



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 sobre la viabilidad de la gestión integrada de
plagas en Brasicáceas en una parcela de demostración de
cultivos hortícolas en el término municipal de Valencia

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

AUTOR/A: Giménez Haro, Marina

Tutor/a: Rodrigo Santamalia, María Eugenia

Cotutor/a: Gómez de Barreda Ferraz, Diego

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL
MEDI NATURAL



Informe sobre la viabilidad de la gestión integrada de plagas en Brasicáceas en una parcela de demostración de cultivos hortícolas en el término municipal de Valencia

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Trabajo Fin de Grado

Autora: Marina Giménez Haro

Tutora: María Eugenia Rodrigo Santamalia

Cotutor: Diego Gómez de Barreda Ferraz

Valencia, Julio 2024

Informe sobre la viabilidad de la gestión integrada de plagas en Brasicáceas en una parcela de demostración de cultivos hortícolas en el término municipal de Valencia

Resumen

El cultivo de brasicáceas es uno de los cultivos hortícolas más importantes en España, por lo que conocer los fitófagos, que reducen considerablemente la producción anual de estos cultivos, es clave para su control. El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es realizar un seguimiento durante los meses de noviembre de 2023 a mayo de 2024 de la biodiversidad existente en brasicáceas en una parcela de demostración de la Universidad Politécnica de Valencia ubicada en la Huerta de Vera. Las plantas estudiadas fueron brócoli, coliflor, col repollo liso, col lombarda y romanesco. Ha destacado la abundancia en todos los cultivos, sobre todo en col lombarda, del pulgón harinoso de la col *Brevicoryne brassicae* y su principal parasitoide *Diaeretiella rapae*. Los grupos de insectos que fueron predominantes en las capturas de las trampas cromáticas adhesivas pertenecieron a las familias Aphididae y Cicadellidae entre los fitófagos, y Pteromalidae y Braconidae entre los enemigos naturales. Se observó en las variedades cultivadas de brasicáceas una relación entre diferentes especies de lepidópteros y sus enemigos naturales, como la oruga *Pieris rapae* y el himenóptero parasitoide *Apanteles* spp. El pulgón harinoso de la col tuvo numerosas generaciones a lo largo del periodo de estudio y *Pieris rapae* fue encontrada inusualmente en los meses de invierno.

Palabras clave: brasicáceas; fitófagos; enemigos naturales; trampas pegajosas amarillas.

Report on the feasibility of integrated pest management in Brassicáceas on a demonstration plot of vegetable crops in the municipality of Valencia

Abstract

The cultivation of brassicáceas is one of the most important horticultural crops in Spain, so knowing the phytophagous, which considerably reduce the annual production of these crops, is key to its control. The objective of this Final Degree Work is to monitor during the months of November 2023 to May 2024 the biodiversity existing in brassicáceas in a demonstration plot of the Polytechnic University of Valencia located in the Huerta de Vera. The plants studied were broccoli, cauliflower, cabbage, red cabbage and romanesco. The abundance of the mealy aphid of the cabbage *Brevicoryne brassicae* and its main parasitoid *Diaeretiella rapae* in all crops, especially in red cabbage, has been highlighted. The groups of insects that were predominant in the captures of the adhesive chromatic traps belonged to the families Aphididae and Cicadellidae among the phytophagous, and Pteromalidae and Braconidae among the natural enemies. In the cultivated varieties of Brassicaea, a relationship was observed between different species of lepidoptera and their natural enemies, such as the caterpillar *Pieris rapae* and the parasitoid hymenoptera *Apanteles* spp. The mealy cabbage aphid numerous generations throughout the study period and *Pieris rapae* was found unusually in the winter months.

Keywords: brassicaceae; phytophagous; natural enemies; adhesive chromatic traps.

Alumna: Dña. Marina Giménez Haro

Tutora Académica: Prof. Dña. María Eugenia Rodrigo Santamalia

Cotutor Académico: Prof. D. Diego Gómez de Barreda Ferraz

Valencia, Julio 20224

AGRADECIMIENTOS

Gracias,

A María Eugenia Rodrigo Santamalia y a Diego Gómez de Barreda Ferraz por haberme brindado la oportunidad de trabajar con ellos, de haber aprendido tanto a nivel académico como personal y por dedicarme su tiempo.

A Julio Quilis por su dedicación y su gran ayuda en el laboratorio.

A mis amigas por el apoyo incondicional que me han ofrecido, por escucharme y aconsejarme en todo momento.

A mis hermanas por servirme de guía y soporte siempre que lo he necesitado.

A mis padres por creer y confiar en mí desde que empecé este camino.

ÍNDICE

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Importancia del cultivo de brasicáceas en España.....	1
1.2.	Principales fitófagos que afectan a los cultivos de brasicáceas	2
1.3.	Principales enemigos naturales de los fitófagos en cultivo de brasicáceas	7
1.3.1.	Parasitoides	7
1.3.2.	Depredadores.....	8
2.	OBJETIVOS.....	10
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1.	Localización de la parcela	11
3.2.	Variedades de brasicáceas plantadas.....	11
3.3.	Trabajo de campo	12
3.3.1.	Muestreos en campo.....	12
3.3.2.	Trampas pegajosas amarillas.....	14
3.4.	Trabajo de laboratorio.....	14
3.5.	Análisis de resultados.....	15
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1.	Resultados de muestreos realizados en campo	16
4.1.1.	Especies de fitófagos encontrados en Brassica oleracea	16
4.1.1.a.	Lepidópteros. Evolución y nivel de infestación de orugas en el periodo de estudio	16
4.1.1.b.	Áfidos. Evolución y nivel de infestación de áfidos en el periodo de estudio... ..	21
4.1.1.c.	Aleiródidos. Evolución y nivel de infestación de aleiródidos en el periodo de estudio	24
4.1.2.	Enemigos naturales encontrados en Brassica oleracea.....	24
4.2.	Resultados obtenidos de las trampas pegajosas amarillas	26
5.	CONCLUSIONES	29
6.	BIBLIOGRAFÍA	30
	Anejo I. Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030	1

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

FIGURAS

- Fig. 1. Ejemplares de *Pieris rapae* sobre hojas de brasicáceas en la parcela de ensayos de la universidad durante el periodo de estudio. La imagen de la izquierda muestra su pupa y la imagen de la derecha muestra una oruga completamente desarrollada. 2
- Fig. 2. Fotografías tomadas a *Spodoptera littoralis* durante el periodo de estudio. Las dos imágenes de la izquierda muestran una puesta cubierta de las pilosidades características de esta especie de coloración marrón claro. En las dos imágenes de la derecha se pueden observar las larvas recién emergidas alimentándose gregariamente y las manchas negras en los segmentos abdominales de las orugas de un centímetro de longitud. 3
- Fig. 3. Fotografías de *Autographa gamma* tomadas en campo sobre los cultivos de brasicáceas durante el periodo de estudio..... 4
- Fig. 4 Orugas de *Helicoverpa armigera* fotografiadas bajo lupa binocular en laboratorio durante el periodo estudiado. En las imágenes se pueden observar las diferentes tonalidades de verdes y ocres en la piel de estas orugas..... 4
- Fig. 5. Colonias de *Brevicoryne brassicae* en una hoja de col en brócoli y col lombarda en la parcela de estudio durante el periodo de estudio..... 5
- Fig. 6. Fotografías de *Myzus persicae* en hojas de brasicáceas durante el periodo de estudio bajo lupa binocular en laboratorio (imagen izquierda) y a simple vista en la parcela de estudio (imagen derecha). 6
- Fig. 7. *Aleyrodes brassicae* sobre hojas de brasicáceas en el periodo de estudio en estado adulto y de ninfa..... 6
- Fig. 8. Disposición de la fila de brasicáceas en la parcela de estudio de la Universidad Politécnica de Valencia. 11
- Fig. 9. *Lobularia maritima* entre el cultivo de col repollo liso en la parcela de estudio de la UPV... 13
- Fig. 10. Trampas pegajosas amarillas recogidas durante el periodo de estudio en la parcela de la universidad. 14
- Fig. 11. Cultivo de parasitoides de áfidos en placa Petri. 15

Fig. 12. Número medio de orugas por hoja en todo el periodo de estudio para cada brasicácea. .	17
Fig. 13. En este gráfico se compara la temperatura media en °C de los años 2021 a 2024 durante el periodo de estudio comprendido entre noviembre y mayo. Fuente estación climatológica de la propia parcela de estudio.....	17
Fig. 14. Número medio de orugas de <i>Pieris rapae</i> por hoja en los diferentes cultivos de brasicáceas estudiados en la parcela de la UPV.....	18
Fig. 15. Número medio de orugas de <i>Spodoptera littoralis</i> por hoja en los diferentes cultivos de brasicáceas estudiados en la parcela de la UPV.	18
Fig. 16. Número medio de orugas de <i>Autographa gamma</i> por hoja en los diferentes cultivos de brasicáceas estudiados en la parcela de la UPV.	19
Fig. 17. Nivel de infestación del total de orugas sobre cada una de las variedades estudiadas de finales de noviembre a principios de mayo.....	20
Fig. 18. Nivel de infestación de <i>Brevicoryne brassicae</i> en los diferentes cultivos de brasicáceas estudiados en la parcela de la UPV.....	21
Fig. 19. Número máximo de infestación de <i>Brevicoryne brassicae</i> para cada variedad cultivada durante el periodo de estudio.....	22
Fig. 20. Nivel de infestación de <i>Myzus persicae</i> en los diferentes cultivos de brasicáceas estudiados en la parcela de la UPV.	23
Fig. 21. Número máximo de infestación de <i>Myzus persicae</i> para cada variedad cultivada durante el periodo de estudio.	23
Fig. 22. Nivel de infestación de <i>Aleyrodes brassicae</i> en los diferentes cultivos de brasicáceas estudiados en la parcela de la UPV.....	24
Fig. 23. Huevo de <i>Chrysoperla carnea</i> sobre una hoja de brasicácea durante el periodo de estudio observado bajo lupa binocular en laboratorio.....	25
Fig. 24. Ejemplares de coccinélidos vistos durante los meses de marzo y abril sobre las diferentes variedades de brasicáceas. Las dos imágenes de la izquierda muestran a <i>Hyppodamia variegata</i> y las dos de la derecha muestran a <i>Coccinella septempunctata</i>	25

Fig. 25. Evolución del número medio de parasitoides en trampas pegajosas amarillas durante el periodo de estudio 27

Fig. 26. Fotografías tomadas a *Apanteles* spp. capturado en trampas amarillas pegajosas y bajo lupa binocular en laboratorio..... 28

Fig. 27. Resultados del muestreo del nivel de infestación del pulgón de la col en el gráfico superior y resultados del conteo de las trampas pegajosas amarillas con el número medio total de individuos de *Diaeretiella rapae* y *Alloxysta consobrina* en el gráfico inferior..... 28

TABLAS

Tabla 1. Superficie de los principales cultivos hortícolas al aire libre en España.	1
Tabla 2. Clasificación de los niveles de infestación de las diferentes plagas y longitud de orugas. .	12
Tabla 3. Estadillo de campo utilizado en la parcela de estudio.	13
Tabla 4. Clasificación de individuos encontrados sobre las hojas de brasicáceas en la parcela de estudio durante el periodo de muestreo.	16
Tabla 5. Número total de individuos que fueron capturados en las trampas amarillas durante todo el periodo de estudio clasificados según su forma de alimentación, orden, superfamilia y familia.	26
Tabla 6. Relación del Trabajo Fin de Grado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible desde nivel alto a bajo incluyendo la opción de no procede.	1

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de métodos sostenibles para la producción agrícola, el control biológico se ha posicionado como una herramienta fundamental para asegurar la salud y la productividad de los cultivos, al tiempo que se minimiza el impacto ambiental. El presente informe analiza la viabilidad de implementar estrategias de control biológico en cultivos de la familia Brassicaceae, en una parcela de demostración ubicada en el término municipal de Valencia.

La elección de esta parcela tiene como propósito evaluar y demostrar la efectividad de prácticas agrícolas avanzadas en un entorno controlado y representativo de las condiciones locales. Las Brassicáceas, que incluyen cultivos de gran importancia económica como el brócoli, la coliflor y la col, son particularmente vulnerables a una amplia gama de plagas que pueden comprometer su rendimiento y calidad. En este contexto, resulta esencial explorar estrategias que integren el uso de enemigos naturales y otras prácticas sostenibles para el manejo de estas plagas.

Este informe presenta una revisión detallada del estado actual de la biodiversidad encontrada en el cultivo de Brassicáceas y la efectividad del control biológico basada en los resultados obtenidos.

1.1. Importancia del cultivo de brasicáceas en España.

España es uno de los principales productores de brasicáceas en Europa, destacando especialmente en la exportación de brócoli y coliflor (Tabla 1). La mayor parte de la producción se concentra en la Región de Murcia, Andalucía y la Comunidad Valenciana (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2023).

Tabla 1. Superficie de los principales cultivos hortícolas al aire libre en España.

Cultivo	Superficie (ha)	Volumen (t)
Lechuga	32.652	1.027.743
Brócoli	29.965	472.976
Coliflor	7.726	174.428
Alcachofa	15.004	209.886
TOTAL	85.347	1.885.033

El cultivo de brasicáceas favorece la sostenibilidad agrícola al adaptarse a sistemas ecológicos y contribuir a la diversificación de cultivos. Un manejo adecuado, que incluya el control de plagas y enfermedades, es clave para asegurar calidades óptimas y buenos rendimientos.

1.2. Principales fitófagos que afectan a los cultivos de brasicáceas

Los fitófagos más comunes en el cultivo de brasicáceas en el país incluyen orugas, pulgones y moscas blancas. En regiones con climas más húmedos, es frecuente también la presencia de caracoles y babosas (como los caracoles del género *Helix*). Entre las especies de orugas que causan daños a brasicáceas en nuestro país, se encuentran *Pieris rapae*, *Pieris brassicae*, *Spodoptera littoralis*, *Autographa gamma*, *Helicoverpa armigera* y *Plutella xylostella*. Las especies de pulgones más frecuentes son *Brevicoryne brassicae* y *Myzus persicae* en estos cultivos. La mosca blanca presente en brasicáceas es la especie *Aleyrodes brassicae*, también podemos encontrar coleópteros como *Agriotes* spp. A continuación, se indican de cada una de las especies plaga más importantes, aspectos relevantes de su morfología, biología y comportamiento.

Pieris rapae (L.) (Lepidoptera: Pieridae): Son orugas muy pasivas, no se separan de su planta nutricia. Tienen un color generalizado verde con numerosos puntitos negros, tiene la línea mediana dorsal amarilla y la línea pleural está formada por puntos amarillos separados entre sí. Todo su cuerpo está cubierto por una corta pilosidad blanca (Fig. 1).

P. rapae cuenta con tres pares de patas torácicas y cinco abdominales. No son gregarias, se pueden encontrar varios ejemplares en una misma planta, que provienen de diferentes hembras o de varias puestas. Estas orugas se alimentan de diversas brasicáceas como coles (*Brassica oleracea*) o rábanos (*Rhaphanus sativus*) según Aizpúrua (2004). El adulto de *P. rapae* es blanco, posee dimorfismo sexual, los machos tienen las alas anteriores completamente blancas salvo los ángulos apicales negros mientras que las hembras tienen en las alas anteriores cuatro pequeños puntos negros.

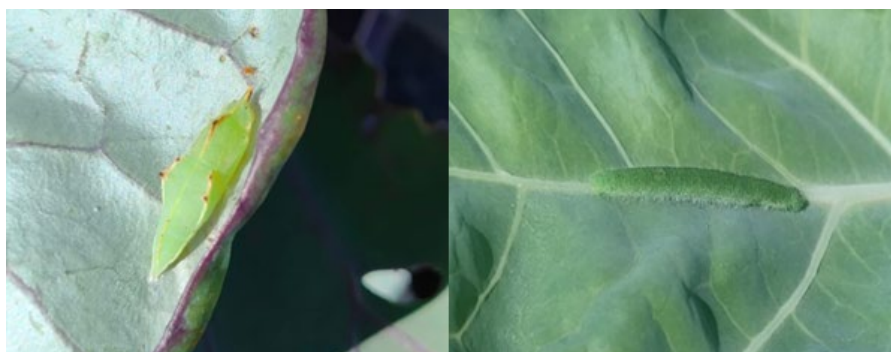


Fig. 1. Ejemplares de *Pieris rapae* sobre hojas de brasicáceas en la parcela de ensayos de la universidad durante el periodo de estudio. La imagen de la izquierda muestra su pupa y la imagen de la derecha muestra una oruga completamente desarrollada.

Pieris brassicae (L.) (Lepidoptera: Pieridae): Las orugas son de un color verde amarillento con manchas negras. Los huevos tienen una forma muy característica, de bala de cañón, estirados en sentido longitudinal y de color amarillo. Los deposita en grupos de 25 a 50, provocando que las larvas aparezcan agrupadas y devoren hojas enteras. Los adultos son de color blanco con diversas manchas negras en las alas. Pasan el invierno en forma de pupa. Los adultos, de hábitos diurnos, aparecen muy pronto en primavera. Tienen de tres a seis generaciones (García-Marí y Ferragut, 2020).

Spodoptera littoralis (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae): También llamada rosquilla negra, según Aizpúrua (2004), tiene el dorso ocre oscuro, con los costados pardos y ocre. Se localizan entre el follaje de sus diversas plantas nutricias, entre ellas, las brasicáceas. Posee manchas oscuras triangulares subdorsales en cada segmento, excepto en el protórax. Siempre se observan manchas oscuras mayores en los segmentos abdominales primero y octavo. Las hembras depositan los huevos agrupados preferentemente en el envés de las hojas, cubriéndolos con escamas de su abdomen para protegerlos. Al eclosionar, las orugas comienzan a alimentarse de manera gregaria hasta que aumentan de tamaño (Fig. 2).



Fig. 2. Fotografías tomadas a *Spodoptera littoralis* durante el periodo de estudio. Las dos imágenes de la izquierda muestran una puesta cubierta de las pilosidades características de esta especie de coloración marrón claro. En las dos imágenes de la derecha se pueden observar las larvas recién emergidas alimentándose gregariamente y las manchas negras en los segmentos abdominales de las orugas de un centímetro de longitud.

Autographa gamma (L.) (Lepidoptera: Noctuidae): Son de color verde y solamente tienen dos pares de patas abdominales. Esto les confiere un caminar característico en bucles que las hace fácilmente distinguibles a otras especies de lepidópteros (Fig. 3). El adulto tiene las alas anteriores ocre y marrones, destacando una marca blanca sobre negro que le ha conferido el nombre de la letra griega *gamma*. La hembra es capaz de realizar puestas de hasta 2.000 huevos, generalmente sobre el envés de las hojas de la planta. Los huevos tienen forma de cúpula, son de color blanco amarillento y presentan estrías verticales. Las plantas que le sirven de alimento son principalmente plantas herbáceas (Aizpúrua, 2004).



Fig. 3. Fotografías de *Autographa gamma* tomadas en campo sobre los cultivos de brassicáceas durante el periodo de estudio.

Helicoverpa (= *Heliiothis*) *armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): Las orugas son de color ocre a enteramente verdes, con líneas blancas y puntos rojos, posee numerosos pelos negros a lo largo de su cuerpo (Fig. 4). Considerando las generaciones solapadas pueden tener, se encuentran desde mediados de abril hasta mediados de noviembre. El adulto puede encontrarse desde abril hasta octubre. Tiene las alas anteriores ocre, las alas posteriores tienen el área basal clara y el resto oscuro. Crisaldan en tierra, su color es marrón amarillento que se oscurece al madurar (Aizpúrua, 2004).



Fig. 4 Orugas de *Helicoverpa armigera* fotografiadas bajo lupa binocular en laboratorio durante el periodo estudiado. En las imágenes se pueden observar las diferentes tonalidades de verdes y ocre en la piel de estas orugas.

Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae): La larva presenta un cuerpo verde pálido o grisáceo con una línea longitudinal amarilla a cada lado del cuerpo. Su cuerpo es apuntado en los extremos y un par de falsas patas sobresale del extremo posterior, formando una "V". Si es molestada, la oruga se revuelve y se deja caer de la planta colgando de un hilo de seda. Se alimentan en el envés de las hojas dejando intacta la epidermis del haz y creando ventanas traslúcidas visibles. La pupa posee una forma alargada y está recubierta por una red de pilosidades blanquecinas. El adulto se caracteriza por tener las anteriores largas y estrechas con el final redondeado y hacia arriba con flecos. Se alimentan de flores de Brassicaceae. Los parasitoides de huevos pertenecen a los géneros *Trichogramma* y *Trichogrammatoidea* (*Trichogrammatidae*). Los parasitoides primarios de larvas más importantes se encuentran dentro de los géneros *Diadegma* (*Ichneumonidae*), *Microplitis* (*Braconidae*), *Apanteles* (*Braconidae*) y *Oomyzus* (*Eulophidae*); mientras que los

parasitoides primarios de pupa pertenecen al género *Diadromus* (Ichneumonidae). Los niveles de parasitismo detectados son variables. Los datos más alentadores indican que se podría alcanzar entre un 80 y 90 % en algunas poblaciones (Lietti *et al.*, 2020).

Brevicoryne brassicae (L.) (Hemiptera: Aphididae): Comúnmente denominado pulgón harinoso de la col, ataca exclusivamente a brasicáceas en las que además de los daños directos transmite más de 20 virosis. Es globoso, de color verde oscuro y recubierto de abundante secreción cerosa blanco-grisácea. Sus sifones son cortos y oscuros y la cauda triangular (Fig. 5). Se sitúan en el envés de las hojas de coles maduras, en el cogollo de las tiernas y en el escapo floral durante la floración. Es bastante resistente al frío, muy precoz y capaz de cubrir por completo grandes áreas, reduciendo el vigor de la planta (García-Marí y Ferragut, 2020).



Fig. 5. Colonias de *Brevicoryne brassicae* en una hoja de col en brócoli y col lombarda en la parcela de estudio durante el periodo de estudio.

Myzus persicae (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae): *Myzus persicae* o pulgón verde del melocotonero es de color verde a verde amarillento, con los sifones y la cauda verdes, aunque a veces aparecen individuos rosáceos. Los individuos alados tienen coloraciones negruzcas en la cabeza, tórax y dorso del abdomen (Fig. 6). Se encuentra en el envés de las hojas y es común en plantas herbáceas en verano, pero sus huéspedes principales son los frutales de hueso, atacados por este pulgón en invierno. El pulgón verde del melocotonero abandona a su huésped principal progresivamente desde abril hasta junio, no quedando pulgones en el hospedador primario en junio. Las plantas atacadas en verano son diferentes hortícolas como solanáceas y brasicáceas. El vuelo de retorno se produce en septiembre, aunque en regiones templadas cohabitan dos razas, una holocíclica y otra anholocíclica; esta última inverna en plantas hospedadoras secundarias, sobre todo brasicáceas, remolacha y patatas de siembra. Los daños provocados en hospedadores secundarios son la deformación del follaje, amarilleamiento de hojas y reducción del vigor (García-Marí y Ferragut, 2020).



Fig. 6. Fotografías de *Myzus persicae* en hojas de brasicáceas durante el periodo de estudio bajo lupa binocular en laboratorio (imagen izquierda) y a simple vista en la parcela de estudio (imagen derecha).

Aleyrodes brassicae (Walker) (Homoptera: Aleyrodidae): *A. brassicae* o mosca blanca de la col, es una excepción entre los aleiródidos ya que es capaz de resistir temperaturas relativamente bajas. El adulto se distingue de las demás moscas blancas por tener unas manchas oscuras difusas en las alas. Estos depositan los huevos en semicírculo sobre una abundante patina cerosa. Las larvas son blanquecinas y elípticas, careciendo de secreciones (Fig. 7). Las colonias que se desarrollan en otoño en el envés de las hojas de col, esparcen abundante melaza sobre la que se desarrolla la negrilla, debilitando y ensuciando las plantas haciendo inkomercial el producto. En España predomina en zonas frías y sobre brasicáceas (García-Marí y Ferragut, 2020).



Fig. 7. *Aleyrodes brassicae* sobre hojas de brasicáceas en el periodo de estudio en estado adulto y de ninfa.

Agriotes spp. (Eschscholtz) (Coleoptera: Elateridae): Las larvas de los coleópteros de la familia Elateridae se conocen como gusanos de alambre debido a la delgadez y rigidez de sus cuerpos. Son plagas especialmente en terrenos húmedos. La especie más extendida y perjudicial es *Agriotes lineatus* (L.), es muy polífaga y ataca a hortícolas, cereales y frutales. Los adultos son inofensivos (García-Marí y Ferragut, 2020).

Helix spp. (L.) (Stylommatophora: Helicidae): Tienen aspecto redondeado y son de color claro. En épocas lluviosas y especialmente en otoño es cuando realizan sus puestas en grupos en el interior del suelo. La eclosión de huevos y el desarrollo de los adultos están muy condicionados por el contenido en humedad del suelo. Pueden producir graves daños a plantas de huerta en años húmedos y lluviosos ya que poseen gran capacidad de multiplicación (García-Marí y Ferragut, 2020).

1.3. Principales enemigos naturales de los fitófagos en cultivo de brasicáceas

1.3.1. *Parasitoides*

Podemos distinguir algunos de los parasitoides que actúan como aliados en el control biológico.

Apanteles spp. (Förster) (Hymenoptera: Braconidae): Es un grupo de himenópteros parasitoides conocido por su capacidad de parasitar larvas de lepidópteros. El género *Apanteles* es endoparasitoide. Ponen sus huevos dentro de las orugas hasta que eclosionan y las larvas se desarrollan alimentándose del tejido del huésped antes de emerger como adultos (Dannon *et al.*, 2010 y Varone *et al.*, 2024).

En el estudio de Michelena *et al.* (2004) se indican los parasitoides de áfidos encontrados en cultivos hortícolas mediterráneos. Algunas de las especies de parasitoides se indican a continuación. Los áfidos momificados presentan una coloración variable desde marrón claro a negro. En las especies españolas pueden reconocerse los géneros de forma aproximada por la coloración de las momias. El color marrón claro pertenece a los géneros *Trioxys*, *Lysiphlebus*, *Diaeretiella*, *Diaretus* y *Lipolexis*. Los géneros *Aphidius* y *Adialytus* presentan diferentes tonos a marrón mientras que *Ephedrus* es negro (García-Marí y Ferragut, 2020).

Aphidius colemani (Viereck) (Hymenoptera: Aphidiidae): Se utiliza como control biológico de algunas especies de pulgón, especialmente el género *Myzus* spp. y el pulgón del algodón.

Diaeretiella rapae (M'Intosh) (Hymenoptera: Braconidae): Parasita especialmente al pulgón harinoso de la col (*B. brassicae*).

Trioxys spp. (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae): Es un parasitoide de diferentes especies de áfidos.

Ephedrus spp. (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae): Es un parasitoide de diferentes especies de áfidos.

Alloxysta consobrina (Zetterstedt) (Hymenoptera: Figitidae): Actúa como un hiperparasitoide (Bastante, 2017). Contribuye al control biológico de plagas de manera indirecta. Su ciclo de vida implica la oviposición dentro de parasitoides primarios que ya han infectado a los áfidos, lo que eventualmente lleva a la muerte del parasitoide huésped y permite la emergencia de un nuevo adulto de *A. consobrina*.

Aphelinus spp. (Dalman) (Hymenoptera: Aphelinidae): Especializado en el control de pulgones como los del género *Myzus* spp.

Encarsia spp. (Förster) (Hymenoptera: Aphelinidae): Según García-Marí y Ferragut (2020) *Encarsia* spp. es parasitoide de diversas plagas, especialmente de cóccidos diaspididos de frutales, piojo rojo de California y de mosca blanca.

Asaphes spp. (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae): Estos himenópteros son conocidas por su papel como hiperparasitoides. Se dirige a los parasitoides primarios del pulgón, como los de la subfamilia Aphidiinae.

Trichogramma spp. (Westwood) (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Según García-Marí y Ferragut (2020) son de los organismos más utilizados en control biológico. Son parasitoides de huevos de lepidópteros. En muchos países se crían en masa para su liberación inundativa en campo.

1.3.2. Depredadores

Orius (Wolff) (Hemiptera: Anthocoridae): Es un depredador de pequeño tamaño, con ocelos, cuneo y pico corto y curvo. Se alimentan de huevos y formas móviles de ácaros, trips y pequeños insectos, entre los que se encuentran muchas plagas importantes. En España son frecuentes *Orius laevigatus* y *O. albidipennis* (García-Marí y Ferragut, 2020).

Míridos (Hahn) (Hemiptera: Miridae): Se distinguen fácilmente por tener el cuneo claramente separado del resto del hemiélitro y faltar los ocelos en la cabeza. La membrana de las alas presenta una o dos células en la base y no posee nerviaciones longitudinales; las antenas presentan cuatro artejos, y su inserción es siempre visible dorsalmente; el rostro o pico tiene cuatro segmentos, y en reposo se adosa sobre la cara ventral del cuerpo (Goula y Alomar, 1994). Por ejemplo, el mírido *Dicyphus tamaninii* (Wagner) (Hemiptera: Miridae) presenta un régimen alimentario mixto, zoófago y fitófago. Este depredador generalista es capaz de alimentarse de diferentes plagas como son las moscas blancas, huevos de lepidópteros, trips, áfidos, ácaros y minador de hoja (Agustí y Gabarra, 2009).

Chrysoperla carnea (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): Las larvas son de tipo campodeiforme, con mandíbulas laterales en forma de gancho. Los adultos son muy móviles con alta capacidad de dispersión, viviendo hasta tres meses. Especies como *C. carnea* pueden desarrollar resistencias a los plaguicidas, por eso esta especie es la más utilizada en la lucha biológica. Habiéndose empleado para combatir pulgones, huevos y orugas de noctuidos (como *Heliothis*), cochinillas algodonosas y otros insectos (García-Marí y Ferragut, 2020).

Sírfidos (Latreille) (Diptera: Syrphidae): son depredadores de áfidos y trips. En el caso de *Allograpta exotica* (Diptera: Syrphidae) se estudió el consumo de áfidos de *M. persicae* y trips de *Frankliniella gemina* (Thysanoptera: Thripidae) y consumían gran parte de ambas plagas, aunque preferían los áfidos (Maza *et al.*, 2024).

Aphidoletes aphidimyza (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae): Los adultos son unas mosquitas negras de unos 3 mm de longitud, que viven una media de 10 días alimentándose de la melaza que segregan los áfidos. Sus larvas se alimentan durante 3 y 7 días de pulgones hasta que caen al suelo para formar la pupa. Según García-Marí y Ferragut (2020) ataca a la mayoría de especies de pulgones más perjudiciales.

Coccinélidos (Latreille) (Coleoptera: Coccinellidae): La mayoría de las especies de coccinélidos son depredadores carnívoros que se alimentan de insectos como áfidos y cochinillas. Algunos de los coccinélidos más comunes en España son *Coccinella septempunctata* (L.), *Rodolia cardinalis* (Mulsant), *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant), *Propylea quatuordecimpunctata* (L.) y *Scymnus species* (Kugelann) (Alvis *et al.*, 2002).

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

Los cultivos hortícolas son sensibles a diferentes fitófagos, lo que hace necesario la implementación de medidas para su control. Las plagas disminuyen el rendimiento y la producción en cultivos de brassicáceas, en momentos puntuales si el fitófago no se controla puede dificultar el acogollado impidiendo la formación de la pella o incluso provocar la muerte del cultivo. Dadas las restricciones en el uso de productos fitosanitarios en los países de la Unión europea, es necesario conocer la fenología de las plagas, así como el complejo de enemigos naturales asociados a ellas. Estos enemigos naturales pueden ayudar en el control de los fitófagos.

Los objetivos del Trabajo Fin de Grado han consistido en:

1. Identificar y evaluar la abundancia de fitófagos presentes en cada una de las variedades de brassicáceas estudiadas durante los meses de noviembre de 2023 hasta mayo de 2024 en la parcela de demostración de la Universidad Politécnica de Valencia en la Huerta de Vera.
2. Identificar los enemigos naturales presentes en la parcela de estudio y la relación existente entre los principales fitófagos y estos enemigos naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización de la parcela

La finca de estudio se encuentra en la Huerta de Vera, en el municipio de Valencia. Sus coordenadas UTM son X:729015 y Y:4373830 metros. Tiene una extensión de 2.894m² y su referencia catastral es 46900A087002650000FL, siendo la parcela 265, polígono 87.

3.2. Variedades de brasicáceas plantadas

En la parcela de estudio de la universidad se plantaron diferentes cultivos hortícolas, entre ellos, numerosos cultivos de la familia *Brassicaceae*. Las variedades que fueron estudiadas para la realización de este trabajo son las siguientes:

- Coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)
- Romanesco (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)
- Brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck)
- Col lombarda (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra* L.)
- Col repollo liso (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

La disposición de estos cultivos fue en una sola fila de plantas con un marco de plantación por variedad de 2 x 0,3 metros. Los cultivos en esta hilera tuvieron una separación entre plantas de 0,3 metros entre las 6 las plantas existentes por variedad, la separación entre variedades es de 0,5 m. En total, el estudio se realizó sobre una población de 30 plantas de brasicáceas (Fig. 8).



Fig. 8. Disposición de la fila de brasicáceas en la parcela de estudio de la Universidad Politécnica de Valencia.

3.3. Trabajo de campo

El seguimiento de los fitófagos y los enemigos naturales en los cultivos se pudo llevar a cabo mediante muestreos de campo, trampas pegajosas amarillas y cultivo de fitófagos parasitados en el laboratorio.

3.3.1. Muestreos en campo

Los muestreos realizados tuvieron una periodicidad quincenal, observándose las plagas y enemigos naturales sobre las hojas de las brasicáceas. El material que se utilizó para recoger la información de campo fue un estadillo con las principales plagas que afectan al cultivo y las variedades estudiadas planta por planta (Tabla 2).

En él se recogía el nivel de infestación de los fitófagos con un rango del 0 al 4, siendo 0 nivel de infestación cero y 4 nivel de infestación alto. También fue contabilizado el número de hojas total y número de hojas afectadas por cada plaga. En el caso de lepidópteros se midió la longitud de las orugas y la abundancia por planta. En áfidos se midió la infestación por número de colonias por hoja. Para mosca blanca se utilizó un porcentaje del 1 al 100 numerado también del 0 al 4 (Tabla 2). Además, unas últimas casillas se dedicaron a la presencia de enemigos naturales y observaciones de plagas (Tabla 3)

Tabla 2. Clasificación de los niveles de infestación de las diferentes plagas y longitud de orugas.

Nivel de infestación de pulgones		Nivel de infestación de orugas	
0	0	0	0
1	<3 colonias/hoja	1	<3 orugas/planta
2	3-5 colonias/hoja	2	3-5 orugas/planta
3	5-10 colonias/hoja	3	5-10 orugas/planta
4	>10 colonias/hoja	4	>10 orugas/planta
Nivel de infestación de mosca blanca		Longitud de oruga	
0	0	0	0
1	< 10% hoja con mosca	1	0-1 cm
2	10-20% hoja con mosca	2	1-2 cm
3	20-50% hoja con mosca	3	2-3 cm
4	> 50% hoja con mosca	4	>3 cm

Tabla 3. Estadillo de campo utilizado en la parcela de estudio.

Fecha	Variedad	Nº de planta	Estado fenológico	Nº de hojas	Nº de hojas con oruga	Nº orugas/planta	Pieris	Longitud 1 Pieris	Longitud 2 Pieris	Longitud 3 Pieris	Longitud 4 Pieris	Spodoptera littoralis	Longitud 1 S. littoralis	Longitud 2 S. littoralis	Longitud 3 S. littoralis	Longitud 4 Spodoptera	Helicoverpa armigera	Longitud 1 H. armigera	Longitud 2 H. armigera	Longitud 3 H. armigera	Longitud 4 H. armigera	Plusia	Longitud 1 Plusia	Longitud 2 Plusia	Longitud 3 Plusia	Longitud 4 Plusia	Nº hojas con Myzus persicae	Nivel infest. Myzus persicae	Nº hojas B. brassicae	Nivel infestación B. brassicae	Nivel infest. mosca blanca	Enemigos naturales	Observaciones plagas	Observaciones generales				
	COLIFLOR	1																																				
		2																																				
		3																																				
		4																																				
		5																																				
		6																																				
	ROMANESCO	1																																				
		2																																				
		3																																				
		4																																				
		5																																				
		6																																				
	BRÓCOLI	1																																				
		2																																				
		3																																				
		4																																				
		5																																				
		6																																				
	COL LOMBARDA	1																																				
		2																																				
		3																																				
		4																																				
		5																																				
		6																																				
COL REPOLLO LISO	1																																					
	2																																					
	3																																					
	4																																					
	5																																					
	6																																					

Fue necesario el uso de una lupa de bolsillo para identificar correctamente las especies en campo, al igual que botes para la recogida de muestras y un permanente para rotularlos con fecha, tipo de muestra y variedad en la que se encuentran los insectos recogidos. Además, se realizó un seguimiento de la fenología de las variedades estudiadas con la escala BBCH. Esta escala nos permite obtener una codificación uniforme de identificación fenológica de estadios de crecimiento para las variedades de brasicáceas.

Se realizó una segunda plantación en la parcela de estudio, esta vez de 6 ejemplares de *Lobularia maritima* entre las diferentes variedades de nuestros cultivos de interés para beneficiar el control biológico de plagas y que cumplan la función de planta huésped para nuestros depredadores y parasitoides (Fig. 9). Esta plantación se llevó a cabo la última semana de noviembre de 2023.



Fig. 9. *Lobularia maritima* entre el cultivo de col repollo liso en la parcela de estudio de la UPV.

3.3.2. Trampas pegajosas amarillas

Las trampas pegajosas amarillas fueron cambiadas quincenalmente. El periodo en el que se colocaron comprende los meses de diciembre de 2023 hasta mayo de 2024 (Fig. 10). Se pusieron 3 trampas amarillas a lo largo de la hilera de brasicáceas, dos a los extremos y una en el centro, rotuladas con la fecha y la posición en la que se encuentra cada una. Las trampas se colocan al nivel del cultivo, en concreto, en el tercio superior de cada variedad.

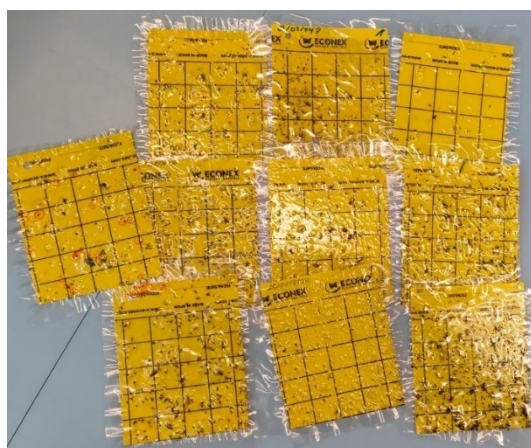


Fig. 10. Trampas pegajosas amarillas recogidas durante el periodo de estudio en la parcela de la universidad.

3.4. Trabajo de laboratorio

El trabajo de laboratorio consistió en la identificación de los insectos capturados en las trampas amarillas bajo lupa binocular y en el cultivo de las muestras recogidas en campo.

El material utilizado fue alcohol etílico 90% para la conservación de muestras y para la retirada de algunos insectos del pegamento de las trampas amarillas sin dañarlos. También sirvió de utilidad para observar de forma más nítida algunas partes de himenópteros necesarias para diferenciar especies, como es el caso de la nerviación de las alas en braconidos. Fueron necesarios botes y placas Petri para cultivar larvas, pupas e individuos parasitados. Con la lupa binocular, alfileres entomológicos y claves dicotómicas (Goulet y Huber, 1993) o bibliografía específica fue posible la identificación de la mayoría de los insectos presentes en campo. El estado físico de los insectos que se capturaron con las trampas amarillas fue determinante para la identificación de los mismos, dado que a veces no resultaba posible reconocer las características que diferencian las especies de algunos enemigos naturales, en concreto, de los parasitoides.

Con unas pinzas de precisión se recogieron los individuos emergidos de los pulgones parasitados para su posterior observación y reconocimiento. Fue necesario esperar a que todos los individuos quedaran inmóviles puesto que eran alados y podían escapar de la placa Petri (Fig. 11).

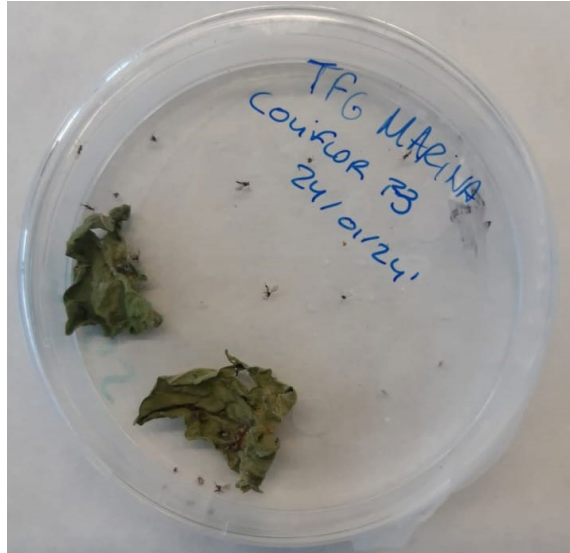


Fig. 11. Cultivo de parasitoides de áfidos en placa Petri.

3.5. Análisis de resultados

A los resultados obtenidos de los muestreos en orugas se aplicó el análisis de la varianza utilizando el programa Statgraphics Centurion XIX.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de muestreos realizados en campo

4.1.1. Especies de fitófagos encontrados en *Brassica oleracea*

Las especies de fitófagos encontradas pertenecen a los órdenes Lepidoptera, familias Pieridae y Noctuidae; y Hemiptera, familias Aphididae y Aleyrodidae (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de individuos encontrados sobre las hojas de brasicáceas en la parcela de estudio durante el periodo de muestreo.

Orden	Familia	Especie
Lepidoptera	Pieridae	<i>Pieris rapae</i>
	Noctuidae	<i>Spodoptera littoralis</i>
		<i>Autographa gamma</i>
		<i>Helicoverpa armigera</i>
		<i>Plutella xylostella</i>
Hemiptera	Aphididae	<i>Brevicoryne brassicae</i>
		<i>Myzus persicae</i>
	Aleyrodidae	<i>Aleyrodes brassicae</i>

4.1.1. a. *Lepidópteros. Evolución y nivel de infestación de orugas en el periodo de estudio*

La Fig. 12 muestra el número medio de orugas de cada especie presente en todo el periodo de estudio en cada una de las variedades de brasicáceas. La especie más abundante ha sido *P. rapae*, seguida por Plusia y Rosquilla negra. *Pieris rape* y la Rosquilla negra fueron más abundantes en brócoli, mientras que Plusia lo fue en romanesco. La variedad más afectada por orugas fue el brócoli, mientras que la menos atacada fue col repollo liso.

Se comprobó estadísticamente la abundancia en cada una de las variedades de cada una de las especies de oruga a través de una ANOVA. Para *Pieris rapae* hubo diferencias estadísticamente significativas en su abundancia entre variedades de brasicáceas ($F= 4,21$; g.l.= 4; $p= 0,0021$). Las variedades con menor abundancia fueron col lombarda y repollo liso (sin diferencias estadísticas entre ellas según Test de Rango Múltiple), y las de mayor abundancia fueron coliflor, brócoli y romanesco (sin diferencias estadísticas entre ellas según Test de Rango Múltiple).

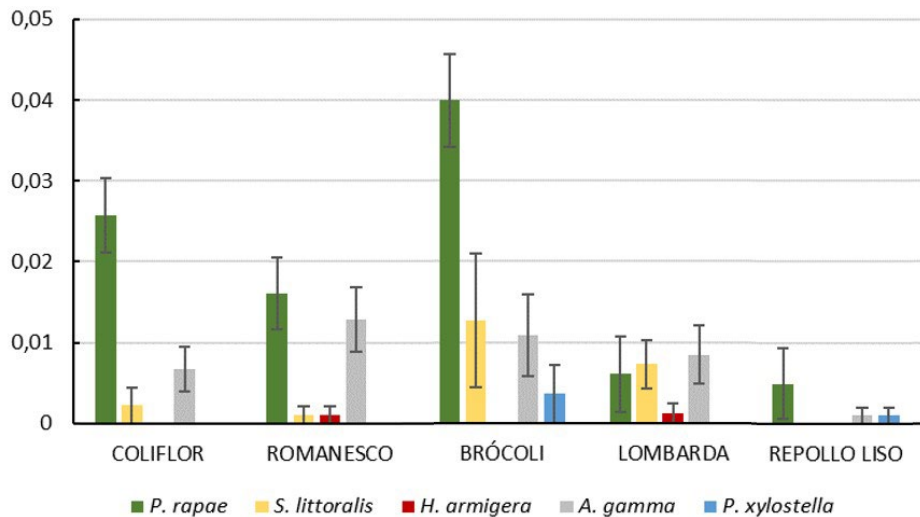


Fig. 12. Número medio de orugas por hoja en todo el periodo de estudio para cada brasicácea.

Se han representado las especies encontradas en mayor abundancia, es decir, *P. rapae*, *S. littoralis* y *A. gamma* (Fig. 14, Fig. 15 y Fig. 16). Estas especies de orugas estuvieron alimentándose en noviembre en todas las variedades de brasicáceas, excepto en repollo liso. Las orugas de *Pieris rape* se encuentran sobre sus plantas nutricias en los meses de marzo hasta octubre ininterrumpidamente, en razón de las numerosas generaciones anuales, según García-Marí y Ferragut (2020). Sin embargo, los resultados obtenidos en la parcela de ensayo difieren de los propuestos por estos autores. Se han contabilizado individuos de *P. rapae* desde mediados de noviembre hasta marzo en todas las variedades de col (Fig. 14). La posible explicación de este fenómeno radica en que, durante los meses abarcados por este estudio, las temperaturas registradas fueron superiores a las de años anteriores (Fig. 13). Este aumento térmico podría ser la causa de la presencia de orugas alimentándose en las plantas durante los meses invernales.

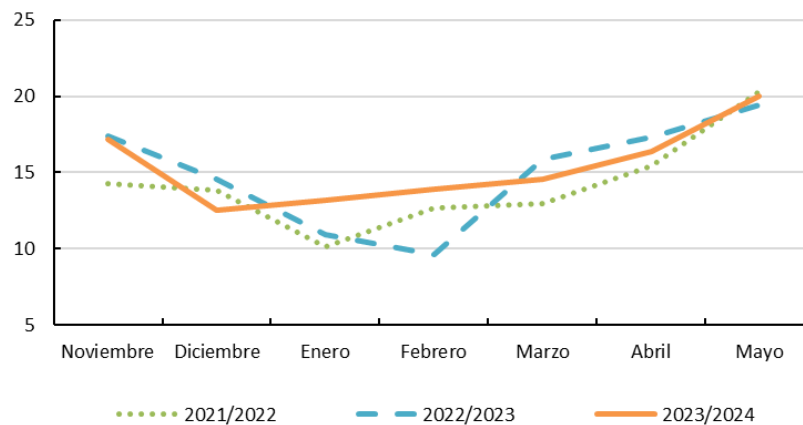


Fig. 13. En este gráfico se compara la temperatura media en °C de los años 2021 a 2024 durante el periodo de estudio comprendido entre noviembre y mayo. Fuente estación climatológica de la propia parcela de estudio.

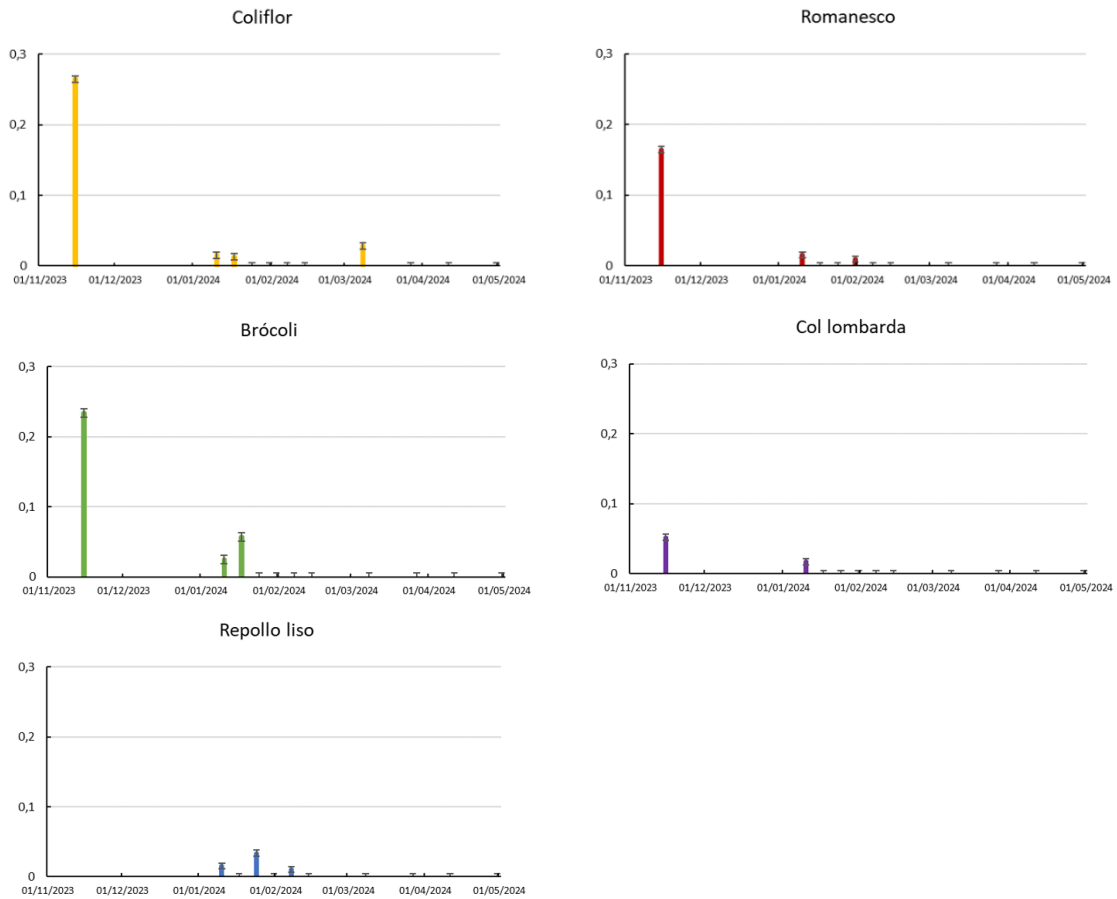


Fig. 14. Número medio de orugas de *Pieris rapae* por hoja en los diferentes cultivos de brassicáceas estudiados en la parcela de la UPV.

La rosquilla negra, es una oruga invernante que podemos encontrar durante todo el año según García-Marí y Ferragut (2020). En el estudio la rosquilla negra actuó sobre todas las brassicáceas, a excepción de repollo liso, en noviembre y además atacó la col lombarda a finales de enero (Fig. 15).

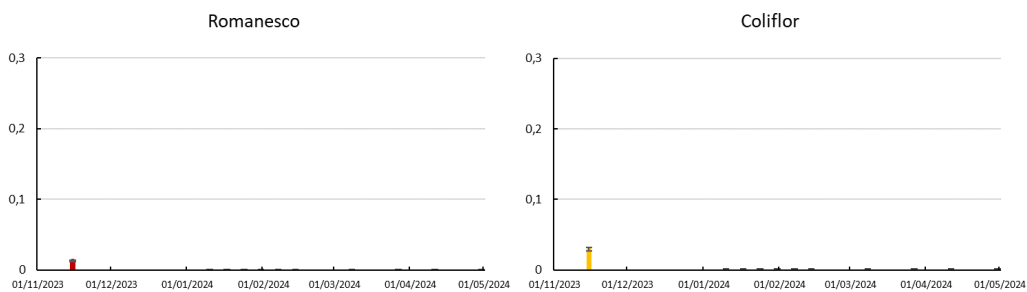


Fig. 15. Número medio de orugas de *Spodoptera littoralis* por hoja en los diferentes cultivos de brassicáceas estudiados en la parcela de la UPV (continúa en la página siguiente).

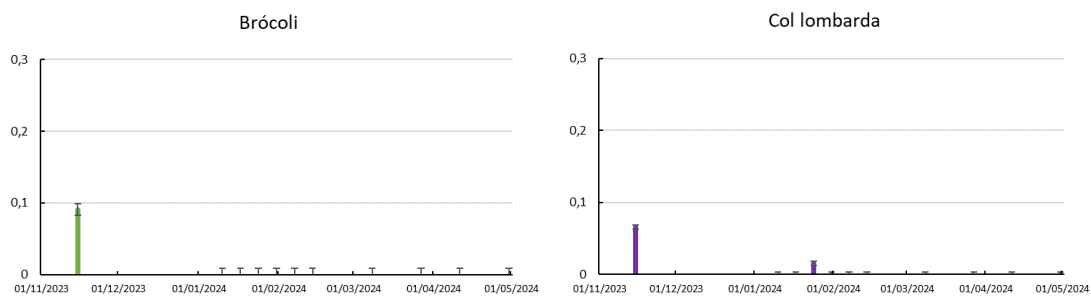


Fig. 15 (continuación). Número medio de orugas de *Spodoptera littoralis* por hoja en los diferentes cultivos de brassicáceas estudiados en la parcela de la UPV.

Las orugas de *Plusia* se encuentran todo el año si la temperatura es favorable. *Plusia* atacó en enero al repollo liso y en enero y febrero al romanesco, habiéndose alimentado de todas ellas, exceptuando repollo liso, en noviembre (Fig. 16).

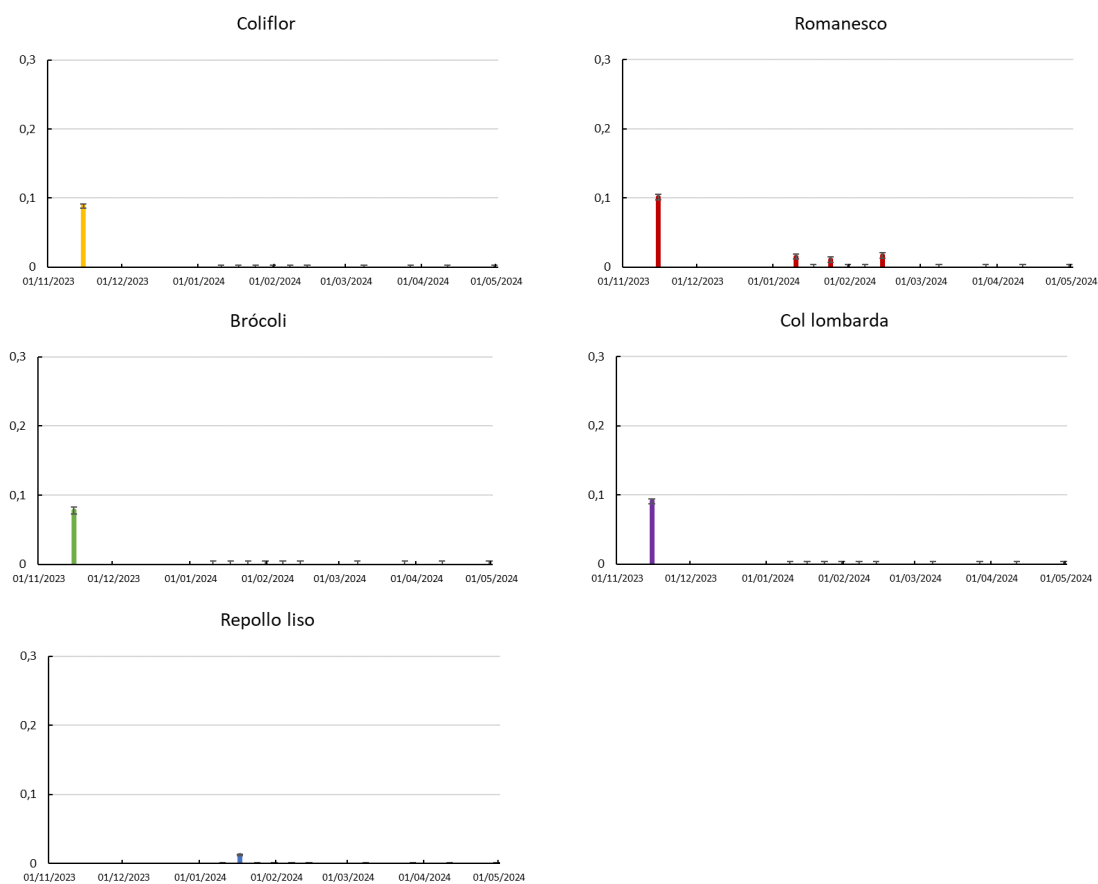


Fig. 16. Número medio de orugas de *Autographa gamma* por hoja en los diferentes cultivos de brassicáceas estudiados en la parcela de la UPV.

Los adultos de *Helicoverpa armigera* pueden tener tantas generaciones como les permita la climatología, en climas favorables desde abril hasta octubre. Las orugas, dependiendo del número de generaciones solapadas exista, se encuentran desde mediados del mes de abril hasta mediados de noviembre. Los cultivos más afectados son los hortícolas y algunos árboles frutales (Aizpúrua, 2004). *H. armigera* estuvo alimentándose de col lombarda y romanesco a mitad de enero. Por lo que, según el autor anterior, el número de generaciones puede deberse a la climatología.

En el caso de *Plutella xylostella*, las temperaturas altas, velocidad baja del viento y ausencia de precipitaciones favorecen las actividades de vuelo y oviposición, es frecuente verlas de primavera a otoño (Harcourt, 1985). *P. xylostella* apareció en brócoli y repollo liso, en primavera, en abril y mayo.

Respecto al nivel de infestación por orugas, y conforme lo descrito anteriormente, hubo tres momentos de mayor infestación, y consecuentemente de daños (Fig. 17), en noviembre, enero-febrero y abril. Aunque en todo momento el nivel de infestación por orugas no superó el 35% y a partir de enero se mantuvo por debajo del 10%.

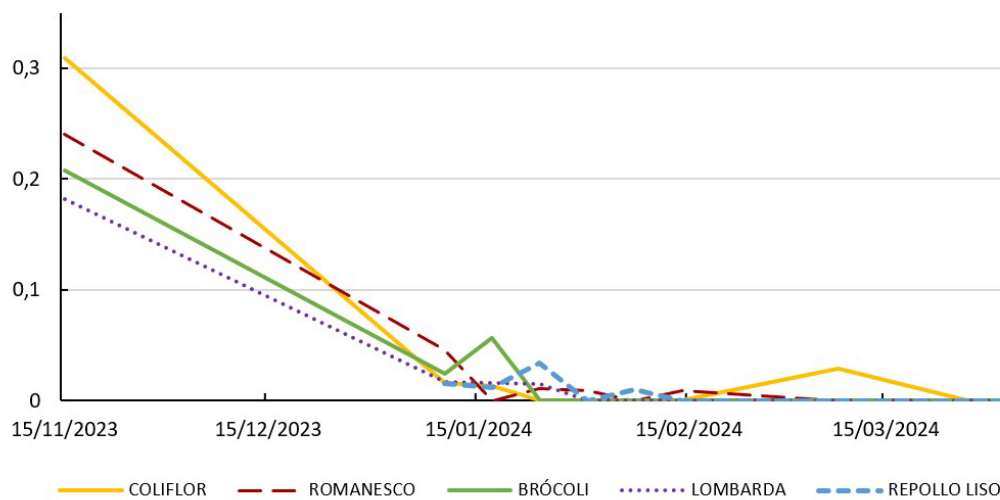


Fig. 17. Nivel de infestación del total de orugas sobre cada una de las variedades estudiadas de finales de noviembre a principios de mayo.

4.1.1.b. Áfidos. Evolución y nivel de infestación de áfidos en el periodo de estudio

En cuanto a áfidos, se detectaron dos especies distintas, el pulgón harinoso de la col y el pulgón verde del melocotonero. En el estudio realizado predominó el pulgón harinoso de la col, presente en todos los cultivos con un alto nivel de infestación (Fig. 18). Al principio y al final del verano causa los daños más importantes (García-Marí y Ferragut, 2020). Este áfido estuvo presente durante todo el periodo de muestreo, alcanzando un 100% de ocupación en col lombarda, brócoli y romanesco. En los meses de abril y mayo, su presencia fue notable en las inflorescencias de estas brassicáceas, cubriéndolas completamente en la parte aérea.

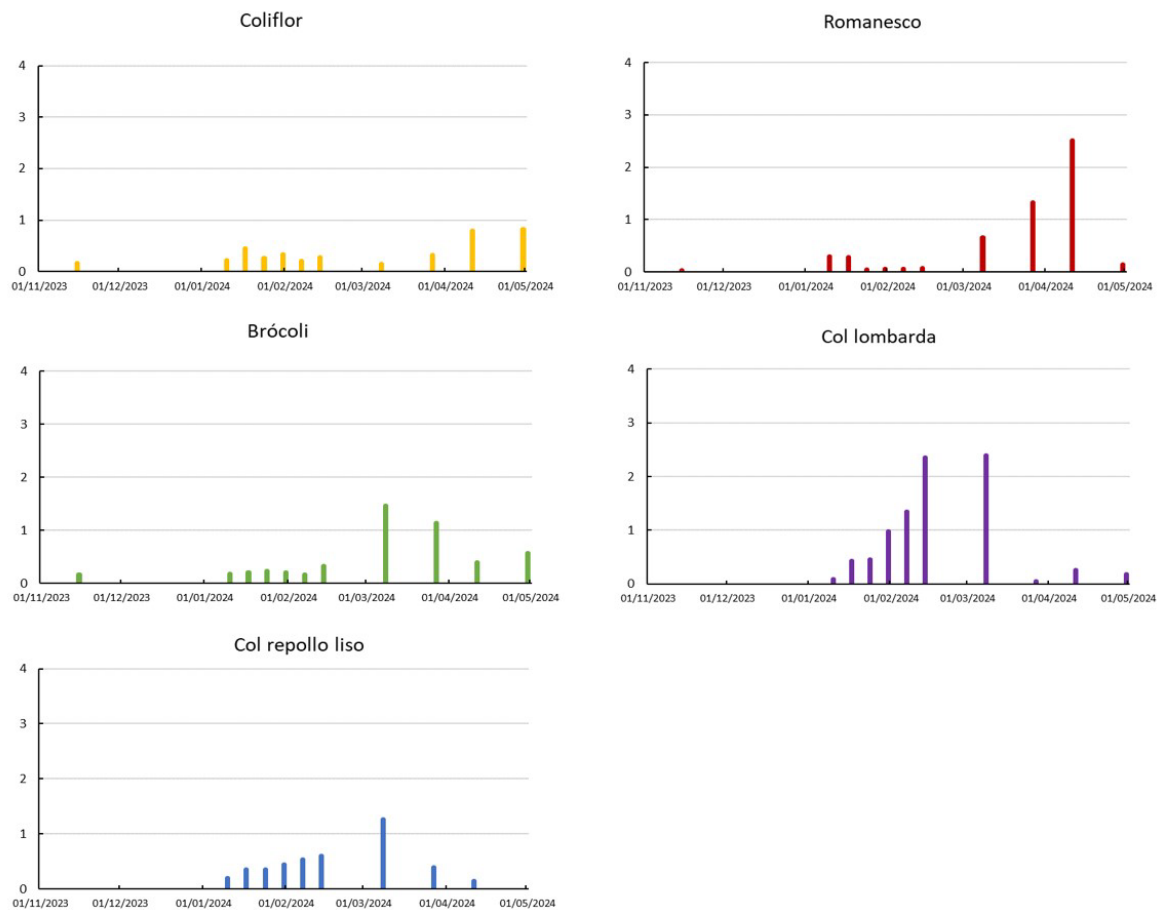


Fig. 18. Nivel de infestación de *Brevicoryne brassicae* en los diferentes cultivos de brassicáceas estudiados en la parcela de la UPV.

Analizando con más detalle la Fig. 19, puede observarse que los niveles máximos de infestación por el pulgón harinoso de la col alcanzaron el grado 4 (máximo) en todas las variedades excepto coliflor, cuyo máximo de infestación fue de 2. Estos máximos de grado 4 fueron alcanzados a mediados de febrero en col lombarda, en la primera quincena de marzo en repollo liso y brócoli, mientras que en romanesco estos máximos llegaron a finales de marzo y principios de abril. En definitiva, las variedades más atacadas, con un alto nivel de infestación sostenido en el tiempo, fueron el brócoli y la col lombarda.

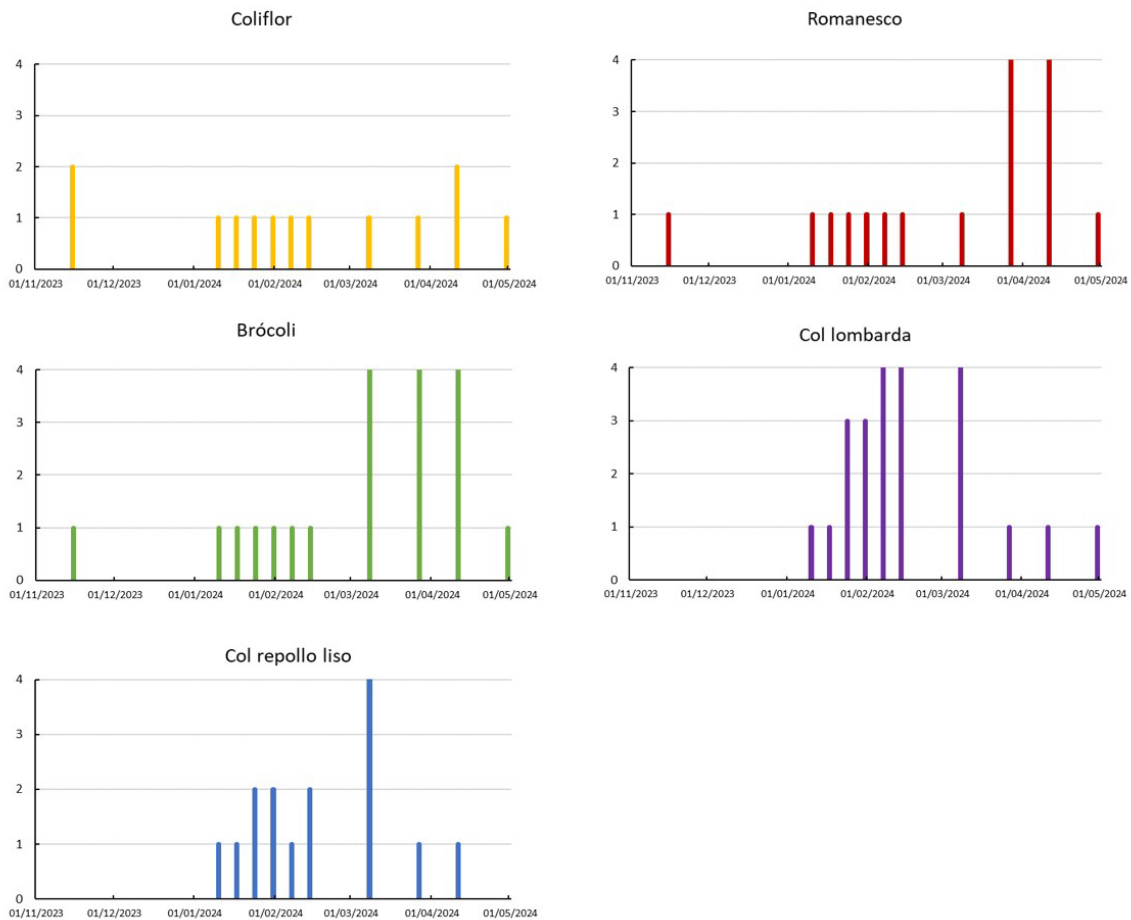


Fig. 19. Número máximo de infestación de *Brevicoryne brassicae* para cada variedad cultivada durante el periodo de estudio.

Según García-Marí y Ferragut (2020) el pulgón del melocotonero está presente en brasicáceas desde abril hasta septiembre, donde vuelve a emigrar a su huésped principal, frutales de hueso. Sin embargo, los muestreos que se realizaron sobre el cultivo de estudio indican la presencia de individuos durante los meses de noviembre a abril aunque en un nivel de infestación mínimo. El pulgón del melocotonero se observó en todas las variedades exceptuando en repollo liso, apareciendo con menor infestación que el pulgón harinoso de la col (Fig. 20).

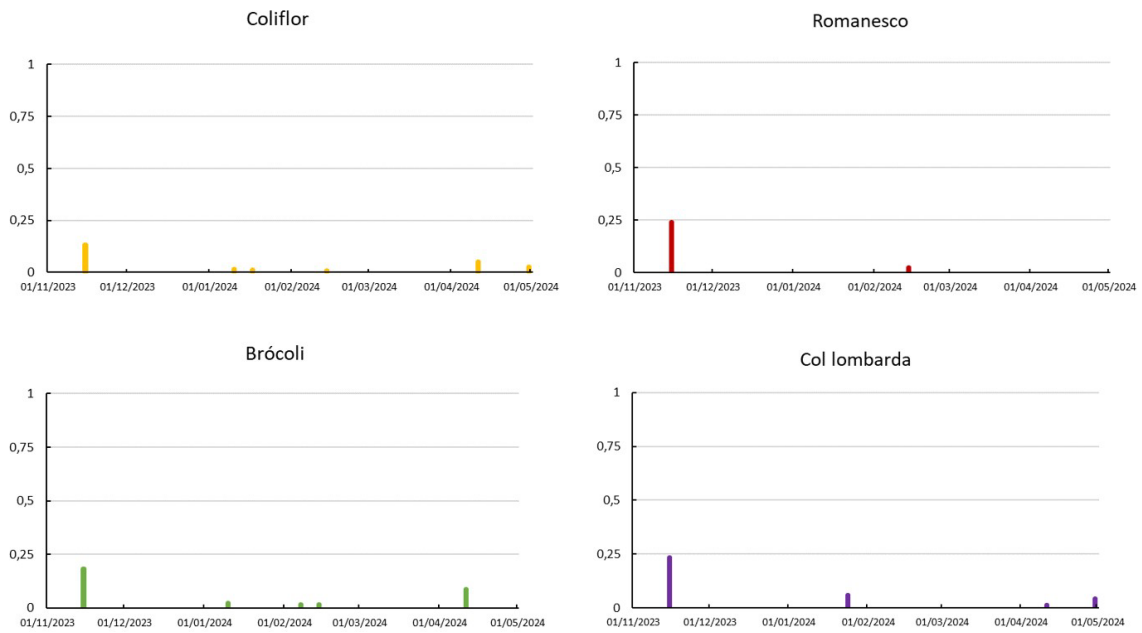


Fig. 20. Nivel de infestación de *Myzus persicae* en los diferentes cultivos de brasicáceas estudiados en la parcela de la UPV.

Igualmente, estuvo presente desde noviembre hasta mayo en hojas, siempre con un nivel de infestación de grado 2 o inferior (Fig. 21).

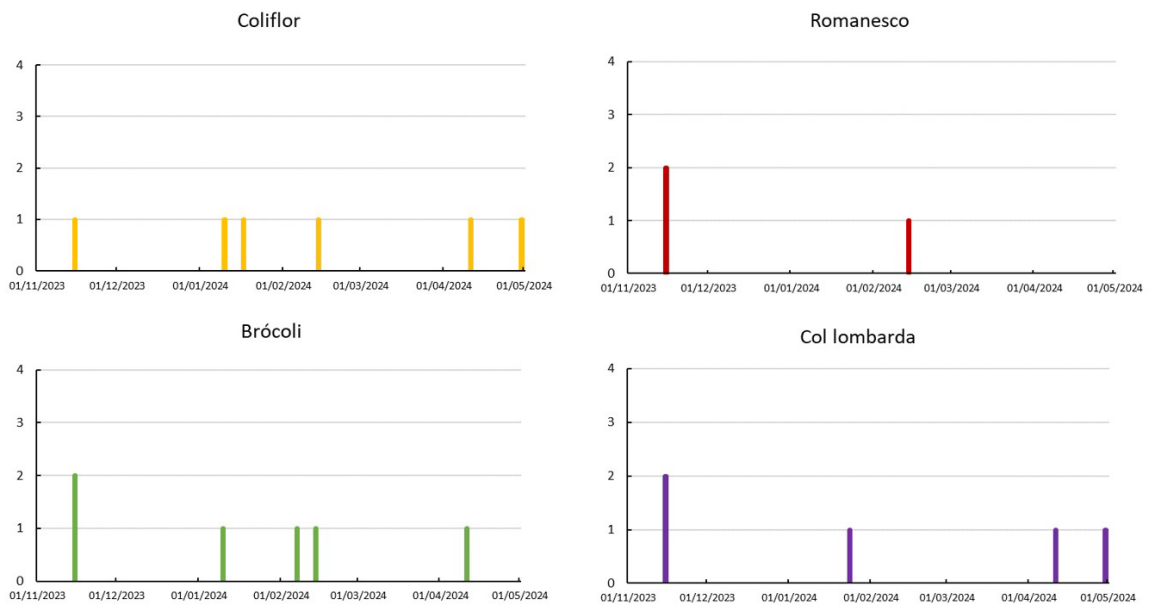


Fig. 21. Número máximo de infestación de *Myzus persicae* para cada variedad cultivada durante el periodo de estudio.

4.1.1.c. Aleiródidos. Evolución y nivel de infestación de aleiródidos en el periodo de estudio

Fueron observados adultos y ninfas de mosca blanca de la col en coliflor durante los meses de marzo y mayo, y en romanesco en el mes de febrero con menos de un 1% de infestación (Fig. 22). No se detectaron aleiródidos en las demás variedades.

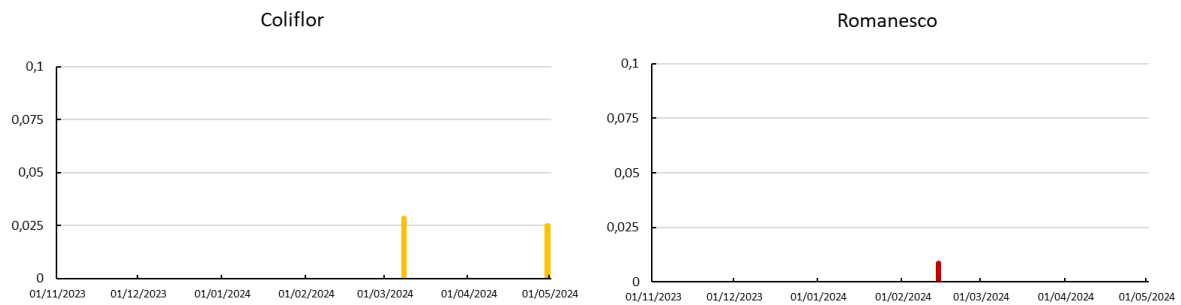


Fig. 22. Nivel de infestación de *Aleurodes brassicae* en los diferentes cultivos de brassicáceas estudiados en la parcela de la UPV.

Según los resultados del presente trabajo, la aparición de mosca blanca de la col sobre las hojas de los cultivos de estudio resulta inusual en los meses de febrero y marzo, ya que este aleiródido se desarrolla en otoño en zonas frías de España resistiendo a temperaturas bajas (García-Marí y Ferragut, 2020).

4.1.2. Enemigos naturales encontrados en *Brassica oleracea*

Los enemigos naturales encontrados sobre las diferentes variedades de brassicáceas pertenecen a los órdenes Hymenoptera, Coleoptera, Diptera y Neuroptera en función del fitófago presente en el momento de muestreo. Para orugas y mosca blanca no se observaron enemigos naturales a simple vista sobre la plantación de estudio. No obstante, en el caso del pulgón harinoso de la col, los enemigos naturales que se han contabilizado a lo largo del estudio han sido himenópteros parasitoides e hiperparasitoides, cuya identificación se ha llevado a cabo mediante la cría en laboratorio de dichos pulgones parasitados.

En campo se observaron depredadores de pulgones como *Chrysoperla carnea* (Fig. 23), *Aphidoletes aphidimyza*, *Scymnus nubilus* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae), *Hyppodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), *Coccinella septempunctata* (Fig. 24).

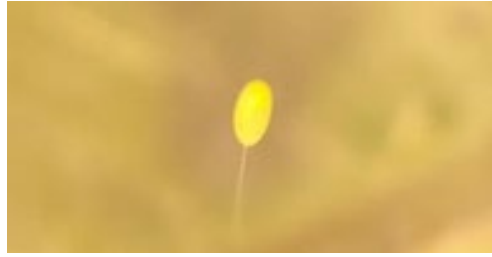


Fig. 23. Huevo de *Chrysoperla carnea* sobre una hoja de *brasicécea* durante el periodo de estudio observado bajo lupa binocular en laboratorio.



Fig. 24. Ejemplares de coccinélidos vistos durante los meses de marzo y abril sobre las diferentes variedades de *brasicéas*. Las dos imágenes de la izquierda muestran a *Hyppodamia variegata* y las dos de la derecha muestran a *Coccinella septempunctata*.

Para llevar a cabo la identificación de los parasitoides, las momias de pulgón tuvieron que criarse en laboratorio. Un pulgón parasitado cambia su coloración, se va oscureciendo a medida que se desarrolla el enemigo natural en su interior, confiriéndole una forma aún más globosa. Una vez emerge el parásito, el pulgón queda hueco en su interior, con un agujero circular por donde el parásito abandona el cuerpo del mismo.

Aproximadamente, después de unos 20 días, emergieron los parasitoides y siendo observados bajo la lupa binocular se determinó que se trataba de *Diaeretiella rapae* que parasita diferentes especies de áfidos, especialmente el pulgón de la col (Michelena et al., 2004). A partir de las momias se obtuvieron hasta trece individuos en un mismo cultivo. También se pudo visualizar un hiperparasitoide del cual se obtuvo un solo individuo en dicho cultivo, tratándose de *Alloxysta consobrina*. Podemos asegurar que, en el estudio, *A. consobrina* se ha comportado como hiperparasitoide del pulgón harinoso de la col sobre el himenóptero de la familia Braconidae, *D. rapae* (Bastante, 2017).

4.2. Resultados obtenidos de las trampas pegajosas amarillas

Las trampas amarillas recogieron numerosos insectos, de los cuales los fitófagos representaron un 44,2%, los parasitoides un 47,2%, los depredadores un 5,2% y finalmente con un 3,4% los saprófagos. Los fitófagos más abundantes fueron áfidos (Hemiptera, Aphididae) y mosquitos verdes (Hemiptera, Cicadellidae). Los enemigos naturales de interés que se capturaron fueron, sobre todo, himenópteros parasitoides, destacando por abundancia *Apanteles* spp. y *D. rapae*. También se encontraron individuos de la familia Pteromalidae y Braconidae (Tabla 5).

Tabla 5. Número total de individuos que fueron capturados en las trampas amarillas durante todo el periodo de estudio clasificados según su forma de alimentación, orden, superfamilia y familia.

Nutrición	Orden	Superfamilia	Familia	Número de individuos
Fitófagos	Tisanópteros			41
	Hemípteros		Afídidos	211
			Psílidos	3
			Pseudocóccidos	1
			Miridos	3
			Cicadélidos	165
TOTAL				424
Depredadores	Hemípteros		Antocóridos	32
	Dípteros		Cecidómidos	1
	Neurópteros		Sírfidos	3
	Coleópteros		Crisópidos	2
TOTAL				50
Parasitoides	Himenópteros	Icneumonoideos	Icneumonídeos	7
			Bracónidos	40
			Bracónidos: Afidiinos	109
		Calcidoideos	Pteromálidos	185
			Eulófidos	4
			Afelínidos	0
			Mimáridos	9
			Encértidos	1
			Tricogramátidos	1
		Cerafronoideos	Megaspílidos	12
		Cinipoideos	Figítidos	4
No identificados		81		
TOTAL				453
Saprófagos			Psocópteros	32
	TOTAL			
TOTAL				959

Los individuos que se comportaron como parasitoides de las plagas existentes en la parcela de estudio durante el periodo de muestreo pertenecen a diversas familias. Los mimáridos son parasitoides de cicadélidos y psocópteros y los eulófidos son parasitoides de trips (Noyes, 2019).

Los afidiinos son específicos de pulgones, las especies que se encontraron durante el estudio fueron *D. rapae*, *Trioxys* spp. y *Ephedrus* spp. Entre los afidiinos, destaca la presencia de *D. rapae*, parasitoide del pulgón harinoso de la col. Los hiperparasitoides de pulgones via afidiinos son pteromálidos, megaspílicos y figítidos (Michelena *et al.*, 2004).

Entre los parasitoides de orugas, los braconidos atacan a algunas de las plagas monitoreadas en el cultivo de brasicáceas en la parcela de estudio, como la especie *Apanteles* spp., parasitoide de orugas *Pieris* y otros noctuidos (García-Marí y Ferragut, 2020).

En la Fig. 25 se observa la evolución del número medio de *Apanteles* spp., *Trioxys* spp. y *Ephedrus* spp. en el periodo de estudio. El más abundante fue *Apanteles* spp. (Fig. 26) que apareció durante todo el periodo de estudio presentándose en mayor abundancia en diciembre, justo un poco después del momento de mayor infestación por orugas en las plantas de brasicáceas. *Trioxys* spp. se registró en la segunda quincena de enero, parasita diferentes especies de pulgones de hortícolas, como *Aphis fabae* en acelga (Michelena *et al.*, 2004). En nuestra parcela de estudio había plantadas plantas de acelga, lo que justifica la presencia del parasitoide en las trampas. Por último, *Ephedrus* spp. se capturó durante el invierno y a principios de abril, esta especie parasita también pulgones, en concreto el pulgón verde del melocotonero (*M. persicae*) y *A. fabae*, presentes en la parcela de estudio.

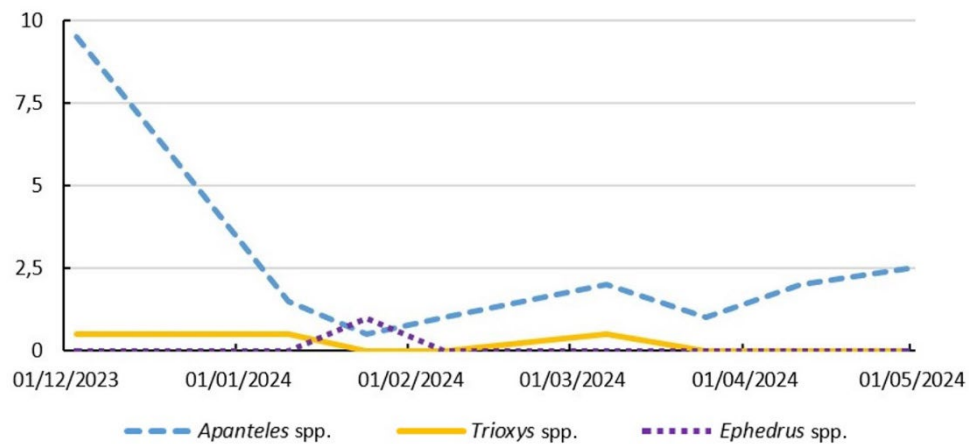


Fig. 25. Evolución del número medio de parasitoides en trampas pegajosas amarillas durante el periodo de estudio

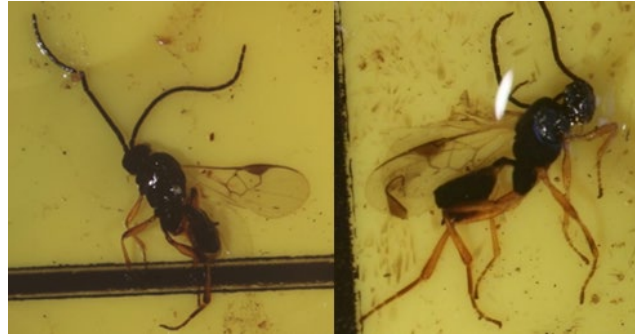


Fig. 26. Fotografías tomadas a *Apanteles* spp. capturado en trampas amarillas pegajosas y bajo lupa binocular en laboratorio.

Asimismo, se puede observar en la Fig. 27 que el número de individuos de *D. rapae* está fuertemente ligado a los niveles de infestación por el pulgón de la col. Existe un pico máximo de individuos de *D. rapae* capturados en trampas amarillas a finales de febrero que se dio aproximadamente al mismo tiempo que el máximo de infestación por pulgón harinoso de la col en todas las brasicáceas. Posteriormente, el hiperparasitoide *Alloxysta consobrina* alcanzó su máximo. Esto sugiere que *D. rapae* fue un excelente agente de control biológico del pulgón de la col y *A. consobrina* actuó como hiperparasitoide de *D. rapae* durante el estudio.

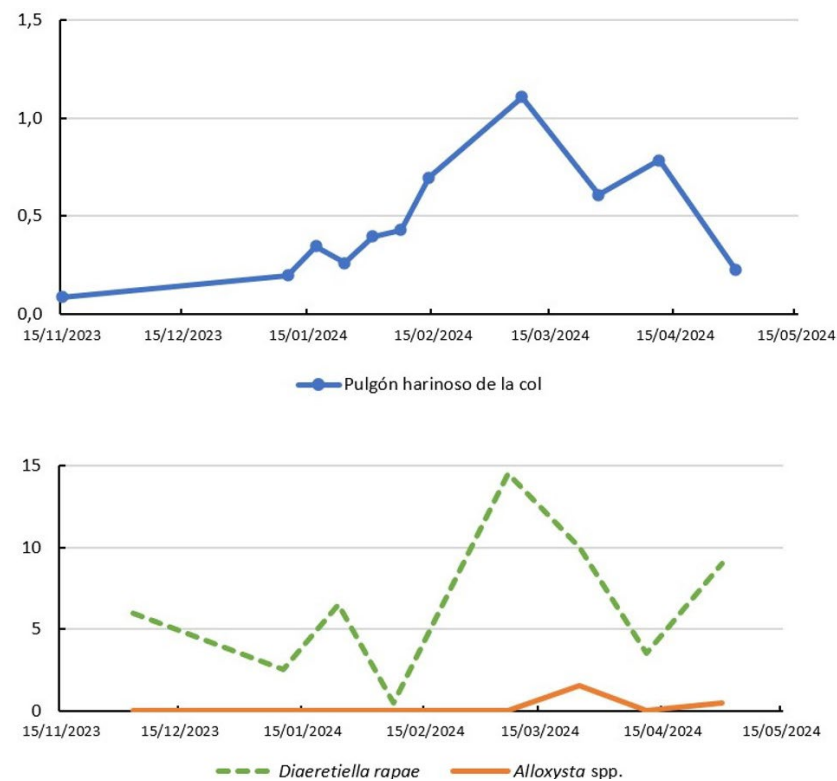


Fig. 27. Resultados del muestreo del nivel de infestación del pulgón de la col en el gráfico superior y resultados del conteo de las trampas pegajosas amarillas con el número medio total de individuos de *Diaeretiella rapae* y *Alloxysta consobrina* en el gráfico inferior.

CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

1. En la parcela de estudio de la UPV y sobre las brasicáceas plantadas se desarrollaron las siguientes plagas: los lepidópteros *P. rapae*, *S. littoralis*, *A. gamma*, *H. armigera* y *P. xylostella*. Las especies de áfidos *B. brassicae* y *M. persicae* y el aleiródido *A. brassicae*. El nivel de infestación por estas plagas no fue muy elevado en el periodo de estudio, excepto para el pulgón harinoso de la col, que llegó a afectar el desarrollo de las plantas. No se aplicó ningún tratamiento fitosanitario.
2. En las trampas pegajosas amarillas se capturaron principalmente dos grupos de insectos: fitófagos, principalmente cicadélidos y áfidos, y parasitoides, destacando braconídeos y pteromálidos.
3. Se observó una estrecha relación entre el pulgón harinoso de la col, su parasitoide *D. rapae* y su hiperparasitoide *Alloxysta* spp. También hubo relación entre el orden Lepidoptera, especialmente entre *P. rapae* y el himenóptero parasitoide *Apanteles* spp.
4. Se incrementó el número de parasitoides en los meses de diciembre y marzo, coincidiendo con los meses de mayor infestación de las plagas encontradas sobre el cultivo.
5. En el año de estudio la temperatura fue más elevada que la de los dos últimos años. Probablemente este suceso explique la presencia de algunas especies de fitófagos sobre las plantas en épocas que normalmente no están.
6. De acuerdo con los resultados del presente trabajo, tiene que respetarse el complejo de enemigos naturales que de forma espontánea aparecen en las plantas del cultivo, permitiendo así el control biológico por conservación. Falta por demostrar el efecto de *Lobularia maritima* en trabajos sucesivos.
7. De acuerdo con los principios de la Gestión Integrada de Plagas (GIP), se debe priorizar el uso de herramientas culturales, biotecnológicas y biológicas, reservando el control químico como último recurso. En la parcela de estudio, la densidad de fitófagos fue baja y el control biológico, evidenciado por trampas amarillas, mantuvo las poblaciones bajo control sin necesidad de métodos adicionales. No obstante, el pulgón harinoso de la col causó daños significativos, lo que sugiere la necesidad de reforzar los enemigos naturales (como el parasitoide *D. rapae*), con plantas que proporcionen refugio y alimento. Si esto no resulta suficiente, se podrían considerar insecticidas "blandos" como jabones o aceites vegetales.

BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, N., & Gabarra, R. (2009). Puesta a punto de una cría masiva del depredador polífago *Dicyphus tamaninii* Wagner (Hemiptera: Miridae). *Boletín de sanidad vegetal*, 35, 205-218. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Plagas/BSVP_35_02_205_218.pdf
- Alvis, L., Raimundo, A., Villalba, M., & García-Marí, F. (2002). Identificación y abundancia de coleópteros coccinélidos en los cultivos de cítricos valencianos. *Boletín de Sanidad Vegetal* 28, 479-491. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-28-04-479-491.pdf
- Bastante, F. (2022). *Influencia del tipo de área verde urbana en la biodiversidad de fitófagos y enemigos naturales presentes en olmos en la ciudad de València* [Tesis de máster, Universitat Politècnica de València].
- Dannon, E. A., Tamò, M., van Huis, A., & Dicke, M. (2010). Functional response and life history parameters of *Apanteles taragamae*, a larval parasitoid of *Maruca vitrata*. *BioControl*, 55(3), 363-378. <https://doi.org/10.1007/s10526-009-9263-4>
- De Aizpúrua, C. G. (2004a). *Orugas y Mariposas de Europa*. (Vol. II, pp. 56-57). Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- De Aizpúrua, C. G. (2004b). *Orugas y Mariposas de Europa*. (Vol. V, pp. 120-163). Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- García-Marí, F., & Ferragut, F. (2020). *Plagas agrícolas*. PHYTOMA.
- Goula, M., & Alomar, O. (1994). Míridos (Heteroptera Miridae) de interés en el control integrado de plagas en el tomate. Guía para su identificación. *Boletín de Sanidad Vegetal*, 20, 131-143. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-20-01-131-143.pdf
- Goulet, H., & Huber, J. T. (1993). *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families*. Agriculture Canada Publication.

-
- Lietti, M., Grilli, M. P., Fernández, C. A., & Espinoza Gavilanez, R. (2020). *Plutella xylostella*: Bioecología y control. *Control biológico de plagas en horticultura* (p. 444-484). Inta Ediciones. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/138179>
- Maza, N., Páez-Jerez, P. G., Bressán, E., Funes, C. F., & Kirschbaum, D. S. (2024). Consumption and preference rates of the various larval stages of *Allograpta exotica* as biological control agents of *Myzus persicae* and *Frankliniella gemina*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 172. <https://doi.org/10.1111/eea.13443>
- Michelena Saval, J. M., González, P., & Soler, E. (2004). Parasitoides afidiinos (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) de pulgones de cultivos agrícolas en la Comunidad Valenciana. *Boletín de Sanidad Vegetal*, 30, 131-143.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2023). *Superficies y Producciones Anuales de Cultivo y Avances de superficies y producciones de cultivos*.
- Noyes, J. S. (2019). *Universal Chalcidoidea Database*. World Wide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>
- Varone, L., Benda, N., Guala, M. E., Martínez, J. J., & Bruzzone, O. A. (2024). Reproductive biology and rearing improvements of *Apanteles opuntiarum*, potential biocontrol agent of the Argentine cactus moth, *Cactoblastis cactorum*. *Insects*, 15(8), 604. <https://doi.org/10.3390/insects15080604>

ANEJO I

Anejo I. Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030

El presente Trabajo Fin de Grado se alinea perfectamente con cinco de los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (Tabla 6):

Tabla 6. Relación del Trabajo Fin de Grado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible desde nivel alto a bajo incluyendo la opción de no procede.

	Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1. Fin de la pobreza			X	
ODS 2. Hambre cero		X		
ODS 3. Salud y bienestar	X			
ODS 4. Educación de calidad				X
ODS 5. Igualdad de género				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento			X	
ODS 7. Energía asequible y no contaminante			X	
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico			X	
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras			X	
ODS 10. Reducción de las desigualdades				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles	X			
ODS 12. Producción y consumo responsables	X			
ODS 13. Acción por el clima	X			
ODS 14. Vida submarina		X		
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres	X			
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.			X	

ODS 3. Salud y bienestar. El control biológico es efectivo en el control de plagas en agricultura. El uso de enemigos naturales beneficia tanto a la salud humana (reduciendo el uso de plaguicidas químicos que podrían dejar residuos) como a la salud de las plantas.

ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles. Las ciudades y comunidades sostenibles deben aplicar métodos de control biológico, ya que estos reducen la contaminación, aumentan la biodiversidad y, al promover su conocimiento, se favorece la educación ambiental. La alimentación se verá positivamente afectada al reducir el uso de productos fitosanitarios en los cultivos.

ODS 12. Producción y consumo responsables. Aplicar métodos de gestión integrada de plagas es esencial para fomentar la sostenibilidad en la producción y el consumo. Al reducir el uso de productos fitosanitarios, se promueve una agricultura más limpia y segura, que no solo protege el medio ambiente, sino que también garantiza alimentos más saludables para los consumidores.

ODS 13. Acción por el clima. El cultivo de brasicáceas, al favorecer la biodiversidad y permitir un manejo sostenible de plagas mediante el control biológico, contribuye indirectamente a la acción por el clima. La reducción del uso de tratamientos químicos minimiza las emisiones asociadas con la producción y aplicación de los mismos, mitigando así, el impacto del cambio climático.

ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres. El cultivo de brasicáceas con control biológico reduce el uso de pesticidas, protegiendo así la biodiversidad y la salud del suelo. Este enfoque sostenible favorece la conservación de ecosistemas terrestres en el entorno agrícola.