



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica
y del Medio Natural

Informe agronómico de las cubiertas vegetales en cítricos

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

AUTOR/A: Ripoll Cantó, Eduardo

Tutor/a: Raigón Jiménez, M^a Dolores

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL (ETSIAMN)

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

INFORME AGRONÓMICO DE CUBIERTAS VEGETALES EN CÍTRICOS

Agronomic report of vegetable covers in citrus crop

TRABAJO FINAL DE GRADO

ALUMNO: EDUARDO RIPOLL CANTÓ
TUTORA: M.^a DOLORES RAIGÓN JIMÉNEZ

VALENCIA, FEBRERO DE 2023



RESUMEN

La cubierta vegetal viva consiste en el empleo de especies vegetales para cubrir el suelo en presencia o no del cultivo principal. Las cubiertas vegetales en agricultura se pueden englobar en dos tipos, diferenciadas principalmente por su origen. Por una parte, los abonos verdes y cubiertas permanentes cultivadas, formadas por vegetación que se introduce voluntariamente con el objeto de segarla o enterrarla en el lugar, para enriquecer el suelo. Por otra parte, la flora espontánea puede formar parte de las cubiertas vegetales e influir en los criterios de biodiversidad.

El uso de cubiertas está ampliamente difundido y constituye una práctica para cubrir el suelo en períodos fríos en los climas templados y en los períodos secos en los trópicos. En climas fríos se siembran el centeno (*Secale cereale* L.), trébol (*Trifolium* spp.) o arveja (*Vicia* spp.) para brindar una protección invernal, así como la alfalfa (*Medicago sativa*). En los climas cálidos se emplean preferentemente leguminosas y pastos que se cultivan en la estación lluviosa corta y se dejan durante la estación seca. Por ejemplo, el uso de cubierta formada por una siembra de leguminosas forrajeras en los espacios entre hileras de cítricos como asociación temporal, para posteriormente incorporarlo como cobertura muerta (*mulching*).

El objetivo de este informe es evaluar la presencia de bioindicadores en parcelas de cultivo de cítricos que mantienen cubiertas vegetales espontáneas y cubierta vegetal sembrada y con diferentes manejos de cultivo (convencional y ecológico). El informe se en la comarca de la Ribera Alta (Valencia). En concreto en un total de ocho parcelas de cultivo de cítricos, pertenecientes a los municipios de Carcaixent, Alzira y Algemesí. En general la mayor abundancia de individuos de la fauna edáfica se presenta en las parcelas de manejo ecológico. Los indicadores bioquímicos, como la determinación de la actividad enzimática del suelo puede ser una herramienta útil en las mediciones de biodiversidad y en el presente informe han sido relacionadas con las prácticas de manejo ecológico de los suelos.

Es necesario incrementar las metodologías en la medición de bioindicadores para dar respuesta técnica a las políticas europeas en materia de cubiertas vegetales.

Palabras clave: Biodiversidad; enemigos naturales; Ribera Alta; biomasa; suelos.

ALUMNO: Eduardo Ripoll Cantó

TUTORA: M^a Dolores Raigón Jiménez

Valencia, febrero de 2023

ABSTRACT

Live vegetation cover consists of the use of plant species to cover the soil in the presence or absence of the main crop. The vegetable covers in agriculture can be included in two types, differentiated mainly by their origin. On the one hand, green manures and cultivated permanent covers, made up of vegetation that is introduced voluntarily with the aim of mowing it down or burying it in place, to enrich the soil. On the other hand, the spontaneous flora can form part of the vegetation covers and influence the biodiversity criteria.

The use of covers is widespread and constitutes a practice to cover the ground in cold periods in temperate climates and in dry periods in the tropics. In cold climates, rye (*Secale cereale* L.), clover (*Trifolium spp.*) or peas (*Vicia spp.*) are planted to provide winter protection, as well as alfalfa (*Medicago sativa*). In warm climates, legumes and grasses that are cultivated in the short rainy season and left during the dry season are preferred. For example, the use of cover formed by planting forage legumes in the spaces between citrus rows as a temporary association, to later incorporate it as dead cover (mulching).

The objective of this report is to evaluate the presence of bioindicators in citrus cultivation plots that maintain spontaneous vegetation covers and planted vegetation cover and with different crop management (conventional and organic). The report is in the Ribera Alta region (Valencia). Specifically, in a total of eight citrus growing plots, belonging to the municipalities of Carcaixent, Alzira and Algemesí.

In general, the greatest abundance of individuals of the edaphic fauna occurs in the ecological management plots. Biochemical indicators, such as the determination of soil enzymatic activity, can be a useful tool in biodiversity measurements and in this report they have been related to ecological soil management practices.

It is necessary to increase the methodologies in the measurement of bioindicators to give a technical response to European policies on plant covers.

Key words: Biodiversity; natural enemies; Ribera Alta; biomass; soils.

STUDENT: Eduardo Ripoll Cantó

PROFESSOR: M^a Dolores Raigón Jiménez

Valencia, February 2023

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

1. Antecedentes.....	1
1.1 Importancia del suelo en la producción agrícola.....	1
1.2 Las cubiertas vegetales: clasificación y características.....	2
1.3 Bioindicadores.....	3
1.3.1 Polinizadores.....	3
1.3.2 Abejas solitarias.....	4
1.3.3 Fauna del suelo.....	4
1.3.4 Lombrices.....	4
1.3.5 Flora.....	4
1.3.6 Paisaje.....	5
1.3.7 Actividad enzimática.....	5
2. Objetivos.....	7
3. Metodología.....	7
3.1 Características de las parcelas del informe.....	7
3.2 Metodologías de cuantificación de bioindicadores.....	8
3.2.1 Medida de la cantidad de polinizadores.....	9
3.2.2 Medida de la cantidad de abejas solitarias.....	9
3.2.3 Medida de la cantidad de fauna del suelo.....	10
3.2.4 Medida de la cantidad de flora.....	12
3.2.5 Medida de la cantidad de lombrices.....	12
3.2.6 Medida de la actividad enzimática del suelo.....	12
3.2.7 Medida de la cuantificación del paisaje.....	13
4. Resultados.....	14
4.1 Abundancia y diversidad de polinizadores.....	14
4.2 Abundancia de abejas solitarias.....	15
4.3 Abundancia de la fauna del suelo.....	16
4.3.1 Abundancia y diversidad de artrópodos.....	16
4.3.2 Valores del índice de Shannon e índice de Simpson.....	19
4.3.3 Análisis de las clases de artrópodos capturados.....	20
4.4 Composición y evolución de la flora en las distintas cubiertas vegetales.....	23
4.5 Abundancia de lombrices.....	28
4.6 Resultados de la actividad enzimática de los suelos.....	29

4.7 Análisis del paisaje de las parcelas.....	30
5. Conclusiones.....	32
6. Bibliografía.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Algemés, Alzira y Carcaixent. Fuente: Google maps y edición propia.	7
Figura 2. Estructura empleada para la ubicación de los nidos artificiales.....	10
Figura 3. Posición y colocación de la trampa de caída del suelo.	10
Figura 4. Capturas promedias de insectos por trampa en las parcelas ecológicas.....	20
Figura 5. Capturas promedias de insectos por trampa en las parcelas convencionales..	21
Figura 6. Capturas promedias de arácnidos por trampa en las parcelas ecológicas.	21
Figura 7. Capturas promedias de arácnidos por trampa en las parcelas convencionales.	22
Figura 8. Capturas promedias de crustáceos por trampa en las parcelas ecológicas.....	22
Figura 9. Capturas promedias de crustáceos por trampa en las parcelas convencionales.	23
Figura 10. Presencia de flores con diversidad cromática en las parcelas.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de localización de las parcelas.	7
Tabla 2. Características agronómicas de las parcelas.....	8
Tabla 3. Valores promedio de los conteos de polinizadores en las visitas florales para las parcelas con manejo ecológico.	14
Tabla 4. Valores promedio de los conteos de polinizadores en las visitas florales para las parcelas con manejo convencional.	14
Tabla 5. Resultados del número de cañas ocupadas, número de nidos total y número de nidos en función del material para las abejas solitarias en las parcelas con manejo ecológico.....	15
Tabla 6. Resultados del número de cañas ocupadas, número de nidos total y número de nidos en función del material para las abejas solitarias en las parcelas con manejo convencional.....	15
Tabla 7. Número total de capturas de artrópodos en las parcelas con manejo ecológico, diferenciado en las distintas clases.	16
Tabla 8. Abundancia (%) de capturas en las parcelas con manejo ecológico, diferenciado en las distintas clases.	17
Tabla 9. Número total de capturas de artrópodos en las parcelas con manejo convencional, diferenciado en las distintas clases.	18
Tabla 10. Abundancia (%) de capturas en las parcelas con manejo convencional, diferenciado en las distintas clases.	18
Tabla 11. Valores de abundancia, riqueza, índice de Shannon e índice de Simpson de las parcelas.	19

Tabla 12. Vegetación más representativa correspondiente a los meses de abril, mayo, junio y julio de 2022 para las parcelas con manejo ecológico.	23
Tabla 13. Vegetación más representativa correspondiente a los meses de abril, mayo, junio y julio de 2022 para las parcelas con manejo convencional.....	24
Tabla 14. Resultados correspondientes a las distintas cubiertas vegetales para todas las parcelas en los diferentes meses realizados en el estudio.....	26
Tabla 15. Análisis de Varianza para cobertura del suelo - Suma de Cuadrados, con un 95 % de confianza.....	27
Tabla 16. Análisis de Varianza para altura de la vegetación - Suma de Cuadrados, con un 95 % de nivel de confianza.....	27
Tabla 17. Análisis de Varianza para Riqueza- Suma de Cuadrados, con un 95 % de nivel de confianza.....	27
Tabla 18. Análisis de Varianza para el número de flores- Suma de Cuadrados, con un 95 % de nivel de confianza.....	27
Tabla 19. Media de la abundancia y peso medio (g) de lombrices en las parcelas con manejo ecológico.....	28
Tabla 20. Media de la abundancia y peso medio (g) de lombrices en las parcelas con manejo convencional.....	29
Tabla 21. Resultados de la actividad enzimática correspondiente a la fosfatasa.	29
Tabla 22. Análisis de la varianza para actividad enzimática con un intervalo de confianza del 95%.	30
Tabla 23. Valores de los parámetros de evaluación del paisaje en las diferentes parcelas	31

ANTECEDENTES

1. Antecedentes

1.1 Importancia del suelo en la producción agrícola

El suelo natural tiende a un estado de equilibrio perfecto entre sus componentes y los del medio que mantiene. En un suelo cultivado, este equilibrio se rompe, y más irreversiblemente en cuanto las técnicas para trabajar y cultivar ese suelo sean más agresivas y degradantes.

El suelo es el medio donde viven innumerables formas de vida vegetal, animal y microbiana. La vida en el suelo tiene una enorme diversidad, que abarca desde los organismos microscópicos y unicelulares hasta animales que cavan túneles. Se considera (Plaster, 1999) que cada hectárea de suelo es el hogar de más de cuatro toneladas de seres vivos. De forma que, en aproximadamente 5 g de un suelo fértil, pueden cohabitar alrededor de 50 nematodos, 62000 algas, 72000 amebas, 111000 hongos, 2920000 actinomicetos y 25280000 bacterias.

La vida dentro del suelo es semejante a la que está sobre él. Tal vez la diferencia principal entre la ecología del interior del suelo y de la zona de contacto suelo-atmósfera consista en que en esta última los animales desempeñan en forma preponderante el papel de consumidores, mientras que en el interior del suelo los microorganismos son los descomponedores principales, siendo en su gran mayoría organismos unicelulares y microscópicos que en su conjunto se les denomina microbiota.

Cuando el suelo destaca por un nivel de madurez elevado y una correcta fertilidad, aumenta la diversidad biológica presente en el mismo. Las plantas, en gran medida, se encuentran condicionadas por la actividad biológica que lleva a cabo la microfauna, mesofauna y macrofauna presente en el suelo, ya que ejecutan procesos y subprocesos, de forma que estos organismos directa o indirecta influyen en el desarrollo de raíces de la planta, como puede ser el aumentar el volumen para la exploración radicular del suelo, permitiendo así el acceso a mayor cantidad de nutrientes, agua y una mayor oxigenación. De la misma manera, los organismos que contribuyen en la mejora del suelo, también influyen en el reciclaje de diferentes elementos, lo que es fundamental para una buena calidad del suelo, mediante la participación en la descomposición de la materia orgánica presente en él (Yarwood, 2018).

Para crear un sistema agrícola sano y duradero es fundamental que la nutrición de los cultivos se satisfaga mediante la reposición de nueva materia orgánica y de los nutrientes extraídos al cosechar el cultivo. El fin es alimentar el ecosistema edáfico y utilizar al máximo los recursos naturales, disponibles en la propia explotación, lo que va a repercutir en el incremento de la diversidad biológica del suelo, que a su vez repercute en la mayor disponibilidad de nutrientes.

Para mantener un buen estado en lo que a biodiversidad del suelo se refiere es necesario, por un lado, controlar la gestión de la sanidad vegetal y mantener el equilibrio de poblaciones, principalmente empleando enemigos naturales para el control de plagas (Gardiner *et al.*, 2009; Franin *et al.*, 2016). Y por otro lado, el control de las plantas espontáneas, que condicionan el desarrollo y producción del cultivo principal. En este caso, las plantas espontáneas influyen en reducir la disponibilidad de nutrientes provocando un aumento de la competencia por los presentes en el suelo (Gurr *et al.*, 2003).

Uno de los efectos más importantes entre los microorganismos del suelo y las plantas son las asociaciones simbióticas, entre las raíces con bacterias y hongos especializados. Estas simbiosis tienen gran significación ecológica por su influencia en la nutrición mineral de las plantas que siempre resulta mejorada. En este sentido la simbiosis con *Rizobium* o las micorrizas tienen un papel fundamental en la nutrición de las plantas (Jaizme-Vega y Rodríguez-Romero, 2008). Aumentan la capacidad de absorción de las raíces para obtener nutrientes tales como fósforo, potasio, hierro, cobre, azufre y zinc, o la fijación del nitrógeno atmosférico en combinación con leguminosas.

Por ello, es importante encontrar y disponer estrategias de acción adaptadas a los territorios, que contemplen tanto las consecuencias implícitas en el uso directo e indirecto de los recursos naturales y sus repercusiones, sobre la degradación del suelo o sobre la variación de la biodiversidad, como el empleo de cubiertas vegetales.

1.2 Las cubiertas vegetales: clasificación y características

Las cubiertas vegetales en agricultura pueden ser empleadas como abonos verdes y como cubiertas permanentes cultivadas o cubiertas vivas, y plantas de crecimiento espontáneo. También se puede hablar de cubiertas vivas y de cubiertas no vivas. Las primeras se caracterizan por ser especies de crecimiento rápido, usadas para su posterior siega y un enterrado superficial en el mismo emplazamiento donde han crecido. Por eso, no se destaca por un aprovechamiento comercial directo, salvo en algunos casos específicos como puede ser el cultivo de habas de verdeo, judías, guisantes, etc. Las cubiertas no vivas o *mulching* consisten en cubrir con restos vegetales procedentes de paja, residuos de poda, o residuos vegetales en general (Álvarez-Iglesias *et al.*, 2018).

Las cubiertas de crecimiento espontáneo son características al territorio y su crecimiento se produce sin que exista una previa actuación. La cubierta sembrada, consistente en la selección de diferentes semillas de grupos de plantas, como pueden ser leguminosas y gramíneas, de manera que este conjunto ayudará en el incremento de la biomasa del suelo y beneficiará a la actividad de los microorganismos, además la siega de la biomasa de la cubierta, puede aumentar el aporte de materia orgánica del suelo (Hartwig y Ammon, 2002; Domínguez Gento *et al.*, 2010). Otro grupo de plantas que pueden ser usadas como cubiertas son las crucíferas, que se destacan por su rápido crecimiento, reducción de la compactación del suelo y su efecto nematicida.

El abono verde, hace referencia, al uso de cultivos de vegetación rápida, que se cortan y entierran, permitiendo así mejorar las propiedades físicas del suelo, al enriquecerlo con más cantidad de materia orgánica y activando la población microbiana que se encuentra en el suelo (Cerisola, 1989). Las cubiertas vivas, destacan por tener mayores beneficios, pero se encuentran con algunos problemas, como el coste de mantenimiento, dependiendo del tipo de semillas sembrada, estas cubiertas únicamente se mantienen en época de lluvias, ya que, en un periodo de sequía, podría actuar de forma directa en la competencia por el agua con el cultivo.

El uso de las cubiertas vegetales tiene como origen, zonas con unos niveles de pluviometría muy elevados, donde el exceso de agua llega a ser problemático (Gómez *et al.*, 2019), y se emplean para reducir el exceso de humedad, mediante la transpiración de las plantas presentes. En el caso de España, con gran parte del país con precipitaciones inferiores a 600 mm anuales, el empleo de cubiertas vegetales se realiza para solventar otros problemas, como puede ser la erosión o reducir el peligro de desertificación.

Cuando no existe la cubierta vegetal, es decir bajo la denominación de suelo “desnudo”, por el uso de herbicidas o laboreo intensivo, se reduce el potencial como nicho para la entomofauna y otros seres, disminuyendo así la biodiversidad (Andow, 1991).

En cultivos leñosos, donde las rotaciones se realizan en largos periodos de tiempo y las asociaciones no son muy abundantes, se suelen mantener cubiertas vegetales vivas. La buena conservación de las cubiertas vegetales permite aumentar la diversidad biológica presente en el suelo.

Las cubiertas vegetales, estimulan de forma inmediata la actividad biológica y mejoran la estructura del suelo, por la acción mecánica de las raíces, los exudados producidos por las raíces, y por la aparición de sustancias pre húmicas al descomponerse y la actividad directa de las células microbianas y los micelios de hongos en las cubiertas (More *et al.*, 2020).

Otro efecto a destacar con el uso de las cubiertas es la protección frente a las erosiones y la desecación durante el desarrollo vegetativo, para mejorar la circulación del agua. Además, permite asegurar la renovación del humus, acelerando su mineralización, mediante el aumento en el aporte de humus joven y activo. Durante el periodo de descomposición, se liberan sustancias orgánicas fisiológicamente activas. También aumenta la presencia de nitrógeno en el suelo, si la cubierta incluye leguminosas en su composición. Por último, entre las ventajas generalizadas se encuentran que reducen de una forma directa la lixiviación de los elementos presentes en el suelo (Alonso-Ayuso *et al.*, 2014).

Cuando la cubierta está formada por cultivos, como cereales, aseguran una mejor descomposición de la paja, si se mantiene el medio más húmedo, equilibra el balance de C/N y permite activar los microorganismos responsables de este balance. A su vez, de manera directa, limitan el crecimiento de plantas competitivas, por el efecto de la cubierta, pero también se encuentran plantas que destacan por su efecto desherbante, como es el caso de la facelia (*Phacelia tanacetifolia*) (Wnuk y Wojciechowicz-Żytka, 2007).

El mantenimiento de una cubierta vegetal permanente, permite ser utilizada por la entomofauna, útil como nicho ecológico, ya que las plantas que se pueden encontrar sirven como refugio y fuente de alimentos, como es el caso de los insectos polinizadores (Cerisola, 1989).

Las cubiertas vegetales han demostrado ser una herramienta útil para poder hacer frente al cambio climático, proporcionando mejora en cuanto estructura física del suelo, reduciendo la erosión, aumentando los niveles de la actividad de la macrofauna y de la microfauna, y su repercusión en la presencia de mayor número de enemigos naturales de las distintas plagas agrícolas, ya que actúan como refugio (Iderawumi y Kamal, 2022).

1.3 Bioindicadores

Las especies cuya presencia o abundancia reflejan fácilmente alguna medida del carácter del hábitat en el que se encuentran a menudo se identifican como bioindicadores (Dufrêne y Legendre, 1997), con mayor frecuencia para monitorear cambios dentro de un hábitat particular. A pesar del atractivo intuitivo de la bioindicación, en gran parte como consecuencia de su rentabilidad frente a problemas de conservación urgentes, los estudios de indicadores con frecuencia no logran proporcionar especies o subconjuntos de especies indicadoras espacialmente explícitas y determinadas objetivamente, por lo que es de utilidad agronómica identificar los bioindicadores dentro de un determinado territorio.

El uso simultáneo de más de un indicador destaca por su utilidad, permitiendo tener un nivel de predicción mayor sobre los distintos procesos ambientales o conocer la existencia de otros organismos, permitiendo conocer los distintos procesos a nivel de ecosistema y comunidad (Duelli y Obrist, 1998).

1.3.1 Polinizadores

Un polinizador es un vector animal que traslada polen de la antera al estigma permitiendo que se efectúe la unión del gameto masculino en el grano de polen con el gameto femenino del óvulo. Estos polinizadores, principalmente insectos, están encargados de la reproducción, hibridación y rendimiento de un gran número de plantas que se ven condicionadas por los niveles de fertilización. Un 70 % de las plantas cultivadas y un 85 % con flor dependen de ser polinizadas para el desarrollo del fruto o de la semilla (Klein *et al.*, 2007).

El grupo más reconocido dentro de los polinizadores son las abejas (*Hymenoptera anthophila*). También se ha destacado la importancia de otros grupos (Proctor *et al.*, 2012), como coleópteros, lepidópteros, dípteros, hemípteros e himenópteros. En comparación con las abejas, son menos eficientes, en cuanto a las visitas florales, pero realizan una mayor cantidad de visitas, de forma que a niveles de eficacia se encuentran con una actividad en cuanto a la polinización similar (Rader *et al.*, 2016). A diferencia de

las abejas, los demás grupos son menos sensibles a los cambios realizados en el paisaje o para las diferentes prácticas culturales realizadas en los cultivos.

En cuanto al estado de los polinizadores, a nivel mundial, se encuentran amenazados por diferentes causas como la reducción o simplificación de los distintos paisajes, ya que estas modificaciones vienen seguidas por un declive en las zonas de nidificación, pero también la aplicación de pesticidas en la agricultura, que en la mayoría de los casos, suele resultar tóxico para las distintas especies de polinizadores (Sponsler *et al.*, 2019).

1.3.2 Abejas solitarias

Sólo un 10 % de las abejas de todo el mundo son verdaderamente sociales, como las abejas melíferas. Prácticamente todo lo demás son abejas solitarias, y tienen comportamientos muy variados entre ellas (Petrov *et al.*, 2022). Se pueden distinguir distintos grupos de abejas solitarias por sus hábitos sociales como por ejemplo la anidación, la anatomía que está relacionada con la morfología de las flores que polinizan o la alimentación de las larvas.

Se distinguen dos tipos de alimentación, que llevan a cabo las abejas solitarias, por un lado la alimentación más generalista que va asociada a la mayor diversidad floral, y por otro lado, las abejas que tienen una alimentación especialista y que se ven condicionadas ante la reducción de diversidad floral.

1.3.3 Fauna del suelo

El estudio de los macroinvertebrados del suelo ha servido para conocer la relación que tienen con los procesos químicos, físicos y biológicos que suceden en este medio. Existe una relación causal entre la respuesta de la macrofauna a las distintas prácticas culturales que se realizan en el suelo, desde suelos pertenecientes a ecosistemas naturales o agroecosistemas, con la idea de poder generar índices de salud edáficos y poder controlar poblaciones de invertebrados, así de esta forma poder avanzar en diferentes sistemas sostenibles, que a la vez respeten la biodiversidad presente en el suelo. La riqueza, diversidad, densidad y composición de la macrofauna edáfica se ha empleado en la evaluación de los diferentes suelos y sus manejos (Zerbino *et al.*, 2008).

1.3.4 Lombrices

La importancia de las lombrices está íntimamente ligada a la fertilidad del suelo, ya que su actividad en la excavación de galerías, aumenta la oxigenación del suelo, mezcla de materia orgánica con restos minerales, también con sus deyecciones y mejora la textura, la composición del suelo y un mayor aumento de su humedad. La abundancia de lombrices conlleva un mayor grado de descomposición de la materia orgánica, una mayor retención hídrica y como resultado un mayor nivel de fertilidad del suelo.

Las lombrices destacan como un buen indicador del nivel de perturbación que presenta el suelo, en concreto por los distintos manejos que ha podido sufrir (Feijoo *et al.*, 2007). Rodríguez-Campos *et al.* (2014) demuestran la degradación de los hábitats naturales, en relación con la reducción en materia orgánica, como consecuencia de la disminución de la abundancia y riqueza de lombrices presentes.

1.3.5 Flora

En general, la flora destaca por ser el principal recurso de los ecosistemas. Mediante la realización de la fotosíntesis captan energía de la luz solar y transforman los elementos minerales presentes en el suelo en materia orgánica. Una gran parte de la biomasa que crean es convertida en alimento, para los pequeños y grandes herbívoros, y otros seres vivos. Los restos de flora que quedan presentes en el suelo son descompuestos por los microorganismos, que finalmente serán aportados al suelo en forma de nutrientes. Influye también en la mejora de la estructura del suelo mediante la penetración de sus raíces,

recuperando agua y nutrientes presentes en capas más profundas (Colombi y Keller, 2019). Otro papel fundamental que tiene la flora en el suelo es la cobertura que le proporciona frente a posibles erosiones, insolación, etc.

Es importante destacar que la flora es dinámica, es decir que en las diferentes estaciones no aparecerán las mismas plantas, ya que se encuentran condicionadas por las condiciones climáticas y edáficas del momento.

Este bioindicador influye de manera directa a los distintos nombrados con anterioridad, como es el caso de los polinizadores ya que una reducción en la biodiversidad en general hará que se vea reducida la diversidad floral y la cantidad, afectando de manera negativa a este grupo. En definitiva, las prácticas culturales condicionan la diversidad de flora y con ello, la fauna que se sustenta de ésta.

1.3.6 Paisaje

En el ecosistema es fundamental la presencia de diferentes elementos del paisaje, para generar biodiversidad y mostrar distintos bioindicadores, de manera que proporcionan zonas donde se generan y se ofrecen recursos, como son hábitats de refugio para posibles anidamientos, zonas de apareamiento, etc. A una mayor diversidad del paisaje más rico en recursos será, de manera que favorecerá a la biodiversidad y la fauna beneficiosa, frente a posibles plagas que puedan aparecer con el paso del tiempo, es decir se destaca la relación directa de la diversidad del paisaje con la calidad de los servicios ecosistémicos (Tribot *et al.*, 2018).

1.3.7 Actividad enzimática

Las enzimas son fundamentales ya que participan en la gran parte de los procesos que se llevan a cabo en el suelo y destacan por la importancia en la formación de las moléculas orgánicas, contribuyen de una manera fundamental en los ciclos del carbono, nitrógeno y fósforo, mineralización, fijación de biológica del nitrógeno en el suelo y la inmovilización de nutrientes (Carpa, 2009). Por ello son consideradas como biomarcadores de la calidad del suelo (Ferrerías *et al.*, 2009).

En lo que corresponde a la mineralización, las enzimas actúan transformando los compuestos orgánicos de manera que resulten sustancias asimilables para las plantas, de ahí que su actividad se encuentra relacionada con los nutrientes inorgánicos que tienen como origen la materia orgánica (Ghosh *et al.*, 2022). Una parte de las enzimas pertenecientes al suelo son extracelulares, y son liberadas durante el procesos metabólicos y muerte celular, otra parte son intracelulares que pertenecen a la biomasa microbiana. De manera que se puede sugerir que el suelo es un reservorio temporal lo cual significaría que la actividad enzimática puede no estar ligada a la actividad microbiana (Paul y Clark, 2007).

Las enzimas edáficas se clasifican en diferentes grupos como son oxidorreductasas, dentro de este grupo se encuentra glucosa oxidasa, catalasa, peroxidasa y deshidrogenasa, las hidrolasas como la lipasa, celulasa, β -glucosidasa, ureasa y fosfatasa, por ultimo las transferasas como la transaminasa (Paul y Clark, 2007). Para evaluar el efecto del manejo agronómico en cuanto a las características del suelo para conocer su estado de calidad, se han empleado la ureasa, fosfatasa, deshidrogenasa y β -glucosidasa (Baležentienė y Klimas, 2009) que influyen en la liberación de P, N y C, elementos fundamentales para la nutrición de las plantas. La enzima ureasa cataliza la conversión de la urea a dióxido de carbono y amonio, la deshidrogenasa permite conocer los procesos microbianos que suceden en el suelo, ya que únicamente se encuentra presente en los sistemas vivos, también permite conocer el nivel de oxidación de la materia orgánica y la β -glucosidasa permite evaluar la calidad del suelo por los diferentes manejos agronómicos (Gil-Sostres *et al.*, 2005; Paul y Clark, 2007).

OBJETIVOS

2. Objetivos

La recuperación del suelo representa un gran desafío para la restauración de ecosistemas peculiares asociados a sustratos específicos en el contexto del territorio y del paisaje. En particular, el uso de cubiertas vegetales en cultivos tradicionales de cítricos puede ayudar a la recuperación del medio abiótico ligado a los procesos del suelo y a la recuperación de la estructura y diversidad de las comunidades vegetales y animales. Las prácticas de agricultura convencional han considerado que mantener el suelo desnudo era la forma más rentable y mejor agrónomicamente para el cultivo, pero esa tendencia está cambiando sobre todo con las prácticas de agricultura ecológica, impulsando la implantación y manejo de cubiertas vegetales.

Además, la Unión Europea están impulsando medidas de sostenibilidad en sus políticas agrarias de la nueva PAC 2023–2027 y los denominados “Eco regímenes” con un enfoque basado en los beneficios ambientales y sociales de las cubiertas vegetales.

El éxito de las acciones del uso de cubiertas vegetales sobre la biodiversidad de la explotación citrícola puede ser cuantificable a través de diferentes indicadores. Además, la presencia de cubiertas vegetales puede proporcionar beneficios para la salud del suelo, reducir la erosión, mejorar las propiedades hidráulicas y aumentar las reservas de carbono orgánico del suelo.

Un inconveniente clave para la implementación adecuada de acciones de protección ambiental es la falta de medidas o indicadores cuantitativos bien definidos sobre la biodiversidad, que sean adecuados para describir, comparar o medir posibles cambios. El uso de índices biológicos, en este caso asociados a la cubierta vegetal (cultivada o espontánea), podría ser útil porque son más sensibles a los cambios que los indicadores químicos y físicos del suelo y porque podrían dar una imagen amplia de la calidad del suelo (Bastida *et al*, 2008).

El objetivo de este informe es evaluar la presencia de bioindicadores en parcelas de cultivo de cítricos que mantienen cubiertas vegetales espontáneas y cubierta vegetal sembrada y con diferentes manejos de cultivo (convencional y ecológico).

En concreto se pretende contrastar:

1. La actividad de los distintos grupos de insectos polinizadores y su biodiversidad mediante el conteo de las visitas florales durante un periodo de tiempo.
2. La presencia de abejas solitarias en nidos artificiales.
3. La incidencia de la entomofauna presente en función de las distintas cubiertas vegetales.
4. La biodiversidad de plantas herbáceas presentes en parcelas con cubiertas vegetales espontánea y sembrada.
5. La actividad enzimática generada por los distintos microorganismos presentes en el suelo.

METODOLOGÍA

3. Metodología

3.1 Características de las parcelas del informe

La zona donde se realiza el informe se sitúa en la comarca de la Ribera Alta (Valencia). En concreto en un total de ocho parcelas de cultivo de cítricos, pertenecientes a los municipios de Carcaixent, Alzira y Algemés (figura 1).

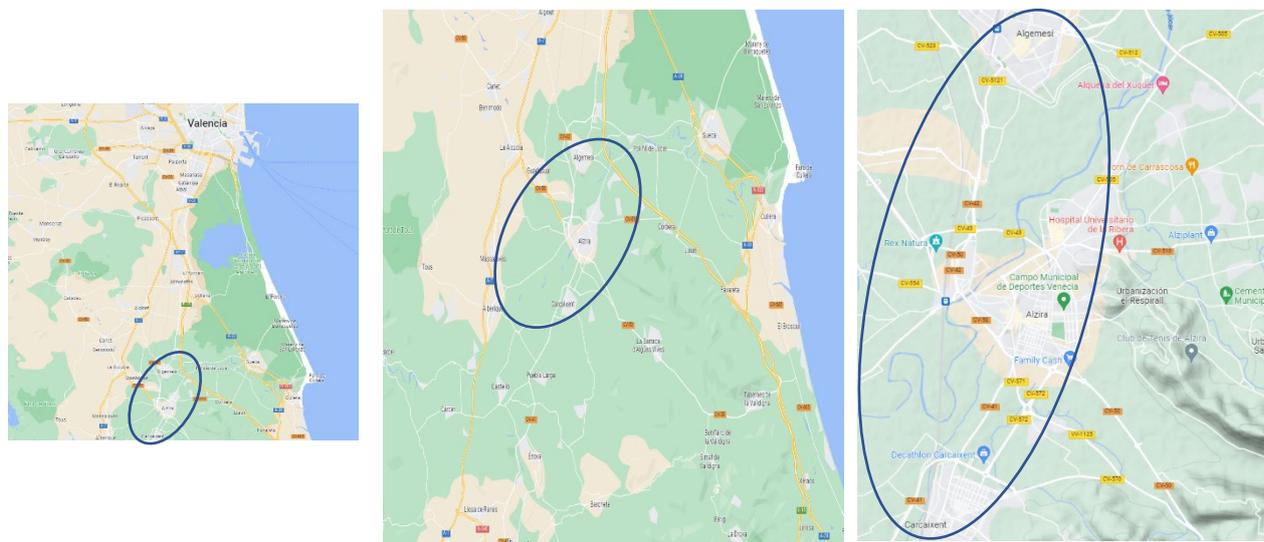


Figura 1. Ubicación de Algemés, Alzira y Carcaixent. Fuente: Google maps y edición propia.

La tabla 1 se muestran su localización y superficie de las parcelas sobre las que se realiza el informe.

Tabla 1. Datos de localización de las parcelas.

	Nombre de la explotación	Municipio	Superficie (ha)	Referencia catastral
Parcela 1	Hort de Pep	Carcaixent	0,9	46085A042000520000SQ
Parcela 2	Estación Experimental Agraria de Carcaixent	Carcaixent	3,78	46085A078000640000SR
Parcela 3	Estación Experimental Agraria de Carcaixent	Carcaixent	3,78	46085A078000640000SR
Parcela 4	Hort de Castillo	Carcaixent	2,64	46085A054000260000SY
Parcela 5	La Casella	Alzira	4,32	46017A057003200000IO
Parcela 6	España	Alzira	1,1	46017A058000190000IU
Parcela 7	Polpis	Algemés	1,86	46029A012002010000ZF
Parcela 8	Jovades	Algemés	1,16	46029A009001140000ZI

La tabla 2 muestra algunas de las características agronómicas de las parcelas, diferenciando las de manejo ecológico y convencional, así como la clase textural del suelo y el sistema de riego. En general la fertilización de las parcelas de manejo ecológico se basa en el aporte de estiércol maduro de diferente procedencia y en alguna parcela se complementa con la entrada de animales (caballos) a la parcela. El

estiércol se aplica en el abonado de fondo al final del invierno, durante el letargo vegetativo, incorporándose al suelo de forma homogénea en el total de la superficie.

Tabla 2. Características agronómicas de las parcelas.

	Tipo de manejo	Fertilización	Clase textural	Tipo de cubierta	Tipo de riego
Parcela 1	Ecológico	Estiércol (2 t/ha y año)	Arcilloso	Espontánea	Inundación
Parcela 2	Convencional	160 kg N/ha y año	Arenoso	Sembrada y espontánea	Goteo
Parcela 3	Ecológico	Estiércol (2 t/ha y año)	Arenoso	Sembrada y espontánea	Goteo
Parcela 4	Ecológico	Estiércol (2 t/ha y año) y caballo en parcela	Arenoso	Espontánea	Goteo
Parcela 5	Ecológico	Estiércol caprino y equino (2 t/ha y año)	Arenoso	Espontánea	Goteo
Parcela 6	Convencional	160 kg N/ha y año	Arenoso	Espontánea	Inundación
Parcela 7	Convencional	160 kg N/ ha y año	Arcilloso	Espontánea	Inundación
Parcela 8	Convencional	160 kg N/ ha y año	Arcilloso	Espontánea	Inundación

La aplicación de estiércoles al suelo, además de materia orgánica, aporta cantidades considerables de nutrientes, como nitrógeno, fósforo y potasio, por lo que las cantidades de los elementos fertilizantes aportadas con el estiércol, particularmente la de nitrógeno, no debe exceder a las necesidades del cultivo y evitar posibles contaminaciones del suelo y de los acuíferos.

Respecto a la fertilización de las parcelas de manejo convencional está basado en el aporte de fertilizantes nitrogenados minerales. En general los aportes se han realizado fraccionando en dos aportaciones el total del fertilizante, para maximizar la eficiencia de la utilización del nitrógeno por parte del cultivo y, por consiguiente, minimizar las pérdidas por lavado de nitratos. Las épocas para efectuar el abonado nitrogenado son entre la primavera y el verano para aprovechar los períodos de mayor capacidad de absorción radicular. El 40 % del fertilizante se realiza en primavera y el 60 % restante en verano utilizando formas nítrico-amoniacales o nítricas.

Todas las cubiertas vegetales son de crecimiento espontáneo, excepto las parcelas de la Estación Experimental Agraria de Carcaixent, tanto en manejo ecológico como en convencional, donde se realiza una siembra de veza (leguminosa) y avena (cereal), en una proporción de 10:2. La veza realiza fijación del N y sus raíces realizan un importante trabajo de mullición y estructuración del suelo. La avena sirve de tutor, le aporta mayor relación C/N y desarrolla raíces profundas. En las parcelas de manejo ecológico no se realiza laboreo y en las convencionales se realiza un laboreo superficial (<20 cm, sin volteo).

El sistema de riego en las parcelas es por inundación, excepto en las parcelas de la Estación Experimental Agraria de Carcaixent, y en las parcelas de manejo ecológico de Hort de Castillo y La Casella, donde el sistema de riego es por goteo.

3.2 Metodologías de cuantificación de bioindicadores

La cuantificación de bioindicadores constituye una herramienta valiosa para evaluar el efecto de las cubiertas. Por las interacciones complejas que presentan las cubiertas en el medio, es recomendable el empleo de mediciones multitróficas, que permitan obtener información sobre el ecosistema.

3.2.1 Medida de la cantidad de polinizadores

Para la medición de la cantidad de polinizadores se emplea el conteo de los mismos, presentes en las diferentes visitas florales. Mediante esta metodología se puede cuantificar la diversidad integrada de forma global con las flores, los periodos que tiene mayor actividad, así como realizar comparaciones entre diferentes parcelas, para poder medir cómo afecta el paisaje cercano y las prácticas llevadas de manera local en la parcela.

Destaca este método por la sencillez y la facilidad que tiene para su aplicación. Se puede utilizar durante todo el año, el factor que limita la eficacia de esta metodología está relacionado con las condiciones meteorológicas presentes en el momento de la medición.

Los indicadores obtenidos mediante el conteo de polinizadores son:

- Visitas florales por minuto.
- La abundancia de polinizadores que se encuentra por unidad de superficie (m²).
- La riqueza en cuanto a morfoespecies en el grupo de polinizadores.

La metodología realizada implica el conteo aleatorio de polinizadores en las flores, en este caso de las cubiertas vegetales. El conteo se realizó de forma mensual durante el año 2022. Cada conteo se realiza por triplicado en cada parcela, con una frecuencia de cinco minutos por conteo.

3.2.2 Medida de la cantidad de abejas solitarias

Para la medición de la cantidad de abejas solitarias se ha empleado el método de “Nidos artificiales”. Este método permite llevar a cabo un seguimiento de la abundancia aproximada de himenópteros solitarios, mediante su conteo en los nidos artificiales, posicionados a tal efecto.

Este método se ha usado desde hace casi un siglo para conocer la historia natural de los huéspedes. Destaca por su bajo coste económico y la facilidad en cuanto a las mediciones y observaciones, ya que éstas se realizan en un punto fijo, de fácil acceso y a simple vista se puede observar la cantidad de anidaciones presentes.

Los indicadores obtenidos con esta medición son:

- Presencia-ausencia de morfoespecies.
- Diversidad de morfoespecies.
- Riqueza de morfoespecies.
- Ocupación.

La metodología implica la colocación de los nidos artificiales en el mes de marzo de 2022 (figura 2). Se ha introducido un nido artificial en cada parcela y por cada nido artificial se han colocado un total de 30 cañas de cartón. Los nidos se recogieron en el mes de septiembre de 2022 y en estos nidos se midió la colonización de polinizadores, tras observar los diferentes huecos disponibles y el valor se expresa como porcentaje, de los diferentes grupos frente al total.

La diferenciación de los grupos de polinizadores se realiza atendiendo al material que los polinizadores emplean para realizar las anidaciones. Si la anidación es únicamente con tierra, ésta corresponde al género *Osmia spp.* (Vicens *et al.*, 1993), si se realiza con trozos de hojas o pasta de hojas, la anidación la realiza la familia *Megachillidae* (Quintos-Andrade *et al.*, 2021), si se realiza con resina es del género *Heriades spp.* y por último si se realiza con algodón es del género *Anthium spp.* (Bogusch *et al.*, 2015).



Figura 2. Estructura empleada para la ubicación de los nidos artificiales.

3.2.3 Medida de la cantidad de fauna del suelo

La metodología empleada para cuantificar la cantidad de fauna del suelo es el método de las trampas de caída (Thompson *et al.*, 2021). Esta metodología destaca por la facilidad en cuanto a su aplicación, su coste económico reducido, la gran aplicabilidad, ya que no precisa de equipo especializado. Además, la estructura de la trampa utilizada implica que se reduzca la posible variabilidad de la medición de la fauna del suelo.

Los indicadores obtenidos con esta medición son:

- Presencia-ausencia de morfoespecies.
- Abundancia de morfoespecies.
- Diversidad de morfoespecies.
- Riqueza de morfoespecies.



Figura 3. Posición y colocación de la trampa de caída del suelo.

Con los datos obtenidos de la abundancia y riqueza de la fauna del suelo se calcula el índice de Shannon y el índice de Simpson.

El índice de Shannon, también conocido como índice de Shannon-Weaver (Shannon, 2001) se usa en ecología para medir la biodiversidad específica. Consiste en mediante el uso de dos factores, que son el número de las especies presentes y la abundancia relativa de las mismas, obtener la heterogeneidad de

la comunidad. Es una medida de incertidumbre que se encuentra asociada a la selección de forma aleatoria de un individuo en una comunidad específica.

La fórmula para calcular el índice de Shannon es:

$$H = \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

H= índice de Shannon

S=número de especies (riqueza de especies)

p_i =proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i) = n_i/N

n_i =número de individuos de la especie i

N=número de todos los individuos de todas las especies o abundancia de las especies

Este índice se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3. Valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes.

El índice de diversidad de Simpson es una forma de medir la diversidad de especies en una comunidad. Este índice cambia inversamente dependiendo de la heterogeneidad, por el cual el índice decrece o aumenta según aumente o se reduzca la diversidad, permite conocer la dominancia y sobrevalora la abundancia de especies en detrimento de la riqueza.

Para su cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$D = \sum n_i(n_i - 1)/N(N - 1)$$

Donde:

D=índice de diversidad de Simpson

n_i =número de organismos que pertenecen a la especie i

N=número total de organismos

El valor del índice de diversidad de Simpson varía entre 0 y 1. Cuanto mayor sea el valor, menor será la diversidad.

La metodología implica la medida de la fauna del suelo con una frecuencia de una vez al mes durante el año 2022, en las trampas situadas al nivel de suelo con un diámetro de 10 cm. La fauna es el resultado del choque de la diferente fauna con la trampa. La fauna cae al fondo del recipiente que tiene una disolución con etanol, e impide su salida, pero permite mantener las capturas obtenidas en un estado para el conteo posterior.

3.2.4 Medida de la cantidad de flora

La metodología empleada para cuantificar la flora es la realización del inventario floral existente sobre el suelo.

Lo más destacado de esta metodología es el tiempo dedicado a la cuantificación y la necesidad de tener conocimientos botánicos avanzados para poder diferenciar las distintas especies presentes.

Indicadores obtenidos con esta medición son:

- Superficie de la cubierta vegetal.
- El vigor de las plantas.
- Color de las inflorescencias.
- Abundancia-dominancia de las especies.
- Diversidad.

Se realizaron inventarios florales mensualmente en los suelos de las diferentes parcelas mediante un análisis visual. Se estima un índice de dominancia-abundancia guiado por la cobertura de cada una de las especies vegetales presentes (Braun-Blanquet, 1932).

3.2.5 Medida de la cantidad de lombrices

La metodología empleada para evaluar la cantidad de lombrices es la prospección. Esta metodología destaca por la gran cantidad de tiempo necesario para la medición, aunque se trata de una metodología sencilla y de coste reducido.

Se corresponde con el protocolo empleado por los estándares internacionales a la hora de realizar los muestreos (Stuyver y Levecke, 2021). Las medidas obtenidas en cuanto a abundancia y diversidad se complementan con el peso medio de las distintas capturas, de manera que proporciona información en cuanto a la salud de la comunidad presente en las distintas parcelas.

Indicadores obtenidos con esta medición son:

- Presencia-ausencia de morfoespecies.
- Peso de lombrices/volumen de suelo.
- Diversidad de morfoespecies.
- Riqueza de morfoespecies.

3.2.6 Medida de la actividad enzimática del suelo

La actividad enzimática se determinó mediante el análisis de la fosfatasa alcalina por el método de Tabatabai y Bermner (1969). El método consiste en una determinación espectrofotométrica a la longitud de onda de 40 nm de la cantidad del p-nitrophenol liberado del suelo tras una incubación a 37 °C durante 1 h con una disolución tampón a pH=11.

La actividad de la actividad enzimática del suelo se determinó en tres muestras de suelo por cada parcela de estudio. En cada parcela se recolectaron tres submuestras de suelo de una profundidad de 10 a 30 cm, eliminando la parte del suelo superficial.

Para la determinación se pesa 1 g de suelo por cada muestra y se introducen en un matraz Erlenmeyer junto con 0,2 mL de tolueno, 4 mL del tampón MUB de pH=11 y 1 mL de p-nitrofenilfosfato, se agita y se introduce durante 1 hora en la incubadora a una temperatura de 37 °C. También se realiza la curva de calibrado, sustituyendo el suelo por concentraciones conocidas de p-nitrofenol y H₂O. Después de la incubación se añade a las muestras y a los patrones, 1 mL de CaCl₂ 0,5 M y 4 mL de NaOH 0,5 M. Finalmente, la suspensión de suelo se filtra y la disolución se mide en el espectrofotómetro a la longitud

de onda de 400 nm, realizando las disoluciones oportunas. Los resultados se expresan en μmol de p-nitrofenol/g del suelo y hora de incubación) mediante la fórmula:

$$\text{ppm} \times \frac{\text{Peso muestra total (g)}}{\text{g suelo}} \times \frac{1 \text{ ml}}{0,2} \times \frac{1 \mu\text{g}}{1 \text{ g suelo}} = \frac{\mu\text{g PNF}}{\text{g suelo y h de incubación}}$$

3.2.7 Medida de la cuantificación del paisaje

Se han empleado dos metodologías, una que permite evaluar el paisaje dentro de cada parcela y otro índice que permite evaluar el paisaje en una superficie determinada.

La metodología empleada para evaluar el paisaje interior de la parcela o indicador de tierras agrícolas de alto valor natural permite evaluar la biodiversidad presente en la parcela, mediante el estudio de la evolución y estado de las especies. Para ello se caracteriza el paisaje mediante la cuantificación de setos, bosques, zanjas pequeñas, árboles, cuerpos de agua o arroyos. Se clasifican mediante criterios cualitativos que van desde el valor de 1 (valor natural bajo) a 5 (valor natural alto). Con los datos obtenidos se obtiene el valor natural de la parcela (Mupepele *et al.*, 2021).

La metodología empleada para realizar el estudio del paisaje a un rango de 3 km utiliza un programa SIG para obtener datos de forma sencilla como es la cantidad de estructuras presentes en la zona de diferentes elementos correspondientes al paisaje, poder diferenciar hábitats naturales y estructuras cercanas creadas por el ser humano en un rango de 3 km alrededor de cada una las parcelas a analizar (Threlfall *et al.*, 2012), y con los datos obtenidos se realiza una comparación de los distintos elementos del paisaje.

Los indicadores obtenidos con esta medición son:

- Elementos del paisaje.
- Calidad del paisaje.
- Valor natural de la parcela.
- Superficie parcelaria y hábitat seminatural.
- Superficie de los diferentes tipos de paisajes (%).

RESULTADOS

4. Resultados

4.1 Abundancia y diversidad de polinizadores

La abundancia y diversidad de polinizadores se ha centrado principalmente en la diversidad de los órdenes *Hymenoptera* y *Díptera*. El orden *Hymenoptera* suele ser de los más estudiados, incluyendo a las superfamilias *Apoidea*, *Vespoidea*, *Ichneumonoidea* y *Chalcidoidea*. La superfamilia *Apoidea* incluye a las abejas, polinizadores importantes, y algunas familias de avispa depredadoras.

Los resultados sobre la abundancia de los polinizadores se muestran en función del manejo de las parcelas. Así, la tabla 3 presenta el valor promedio de los conteos en las visitas florales para cada una de las parcelas de manejo ecológico, a lo largo de todo el periodo de estudio. La tabla 4 muestra los mismos resultados para las parcelas de manejo convencional.

El número promedio total de polinizadores que se han contado en las diferentes parcelas es de 55 polinizadores por conteo, de los cuales 44 pertenecen al orden himenópteros y el resto al orden de dípteros.

Tabla 3. Valores promedio de los conteos de polinizadores en las visitas florales para las parcelas con manejo ecológico.

	Parcela 1	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	Promedio total
Conteo de Himenópteros	0	34,2	22,6	43,3	25
Conteo de Dípteros	0	15,2	14,6	6	8,95
Valor promedio	0	49,4	37,2	49,3	33,97

Tabla 4. Valores promedio de los conteos de polinizadores en las visitas florales para las parcelas con manejo convencional.

	Parcela 2	Parcela 6	Parcela 7	Parcela 8	Promedio total
Conteo de Himenópteros	68,5	0	0	7,25	18,93
Conteo de Dípteros	0	0	0	10,25	2,56
Valor promedio	68,5	0	0	17,5	21,5

Para las parcelas con manejo ecológico se han contabilizado un promedio de 33,97 polinizadores de por muestreo, de los cuales 25 corresponde a himenópteros y 8,95 de dípteros. En la parcela 1 no se han contabilizado polinizadores, mientras que la parcela 3 y la parcela 5 son las de mayor abundancia de polinizadores, con valores promedio de más de 49 polinizadores por conteo, principalmente por el mayor número de himenópteros.

Las parcelas con manejo convencional, presentan un valor promedio de polinizadores de 21,5 aunque en dos parcelas no se han detectado la presencia de estas especies. Siendo la parcela 2 la que presenta la mayor abundancia de polinizadores de todo el informe.

Debido al manejo de la agricultura convencional, incluyendo el uso de fitosanitarios, se han puesto bajo presión a los polinizadores, dando como resultado la disminución de la diversidad de insectos (FAO, 2016). Numerosos trabajos permiten afirmar que los fitosanitarios no se limitan solo a la intoxicación del blanco para el que fueron empleados, sino que además presentan consecuencias sobre artrópodos que pudieran resultar de inestimable valor agroecosistémico (Blettler *et al.*, 2022).

4.2 Abundancia de abejas solitarias

Para los ocho nidos artificiales se ha contabilizado un total de 196 anidaciones. El número de nidos que son de tierra para formar barro como material de sellado es de 121 nidos, es decir, 121 nidos realizados por insectos del género *Osmia spp.* El resto, 75 nidos, presentan pasta vegetal como material empleado para realizar el sellado de los nidos, es decir 75 nidos realizados por insectos de la familia *Megachillidae*. No se han encontrado nidos formados con otros materiales.

La tabla 5 muestra el total de cañas ocupadas y el número total de nidos y diferenciados por el uso de barro o pasta de vegetales como materiales de construcción de los nidos, encontrados en las plataformas introducidas artificialmente en las parcelas de manejo ecológico y la tabla 6 muestra los resultados equivalentes para las parcelas de manejo convencional.

Tabla 5. Resultados del número de cañas ocupadas, número de nidos total y número de nidos en función del material para las abejas solitarias en las parcelas con manejo ecológico.

	Parcela 1	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5
Cañas ocupadas	14	5	11	15
Número de nidos	32	15	31	54
Nidos de barro	32	15	8	2
Nidos de pasta de hojas	0	0	23	52

En las parcelas con manejo ecológico se han contabilizado un total de 45 cañas ocupadas de las 120 disponibles, lo que significa un 37,5 % de ocupación en la formación de nidos. En total en estas parcelas se han presentado 123 nidos, 57 nidos realizados con material de barro y 75 nidos con pasta vegetal.

Para la parcela 1 el total de cañas ocupadas es de 14, con 32 nidos en total, formados exclusivamente con barro. Para la parcela 3 se contabilizado 5 cañas ocupadas, con 15 nidos todos compuestos por barro como material de elaboración del nido. La parcela 5 presenta un total de 11 cañas ocupadas, con 31 nidos de los cuales 8 han sido realizados en barro y 23 nidos con pasta de hojas. La parcela 6 con 15 cañas ocupadas, presenta 54 nidos, 2 de los cuales elaborados con el empleo de barro y 52 con pasta de hojas.

Tabla 6. Resultados del número de cañas ocupadas, número de nidos total y número de nidos en función del material para las abejas solitarias en las parcelas con manejo convencional.

	Parcela 2	Parcela 6	Parcela 7	Parcela 8
Cañas ocupadas	6	0	16	16
Número de nidos	7	0	31	26
Nidos de barro	7	0	31	26
Nidos de pasta de hojas	0	0	0	0

Para las parcelas con un manejo convencional se han contabilizado un total de 38 cañas ocupadas de 120 disponibles, lo que significa un 32 % de ocupación en la formación de nidos. En total en estas

parcelas se han presentado 64 nidos, en su totalidad realizados con material de barro y a destacar la ausencia de nidos realizado con pasta de hojas correspondiente a la familia *Megachillidae*.

Para la parcela 2 el total de cañas ocupadas es de 6, con la formación total de 7 nidos realizados con barro. En la parcela 6 no se presencia ninguna anidación de abejas solitarias. Para la parcela 7 se han contabilizado 16 cañas ocupadas, con la formación de 31 nidos de los cuales todos están compuestos por barro. La parcela 8 presenta 16 cañas ocupadas, con 26 nidos realizados todos en barro.

Se observa que la agricultura intensiva puede causar la pérdida y fragmentación de hábitats las abejas solitarias. Esto puede representar un desafío considerable para las abejas correspondiente a la familia *Megachillidae*, atendiendo a la ausencia de anidación establecida, con implicaciones negativos para los servicios ecosistémicos cruciales que brindan (Garibaldi *et al.*, 2013).

4.3 Abundancia de la fauna del suelo

Se han colocado un total de 75 trampas de caída de las cuales 27 trampas han sido colocadas en parcelas con manejo ecológico y 48 trampas en convencional. Se han capturado un total de 789 artrópodos pertenecientes a insectos, arácnidos, miriápodos, crustáceos y caracoles, a destacar la gran mayoría pertenecientes al grupo de los insectos.

4.3.1 Abundancia y diversidad de artrópodos

La tabla 7 muestra el número total de capturas (artrópodos) diferenciados por el total de insectos, arácnidos, miriápodos, crustáceos, caracoles y otras capturas, en las parcelas de manejo ecológico. Se muestra también el número de trampas totales por parcela y el total de capturas promedio por trampa. La tabla 8 muestra el valor relativo (%) de las capturas respecto al total, obtenidas en cada parcela.

Tabla 7. Número total de capturas de artrópodos en las parcelas con manejo ecológico, diferenciado en las distintas clases.

Número de capturas					
	Parcela 1	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	Total
Insectos	73	33	159	34	299
Arácnidos	9	8	18	7	42
Miriápodos	2	0	0	1	3
Crustáceos	1	22	5	1	29
Caracoles	0	1	0	3	4
Otros	0	0	0	2	2
Artrópodos	85	64	182	48	379
Número de trampas	9	6	7	5	27
Artrópodos/trampas	9,4	10,6	26	9,6	14,04

En las parcelas con manejo ecológico, se han encontrado un total de 379 capturas, de las cuales un 78,9 % corresponde a la clase de insectos. El siguiente grupo importante a destacar por las capturas encontradas pertenece a los arácnidos con un total de 42 capturas, lo que representa el 11,1 % del total de las capturas. El tercer grupo con mayores capturas es el perteneciente a los crustáceos con una representación del 7,65 % frente al total. Los grupos pertenecientes a miriápodos, caracoles y otros artrópodos, no superan el 2 % de las capturas totales. El promedio de capturas de artrópodos en las parcelas de manejo ecológico por trampa es de 14,04 individuos.

Tabla 8. Abundancia (%) de capturas en las parcelas con manejo ecológico, diferenciado en las distintas clases

Abundancia (%)					
	Parcela 1	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	Total
Insectos	86,9	51,5	87,36	70,8	78,9
Arácnidos	11	12,5	9,8	14,6	11,1
Miriápodos	2,5	0	0	2,1	0,79
Crustáceos	1,2	34,37	2,74	2,1	7,65
Caracoles	0	1,56	0	6,2	1,06
Otros	0	0	0	4,1	0,52

Para las diferentes cubiertas correspondientes a las parcelas con manejo ecológico la abundancia de las clases es distinto. En la cubierta correspondiente a la parcela 1 se han capturado un total de 85 artrópodos, con un promedio de captura de 9,4 individuos por trampa. La mayor clase destacada son los insectos con un 86,9 % del total. El segundo grupo con mayor presencia en la cubierta de la parcela 1, corresponde a los arácnidos con un 11 %.

En las cubiertas de la parcela 3 se han capturado un total de 64 artrópodos con un promedio de capturas por trampa de 6 artrópodos. La clase destacada por su abundancia en cuanto a capturas pertenece a los insectos con un 51,5 % del total, el segundo grupo de mayor abundancia corresponde a los crustáceos en un 34,37%, el resto de los artrópodos detectados son los arácnidos (12,5 %) y los caracoles (1,56 %), sin detectar la presencia de miriápodos.

La cubierta de la parcela 4 es la de mayor presencia de artrópodos (182 individuos), con un promedio por trampa de 26 individuos. El grupo mayoritario pertenece a la clase de los insectos (87,36 %), seguido del grupo de los arácnidos (9,8 %) y la última clase presente en las capturas pertenece a los crustáceos (2,74 %).

La cubierta de la parcela 5 con un total de capturas de 48 artrópodos genera un valor promedio de individuos capturados por trampa de 9,6. Se trata de la parcela con mayor diversidad de insectos, ya que tiene presencia del total de grupos. El grupo más abundante corresponde a los insectos (70,8 %), la siguiente clase en orden de abundancia corresponde a los arácnidos (14,6 %), mientras que el resto de los tipos de capturas no llegan a superar el 10 %, con un 6,2 % de presencia de caracoles, el 2,1 % para miriápodos y para crustáceos y un 4,1 % para el resto de las capturas sin clasificar.

La tabla 9 muestra el número total de capturas (artrópodos) diferenciados por el total de insectos, arácnidos, miriápodos, crustáceos, caracoles y otras capturas, en las parcelas de manejo convencional. Se muestra también el número de trampas totales por parcela y el total de capturas promedio por trampa. La tabla 10 muestra el valor relativo (%) de las capturas respecto al total, obtenidas en cada parcela.

Las parcelas con manejo convencional, han presentado un total de 410 capturas, de las cuales un 78,8 % corresponde a la clase de insectos, seguido del grupo de crustáceos con una abundancia del 22,7 %. El tercer grupo con mayores capturas pertenece a los arácnidos con un 17,3 % de abundancia en las capturas frente al total. Los grupos pertenecientes a miriápodos, caracoles y otros artrópodos, no supera más del 2 % de las capturas totales.

Tabla 9. Número total de capturas de artrópodos en las parcelas con manejo convencional, diferenciado en las distintas clases.

Número de capturas					
	Parcela 2	Parcela 6	Parcela 7	Parcela 8	Total
Insectos	77	78	41	36	232
Arácnidos	14	7	35	15	71
Miriápodos	1	0	5	0	6
Crustáceos	29	7	7	50	93
Caracoles	3	0	0	0	3
Otros	0	0	4	1	5
Artrópodos	124	92	92	102	410
Número de trampas	12	14	13	9	48
Artrópodos/trampas	10,3	6,57	7	11	8,5

Tabla 10. Abundancia (%) de capturas en las parcelas con manejo convencional, diferenciado en las distintas clases.

Abundancia (%)					
	Parcela 2	Parcela 6	Parcela 7	Parcela 8	Total
Insectos	62,1	84,8	44,6	35,3	78,8
Arácnidos	11,3	7,6	38	14,7	17,3
Miriápodos	0,8	0	5,4	0	1,5
Crustáceos	23,4	7,6	7,6	49,0	22,7
Caracoles	2,4	0	0	0	0,7
Otros	0	0	4,3	1	1,2

Para las diferentes cubiertas correspondientes a las parcelas con manejo convencional se observa diferencias en la abundancia, respecto al tipo de artrópodo. En la cubierta de la parcela 2 se han capturado un total de 124 artrópodos, con un promedio de captura de 10,3 individuos por trampa. La mayor clase son los insectos con una abundancia del 77 % del total, el segundo grupo de mayor presencia en esta cubierta son los crustáceos con un 29 %, la tercera clase con mayor número de capturas corresponde a los arácnidos (14 % de abundancia), el tercer y cuarto grupo de abundancia de individuos en esta cubierta se corresponde a los caracoles (3 %) y miriápodos (1 %).

Para la cubierta de la parcela 6 se ha encontrado un valor promedio de 6,57 capturas por trampa. El primer grupo por la abundancia de individuos pertenece a los insectos (84,8 %), las clases de los arácnidos y los crustáceos coinciden en abundancia (7,6 %) y del resto de artrópodos clasificados no se han detectado capturas en estas cubiertas.

La cubierta de la parcela 7 ha obtenido un total de 92 artrópodos, con 7 capturas por trampa colocada. El grupo de artrópodos capturados mayoritario corresponde a los insectos (44,6 %), la siguiente clase

por capturas pertenece a los arácnidos (38 %), seguido de los crustáceos (7,6 %), miriápodos (5,4 %) y por último otros artrópodos (4,3 %).

En la cubierta de la parcela 8 se han capturado un total de 102 artrópodos con un promedio 11 individuos por trampa. La clase con mayor abundancia pertenece a los crustáceos (49 %), seguido por los insectos (35,3 %) y arácnidos (14,7 %).

En las parcelas de manejo convencional se han encontrado un 7,56 % más de capturas que en las parcelas de manejo ecológico, principalmente por la mayor abundancia de arácnidos y crustáceos, mientras que en las parcelas de manejo ecológico predominan los insectos.

4.3.2 Valores del índice de Shannon e índice de Simpson

La tabla 11 muestra los valores promedio de abundancia (individuos presentes en cada trampa), la riqueza, el índice de Shannon y el índice de Simpson para las ocho parcelas del informe. Una comunidad con una riqueza específica con destacada homogeneidad, debido a la presencia de una especie con una dominancia superior a las demás y con otras especies poco presentes, el grado de incertidumbre será menor que si todas las especies tuvieran un grado de abundancia similar.

Tabla 11. Valores de abundancia, riqueza, índice de Shannon e índice de Simpson de las parcelas.

Manejo	Parcela	Abundancia (individuos/trampa)	Riqueza (número de especies/trampas)	Índice de Shannon	Índice de Simpson
Ecológico	1	9,1	2,3	0,9	0,88
	3	10	2,8	1,2	0,51
	4	26	2,9	0,7	0,87
	5	9,6	3,2	1,1	0,70
Convencional	2	10,3	2,6	0,87	0,62
	6	6,5	2,42	2,16	0,84
	7	7	3,57	1,36	0,44
	8	11	3,6	1,51	0,49

La parcela 1 presenta una abundancia media de 9,1 individuos capturados por trampa colocada, la riqueza media es de 2,3 clases distintas de artrópodos por trampa y los índices de Shannon y Simpson son 0,9 y 0,88, respectivamente. La parcela 3 presenta una abundancia media de 10 individuos capturados por trampa colocada, la riqueza media presente es de 2,8 clases distintas de artrópodos por trampa y los índices de Shannon y Simpson son 1,2 y 0,51, respectivamente. La parcela 4 presenta una abundancia media de 26 individuos capturados por trampa colocada, la riqueza media presente es de 2,9 clases distintas de artrópodos por trampa y los índices de Shannon y Simpson son 0,7 y 0,87, respectivamente. La parcela 5 presenta una abundancia media de 9,6 individuos capturados por trampa colocada, la riqueza media presente es de 3,2 clases distintas de artrópodos por trampa y los índices de Shannon y Simpson son 1,1 y 0,7, respectivamente.

La parcela 2 presenta una abundancia media de 10,3 individuos capturados por trampa colocada, la riqueza media presente es de 2,6 clases distintas de artrópodos por trampa y los índices de Shannon y Simpson son 0,87 y 0,62, respectivamente. La parcela 6 presenta una abundancia media de 6,5 individuos capturados por trampa colocada, la riqueza media presente es de 2,42 clases distintas de artrópodos por trampa y los índices de Shannon y Simpson son 2,16 y 0,84, respectivamente. La parcela

7 presenta una abundancia media de 7 individuos capturados por trampa colocada, la riqueza media presente es de 3,57 clases distintas de artrópodos por trampa y los índices de Shannon y Simpson son 1,36 y 0,44, respectivamente. La parcela 8 presenta una abundancia media de 11 individuos capturados por trampa colocada, la riqueza media presente es de 3,6 clases distintas de artrópodos por trampa y los índices de Shannon y Simpson son 1,51 y 0,49, respectivamente.

La mayor abundancia se presenta en las parcelas de manejo ecológico, en concreto en la parcela 4, donde en promedio aparecen 26 individuos por trampa. La mayor riqueza se presenta en las parcelas convencionales, principalmente por los altos valores de las parcelas 7 y 8. Los valores inferiores a 2 del índice de Shannon indican niveles bajos en diversidad, algo que ocurre en el total de las parcelas del informe, excepto en la parcela 6, donde los niveles de biodiversidad se pueden considerar normales. El valor del índice de diversidad de Simpson varía entre 0 y 1, siendo las parcelas de mayor diversidad, según este índice, las correspondientes al manejo convencional de las parcelas 7 y 8, junto con la parcela 3 de manejo ecológico.

El estudio de la varianza indica que no existen diferencias entre las cubiertas en cuanto a los índices de biodiversidad de las parcelas. Las diferencias existentes pueden estar relacionadas con la actividad elevada de animales como los jabalís (*Sus scrofa*) y actividades culturales realizadas en las parcelas como puede ser la siega o la labranza de la parcela.

4.3.3 Análisis de las clases de artrópodos capturados

- Insectos

Se han capturado un total de 531 insectos, 299 correspondientes a las parcelas con un manejo ecológico con un promedio por trampa de 21,35 insectos/trampa. La figura 4 muestra los valores promedio de capturas de insectos por trampa para las parcelas de manejo ecológico. Se observa que en la parcela 1 (Pep) se ha contabilizado en promedio 3,6 insectos/trampa, para la parcela 3 (Estación Experimental Agraria) se ha encontrado unas capturas promedio de 7,8 insectos/trampa, para la parcela 4 (Castillo) el número promedio de capturas de insectos por trampa es el más alto (12 insectos/trampa) y la parcela 5 correspondiente a la Casella presenta un número promedio de capturas de insectos por trampa de 8,15 insectos/trampa.

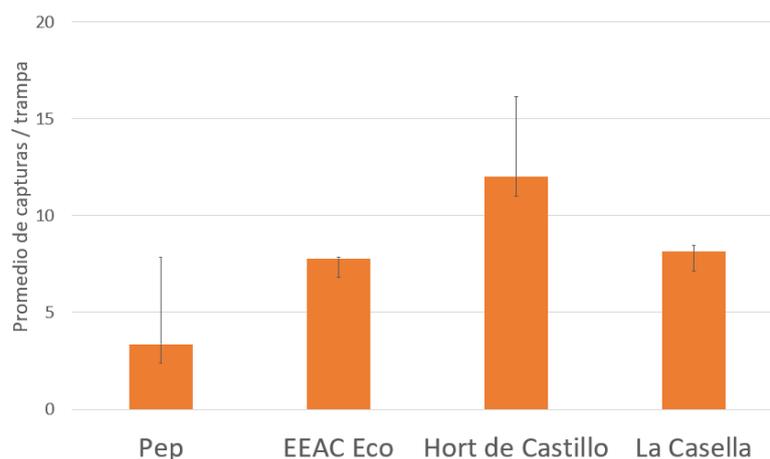


Figura 4. Capturas promedias de insectos por trampa en las parcelas ecológicas.

En las parcelas con manejo convencional el total de insectos capturados es de 232 con un promedio de 4,83 insectos/trampa. La figura 5 muestra los valores promedio de capturas de insectos por trampa para las parcelas de manejo convencional. Se observa que en la parcela 2 (Estación Experimental Agraria) se ha contabilizado en promedio 10,35 insectos/trampa, para la parcela 6 (España) se ha encontrado unas

capturas promedio de 7,9 insectos/trampa, para la parcela 7 (Polpis) el número promedio de capturas de insectos por trampa es de 4,6 insectos/trampa y la parcela 8 (Jovades) presenta un número promedio de capturas de insectos por trampa de 4,25 insectos/trampa.

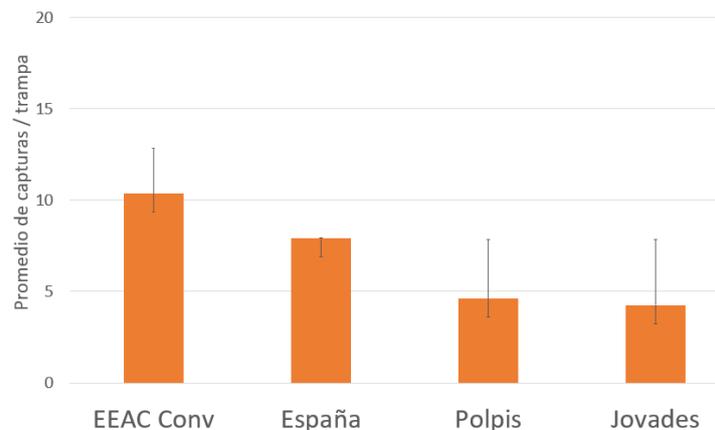


Figura 5. Capturas promedias de insectos por trampa en las parcelas convencionales.

Dentro del orden los insectos la gran mayoría de las capturas se han identificado para la familia *Formicidae*.

- Arácnidos

Se han capturado un total de 113 artrópodos perteneciente al orden arácnido, 42 correspondientes a las parcelas con un manejo ecológico con un promedio por trampa de 1,5 arácnidos/trampa. La figura 6 muestra los valores promedio de capturas de arácnidos por trampa para las parcelas de manejo ecológico. Se observa que en la parcela 1 (Pep) se ha contabilizado en promedio 0,58 arácnidos/trampa, para la parcela 3 (Estación Experimental Agraria) se ha encontrado unas capturas promedio de 0,49 arácnidos/trampa, para la parcela 4 (Castillo) el número promedio de capturas de arácnidos por trampa es el más alto (5,79 arácnidos/trampa) y la parcela 5 correspondiente a la Casella presenta un número promedio de capturas de arácnidos por trampa de 0,7 arácnidos/trampa.

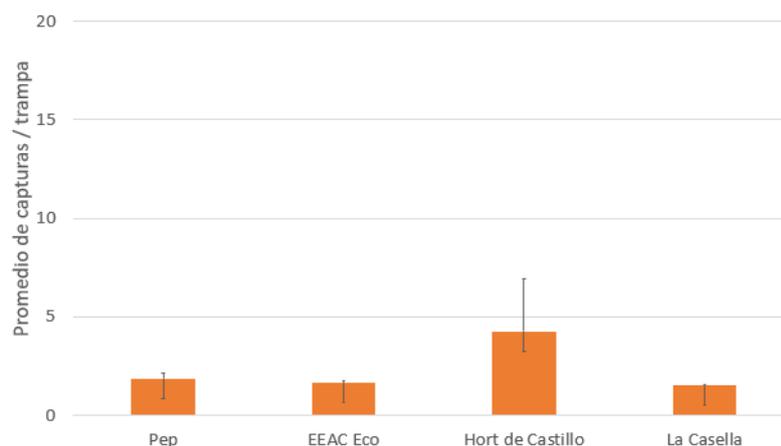


Figura 6. Capturas promedias de arácnidos por trampa en las parcelas ecológicas.

En las parcelas con manejo convencional el total de arácnidos capturados asciende a 71 con un promedio de 1,47 arácnidos/trampa. La figura 7 muestra los valores promedio de capturas de arácnidos por trampa para las parcelas de manejo convencional. Se observa que en la parcela 2 (Estación Experimental Agraria) se ha contabilizado en promedio 1,35 arácnidos/trampa, para la parcela 6 (España) se ha

encontrado un promedio de 0,47 arácnidos/trampa, para la parcela 7 (Polpis) el número promedio de capturas de arácnidos por trampa es de 3,11 arácnidos/trampa y la parcela 8 (Jovades) presenta un número promedio de capturas de arácnidos por trampa de 1,36 arácnidos/trampa.

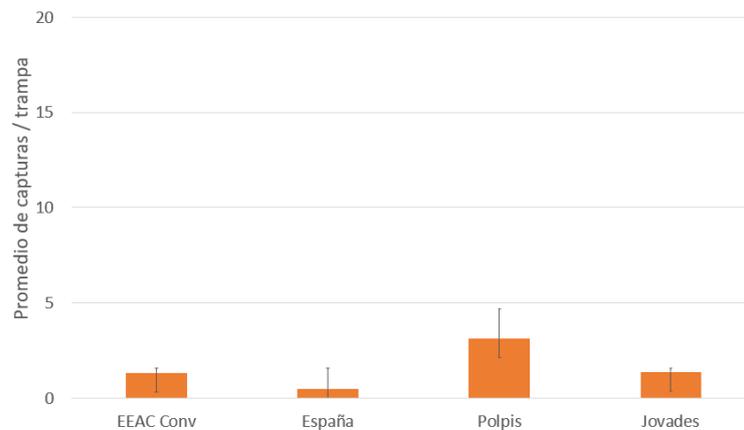


Figura 7. Capturas promedias de arácnidos por trampa en las parcelas convencionales.

- **Crustáceos**

Se han capturado un total de 122 artrópodos perteneciente al orden crustáceos, 29 correspondientes a las parcelas con un manejo ecológico con un promedio por trampa de 1,07 crustáceos/trampa. La figura 8 muestra los valores promedio de capturas de crustáceos por trampa para las parcelas de manejo ecológico. Se observa que en la parcela 1 (Pep) se ha contabilizado en promedio 0,25 crustáceos/trampa, para la parcela 3 (Estación Experimental Agraria) se ha encontrado el número promedio de capturas de crustáceos por trampa más alto (2,82 crustáceos/trampa), para la parcela 4 (Castillo) el promedio de capturas es de 0,35 crustáceos por trampa y la parcela 5 correspondiente a la Casella presenta un número promedio de capturas de crustáceos por trampa de 1,06 crustáceos/trampa.

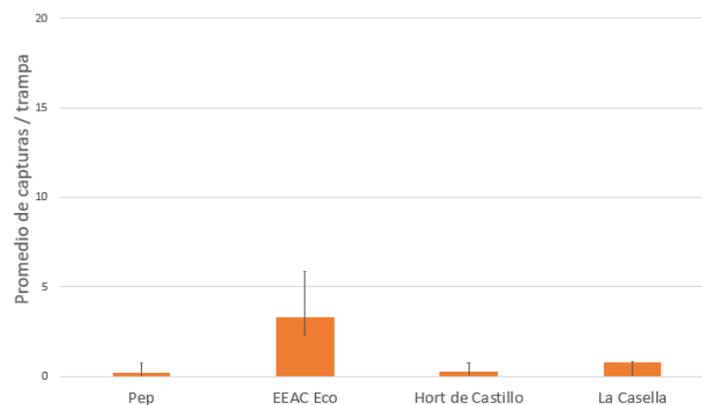


Figura 8. Capturas promedias de crustáceos por trampa en las parcelas ecológicas.

En cuanto a las parcelas en convencional el total de crustáceos es de 93 con un promedio de 1,93 crustáceos/trampa. La figura 9 muestra los valores promedio de capturas de crustáceos por trampa para las parcelas de manejo convencional. Se observa que en la parcela 2 (Estación Experimental Agraria) se ha contabilizado en promedio 2,51 crustáceos/trampa, para la parcela 6 (España) se ha encontrado un promedio de capturas de 0,58 crustáceos/trampa, para la parcela 7 (Polpis) el número promedio de capturas de crustáceos por trampa es de 0,18 crustáceos/trampa y la parcela 8 (Jovades) presenta el número promedio de capturas de crustáceos por trampa más alto de 5,7 crustáceos/trampa.

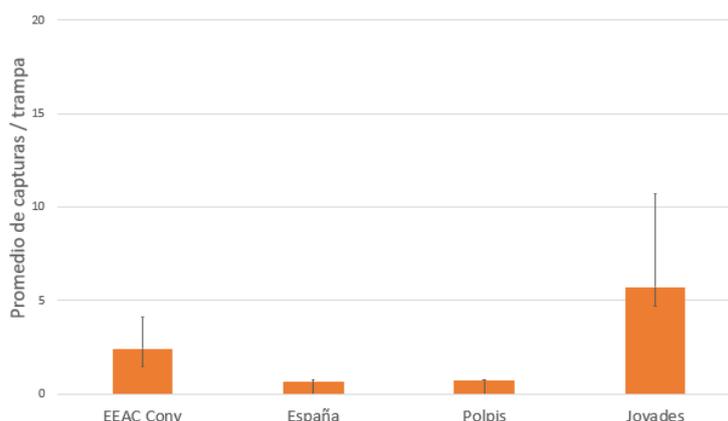


Figura 9. Capturas promedio de crustáceos por trampa en las parcelas convencionales.

Los demás ordenes correspondiente a miriápodos, caracoles y otros artrópodos, al tener un número de capturas tan reducido no es significativo realizar un análisis de las capturas para cada parcela estudiadas.

4.4 Composición y evolución de la flora en las distintas cubiertas vegetales

La tabla 12 muestra la evolución de composición de la flora de las diferentes cubiertas vegetales en los meses de abril, mayo, junio y julio de 2022, para las diferentes parcelas de manejo ecológico, indicando los grupos de flora más representativos de la cubierta vegetal.

Tabla 12. Vegetación más representativa correspondiente a los meses de abril, mayo, junio y julio de 2022 para las parcelas con manejo ecológico.

Fecha	Parcela 1	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5
4-abril 2022	<i>Allium tricoccum</i>	Sin datos (lluvias intensas)	Sin datos (lluvias intensas)	<i>Avena fatua L.</i>
	<i>Avena fatua L.</i>			<i>Cirsium vulgar</i>
	<i>Bromus diandrus</i>			<i>Geranium pusillum</i>
	<i>Malva parviflora L.</i>			<i>Hordeum pusillum</i>
	<i>Medicago sativa</i>			<i>Plantago psyllium</i>
	<i>Oxalis stricta</i>			<i>Torilis arvensis</i>
13-mayo 2022	<i>Avena fatua L.</i>	<i>Convolvulus arvensis L.</i>	<i>Convolvulus arvensis L.</i>	<i>Convolvulus arvensis L.</i>
	<i>Convolvulus arvensis L.</i>	<i>Emex spinosa</i>	<i>Geranium rotundifolium</i>	<i>Emex spinosa</i>
	<i>Helminthotheca echioides</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Geranium rotundifolium</i>
	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Medicago polymorpha</i>	<i>Hordeum murinum</i>
	<i>Oxalis stricta</i>		<i>Sonchus oleraceus L.</i>	<i>Mercurialis annua</i>
			<i>Plantago psyllium</i>	
			<i>Sonchus arvensis L.</i>	
16-junio 2022	<i>Avena fatua L.</i>	Sin datos (recién segado)	<i>Amaranthus retroflexus L.</i>	<i>Amaranthus retroflexus L.</i>
	<i>Convolvulus arvensis L.</i>		<i>Cynodon dactylon L.</i>	<i>Cyperus rotundus</i>
	<i>Lolium perenne L.</i>		<i>Digitaria eriantha</i>	<i>Lepidium latifolium</i>
	<i>Sorghum halepense L.</i>		<i>Oxalis stricta</i>	<i>Medicago sativa</i>
			<i>Tribulus terrestres L.</i>	<i>Sonchus oleraceus L.</i>
21-julio 2022	<i>Convolvulus arvensis L.</i>	Sin datos (recién segado)	<i>Amaranthus retroflexus L.</i>	<i>Amaranthus retroflexus L.</i>
	<i>Digitaria eriantha</i>		<i>Cynodon dactylon L.</i>	<i>Cyperus rotundus</i>
	<i>Sorghum halepense L.</i>		<i>Digitaria eriantha</i>	
			<i>Oxalis stricta</i>	
			<i>Tribulus terrestres L.</i>	

RESULTADOS

La tabla 13 muestra la evolución de composición de la flora de las diferentes cubiertas vegetales en los meses de abril, mayo, junio y julio de 2022, para las diferentes parcelas de manejo convencional, indicando los grupos de flora más representativos de la cubierta vegetal.

Tabla 13. Vegetación más representativa correspondiente a los meses de abril, mayo, junio y julio de 2022 para las parcelas con manejo convencional.

Fecha	Parcela 2	Parcela 6	Parcela 7	Parcela 8
4-abril 2022	<i>Avena fatua</i> L.	<i>Anthriscus cerefolium</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Erigeron canadensis</i>
	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Erigeron canadensis</i>	<i>Erigeron canadensis</i>	<i>Malva parviflora</i> L.
	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Medicago sativa</i>
	<i>Bromus diandrus</i>	<i>Malva parviflora</i> L.	<i>Medicago sativa</i>	<i>Phleum pratense</i>
	<i>Rumex spinosus</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	<i>Rumex palustris</i>
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Mercurialis annua</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	<i>Papaver somniferum</i> L.	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Vicia Sativa</i>
		<i>Parietaria judaica</i> L.	<i>Vicia Sativa</i>	
		<i>Senecio vulgaris</i> L.		
		<i>Sinapis arvensis</i>		
	<i>Sonchus arvensis</i> L.			
	<i>Urtica dioica</i>			
13-mayo 2022	<i>Avena fatua</i> L.	<i>Conyza canadensis</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Lysimachia arvensis</i>
	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	<i>Erigeron bonariensis</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i>
	<i>Oenothera rosea</i>	<i>Erigeron bonariensis</i>	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Rumex spinosus</i>
	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	<i>Parietaria judaica</i>	<i>Trifolium repens</i>	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
	<i>Rumex spinosus</i>	<i>Sonchus oleraceus</i> L.		
	<i>Vicia sativa</i>			
16-junio 2022	<i>Diplotaxis eruroides</i>	<i>Erigeron canadensis</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
	<i>Poa pratensis</i>	<i>Solanum nigrum</i>		<i>Rumex crispus</i>
	<i>Rubus ulmifolius</i>	<i>Sonchus oleraceus</i> L.		
21-8julio 2022	<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Sin datos (labrado)
		<i>Conyza canadensis</i>	<i>Portulaca oleracea</i>	
	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Euphorbia prostrata</i>	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	
	<i>Erigeron bonariensis</i>			
	<i>Erigeron canadensis</i>			
	<i>Portulaca oleracea</i>			

Para la parcela 1 (manejo ecológico) se han encontrado un total de doce especies: *Allium tricoccum* (puerro silvestre), *Avena fatua* L. (avena loca), *Bromus diandrus* (bromo o larre-olao), *Malva parviflora* L. (malva de flor pequeña), *Medicago sativa* (alfalfa), *Oxalis stricta* (acederilla), *Convolvulus arvensis* L. (corregüela menor), *Helminthotheca echinoides* (abrojo o lengua de gato), *Hordeum murinum* (cebadilla ratonera o espiguilla), *Lolium perenne* L. (raigrás), *Sorghum halepense* L. (sorgo o cañota), *Digitaria eriantha* (hierba de conejo). De todas las que más se mantienen en el suelo a lo largo del tiempo son la avena loca, la corregüela y el sorgo.

Para la parcela 2 (manejo convencional) se han encontrado un total de dieciséis especies: avena loca, cebadilla ratonera, *Oxalis pes-caprae* L. (agrijo), bromo, *Rumex spinosus* (gato menor), *Sonchus oleraceus* L. (cerraja), *Sonchus tenerrimus* L. (cerraja tierna), *Oenothera rosea* (hierba del golpe), *Diplotaxis eruroides* (jaramago), *Poa pratensis* (espiguilla), *Rubus ulmifolius* (zarzamora), *Amaranthus retroflexus* (bledo), *Cyperus rotundus* (juncia), *Erigeron bonariensis* (rama negra), *Erigeron canadensis*

(hierba carnícer) y *Portulaca oleracea* (verdolaga). De todas las que se repiten en el suelo en dos momentos temporales son la avena loca, la cebadilla ratonera y la agria.

Para la parcela 3 (manejo ecológico) se han encontrado cuatro especies: corregüela menor, *Emex spinosa* (romaza espinosa), cebadilla ratonera y alfalfa. Las lluvias caídas durante abril de 2022 en la zona unido a los cortes realizados dado el gran crecimiento de la cubierta imposibilitaron encontrar otras especies.

Para la parcela 4 (manejo ecológico) se han encontrado once especies: corregüela menor, *Geranium rotundifolium* (alfileres), cebadilla ratonera, *Medicago polymorpha* (alfalfa de secano), cerraja, bledo, *Cynodon dactylon* L. (grama), hierba de conejo, corregüela menor, *Tribulus terrestris* L. (cadillo) y acederilla. En el primer momento de muestreo las lluvias intensas caídas no hicieron posible la realización de las medidas. En esta parcela las especies encontradas en el mes de julio son las mismas que las presentes en el mes de junio.

Para la parcela 5 (manejo ecológico) se han encontrado diecisiete especies: avena loca, *Cirsium vulgare* (cardo negro), *Geranium pusillum* (hierba de San Roberto), *Hordeum pusillum* (cebadilla), *Plantago psyllium* (zaragatona), *Torilis arvensis* (cachurros), corregüela, romaza espinosa, alfileres, cebadilla ratonera, *Mercurialis annua* (mercurial), zaragatona, *Sonchus arvensis* L. (cardincha), bledo, juncia, *Lepidium latifolium* (rompepiedras), alfalfa y cerraja. Se trata de la parcela de manejo ecológico con mayor diversidad de flora en la cubierta y solo se repiten tres especies en los últimos muestreos (cerraja, bledo y juncia).

Para la parcela 6 (manejo convencional) se han encontrado veinte especies: *Anthriscus cerefolium* (perifolio), hierba carnícer, cebadilla ratonera, malva de flor pequeña, alfalfa, mercurial, *Papaver somniferum* L. (amapola), *Parietaria judaica* L. (hierba caracolera), *Senecio vulgaris* L. (zuzón o hierba cana), *Sinapis arvensis* (mostaza silvestre), cardincha, *Urtica dioica* (ortiga mayor), *Conyza canadensis* (zamarraga), *Diploxys tenuifolia* (mostacilla), rama negra, cerraja, *Vicia sativa* (veza), *Solanum nigrum* (hierba mora), bledo y *Euphorbia prostrata* (golondrina). Se trata de una parcela con mucha diversidad de especies vegetales y con poca repetición de especies en los diferentes momentos muestreados, es decir que los diferentes momentos son muy específicos a la aparición de cada especie.

Para la parcela 7 (manejo convencional) se han encontrado doce especies: corregüela menor, hierba carnícer, cebadilla ratonera, alfalfa, agrio, *Phleum pratense* (bohordillo largo), cerraja, veza, rama negra, *Trifolium repens* (trébol blanco), bledo y verdolaga. Siendo la corregüela menor y la rama negra y el bledo los que presentan presencia en los diferentes momentos de la evaluación.

Para la parcela 8 (manejo convencional) se han encontrado doce especies: hierba carnícer, malva de flor pequeña, alfalfa, bordillo largo, *Rumex palustris* (romaza de laguna), cerraja, veza, *Lysimachia arvensis* (jabonera), *Raphanus raphanistrum* (rabaniza), gato menor, corregüela menor y *Rumex crispus* (acedera). Esta parcela no se pudo muestrear en el conteo de julio porque se procedió al laboreo.

Las especies de plantas más significativas presentes en las cubiertas vegetales pertenecientes a las parcelas con manejo convencional, se corresponden con plantas del género *Conyza*, como por ejemplo rama negra (*Erigeron bonariensis*) y la hierba carnícer (*Erigeron canadensis*) y del género *Amaranthus*, todas ellas resistentes a la aplicación de herbicidas (Calha *et al.*, 2005; González Díaz *et al.*, 2015).

Para evaluar la calidad y cantidad de las cubiertas, sobre la superficie de 1 m² se ha medido la cantidad de cubierta existente (cubierta viva), la riqueza de especies presentes, la altura de la cubierta y el número de flores diferentes, atendiendo a la diferencia de color. la tabla 14 muestra los resultados obtenidos en las ocho parcelas del informe y en los cuatro momentos desde el mes de abril al mes de julio de 2022.

RESULTADOS

Se observa que son pocos los casos donde la cubierta vegetal ocupa entre el 5 y el 25 %, siendo lo más destacable que la presencia de la cubierta sea superior al 75 % en la superficie de medida. El sondeo del mes de mayo es el que mayor riqueza presenta de cubiertas, mientras que la altura de la cubierta muestra variabilidad en los resultados, de la misma forma que el número de flores diferentes que se pueden encontrar en cada parcela.

Para evaluar la incidencia significativa de las cubiertas se ha realizado un estudio de la varianza, de los resultados de la tabla 14, previa codificación de los resultados. El análisis de la varianza multifactorial toma como variables dependientes los datos correspondientes a la cobertura, altura de la vegetación, riqueza y número de flores, frente al factor del tipo de manejo de la parcela (ecológico o convencional).

Tabla 14. Resultados correspondientes a las distintas cubiertas vegetales para todas las parcelas en los diferentes meses realizados en el estudio.

Fecha	Parcelas	Cobertura viva	Riqueza	Altura vegetación	Número de flores distintas
4-abril 2022	Parcela 1	>75%	6,5	30 cm - 75 cm	2,25
	Parcela 2	50% a 75%	4	30 cm - 75 cm	2
	Parcela 3	*	*	*	*
	Parcela 4	*	*	*	*
	Parcela 5	> 75%	2,7	30 cm - 75 cm	1,7
	Parcela 6	25% a 50%	6	< 30 cm	2,5
	Parcela 7	25% a 50%	4,75	< 30 cm	2,5
	Parcela 8	5% a 25%	6	< 30 cm	2,5
13- mayo 2022	Parcela 1	> 75%	5,5	30 cm - 75 cm	3
	Parcela 2	> 75%	4,5	< 30 cm	3
	Parcela 3	> 75%	8	30 cm - 75 cm	4
	Parcela 4	> 75%	6	30 cm - 75 cm	3,5
	Parcela 5	> 75%	6,5	30 cm - 75 cm	3,5
	Parcela 6	50% a 75%	6	30 cm - 75 cm	2,5
	Parcela 7	50% a 75%	6	< 30 cm	3
	Parcela 8	> 75%	6	< 30 cm	4
16- junio 2022	Parcela 1	25% a 50%	4	< 30 cm	2,4
	Parcela 2	50% a 75%	7	30 cm - 75 cm	3,4
	Parcela 3	*	*	*	*
	Parcela 4	> 75%	4,6	< 30 cm	2,4
	Parcela 5	50% a 75%	2,5	30 cm - 75 cm	2
	Parcela 6	> 75%	4	30 cm - 75 cm	1,5
	Parcela 7	50% a 75%	1,4	< 30 cm	1
	Parcela 8	25% a 50%	4	< 30 cm	1
21-julio 2022	Parcela 1	50% a 75%	5	< 30 cm	3
	Parcela 2	50% a 75%	5,6	< 30 cm	2,4
	Parcela 3	*	*	*	*
	Parcela 4	> 75%	4,4	> 75 cm	2,4
	Parcela 5	25% a 50%	2,4	< 30 cm	1,4
	Parcela 6	> 75%	3,4	> 75 cm	1,4
	Parcela 7	25% a 50%	4,6	30 cm - 75 cm	2
	Parcela 8	*	*	*	*

*Datos no disponibles por laboreo o lluvias.

RESULTADOS

La tabla 15 muestra los resultados del análisis de la varianza en relación a la cobertura viva. Existe un efecto estadísticamente significativo, en cuanto al tipo de manejo de la parcela (P-valor menor de 0,05) con un nivel de confianza del 95 %. Siendo las parcelas de manejo ecológico las que presentan mayor presencia de cubierta vegetal o cobertura viva sobre el suelo.

Tabla 15. Análisis de Varianza para cobertura del suelo - Suma de Cuadrados, con un 95 % de confianza.

Efectos principales	Suma de cuadrados	F-razón	P-valor
A: Manejo	10,4051	11.59	0,0011*
Residuos	65,54		
Total (corregido)	75,9467		

En la misma línea, las tablas 16, 17 y 18 muestran los resultados del análisis de varianza de los parámetros de riqueza de la cubierta, altura de la cubierta y número de flores (figura 10), respectivamente. No se encuentran diferencias estadísticamente significativas para los parámetros indicados, respecto al tipo de manejo de suelo. Por lo que se puede concluir que el manejo agronómico (ecológico y convencional) del suelo sólo influye en la mayor densidad de cubierta vegetal en el suelo de manejo ecológico.

Tabla 16. Análisis de Varianza para altura de la vegetación - Suma de Cuadrados, con un 95 % de nivel de confianza.

Efectos principales	Suma de cuadrados	F-razón	P-valor
A: Manejo	0,961157	2,36	0,1292
Residuos	29,78		
Total (corregido)	30,74		

Tabla 17. Análisis de Varianza para Riqueza- Suma de Cuadrados, con un 95 % de nivel de confianza

Efectos principales	Suma de cuadrados	F-razón	P-valor
A: Manejo	0,2239	0,07	0,7898
Residuos	228,256		
Total (corregido)	228,48		

Tabla 18. Análisis de Varianza para el número de flores- Suma de Cuadrados, con un 95 % de nivel de confianza.

Efectos principales	Suma de cuadrados	F-razón	P-valor
A: Manejo	2,39	2,48	0,1193
Residuos	70,27		
Total (corregido)	72,66		



Figura 10. Presencia de flores con diversidad cromática en las parcelas.

4.5 Abundancia de lombrices

La presencia de las especies de lombrices está influenciada principalmente por la disponibilidad de agua del suelo, la acidez y la cantidad y calidad de la materia orgánica. A su vez, las lombrices influyen en su entorno mediante la producción de residuos orgánicos, mediante cambios en la distribución de materia orgánica y mineral, mediante efectos sobre la microflora del suelo ingerida y mediante la estructura del suelo. Todo ello influye en la presencia de la vegetación, la perforación de los poros utilizados por las raíces y los cambios en la disponibilidad de nutrientes. Las comunidades de lombrices son el resultado tanto de interacciones entre especies como de la sensibilidad a factores ecológicos. Se sabe que la presencia o ausencia de vegetación en el suelo y los cambios en su composición afectan a la composición de las comunidades de lombrices (Babel *et al.*, 1992), a través de cambios en la distribución y la calidad de la cubierta, el clima y la disponibilidad de agua.

La tabla 19 muestra los valores de abundancia de las lombrices en cada parcela de manejo ecológico. La abundancia hace referencia al valor promedio del número de lombrices encontradas en el total de tres repeticiones por parcela durante el periodo de 5 meses. También se muestra el dato del peso promedio de una lombriz. Se observa que la presencia de lombrices es muy baja, en las parcelas de manejo ecológico, estando presentes exclusivamente en la parcela número 1.

Tabla 19. Media de la abundancia y peso medio (g) de lombrices en las parcelas con manejo ecológico.

	Parcela 1	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5
Abundancia	4	No presencia	No presencia	No presencia
Peso medio de la lombriz (g)	1	No presencia	No presencia	No presencia

La tabla 20 muestra los valores de abundancia de las lombrices en cada parcela de manejo convencional. Se observa que la presencia de lombrices es muy baja, en las parcelas de manejo convencional, estando presentes exclusivamente en las parcelas número 2 y 7. Se observa que el peso unitario de las lombrices

encontrada en las parcelas de manejo convencional es más bajo que el peso unitario de las lombrices encontradas en la parcela de manejo ecológico.

Tabla 20. Media de la abundancia y peso medio (g) de lombrices en las parcelas con manejo convencional.

	Parcela 2	Parcela 6	Parcela 7	Parcela 8
Abundancia	1,4	No presencia	0,4	No presencia
Peso medio de la lombriz (g)	0,85	No presencia	0,49	No presencia

4.6 Resultados de la actividad enzimática de los suelos

Los indicadores de la calidad del suelo pueden ser físicos, biológicos o químicos y, considerando la actividad enzimática, también pueden ser bioquímicos (Avellaneda-Torres, 2008). Las actividades enzimáticas del suelo han sido sugeridas como un potencial dentro del conjunto de indicadores, debido a su relación con la biología del suelo, ya que su presencia depende directamente de la liberación continua que realizan los organismos que habitan en el ecosistema suelo. Asimismo, la actividad enzimática en los suelos cultivados también está relacionada con las prácticas de cultivo y puede estar directamente asociada con la disponibilidad de nutrientes, ya que los nutrientes juegan papeles importantes en cada ciclo biogeoquímico de los elementos requeridos para el crecimiento de las plantas.

La tabla 21 muestra los valores individuales de la actividad de la fosfatasa alcalina (μg de para nitrofenol-PNF por cada gramo de suelo y hora de incubación).

Tabla 21. Resultados de la actividad enzimática correspondiente a la fosfatasa.

	Repetición	Fosfatasa alcalina (μg PNF/g suelo y h incubación)
Parcela 1	1	171,22
	2	180,14
	3	287,18
Parcela 2	1	119,77
	2	185,28
	3	241,42
Parcela 3	1	202,41
	2	238,18
	3	327,77
Parcela 4	1	82,56
	2	99,14
	3	136,26
Parcela 5	1	84,75
	2	138,73
	3	251,02
Parcela 6	1	33,03
	2	43,52
	3	59,89
Parcela 7	1	144,13
	2	101,56
	3	126,30
Parcela 8	1	77,08
	2	199,49
	3	212,64

Con los resultados obtenidos del nivel de la actividad de la fosfatasa alcalina se procedió a realizar un análisis de la varianza, siendo la variable dependiente los valores de la actividad enzimática y como variables independientes se ha tomado el manejo de la parcela (ecológica o convencional) y la clase textural del suelo (arcilloso o arenoso).

La tabla 22 muestra los resultados del análisis de la varianza, observándose que no existen diferencias estadísticamente significativas en los niveles de la actividad enzimática en función de la textura del suelo, pero sí que la actividad de la fosfatasa alcalina depende del manejo agronómico de la parcela. Siendo los suelos de manejo ecológico los que presentan mayores valores de la actividad enzimática.

Tabla 22. Análisis de la varianza para actividad enzimática con un intervalo de confianza del 95%.

Efectos principales	Suma de cuadrados	F-razón	P-valor
A: Tipos de suelo	3328,01	0,64	0,4346
B: Manejo	30132,6	5,7	*0,0245
Interacciones			
AB	137,093	0,03	0,8733

En algunos escenarios, se ha sugerido que las enmiendas orgánicas aumentan la actividad de las enzimas en el suelo (Martens *et al.*, 1992). En concordancia con estas afirmaciones los resultados de este informe indican que el manejo ecológico y por tanto las prácticas de fertilización ecológica incrementan significativamente los niveles de la fosfatasa alcalina.

4.7 Análisis del paisaje de las parcelas

El paisaje se ha convertido en uno de los temas clave para la sostenibilidad ambiental y territorial, tanto en lo ambiental como en lo cultural y lo social. Los nuevos métodos propuestos para la evaluación del paisaje plantean la definición de que el paisaje y el medio ambiente pueden utilizarse como un concepto integrado (Sargolini, 2013), ya que el paisaje representa el entorno percibido por los individuos.

La tabla 23 muestra los diferentes parámetros evaluados para medir la calidad del paisaje. En concreto se ha cuantificado la cantidad de setos y estructuras verdes dentro de la parcela (calidad), el número de estructuras dentro de cada parcela (AIE), la superficie de interés ambiental (%) presente en un recorrido de 3 km desde el centro de la parcela (SIA), la superficie agrícola (%) presente en un recorrido de 3 km desde el centro de la parcela (SA), la superficie urbanizada y vías de comunicación (%) presente en un recorrido de 3 km desde el centro de la parcela (SUV), la superficie de interés ambiental donde aparece elementos relacionados con el agua (%) presente en un recorrido de 3 km desde el centro de la parcela (SAYC) y el número de usos del suelo con diversidad en un recorrido de 3 km desde el centro de la parcela, es decir, la presencia de parcelas de cultivo, huertas, masas forestales, etc.

La parcela 1 con un manejo ecológico, presenta una calidad de 6,5 y con un total de 2 áreas de interés. Alrededor de la parcela se encuentran diferentes usos del suelo 32 % de superficie de interés ambiental, 40 % de superficie con un uso agrícola, 4 % de zonas urbanas y viales y 24 % de zonas con corrientes y superficies de agua. Se han contabilizado para esta parcela un total de 11 usos de suelos diferentes.

Tabla 23. Valores de los parámetros de evaluación del paisaje en las diferentes parcelas

	Calidad	AIE	SIA (%)	SA (%)	SUV (%)	SAYC (%)	Número de usos
Parcela 1	6,5	2	32	40	4	24	11
Parcela 2	6,3	3	8	45	30	14	15
Parcela 3	6,3	3	8	45	30	14	15
Parcela 4	7	3	24	75	20	9	15
Parcela 5	7	3	24	57	20	2	12
Parcela 6	6	2	24	57	20	2	15
Parcela 7	3	3	29	51	2	19	8
Parcela 8	3	3	20	48	8	24	7

La parcela 2 con un manejo convencional, presenta una calidad de 6,3 y con un total de 3 áreas de interés. Alrededor de la parcela se encuentran diferentes usos del suelo 8 % de superficie de interés ambiental, 45 % de superficie con un uso agrícola, 30 % de zonas urbanas y viales y 14 % de zonas con corrientes y superficies de agua. Se han contabilizado para esta parcela un total de 15 usos de suelos diferentes. La parcela 3 con manejo ecológico presenta los mismos índices que la parcela 2, ya que se encuentran ubicadas en la misma zona.

La parcela 4 con un manejo ecológico, presenta una calidad de 7 y con un total de 3 áreas de interés. Alrededor de la parcela se encuentran diferentes usos del suelo 24 % de superficie de interés ambiental, 75 % de superficie con un uso agrícola, 20 % de zonas urbanas y viales y 9 % de zonas con corrientes y superficies de agua. Se han contabilizado para esta parcela un total de 15 usos de suelos diferentes.

La parcela 5 con un manejo ecológico, presenta una calidad de 7 y con un total de 3 áreas de interés. Alrededor de la parcela se encuentran diferentes usos del suelo 24 % de superficie de interés ambiental, 57 % de superficie con un uso agrícola, 20 % de zonas urbanas y viales y 2 % de zonas con corrientes y superficies de agua. Se han contabilizado para esta parcela un total de 12 usos de suelos diferentes.

La parcela 6 con un manejo convencional, presenta una calidad de 6 y con un total de 2 áreas de interés. Alrededor de la parcela se encuentran diferentes usos del suelo 24 % de superficie de interés ambiental, 57 % de superficie con un uso agrícola, 20 % de zonas urbanas y viales y 2 % de zonas con corrientes y superficies de agua. Se han contabilizado para esta parcela un total de 15 usos de suelos diferentes.

La parcela 7 con un manejo convencional, presenta una calidad de 3 y con un total de 3 áreas de interés. Alrededor de la parcela se encuentran diferentes usos del suelo 29 % de superficie de interés ambiental, 51 % de superficie con un uso agrícola, 2 % de zonas urbanas y viales y 19 % de zonas con corrientes y superficies de agua. Se han contabilizado para esta parcela un total de 8 usos de suelos diferentes.

La parcela 8 con un manejo convencional, presenta una calidad de 3 y con un total de 3 áreas de interés. Alrededor de la parcela se encuentran diferentes usos del suelo 20 % de superficie de interés ambiental, 48 % de superficie con un uso agrícola, 8 % de zonas urbanas y viales y 24 % de zonas con corrientes y superficies de agua. Se han contabilizado para esta parcela un total de 7 usos de suelos diferentes.

No existen grandes diferencias en los parámetros de evaluación de la calidad del paisaje, ya que todas las parcelas se encuentran próximas unas a las otras y en un enclave rural de alto valor paisajístico.

CONCLUSIONES

5. Conclusiones

Las principales conclusiones obtenidas del presente informe son:

1. Las visitas florales como metodología para evaluar la abundancia y riqueza de polinizadores en las cubiertas vegetales se encuentran sesgada por la incidencia de los diferentes factores climáticos, así como por los ciclos biológicos de las diferentes cubiertas. La riqueza en cuanto a los polinizadores está condicionada a la presencia de flor. Una solución para evitar errores sería incrementar las frecuencias de las visitas, algo que encarecería los informes agronómicos de evaluación.
2. Los manejos agrícolas convencionales pueden causar pérdida y fragmentación de hábitats de bioindicadores como las abejas solitarias. El uso de fitosanitarios amenaza la presencia de este grupo de bioindicadores, por lo que el empleo de prácticas sostenibles y respetuosas pueden ayudar al incremento de la biodiversidad.
3. Las diferencias encontradas en los bioindicadores de flora en función del tipo de manejo agronómico, indican inercias de resistencia a los herbicidas en el suelo. La mayor presencia de flora en las parcelas de manejo convencional son del género *Conyza* y *Amaranthus*, ambos con resistencias a algunas formulaciones químicas de los herbicidas.
4. El conteo de lombrices como bioindicador no se ve afectado por la presencia de las diferentes cubiertas vegetales, pero podría estar condicionado por los suelos con mayor nivel de materia orgánica, como los de las cubiertas de manejo ecológico.
5. La actividad enzimática, medida como fosfatasa alcalina de los suelos, está condiciona al manejo de la parcela, siendo los suelos de cultivo ecológico los que muestran mayores valores de actividad. Las diferentes cubiertas vegetales no han tenido incidencia sobre la actividad enzimática.
6. Las cubiertas vegetales pueden ser un elemento que contribuyan al impacto positivo del paisaje, aunque los elementos estructurales son los de mayor huella sobre la diversidad ambiental.
7. Los resultados de este informe pueden ayudar en la planificación para la obtención de datos con un enfoque basado en los beneficios ambientales de las cubiertas vegetales.

BIBLIOGRAFÍA

6. Bibliografía

- Alonso-Ayuso, M., Gabriel, J.L., Quemada, M.** (2014). The kill date as a management tool for cover cropping success. *PLoS One*, 9(10), e109587. <http://doi:10.1371/journal.pone.0109587>
- Álvarez-Iglesias, L., Puig, C.G., Revilla, P., Reigosa, M.J., Pedrol, N.** (2018). Faba bean as green manure for field weed control in maize. *Weed Research*, 58(6), 437-449. <https://doi.org/10.1111/wre.12335>
- Andow, D.** (1991). Yield loss to arthropods in vegetationally diverse agroecosystems. *Environ. Entomol.*, 20: 1228-1235.
- Avellaneda-Torres, L.M.** (2008). Actividades enzimáticas de suelos con y sin historia de uso agrícola y manejo convencional y de sus consorcios bacterianos. Thesis (M.Sc. in Chemical Science)-Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Babel, U., Ehrmann, O., Krebs, M.** (1992). Relationships between earthworms and some plant species in a meadow. *Soil Biol. Biochem.*, 24: 1477-1481.
- Bastida, F., Zsolnay, A., Hernández, T., García, C.** (2008). Past, present and future of soil quality indices: a biological perspective, *Geoderma*, 147: 159–171.
- Baležentienė, L., Klimas E.** (2009). Effect of organic and mineral fertilizers and land management on soil enzyme activities. Effect of organic and mineral fertilizers and land management on soil enzyme activities (Special issue I) 9: 191-197.
- Blettler, D.C., Biurrun-Manresa, J.A., Fagúndez, G.A.** (2022). A review of the effects of agricultural intensification and the use of pesticides on honey bees and their products and possible palliatives. *Spanish journal of agricultural research*, 20(4), 13.
- Bogusch, P., Astapenková, A., Heneberg, P.** (2015). Larvae and nests of six *Aculeate Hymenoptera* (Hymenoptera: Aculeata) nesting in reed galls induced by *Lipara* spp. (Diptera: Chloropidae) with a review of species recorded. *PLoS One*, 10(6): e0130802.
- Braun-Blanquet, J.** (1932). Plant sociology. The study of plant communities. Plant sociology. First ed. McGraw Hill New York.
- Carpa, R.** (2009). Enzymological research on soils from different environments. *Annals of RSCB*, 16(1), 44-48.
- Cerisola, C.** (1989). Lecciones de agricultura biológica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 116 pp.
- Colombi, T., Keller, T.** (2019). Developing strategies to recover crop productivity after soil compaction—A plant eco-physiological perspective. *Soil and Tillage Research*, 191, 156-161. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.04.008>
- Coyne, M.** (2000). Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio. Editorial Paraninfo, España. 416 p.
- Domínguez Gento, A., Ballester, R., Raigón, M.D., García, M.D., Vercher, R., Moscardó, E., Calabuig, A.** (2010). Efecto de cubiertas vegetales permanentes en la fertilidad del cultivo de cítricos ecológicos. In Actas IX Congreso SEAE, Lleida.
- Duelli, P., Obrist, M. K.** (1998). In search of the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas. *Biodiversity & Conservation*, 7(3), 297-309.
- Dufrêne, M., Legendre, P.** (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67, 345–366.

- FAO.** (2016). ¿Cómo podemos proteger a los polinizadores y promover su papel en las prácticas agrícolas y ambientales?. Foro Mundial sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición. Foro FSN. Debate número, 131: 1–7.
- Feijoo, A., Zúñiga, M.C., Quintero, H., Lavelle, P.** (2007). Relaciones entre el uso de la tierra y las comunidades de lombrices en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Pastos y Forrajes*, 30(2), 1-1.
- Ferreras, L., Toresani, S., Bonel, B., Fernández, E., Bacigaluppo, S., Faggioli, V., Beltrán, C.** (2009). Parámetros químicos y biológicos como indicadores de calidad del suelo en diferentes manejos. *Ciencia del suelo*, 27(1), 103-114.
- Franin, K., Barić, B., Kuštera, G.** (2016). The role of ecological infrastructure on beneficial arthropods in vineyards. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14(1), e0303-e0303. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2016141-7371>
- Gardiner, M.M., Landis, D.A., Gratton, C., DiFonzo, C.D., O'neal, M., Chacon, J.M., ... & Heimpel, G.E.** (2009). Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA. *Ecological applications*, 19(1), 143-154.
- Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M.A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., ... Klein, A.M.** (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339(6127): 1608–1611.
- Ghosh, A., Paul, R., Sarkar, A., Manna, M. C., Bhattacharjya, S., Alam, K., ... Mondal, P.** (2022). Carbon-, Nitrogen-, Phosphorus-, and Sulfur-Cycling Enzymes and Functional Diversity in Agricultural Systems. *Agricultural Biocatalysis: Enzymes in Agriculture and Industry*. Ed. Peter Jeschke and Evgeni B. Starikov. Jenny Stanford Publishing Pte. Ltd. Hardcover, Germany.
- Gil-Sotres F., Trasar-Cepeda C., Leirós M.C., Seoane S.** (2005). Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(5): 877-887.
- Gómez, J.A., Soriano, M.A., Bienes, R., López-Vicente, M., Mora, J.** (2019). Proyecto INTCOVER. Jornadas sobre uso de cubiertas vegetales y otra vegetación para el control de la erosión y otros servicios ecosistémicos en cultivos leñosos. Junta de Andalucía (Córdoba). <https://digital.csic.es/handle/10261/184360>
- González Díaz, L., Costa, J., González Andújar, J.L.** (2015). Modelización del control químico de "Conyza" y el riesgo de resistencia a glifosato. In XV Congreso de la Sociedad Española de Malherbología: La Malherbología y la transferencia tecnológica: Sevilla, 19-22 octubre 2015, 93-98.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Luna, J.M.** (2003). Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology*, 4(2), 107-116.
- Hartwig, N.L., Ammon, H.U.** (2002). Cover crops and living mulches. *Weed science*, 50(6), 688-699.
- Calha, I.M., Rocha, F., Guerra, M., Jordão, A.M., Magalhaes, I.** (2005). Estudio de la resistencia a los herbicidas en Portugal: Primeros resultados. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, (173): 131-139.
- Iderawumi, A.M., Kamal, T.O.** (2022). Green manure for agricultural sustainability and improvement of soil fertility. *Farming and Management*, 7(1), 1-8. <http://doi.10.31830/2456-8724.2022.FM-101>
- Jaizme-Vega, M.C., Rodríguez-Romero, A.S.** (2008). Integración de microorganismos benéficos (hongos micorrízicos y bacterias rizosféricas) en agrosistemas de las islas Canarias. *Revista Agroecología*, 3, 33-39.

- Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffandewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T.** (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274: 303-313.
- Martens, D.A., Johanson, J.B., Frankenberger Jr., W.T.** (1992). Production and persistence of soil enzyme with repeated addition of organic residues. *Soil Science*, 153: 53-61.
- More, S.S., Shinde, S.E., Kasture, M.C.** (2020). Root exudates a key factor for soil and plant: An overview. *Pharma Innov. J*, 8, 449-459.
- Mupepele, A.C., Bruelheide, H., Brühl, C., Dauber, J., Fenske, M., Freibauer, A., ... Klein, A.M.** (2021). Biodiversity in European agricultural landscapes: Transformative societal changes needed. *Trends in ecology & evolution*, 36(12), 1067-1070.
- Paul E.A., Clark F.E.** (2007). *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press. 275 p.
- Petrov, T., Hajnal, M., Klein, J., Šafránek, D., Nouvian, M.** (2022). Extracting individual characteristics from population data reveals a negative social effect during honeybee defence. *PLoS Computational Biology*, 18(9), e1010305. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1010305>
- Plaster, E.J.** (1999). *La ciencia del suelo y su manejo*. Ed. Paraninfo. Madrid. 419 pp.
- Proctor, E., Nol, E., Burke, D., Crins, W.J.** (2012). Responses of insect pollinators and understory plants to silviculture in northern hardwood forests. *Biodiversity and Conservation*, 21: 1703-1740.
- Quintos-Andrade, G., Torres, F., Vivyan, P.** (2021). Observación de *Megachile saulcyi* (Guérin-Méneville, 1844) (Hymenoptera: Megachilidae) utilizando plástico para la construcción de nidos en Chile. *Revista chilena de entomología*, 47(2): 201-204.
- Rader, R., Bartomeus, I., Garibaldi, L.A., Garratt, M.P.D., Howlett, B.G., Winfree, R., ... Woyciechowski, M.** (2016). Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 146–151. <https://doi.org/10.1073/pnas.1517092112>
- Rodriguez-Campos, J., Dendooven, L., Alvarez-Bernal, D., Contreras-Ramos, S.M.** (2014). Potential of earthworms to accelerate removal of organic contaminants from soil: a review. *Applied Soil Ecology*, 79, 10-25. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.02.010>
- Sargolini, M.** (2013). *Urban Landscapes: Environmental Networks and the Quality of Life*. Springer Science & Business Media. Milan, Italy.
- Sponsler, D.B., Grozinger, C.M., Hitaj, C., Rundlöf, M., Botías, C., Code, A., ... & Douglas, M.R.** (2019). Pesticides and pollinators: A socioecological synthesis. *Science of the Total Environment*, 662, 1012-1027.
- Shannon, C.E.** (2001). A mathematical theory of communication. *Mobile Computing and Communications Review*, 5(1): 3-55.
- Stuyver, L.J., Levecke, B.** (2021). The role of diagnostic technologies to measure progress toward WHO 2030 targets for soil-transmitted helminth control programs. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 15(6): e0009422.
- Tabatabai, M.A., Bremner J.M.** (1969). Use of p-nitrophenol phosphate in assay of soil phosphatase activity. *Soil Biology and Biochemistry*, 1: 301–307.
- Thompson, A., Frenzel, M., Schweiger, O., Musche, M., Groth, T., Roberts, S.P., ... Knight, T.M.** (2021). Pollinator sampling methods influence community patterns assessments by capturing species with different traits and at different abundances. *Ecological Indicators*, 132: 108284.

- Threlfall, C.G., Law, B., Banks, P.B.** (2012). Influence of landscape structure and human modifications on insect biomass and bat foraging activity in an urban landscape. *PloS One*, 7(6): e38800.
- Tribot, A.S., Deter, J., Mouquet, N.** (2018). Integrating the aesthetic value of landscapes and biological diversity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1886), 20180971. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0971>
- Yarwood, S.A.** (2018). The role of wetland microorganisms in plant-litter decomposition and soil organic matter formation: a critical review. *FEMS Microbiology Ecology*, 94(11), fiy175. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiy175>
- Vicens, N., Bosch, J., Blas, M.** (1993). Análisis de nidos de algunas *Osmia* (*Hymenoptera*, *Megachilidae*) nidificantes en cavidades preestablecidas. *Orsis: organismes i sistemes*, 8: 41-52.
- Wnuk, A., Wojciechowicz-Żytka, E.** (2007). Effect of intercropping of broad bean (*Vicia faba* L.) with tansy phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) on the occurrence of *Aphis fabae* Scop. and predatory Syrphidae. *Aphids and Other Hemipterous Insects*, 13, 211-217.
- Zerbino, S., Altier, N., Morón, A., Rodríguez, C.** (2008). Soil macrofauna in production systems under no tillage and grazing. *Agrociencia*, 12(1), 44-55.