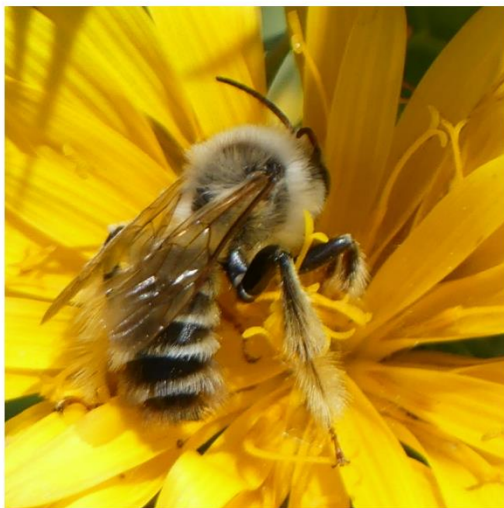
Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

A lo largo de cada transecto se capturaron todos los individuos de abejas que empleaban los bordes como recurso alimenticio o como zona de paso. Una vez montados y etiquetados adecuadamente, los ejemplares se identificaron hasta nivel de morfotipo con la ayuda de claves entomológicas y un microscopio estereoscópico (LEICA modelo S Apo Stereozoom 1.0 x 8.0 x). La identificación a nivel específico está en proceso debido a su complejidad.

Para el análisis de datos se han tenido en cuenta dos características biológicas de cada ejemplar, tipo de alimentación y tipo de nidificación:

- Con respecto al tipo de alimentación se ven dos grupos mayoritarios diferenciados: poliléticas con un pecoreo más generalista y oligoléticas si sus visitas se ven limitadas a un género o grupo de géneros afines de la flora presente en el entorno. (Fig.4).

## Oligolética



*Dasypoda cf. visnaga*

## Polilética

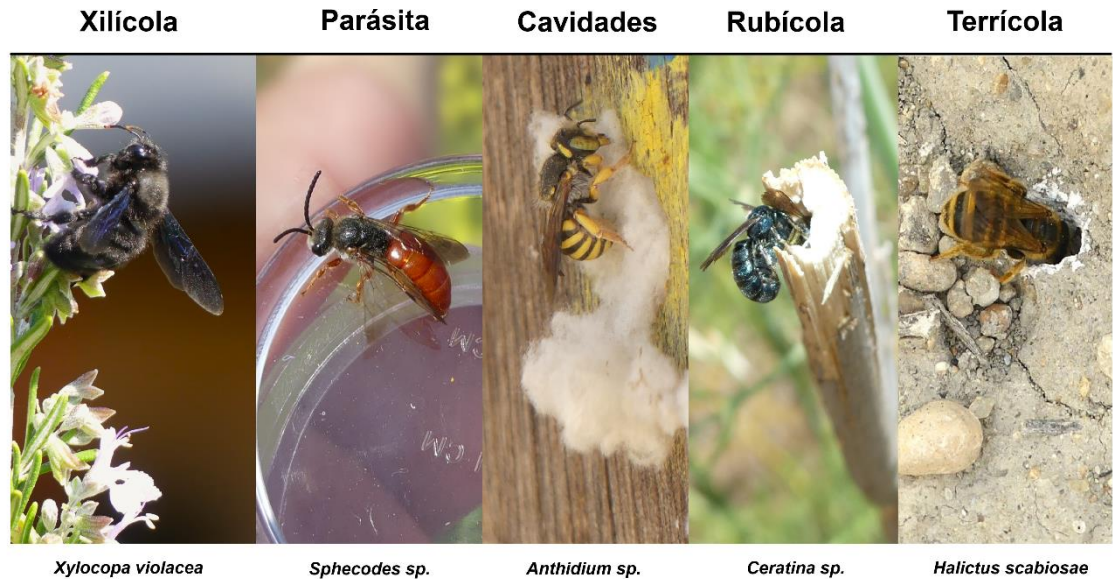


*Halictus scabiosae*

**Figura 5.** Fotografía de un ejemplar oligolético (*Dasypoda cf. visnaga*) a la izquierda y un ejemplar polilético (*Halictus scabiosae*) a la derecha.

- Atendiendo al gremio nidificador, se ha dividido el total de individuos en cinco gremios: “terricolas” cuando construyen los nidos en el suelo; “cavidades” aquellas especies que construyen sus nidos en galerías o cavidades ya preestablecidas acondicionándolas según sus requerimientos; “parásitas” especies capaces de utilizar los nidos y recursos de otras abejas silvestres para realizar sus puestas; “rubícolas”, las especies que construyen sus nidos aprovechando la médula blanda de ramas vegetales (i.e. zarzas o saúcos) y “xilícolas” especies capaces de construir los nidos en maderas duras. Estas dos últimas estrategias de nidificación se tomaron en cuenta como una sola a la hora de analizarlas dada la baja representación que presentaban (Fig. 5)

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales



**Figura 6.** Representación fotográfica de un individuo de cada uno de los gremios: *Xylocopa violacea* xilícola, *Sphecodes sp.* parásita, *Anthidium sp.* cavidades, *Ceratina sp.* rubícola y *Halictus scabiosae* terrícola.

## Análisis estadístico

Con el programa “Species Diversity & Richness IV” se han calculado varios índices estadísticos para conocer la composición de las muestras de cada borde. Mediante el índice de Shannon se ha comprobado la diversidad y uniformidad de las especies, con el índice de Simpson se observó la posible dominancia de alguna especie en la comunidad. La riqueza de especies con relación al tamaño de la muestra se ha comprobado con el índice de Margalef y mediante el índice de Pielou se ha analizado la uniformidad de la abundancia de los individuos en las especies.

Se ha empleado el software R para obtener la proporción de especies en cada borde y con chi cuadrado se analizó si el gremio nidificador o el tipo de alimentación mostraban alguna dependencia con el borde.

Además, se analizó si la riqueza y abundancia de especies muestran diferencias a lo largo del periodo muestreado (muestreo quincenal de marzo a julio) y en los bordes mediante el empleo de modelos lineales. Se comprobó homogeneidad y homocedasticidad de los residuos.

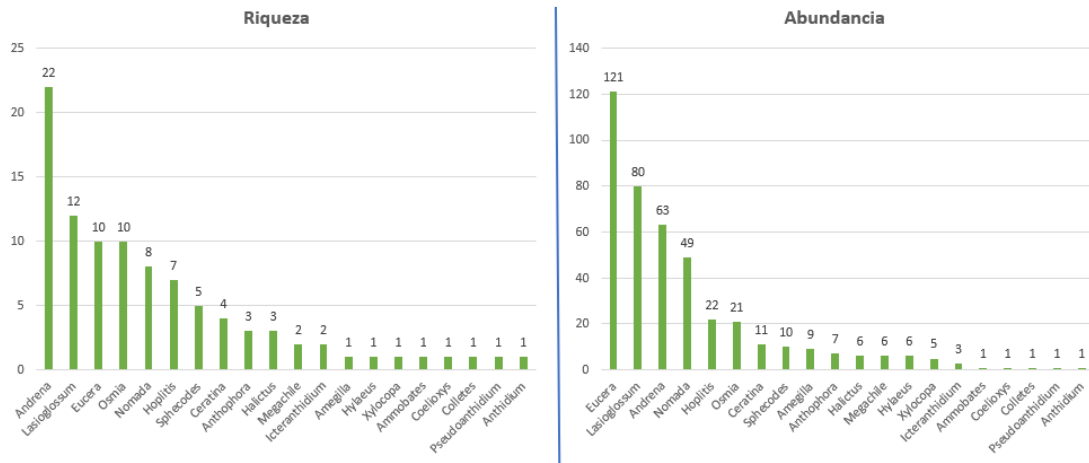
## 4. RESULTADOS

### Análisis por especies

Se recolectaron un total de 425 ejemplares que se engloban en 96 morfogrupos repartidas en 21 géneros. La identificación a nivel de especie sigue en proceso dada su complejidad.



## Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales



**Figura 7.** Representación de la riqueza de especies (S) y abundancias de los 21 géneros recolectados.

Correspondiente al análisis de la riqueza y abundancia, destaca el género *Eucera*, con 121 individuos distribuidos en 10 especies (Fig.6), acompañado de géneros como *Lasioglossum* con una abundancia y riqueza destacables, *Andrena* un género muy diverso y abundante con un total de 22 especies recolectadas para este estudio —siendo el que más especies presenta— y *Nomada*, género de abejas celptoparásitas también muy diversificado en la península ibérica. En el otro extremo, géneros como *Ammobates*, *Coelioxys*, *Colletes*, *Pseudoanthidium* y *Anthidium* aparecieron de una manera más esporádica obteniéndose un ejemplar para cada uno de los géneros.

Aumentando la resolución a nivel específico, con una abundancia de 61 ejemplares recolectados, destaca *Eucera morfo1*. Acompañado de otras especies abundantes como *Lasioglossum morfo2*, *Nomada morfo2* con 40 individuos, representadas en la figura 7.



**Figura 8.** Representación fotográfica (no a escala) de las especies más abundantes: *Eucera morfo1*, *Lasioglossum morfo2* y *Nomada morfo2*.

# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

Se obtuvieron aplicando los índices de biodiversidad los resultados obtenidos para cada uno de los bordes, recogidos en la tabla 1.

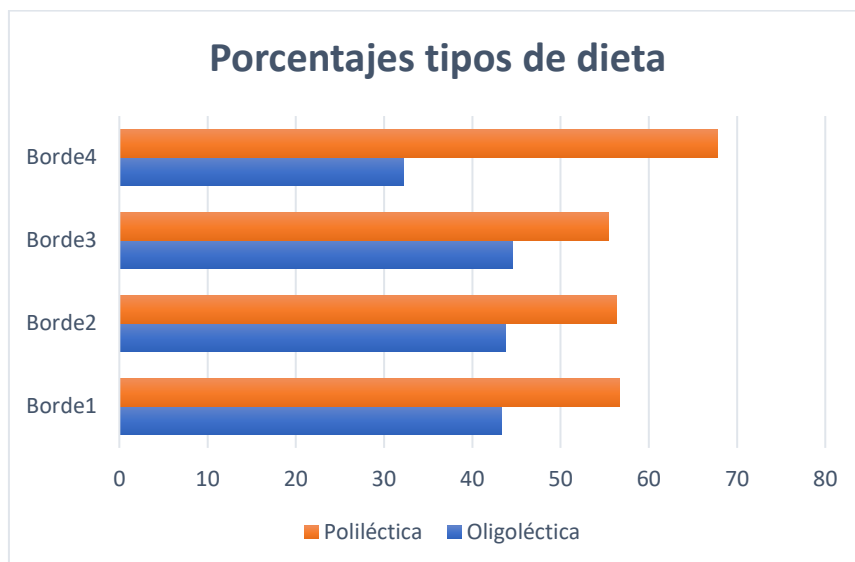
**Cuadro 1.** Estadística descriptiva para cada borde muestreado. “N” representa la abundancia total de abejas encontradas y “S” la riqueza de especies.

	N	S	SHANNON	SIMPSONS	MARGALEF	PIELOU
<b>BORDE1</b>	120	41	3,22	0,31	8,35	0,70
<b>BORDE2</b>	151	51	3,14	0,32	9,97	0,69
<b>BORDE3</b>	92	33	3	0,33	7,08	0,66
<b>BORDE4</b>	62	30	2,93	0,34	7,03	0,64

Podemos observar en la Tabla 1 que el índice de Shannon indica que los bordes cercanos al parche tienen mayor probabilidad de encontrar nuevas especies, mientras que el índice de Simpson revela una mayor dominancia de algunas especies en los bordes alejados. El índice de Margalef confirma que el borde 2 tiene la mayor riqueza de especies, aunque no considera cuántos individuos hay de cada especie. Finalmente, el índice de Pielou indica que, en los bordes más cercanos, los individuos están distribuidos de forma más equitativa entre las especies, mientras que los bordes más lejanos muestran una distribución más desigual.

## Análisis por tipos de alimentación

Se comprobó la composición de los dos gremios de abejas silvestres que aparecen en cada borde.



**Figura 9.** Representación de los porcentajes de especies que representan cada dieta (oligoléctica y poliléctica) en los distintos bordes muestreados.

Según los gremios de alimentación (poliléctica u oligoléctica), se observa que en los bordes 1 2 y 3 tienen una distribución muy similar, con un 50% para especies polilécticas y en torno al 45% de oligolécticas. Sin embargo, la relación entre estos dos tipos de alimentación en el borde 4

# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

está más desequilibrada con un porcentaje para especies poliléticas del 70% y el correspondiente 30% para las oligoléticas.

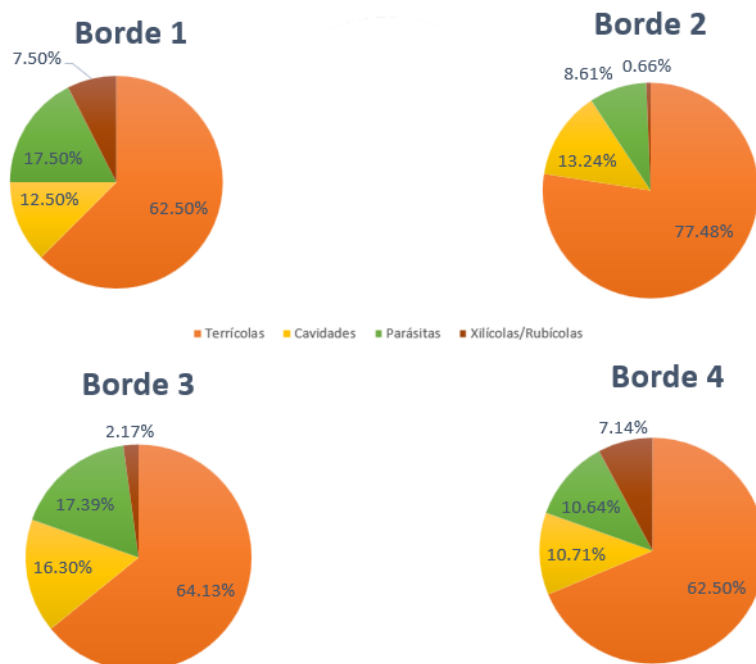
**Cuadro 2.** Análisis Chi<sup>2</sup> de las frecuencias esperadas y observadas en la aparición de especies según su dieta para cada borde.

Chi <sup>2</sup>		Borde 1	Borde 2	Borde 3	Borde 4
Oligolética	Esperada	50,541	63,498	38,748	26,113
	Observada	52	66	41	20
Polilética	Esperada	69,459	87,402	53,252	35,887
	Observada	68	85	51	42

En cuanto a los resultados del análisis de chi cuadrado, no muestran dependencia entre el tipo de alimentación y los bordes ( $\chi^2 = 2,9279$ ,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0,4029$ ), siendo las frecuencias observadas y esperadas similares en cada borde (Tabla 2).

## Análisis por gremios de nidificación

En primera estancia se analizó cada borde la representación calculada para cada borde.



**Figura 10.** Representación de los porcentajes de los gremios nidificadores presentes en cada borde de muestreo

Según el tipo de gremio nidificador (xilícola-rubicola, parásita, terrícola y ocupante de cavidades) se observa en todos los bordes una estructura similar, siendo las terrícolas más abundantes. También se puede destacar que, aunque las especies xilícolas/rubícolas son las menos abundantes en los bordes, en el caso del borde 2 la presencia es muy pequeña.

# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

**Cuadro 3.** Análisis Chi 2 de las frecuencias esperadas y observadas en la aparición de especies según su biología de nidificación para cada tipo de borde

Chi <sup>2</sup>		Borde 1	Borde 2	Borde 3	Borde 4
Terrícola	Esperada	81,909	103,069	62,797	38,224
	Observada	75	117	59	35
Cavidad	Esperada	16,038	20,181	12,260	7,484
	Observada	15	20	15	6
Parásita	Esperada	17,470	21,983	13,394	8,153
	Observada	21	13	16	11
Rubícola/Xilícola	Esperada	4,582	5,766	3,513	2,138
	Observada	9	1	2	4

Se han obtenido una superior numérica de abundancia de ejemplares notable para las abejas terrícolas, destacando en el borde de cultivo 2 con una abundancia muy superior al compararla tanto con otros bordes, como con los otros gremios nidificadores. La categoría de parásitas y ocupantes de cavidades siguen una proporción muy similar, diferenciándose las rubícolas/xilícolas con una representación baja en todos los bordes, exceptuando el 1. Aunque hay diferencias entre las frecuencias observadas y esperadas, no son lo suficientemente amplias para determinar un resultado significativo.

## Análisis del cambio en la comunidad respecto al periodo y borde

**Cuadro 4.** Resultados del análisis ANOVA para la riqueza y abundancia con respecto a las variables independientes “mes” y “borde”

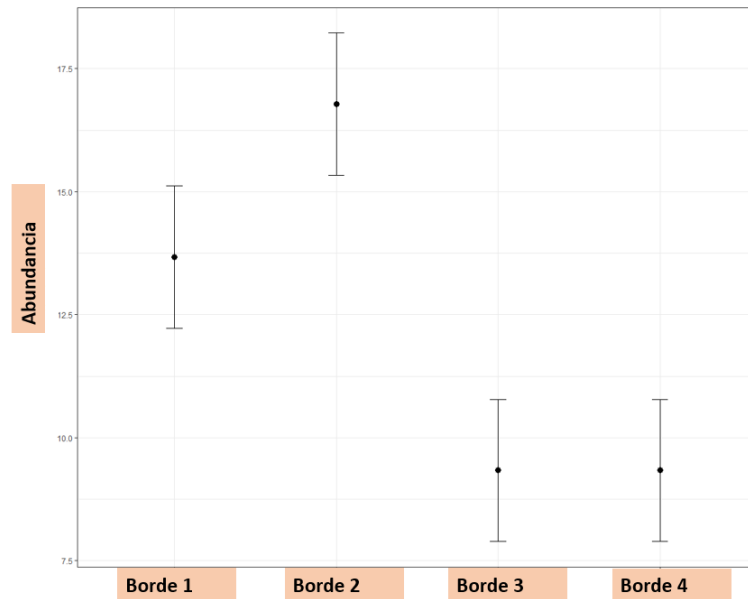
	Variable independiente	D.F	F	P-valor
Riqueza	Mes	8	1,026	0,444
	Borde	3	2,011	0,139
Abundancia	Mes	8	0,897	0,534
	Borde	3	6,290	<b>0,003**</b>

Por medio de (\*\*) se indica el resultado con diferencias significativas

Analizando si las medias de riqueza y abundancia de estos polinizadores cambia a lo largo del tiempo de recolección y de cada borde se observa que la riqueza no se ve afectada en dichas variables, pero la abundancia muestra diferencias significativas con respecto al tipo de borde (borde 4).

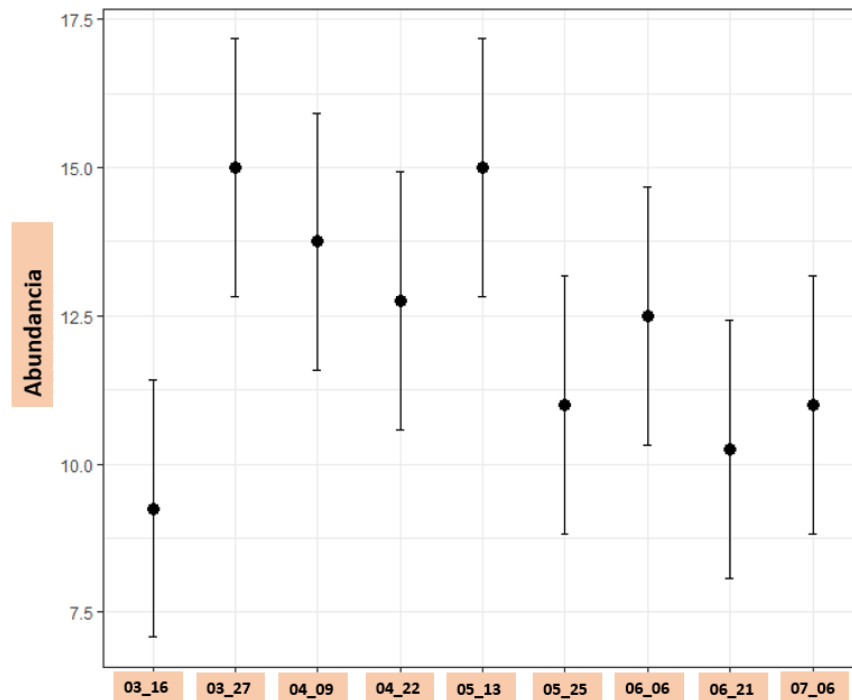


Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales



**Figura 11.** Representación del valor medio estimado y el error estándar de la abundancia de las especies en cada borde

Las diferencias encontradas en la abundancia de especies y los bordes se pueden explicar por los bordes más alejados del parche de vegetación melífera (bordes 3 y 4) obteniendo en conjunto un p-valor = 0,003 (Fig. 10).



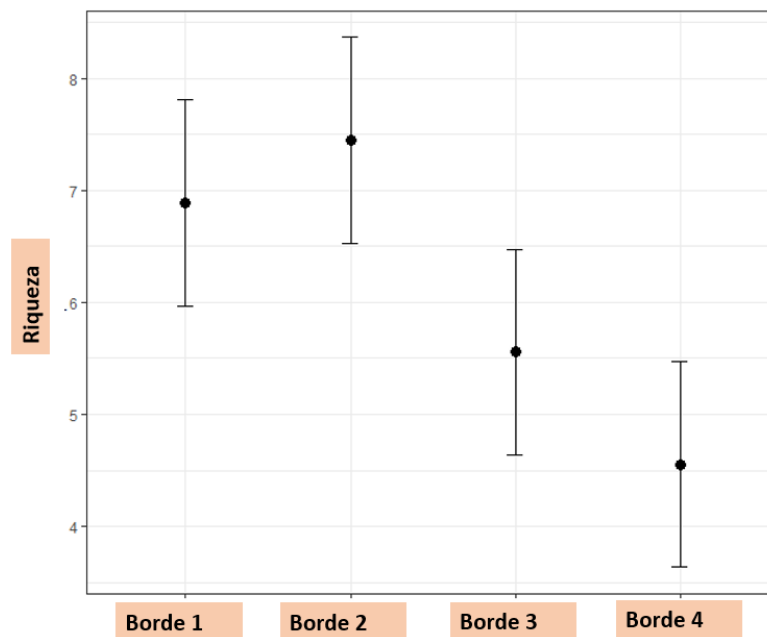
**Figura 12.** Representación del valor medio estimado y el error estándar de la abundancia de especies con relación al mes muestreado

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

Con respecto a los análisis de abundancias según el periodo de muestreo se puede ver que el mes de marzo representa una menor abundancia de abejas silvestres, disparándose el resultado en abril y mayo. En este caso a diferencia de lo ocurrido con la riqueza no se aprecia un aumento en las abundancias a medida que avanzan los meses de estudio. (Fig. 11)

Para ver la influencia que tiene el mes en el que se recojan los datos, se han realizado análisis pertinentes para el ANOVA que relaciona la riqueza con los meses muestreados y el tipo de borde (Fig. 12 y Fig. 13).

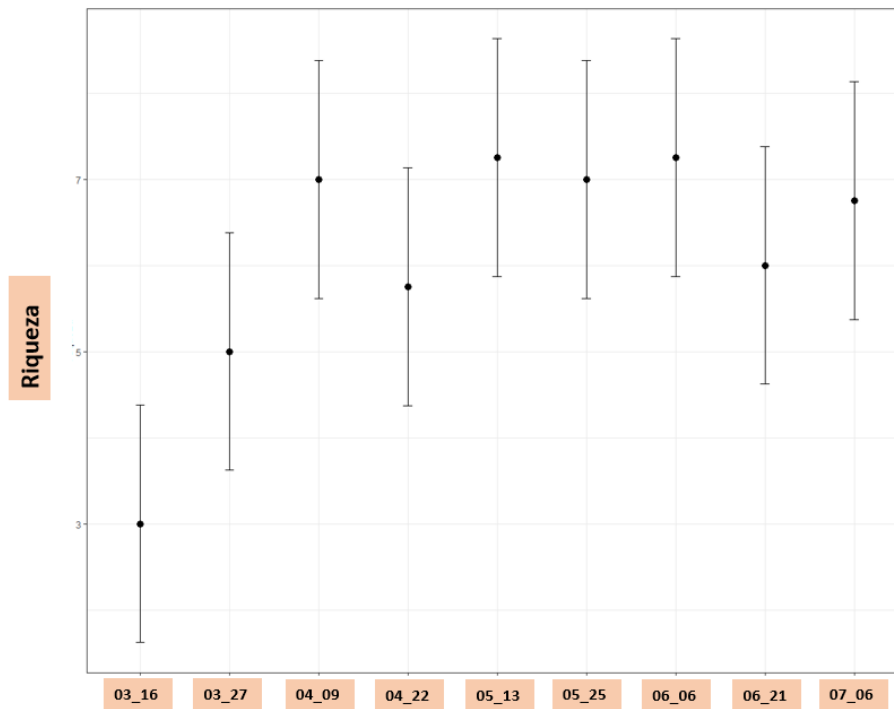
Para la riqueza, aunque no aparecen diferencias significativas entre los bordes, las tendencias observadas son similares a las de la abundancia (Fig. 10).



**Figura 13:** Representación del valor medio y el error estándar de la riqueza de las especies con respecto al tipo de borde

En el gráfico (Fig. 12), se observa que tanto el borde 1 como el borde 2 siguen mostrando unos valores más alto que los bordes 3 y 4; sin embargo, el borde 3 en este caso presenta una mayor similitud con los dos primeros, no siendo tan evidentes las diferencias por pares que muestra el análisis de la abundancia (Fig. 11). No obstante, el borde 4 sigue siendo, aunque en este caso de una manera más alejada del borde 3, el que menos riqueza presenta.

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales



**Figura 14:** Representación del valor medio y el error estándar de la riqueza de especies en relación con el mes muestreado

Aunque los resultados no muestran diferencias significativas entre los meses estudiados y la riqueza de especies, sí se puede observar que a lo largo del período de estudio existe una desde los datos obtenidos en marzo con respecto a la obtenida en los meses posteriores.

Se aprecia (Fig. 13) cómo el mes de marzo es en el que menos especies de abejas silvestres se registraron en contraposición con el mes de mayo, mes en el que se registró el mayor número de especies, seguido de la primera quincena del mes de junio, mientras que en la segunda quincena disminuyó la diversidad de especies de este mes.

## 5. DISCUSIÓN

El estudio mostró que *Eucera morfo1*, un género común en el Mediterráneo (Shebl, 2016), fue de las más representadas y huésped de algunas especies del género cleptoparásito *Nomada*, abundante en el estudio. También se observó una alta abundancia de *Lasioglossum morfo2*, lo cual puede explicarse por la variabilidad de comportamientos dentro de este género, desde solitarios hasta eusociales (Gibbs, 2011). Con respecto a los géneros vistos de una manera más esporádica, aumentar el esfuerzo de muestreo en los meses posteriores podría dar una información más detallada sobre ellos.

La implementación de bandas multiflorales que ofrecen recursos florales durante todo el año favorece tanto a las abejas poliléticas como a las oligoléticas, siendo estas más vulnerables a

# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

las perturbaciones, como los cambios en la fenología de sus plantas nutricias (Winfree, 2010). La heterogeneidad de recursos florales es clave para la conservación de estas abejas, como se evidenció en la reducción de riqueza y abundancia en los bordes más alejados del parche de vegetación (Ritchie et al., 2016). La dependencia de las abejas del polen y néctar implica que la riqueza y abundancia de sus especies están directamente relacionadas con la estabilidad de las comunidades florísticas (Potts et al., 2006; Goulson et al., 2015).

Los resultados confirman que el parche de vegetación influye claramente en la comunidad de abejas solitarias al proporcionar un recurso floral constante. Además, el entorno en el que se desarrollan estas comunidades afecta la aparición de especies con comportamientos de nidificación específicos (Bosch et al., 1993). La mayoría de las especies observadas presentan un comportamiento nidificador terrícola, probablemente debido a la falta de sitios adecuados para las abejas que anidan en cavidades (Winfree, 2010; Burkle, 2013). Proporcionar sitios adicionales para estas abejas podría mitigar el impacto del uso del suelo sobre sus poblaciones (Vaughan et al., 2015).

Aunque no se encontraron variaciones significativas en riqueza y abundancia entre los meses muestreados, sería recomendable extender el muestreo a varios años para evitar que condiciones ambientales específicas, como la sequía primaveral, influyan en los resultados. No obstante, los análisis sí mostraron un aumento en la abundancia de abejas, probablemente debido a la disponibilidad constante de recursos florales durante todo el período de actividad.

Finalmente, para la restauración o conservación de la biodiversidad local, es fundamental seleccionar adecuadamente las especies de plantas que se utilizarán, ya que las abejas no visitan las flores de manera aleatoria (Kuppler et al., 2023). Esto es especialmente relevante para las numerosas especies oligolécticas presentes en la península ibérica.

## 6. CONCLUSIONES

1. A medida que se aumenta la distancia al parche de vegetación melífera disminuye la riqueza, la abundancia y equidad de la comunidad de abejas silvestre
2. La influencia del parche de vegetación melífera se traduce en una mayor abundancia de abejas silvestres en los bordes más cercanos, aunque esta diferencia no se encontró en la riqueza observada.
3. No se han obtenido resultados que indiquen una influencia del mes de recolección en la riqueza y la abundancia de especies, pero si es destacable que el mes con menos riqueza y abundancia fue el primero (marzo).
4. Para conseguir una mayor certeza en los resultados y su interpretación, así como para evitar el posible efecto de las condiciones ambientales extremas que pueden cambiar de un año a otro, se aconseja un aumento en los años de muestreo

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ❖ Altieri, M., & Nicholls, C. (2007). Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas (Vol. 2). Icaria editorial.



# CONAMA 2024

## Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

- ❖ Burkle, L., Marlin, J., & Knight, T., (2013). Plant-pollinator interactions over 120 years: loss of species, co-occurrence, and function. *Science*, 339(6127): 1611-1615.
- ❖ Gemmill-Herren, B., Azzu, N., Bicksler, A., & Guidotti, A. (2020). Towards sustainable crop pollination services: measures at field, farm and landscape scales. *FAO*.
- ❖ Gibbs, J. (2011). Revision of the metallic *Lasioglossum* (*Dialictus*) of eastern North America (Hymenoptera: Halictidae: Halictini). *Zootaxa*, 3073(1): 1.
- ❖ Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., & Rotheray, E. L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347(6229): 1255-1257.
- ❖ Klein, A., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. & Tsharntke, T. (2007) "Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Royal society B: biological sciences* 274(1608): 303-313.
- ❖ Kline, O., & Joshi, N. (2020). Mitigating the effects of habitat loss on solitary bees in agricultural ecosystems. *Agriculture*, 10(4): 115.
- ❖ Kremen, C., Williams, N., Bugg, R., Fay, J., & Thorp, R. (2004). The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology letters*, 7(11): 1109-1119.
- ❖ Kuppler, J., Neumüller, U., Mayr, A. V., Hopfenmüller, S., Weiss, K., Prosi, R., Shanowski, A., Schwenninger, H., Ayasse, M. & Burger, H. (2023). Favourite plants of wild bees. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 342: 108266.
- ❖ Meeus, I., Pisman, M., Smaghe, G., & Piot, N. (2018). Interaction effects of different drivers of wild bee decline and their influence on host-pathogen dynamics. *Current opinion in insect science*, 26: 136-141.
- ❖ Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3): 321-326.
- ❖ Potts, S., Petanidou, T., Roberts, S., O'Toole, C., Hulbert, A., & Willmer, P. (2006). Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. *Biological conservation*, 129(4): 519-529.
- ❖ Ritchie, A. D., Ruppel, R., & Jha, S. (2016). Generalist behavior describes pollen foraging for perceived oligolectic and polylectic bees. *Environmental Entomology*, 45(4): 909-919.
- ❖ Sánchez, F., Martín, L., & Gallego, C., (2018). Diversidad de abejas en España, tendencia de las poblaciones y medidas para su conservación (Hymenoptera, Apoidea, Anthophila). *Ecosistemas*, 27(2): 3-8.
- ❖ Shebl, M. (2016). Nesting biology and seasonality of long-horned bee *Eucera nigrilabris* Lepelletier (hymenoptera, apidae). *Sociobiology*, 63(4): 1031-1037.
- ❖ Vaughan, M., Hopwood, J., Lee-Mäder, E., Shepherd, M., Kremen, C., Stine, A., Hoffman Black, S., (2019) Farming for Bees Guidelines for providing native bee habitat on farms. *The Xerces Society for Invertebrate Conservation*.
- ❖ Winfree, R. (2010). The conservation and restoration of wild bees. *Annals of the New York academy of sciences*, 1195(1): 169-197.

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

## 8. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la labor de todas las personas que han hecho posible este trabajo y la restauración de la Parcela Las Pozas, especialmente a Luis Alonso Laguna, Goyo Villar, Richard Borreani y Luis Oscar Aguado, además de todas a las entidades que colaboran activamente con GREFA en Villalar de los Comuneros, especialmente a Bayer y Red eléctrica.

También queremos agradecer a otras personas por su participación activa en el trabajo de campo, acompañándome a la mayoría de los muestreos a Celia Cantalejo Fuentenebro y de forma más esporádica a Alberto Fernández Álvarez y Alfonso Gómez Pérez

Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico, aunque no expresa necesariamente la opinión del mismo.

## 9. ANEXO

Tabla de la proporción que ocupa cada especie de abejas silvestres en los bordes muestreados.

Especies	Borde1	Borde2	Borde3	Borde4
<b><i>Eucera-morfo1</i></b>	10	19.86755	13.04348	11.29032
<b><i>Eucera-morfo2</i></b>	0.833333	0	0	1.612903
<b><i>Eucera-morfo3</i></b>	0.833333	1.324503	2.173913	1.612903
<b><i>Eucera-morfo4</i></b>	5.833333	15.89404	3.26087	0
<b><i>Eucera-morfo5</i></b>	1.666667	1.324503	1.086957	3.225806
<b><i>Eucera-morfo6</i></b>	1.666667	0	0	0
<b><i>Eucera-morfo7</i></b>	1.666667	0.662252	0	0

# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

<i>Eucera-morfo8</i>	0.833333	0.662252	0	0
<i>Eucera-morfo9</i>	2.5	0	0	0
<i>Eucera-morfo10</i>	0	0.662252	0	0
<i>Nomada-morfo1</i>	0.833333	0	0	0
<i>Nomada-morfo2</i>	14.16667	2.649007	11.95652	12.90323
<i>Nomada-morfo3</i>	0.833333	0	0	0
<i>Nomada-morfo4</i>	0	1.324503	0	0
<i>Nomada-morfo5</i>	0	0.662252	0	0
<i>Nomada-morfo6</i>	0	0.662252	0	0
<i>Nomada-morfo7</i>	0	0	1.086957	0
<i>Nomada-morfo8</i>	0	0	2.173913	0
<i>Sphecodes-morfo1</i>	1.666667	1.986755	0	1.612903
<i>Sphecodes-morfo2</i>	0	0	1.086957	0
<i>Sphecodes-morfo3</i>	0	0	0	1.612903
<i>Sphecodes-morfo4</i>	0	0	0	1.612903
<i>Sphecodes-morfo5</i>	0	0.662252	0	0
<i>Anthophora-morfo1</i>	0.833333	0	0	0
<i>Anthophora-morfo2</i>	0	1.986755	0	1.612903
<i>Anthophora-morfo3</i>	0	0.662252	0	1.612903
<i>Ammobates-morfo1</i>	0	0	1.086957	0

# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

<i>Hoplitis-morfo1</i>	0	0.662252	1.086957	0
<i>Hoplitis-morfo2</i>	0	0.662252	5.434783	1.612903
<i>Hoplitis-morfo3</i>	0	3.311258	0	0
<i>Hoplitis-morfo4</i>	0	0.662252	0	0
<i>Hoplitis-morfo5</i>	0	1.986755	0	0
<i>Hoplitis-morfo6</i>	0	0	1.086957	0
<i>Hoplitis-morfo7</i>	0	0	3.26087	0
<i>Osmia-morfo1</i>	3.333333	0	0	0
<i>Osmia-morfo2</i>	3.333333	0	0	0
<i>Osmia-morfo3</i>	1.666667	0	0	1.612903
<i>Osmia-morfo4</i>	0	0.662252	1.086957	1.612903
<i>Osmia-morfo5</i>	0	0.662252	0	0
<i>Osmia-morfo6</i>	0	0.662252	0	0
<i>Osmia-morfo7</i>	0	0.662252	0	1.612903
<i>Osmia-morfo8</i>	0	0.662252	0	0
<i>Osmia-morfo9</i>	0	0.662252	0	0
<i>Osmia-morfo10</i>	0	0	1.086957	0
<i>Coelioxys-morfo1</i>	0	0.662252	0	0
<i>Colletes-morfo1</i>	0	0	0	1.612903
<i>Megachile-morfo1</i>	2.5	0	0	0



# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

<b>Megachile-morfo2</b>	0	1.324503	0	3.225806
<b>Xylocopa-morfo1</b>	3.333333	0	1.086957	0
<b>Amegilla-morfo1</b>	0	4.635762	2.173913	0
<b>Ceratina-morfo1</b>	2.5	0	0	4.83871
<b>Ceratina-morfo2</b>	0.833333	0	0	0
<b>Ceratina-morfo3</b>	0.833333	0	0	1.612903
<b>Ceratina-morfo4</b>	0	0.662252	1.086957	0
<b>Halictus-morfo1</b>	0.833333	0.662252	1.086957	0
<b>Halictus-morfo2</b>	0.833333	0	0	0
<b>Halictus-morfo3</b>	0	0	2.173913	0
<b>Lasioglossum-morfo1</b>	0.833333	1.324503	1.086957	1.612903
<b>Lasioglossum-morfo2</b>	4.166667	11.25828	13.04348	19.35484
<b>Lasioglossum-morfo3</b>	10	0.662252	1.086957	1.612903
<b>Lasioglossum-morfo4</b>	0.833333	0	0	0
<b>Lasioglossum-morfo5</b>	0.833333	0	1.086957	1.612903
<b>Lasioglossum-morfo6</b>	0	0.662252	0	0
<b>Lasioglossum-morfo7</b>	0	0.662252	0	0
<b>Lasioglossum-morfo8</b>	0	1.324503	0	0
<b>Lasioglossum-morfo9</b>	0	0.662252	0	0
<b>Lasioglossum-morfo10</b>	0	1.986755	0	0

# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

<i>Lasioglossum-morfo11</i>	0	0.662252	0	0
<i>Lasioglossum-morfo12</i>	0	0.662252	0	0
<i>Hylaeus-morfo1</i>	0	0	1.086957	8.064516
<i>Icteranthidium-morfo1</i>	0.833333	0	0	0
<i>Pseudoanthidium-morfo1</i>	0.833333	0	0	0
<i>Anthidium-morfo1</i>	0	0.662252	0	0
<i>Icteranthidium-morfo2</i>	0	0	2.173913	0
<i>Dasypoda-morfo1</i>	0	0	0	3.225806
<i>Andrena-morfo1</i>	7.5	1.986755	3.26087	0
<i>Andrena-morfo2</i>	0.833333	0.662252	2.173913	0
<i>Andrena-morfo3</i>	0.833333	0	0	0
<i>Andrena-morfo4</i>	3.333333	1.986755	11.95652	1.612903
<i>Andrena-morfo5</i>	0.833333	0	0	0
<i>Andrena-morfo6</i>	0.833333	0	0	0
<i>Andrena-morfo7</i>	0.833333	0.662252	0	0
<i>Andrena-morfo8</i>	0.833333	0	0	0
<i>Andrena-morfo9</i>	0.833333	0	0	0
<i>Andrena-morfo10</i>	0.833333	0	0	0
<i>Andrena-morfo11</i>	0	1.324503	1.086957	1.612903
<i>Andrena-morfo12</i>	0	0.662252	0	0

# CONAMA 2024

Biodiversidad de abejas silvestres en una parcela agrícola restaurada y con bandas multifuncionales

<i>Andrena-morfo13</i>	0	0.662252	0	0
<i>Andrena-morfo14</i>	0	0.662252	0	0
<i>Andrena-morfo15</i>	0	0.662252	0	1.612903
<i>Andrena-morfo16</i>	0	0	1.086957	0
<i>Andrena-morfo17</i>	0	0	2.173913	0
<i>Andrena-morfo18</i>	0	0	1.086957	0
<i>Andrena-morfo19</i>	0	0	0	1.612903
<i>Andrena-morfo20</i>	0	0	0	1.612903
<i>Andrena-morfo21</i>	0	0	0	1.612903
<i>Andrena-morfo22</i>	0	0	0	1.612903