

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Agronómica y del Medio Natural



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Máster Universitario en Ingeniería Agronómica

Curso 2020/21

Evaluación de la implantación de cubiertas vegetales en cultivos de cítricos en Valencia

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Alumno: **GANÍMEDES COLOMAR ANDRÉS**

Tutor: **DR. RAFAEL LABORDA CENJOR**

Cotutores: **MARIA EUGÈNIA RODRIGO SANTAMALIA**

DR. JOSEP ARMENGOL FORTÍ

VALENCIA, julio de 2021

TÍTULO: Evaluación de la implantación de cubiertas vegetales en cultivos de cítricos en Valencia

RESUMEN: Dos de los grandes enemigos de los cultivos de cítricos, al igual que de la agricultura en general, son las plagas y la vegetación adventicia. Ambos suponen un gran coste para los agricultores, ya sea por los daños que causan a la calidad del producto final o a la productividad del cultivo, o por el coste que supone afrontarlos para evitar estos daños. No solo eso, sino que los tratamientos convencionales, mediante productos químicos generalmente tóxicos y perjudiciales para el medio ambiente, implican un coste social y ambiental añadido. La prevención mediante el restablecimiento de la diversidad vegetal y animal es una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente, y las cubiertas vegetales, un método de manejo del suelo utilizado desde tiempos pasados y que está recobrando popularidad, tienen un gran potencial en este sentido.

En este estudio se ha analizado la implantación de dos cubiertas vegetales sembradas distintas, en cultivos de mandarinos de fincas comerciales en la provincia de Valencia en el año 2020. Se ha estudiado la cobertura y la distribución de las especies que componían estas dos mezclas, así como la abundancia de artrópodos presentes en estas cubiertas.

Las cubiertas tuvieron en general una implantación bastante buena, con una cobertura del suelo bastante alta, y el crecimiento de especies espontáneas fue limitado. Algunas de las especies sembradas, sin embargo, nunca llegaron a germinar. La presencia de artrópodos fue también bastante elevada, con una alta proporción de parasitoides de la superfamilia Chalcidoidea y de la familia Braconidae, siendo estos dos grupos en conjunto más abundantes incluso que el total de fitófagos identificados. Los fitófagos más abundantes fueron los Cicadellidae con mucha diferencia, seguidos de Thysanoptera y Aphididae.

PALABRAS CLAVE: cubiertas vegetales, plantas secundarias, control biológico, cítricos, agricultura sostenible.

AUTOR: Ganímedes Colomar Andrés

TUTOR: Prof. D. Rafael Laborda Cenjor

COTUTORES: Prof. Dña. Maria Eugènia Rodrigo Santamaria
Prof. D. Josep Amengol Fortí

VALENCIA, julio de 2021

TÍTOL: Avaluació de la implantació de cobertes vegetals en cultius de cítrics a València

RESUM: Dos dels grans enemics dels cultius de cítrics, al igual que de l'agricultura en general, són les plagues i la vegetació adventícia. Ambdós suposen un gran cost pels agricultors, ja siga pels danys que causen a la qualitat del producte final o a la productivitat del cultiu, o pel cost que suposa afrontar-los per evitar aquests danys. No sols això, sinò que els tractaments convencionals, mitjançant productes químics generalment tòxics i perjudicials pel medi ambient, impliquen un cost social i ambiental afegit. La prevenció mitjançant el restabliment de la diversitat vegetal i animal és una alternativa sostenible i respectuosa amb el medi ambient, i les cobertes vegetals, un mètode de maneig del sòl utilitzat des de temps passats i que està recobrant popularitat, tenen un gran potencial en aquest sentit.

En aquest estudi s'ha analitzat la implantació de dos cobertes vegetals sembrades distintes, en cultius de mandariners de finques comercials a la província de València a l'any 2020. S'ha estudiat la cobertura i la distribució de les espècies que componien estes dos barreges, així com l'abundància d'artròpodes presents a aquestes cobertes.

Les cobertes van tindre en general una implantació prou bona, amb una cobertura del sòl prou alta, i el creixement d'espècies espontànies fou limitat. Algunes de les espècies sembrades, mentrestant, mai arribaren a germinar. La presència d'artròpodes va ser també prou elevada, amb una alta proporció de parasitoides de la superfamília Chalcidoidea i de la família Braconidae, siguent aquests dos grups en conjunt més abundant fins i tot que el total de fitòfags identificats. Els fitòfags més abundants foren els Cicadellidae amb molta diferència, seguits de Thysanoptera i Aphididae.

PARAULES CLAU: cobertes vegetals, plantes secundàries, control biològic, cítrics, agricultura sostenible.

AUTOR: Ganímedes Colomar Andrés

TUTOR: Prof. D. Rafael Laborda Cenjor

COTUTORS: Prof. Dña. Maria Eugènia Rodrigo Santamaria
Prof. D. Josep Amengol Fortí

VALÈNCIA, julio de 2021

TITLE: Evaluation of the implantation of cover crops in citrus orchards in Valencia

ABSTRACT: Two of the big enemies of citrus crops, as well as of agriculture in general, are pests and weeds. Both entail a great cost for growers, either because of the damage they cause to the quality of the final product or to the crop's productivity, or because of the cost that it means to deal with them to prevent that damage. Furthermore, conventional treatments usually use chemical products which are generally toxic and harmful for the environment, implying added social and environmental costs. Prevention by restoring plant and animal diversity is an environmentally friendly and sustainable alternative, and cover crops, a soil management method used since past times and which is recovering popularity, have a great potential in this matter.

This study analyzed the establishment of two sowed cover crops, in mandarin trees in commercial orchards in the province of Valencia, during 2020. The canopy and distribution of the species of both blends were studied, as well as the arthropods present in them.

These cover crops had in general a quite good implantation, with a large canopy percentage, and the weed growth was limited. Some of the sowed species, however, never germinated. The presence of arthropods was also quite high, with a great proportion of parasitoids of the superfamily Chalcidoidea and the family Braconidae, being these two groups together more abundant than the total number of identified phytophagous. The most abundant phytophagous insects were Cicadellidae, by far, followed by Thysanoptera and Aphididae.

KEYWORDS: cover crops, secondary plants, biological control, citrus, sustainable agriculture.

AUTHOR: Ganímedes Colomar Andrés

TUTOR: Prof. Rafael Laborda Cenjor

COTUTORS: Prof. Dña. Maria Eugènia Rodrigo Santamaria
Prof. D. Josep Amengol Fortí

VALENCIA, July 2021

AGRADECIMIENTOS

A tot el Departament d'Ecosistemes Agroforestals, tant professors com alumnes, com Enric, Aurora, o Sara, per tot el que m'han ajudat i ensenyat, en especial a Rafa per aguantar-me tot un any, i a Eugènia per haver de fer un TFM en un parell de mesos.

I a la meua família i amics, els qui sabent-ho o sense saber-ho, sempre estan ahí, ajudant-te a superar qualsevol obstacle, i donant-te suport quan el necessites.

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
1.1	Importancia de las cubiertas vegetales en agricultura. Función de la diversidad vegetal para una producción sostenible.....	1
1.2	Manejo del suelo en citricultura. Cubiertas vegetales en cítricos.....	2
1.3	Cubiertas vegetales para el incremento de la diversidad en cítricos.....	2
1.4	¿Cubierta vegetal espontánea o sembrada?.....	3
1.5	Vegetación espontánea presente en los cultivos de cítricos.....	4
1.6	Características de las especies sembradas.....	6
1.6.1	<i>Borago officinalis</i>	6
1.6.2	<i>Calendula officinalis</i>	6
1.6.3	<i>Centaurea cyanus</i>	7
1.6.4	<i>Coriandrum sativum</i>	7
1.6.5	<i>Fagopyrum esculentum</i>	8
1.6.6	<i>Festuca arundinacea</i>	8
1.6.7	<i>Lobularia maritima</i>	8
1.6.8	<i>Lolium perenne</i>	9
1.6.9	<i>Melilotus officinalis</i>	9
1.6.10	<i>Moricandia arvensis</i>	9
1.6.11	<i>Onobrychis vicifolia</i>	9
1.6.12	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	10
1.6.13	<i>Poa pratensis</i>	10
1.6.14	<i>Trifolium alexandrinum</i>	10
1.6.15	<i>Trifolium pratense</i>	10
2	Justificación y objetivos.....	12
3	Materiales y Métodos.....	14
3.1	Ubicación de las parcelas.....	14
3.2	Siembra de la cubierta vegetal.....	15
3.3	Evaluación de las cubiertas.....	16
3.3.1	Erosión.....	16
3.4	Muestreo de artrópodos.....	16
3.4.1	Golpeo.....	16
3.4.2	Aspiración.....	17
3.5	Trabajo en laboratorio.....	17

3.5.1	Artrópodos.....	17
3.5.2	Plantas	17
3.6	Análisis de datos	17
3.7	Trabajo en tiempo de COVID-19	17
4	Resultados y Discusión.....	19
4.1	Evaluación de la cobertura.....	19
4.2	Muestras vegetales	22
4.3	Erosión	23
4.4	Muestreo de artrópodos.....	24
4.4.1	Fitófagos	24
4.4.2	Fauna útil	25
4.4.3	Chalcidoidea	27
4.4.4	Otros.....	28
5	Conclusiones	31
6	Bibliografía	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales especies adventicias encontradas en parcelas de cítricos en la provincia de Valencia, España, en 2020. Se muestran los principales herbicidas a los que se ha observado su resistencia. Basado en (Heap y Liebl, 2020).	5
Tabla 2. Principales malas hierbas encontradas en parcelas de cítricos en la provincia de Valencia, España, en 2020. Se muestran los parasitoides (Chalcidoidea) que hospedan, así como el periodo de floración. Basado en (Noyes, 2003) y (Rita, 2019).	6
Tabla 3. Identificación de las parcelas de estudio.	14
Tabla 4. Mezclas de semillas utilizadas para las cubiertas vegetales sembradas, así como las proporciones utilizadas para su elaboración, tanto en porcentaje de peso como de número de semillas.	15
Tabla 5. Escala para la valoración de la cobertura vegetal.....	16
Tabla 6. Cobertura en % de cada especie vegetal en los puntos evaluados en GRAGON en 2020, incluyendo el % de suelo desnudo.	19
Tabla 7. Cobertura en % de cada especie vegetal en los puntos evaluados en AMC en 2020, incluyendo el % de suelo desnudo.	21
Tabla 8. Evaluación de la abundancia y peso seco, así como el ratio en peso Parte Aérea:Raíces de las especies presentes en dos puntos de AMC. *Debido a la impracticabilidad de separar las raíces de la parte aérea en las gramíneas, en su caso se midió únicamente el peso total.	23
Tabla 9. Abundancia de artrópodos fitófagos encontrados en las muestras estudiadas en AMC y GRAGON en 2020.	25
Tabla 10. Abundancia de artrópodos beneficiosos encontrados en las muestras estudiadas en AMC y GRAGON en 2020.....	26
Tabla 11. Abundancia de Chalcidoidea encontrados mediante aspiración en las muestras estudiadas en AMC (A) y GRAGON (B) en 2020.	28
Tabla 12. Abundancia de artrópodos encontrados mediante aspiración en las muestras estudiadas AMC (A) y GRAGON (B) en 2020, no incluidos dentro de las categorías de fitófagos o fauna útil.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Erosión causada por lluvias torrenciales en una calle de mandarinos en la provincia de Valencia, donde la cubierta vegetal era escasa.....	2
Figura 2. Raíces pivotantes de ejemplares de <i>Moricandia arvensis</i>	4
Figura 3. Situación del punto de estudio AMC.	14
Figura 4. Situación del punto de estudio GRAGON.	14
Figura 5. Dendrograma de similitud de conglomerados de muestras de cubierta en GRAGON. Agrupa los distintos puntos evaluados en GRAGON en función de la similitud entre la distribución de cobertura del suelo por las distintas especies vegetales. Se aprecian dos grupos dentro de los cuales hay cierta similitud en la distribución de especies (1, 3, 4, 7, y 2, 5, 6). Se ha utilizado el método de Ward y distancias euclídeas cuadradas.....	20
Figura 6. Dendrograma de similitud de conglomerados de muestras de cubierta en AMC. Agrupa los distintos puntos evaluados en AMC en función de la similitud entre la distribución de cobertura del suelo por las distintas especies vegetales. La disposición similar a una escalera indica variabilidad entre los puntos de muestreo. Se ha utilizado el método de Ward y distancias euclídeas cuadradas.....	21
Figura 7. Relación entre la cobertura vegetal observada (en %), y la erosión media (valores de 0 a 5, siendo 0 ninguna erosión, y 5 grandes cárcavas), observada en las calles de AMC en 2020.	24
Figura 8. Gráfico de tarta que muestra la abundancia de parasitoides (azul) y depredadores y abejas (naranja) en las muestras obtenidas en AMC y GRAGON.....	27

1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la agricultura ha tenido dos grandes enemigos: las plagas (y enfermedades) y las mal llamadas “malas hierbas”. Las primeras causan un daño evidente en la producción, mientras que las segundas pueden competir por los recursos con el cultivo, además de considerarse en ocasiones hospedantes de plagas, como también de patógenos. Esto se ha traducido en la utilización de productos fitosanitarios en la agricultura convencional, con su consecuente reducción de la diversidad en los cultivos, tanto de fauna como de flora, de la que los monocultivos son la máxima expresión (Altieri y Nicholls, 2004).

La diversidad, en contraposición, tanto la de plantas como la de insectos, favorece un equilibrio en los ecosistemas, ya que favorece el control biológico, que permite una mayor estabilidad (Altieri et al., 1977). Sin embargo, tal y como argumentan en su revisión Landis et al. (2000), la diversidad *per se* no es garantía de éxito, ya que si se deja al azar, puede incluso exacerbar problemas de plagas y enfermedades.

1.1 IMPORTANCIA DE LAS CUBIERTAS VEGETALES EN AGRICULTURA. FUNCIÓN DE LA DIVERSIDAD VEGETAL PARA UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

La industrialización de la agricultura requiere de la adición de insumos tales como fertilizantes de síntesis o plaguicidas, la eliminación de la vegetación adventicia, a menudo mediante herbicidas, o la irrigación. El uso de estas técnicas puede incrementar la productividad de los cultivos en el corto plazo, pero conlleva una serie de “efectos secundarios”, como son la salinización de los suelos, la erosión por falta de cubierta vegetal (se estima que esto puede haber reducido la productividad en un 13% a nivel mundial), o la pérdida de biodiversidad, tanto vegetal, a nivel de cultivo o de flora espontánea, como animal, desde polinizadores, enemigos naturales, o incluso macrofauna afectada por la pérdida de hábitat y la toxicidad de los productos utilizados (Altieri y Nicholls, 2004).

Las cubiertas vegetales pueden tener distintos efectos, tanto en la estructura física como biológica de los ecosistemas. Favorecen la actividad microbiológica en el suelo, reducen la erosión, pueden mejorar la estructura, la infiltración del agua en el suelo, así como el mantenimiento de la materia orgánica en éste (Calabuig, 2012; González-Chimeno et al., 2016; Strauss et al., 2019). Estos efectos positivos pueden ser utilizados en la agricultura para minimizar, e incluso corregir los efectos negativos mencionados anteriormente. También permite controlar tanto la expansión de organismos fitófagos como de la vegetación adventicia.

Este manejo, que además se podría incluir dentro del llamado control biológico por conservación (Eilenberg et al., 2001), se basa en la promoción y mejora de la biodiversidad dentro, o en los márgenes del cultivo, de forma que se restablezcan en la medida de lo posible los vínculos y las relaciones tróficas naturales, para así mejorar las condiciones ecológicas del agrosistema. Esta recuperación de la biodiversidad y del equilibrio natural, permite una lucha más efectiva contra los organismos patógenos o plagas potenciales del cultivo, previniendo la implantación de estos organismos, así como reduciendo los daños causados, idealmente por debajo de los umbrales de intervención. Este cambio, y la reducción de aplicación de productos fitosanitarios que conlleva, puede tener a su vez otros efectos positivos indirectos, como el establecimiento de polinizadores, o la mejora de la fertilidad del suelo, gracias a la recuperación de la fauna y flora del suelo, y las cadenas tróficas asociadas.

1.2 MANEJO DEL SUELO EN CITRICULTURA. CUBIERTAS VEGETALES EN CÍTRICOS

El manejo del suelo en cítricos va desde laboreo tradicional, a no laboreo, o a cubiertas vegetales, tanto espontáneas como sembradas. Las medidas más comunes serían el laboreo mínimo, la cubierta vegetal espontánea, el no laboreo, y el laboreo tradicional, en ese orden. El no laboreo implica un uso intensivo de herbicidas, mientras que el laboreo mínimo combina ciertas labores con el uso de herbicidas. A menudo, en las parcelas que cuentan con riego por goteo, independientemente del tipo de manejo, se realizan aplicaciones de herbicidas sobre la línea de goteros (González-Chimeno et al., 2016) . Los suelos desnudos son más susceptibles a la erosión (Figura 1), además de alcanzar temperaturas más elevadas, que favorecen la evaporación de agua del suelo.



Figura 1. Erosión causada por lluvias torrenciales en una calle de mandarinos en la provincia de Valencia, donde la cubierta vegetal era escasa.

Aunque es más común ver el mantenimiento de cubiertas vegetales espontáneas, la utilización de cubiertas sembradas no es extraña en los cultivos de cítricos, como en el caso de la *Festuca arundinacea* (Schreb.) o la *Oxalis pes-caprae* (L.). El uso de cubiertas formadas por *O. pes-caprae.*, una especie que forma una mata densa y de porte relativamente elevado, se ha utilizado tradicionalmente para evitar las salpicaduras durante las lluvias de otoño, evitando el aguado de los frutos (Vicent et al., 2016). La implantación de una cubierta vegetal permite la posibilidad del paso de maquinaria tras la lluvia, ya que el suelo tiende a encharcarse menos, y no se desliza tanto bajo las ruedas del tractor.

1.3 CUBIERTAS VEGETALES PARA EL INCREMENTO DE LA DIVERSIDAD EN CÍTRICOS

La presencia de una cubierta vegetal, se ha demostrado que aumenta la diversidad faunística en el agroecosistema, en comparación con el suelo desnudo. El estudio de Silva et al. (2010) así lo demuestra, y afirma que su presencia, ya sea una cubierta sembrada o espontánea, aumenta la presencia de depredadores, como también otros artrópodos beneficiosos en los árboles del cultivo. Diversos estudios muestran que la presencia de cubiertas o setos, atrae una gran diversidad de fauna útil, y les provee refugio y alimento (Calabuig, 2012; González et al., 2008).

Se ha demostrado también la eficacia de ciertas cubiertas vegetales para el control de ciertas plagas en el cultivo de cítricos. Gomez-Marco et al. (2012) estudiaron los efectos de una cubierta sembrada de *Festuca arundinacea* en campos de clementino. La presencia de esta cubierta provocó un mejor y más pronto control de las poblaciones de *Aphis spiraecola* (Patch.), gracias a que se instalaron pulgones específicos de gramíneas, que permitieron la presencia temprana de enemigos naturales del pulgón. Gómez-Marco (2016) llega a la misma conclusión, demostrando que la implantación de esta cubierta puede ayudar a alcanzar niveles de plaga por debajo del Umbral Económico de Daños (UED), reduciendo significativamente los daños y ahorrando el eventual coste del tratamiento.

Los resultados de Aguilar-Fenollosa y Jacas (2012) apuntan a la mejora del control biológico de *Tetranychus urticae* (C. L. Koch) en mandarino clementino mediante la utilización de una cubierta de *F. arundinacea*, gracias por un lado a la presencia de fitoseidos depredadores, así como a la imposibilidad de las razas de araña roja especializadas en *F. arundinacea* de invadir las copas de los árboles. Este estudio indica que esta cubierta supone un menor coste en comparación con el suelo desnudo o cubiertas espontáneas, sobre todo gracias a que se alcanzó el UED con una menor frecuencia. Aguilar-Fenollosa y Jacas (2014) apuntan a que esta cubierta podría tener también un efecto similar sobre las poblaciones de trips, aunque se necesita más investigación a este respecto.

Por otro lado, diversos estudios demuestran que la relación entre la fauna que se desarrolla en las cubiertas no necesariamente tiene una relación directa con la fauna encontrada en la copa de los árboles del cultivo (Calabuig, 2012; Ferragut et al., 1986). Calabuig (2012) estudió también el comportamiento de los artrópodos tras la siega de la cubierta vegetal, y se encontró con que ésta hace disminuir el número de artrópodos de forma notable, aunque éstos se recuperaron pasadas algo más de dos semanas tras la siega. Mientras tanto, las poblaciones de artrópodos en los árboles no se vieron afectadas de forma significativa, lo cual indica que las poblaciones de las cubiertas no migraron a los árboles tras la siega.

1.4 ¿CUBIERTA VEGETAL ESPONTÁNEA O SEMBRADA?

Pese a que la implantación de una cubierta vegetal espontánea está más extendida, posiblemente debido a que supone un coste y unos requerimientos más bajos, la cubierta vegetal sembrada es capaz de aprovechar al máximo las posibilidades. La selección de especies vegetales concretas puede evitar ciertos problemas derivados de la presencia de vegetación adventicia en la cubierta espontánea, como pueden ser la presencia de especies hospedadoras de enfermedades o fitófagos, la competición con el cultivo por agua o nutrientes, u otros problemas de manejo como, por ejemplo, un porte excesivamente elevado. Aguilar-Fenollosa y Jacas (2014) encontraron una mayor presencia y potencial de plaga en parcelas con una cubierta espontánea, en comparación con la cubierta sembrada, ya que las especies presentes hospedaban a diversos trips que podrían trasladarse al cultivo.

Así, por ejemplo, una cubierta de gramíneas, con su sistema radicular generalmente fasciculado, con muchas raíces pequeñas, y con su tendencia a cubrir una gran superficie de suelo, puede servir para reducir la incidencia directa de la luz solar en el suelo, así como para luchar contra la erosión, dando mejor soporte al suelo. Por otro lado, la implementación de otras especies, como *Moricandia arvensis* (DC.), con un sistema pivotante que alcanza fácilmente los 40 cm de profundidad, puede utilizarse para romper la suela de labor, mejorando la estructura y la infiltración del suelo, proporcionando un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos (Figura 2). Esta mejora de las propiedades del suelo también facilita las labores del campo o la lucha contra determinadas enfermedades, al evitar el posible encharcamiento de las parcelas en el caso de precipitaciones torrenciales.



Figura 2. Raíces pivotantes de ejemplares de *Moricandia arvensis*.

1.5 VEGETACIÓN ESPONTÁNEA PRESENTE EN LOS CULTIVOS DE CÍTRICOS

Las distintas condiciones presentes en cada parcela hacen que la vegetación espontánea sea distinta. Su diversidad se adaptará a las técnicas utilizadas, de forma que, por ejemplo, si una parcela tiene un historial de uso de herbicidas, como puede ser en el caso del no laboreo, la vegetación adventicia que germine tenderá a ser resistente a éstos, como *Conyza canadensis* (L.), *Chenopodium álbum* (L.), o *Amaranthus retroflexus* (L.) (Tabla 1). Conocer los detalles de las malas hierbas presentes será fundamental a la hora de decidir qué tipo de cubierta establecer.

Tabla 1. Principales especies adventicias encontradas en parcelas de cítricos en la provincia de Valencia, España, en 2020. Se muestran los principales herbicidas a los que se ha observado su resistencia. Basado en (Heap y Liebl, 2020).

Especie	Resistencia herbicidas		
	Casos reportados	Materias activas más comunes	Casos reportados en España
<i>Amaranthus retroflexus</i> (L.)	47	22 atrazina	1
<i>Chenopodium álbum</i> (L.)	49	34 atrazina	1
<i>Convolvulus arvensis</i> (L.)	1	paraquat	0
<i>Conyza canadensis</i> (L.)	66	43 glifosato	2
<i>Malva sylvestris</i> (L.)	0		0
<i>Medicago mínima</i> (L.)	0		0
<i>Oxalis pes-caprae</i> (L.)	0		0
<i>Solanum nigrum</i> (L.)	14	10 atrazina	1
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.)	6	3 clorsulfuron	0
Gramíneas			
<i>Hordeum murinum</i> (L.) subsp. <i>Leporinum</i>	5	2 paraquat, 1 glifosato	1
<i>Lolium perenne</i> (L.)	9	5 sulfuron-metil, 3 glifosato	0
<i>Poa annua</i> (L.)	47	7 glifosato, 14 simazina	0
<i>Cyperus rotundus</i> (L.)	0		0

De la misma manera, si en una calle con cubierta espontánea se realizan siegas periódicas, las hierbas que rebroten serán aquellas que toleren mejor la siega, como pueden ser diversas gramíneas o fabáceas. El periodo de floración de estas especies, que en muchos casos difiere del del cultivo, puede mejorar el mantenimiento de las poblaciones de fauna útil, sirviendo como reservorio, y facilitándoles alimento en ausencia de presas u otras fuentes de néctar o polen.

La Tabla 2 muestra que algunas de las especies espontáneas encontradas en Valencia, como *Sonchus oleraceus* (L.), pueden hospedar a gran número de parasitoides.

Tabla 2. Principales malas hierbas encontradas en parcelas de cítricos en la provincia de Valencia, España, en 2020. Se muestran los parasitoides (Chalcidoidea) que hospedan, así como el periodo de floración. Basado en (Noyes, 2003) y (Rita, 2019).

Especie	Especies Chalcidoidea identificados	Chalcidoidea														Floración																
		Aphelinidae	Aphidinae	Braconidae	Chalcididae	Encyrtidae	Eulophidae	Ichneumonidae	Mymaridae	Miridae	Pteromalidae	Torymidae	Trichogrammatidae	Eupelmidae	Eucharitidae	Tetracampidae	Eurytomidae	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
<i>A. retroflexus</i>	6	x						x		x															x	x	x	x	x			
<i>C. album</i>	16	x			x	x	x	x		x			x												x	x	x	x	x	x		
<i>C. arvensis</i>	12	x				x	x			x		x		x					x	x	x	x	x	x	x	x	x					
<i>C. canadensis</i>	5							x				x												x	x	x						
<i>M. sylvestris</i>	1									x									x	x	x	x	x	x	x	x	x					
<i>M. minima</i>	2										x					x			x	x	x	x										
<i>O. pes-caprae</i>	2							x									x	x	x	x	x					x	x	x	x			
<i>S. nigrum</i>	18	x				x	x			x										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
<i>S. oleraceus</i>	42	x					x			x					x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Gramíneas																																
<i>H. murinum</i> subsp. <i>leporinum</i>	0																			x	x	x										
<i>L. perenne</i>	4						x			x											x	x	x	x	x	x	x					
<i>P. annua</i>	2							x		x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>C. rotundus</i>	13	x				x	x			x		x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

1.6 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES SEMBRADAS

En este apartado se procede a un análisis exhaustivo de la bibliografía relevante al respecto de las especies vegetales utilizadas en este trabajo, y su relación con la presencia de fauna útil en ellas.

1.6.1 *Borago officinalis*

Borago officinalis (L.) es una planta que se comporta como anual o perenne, de la familia Boraginaceae, de hasta 70 cm de altura, tallos peludos, y flores azules o blancas. Florece entre finales de invierno y primavera. Es capaz de rebrotar después de la siega. La bibliografía señala la presencia de artrópodos parasitoides, de las familias Braconidae (Fujinuma et al., 2010), Encyrtidae (Sigsgaard et al., 2013), y Trichogrammatidae (Begum et al., 2006; Díaz et al., 2012).

Testada como planta báker para *Aphidius colemani* (Dalman) en cultivo de fresa bajo invernadero en Japón, para el control de pulgón (Fujinuma et al., 2010), en laboratorio para evaluar la supervivencia de *Copidosoma aretas* (Walker) en Dinamarca (Sigsgaard et al., 2013), *Trichogramma carverae* (Oatman & Pinto) en Nueva Zelanda (Begum et al., 2006), o *Trichogramma atopovirilia* (Oatman & Platner) en Colombia, con estudios de campo incluidos, para el control de lepidópteros en cultivo de fisalis (Díaz et al., 2012).

1.6.2 *Calendula officinalis*

Calendula officinalis (L.) es una planta anual o bianual de la familia Asteraceae, de porte erecto y flores amarillas. Florece casi todo el año, pero sobre todo en verano. Es una planta que acepta la siega, y que

proporciona polen y néctar (Alonso et al., 2018; Zhao et al., 2017). Se han encontrado tanto depredadores, de las familias Anthocoridae (Kopta et al., 2012; Zhao et al., 2017), Coccinelidae (Alonso et al., 2018; Kopta et al., 2012), Miridae (Alomar et al., 2006), o Syrphidae (Alins et al., 2019; Alomar et al., 2006; Alonso et al., 2018; Kopta et al., 2012); como también parasitoides, de las familias Braconidae (Arnó et al., 2018), Eulophidae (Arnó et al., 2018), e Ichneumonidae (Kopta et al., 2012).

Zhao et al. (2017) demuestran el efecto positivo de la presencia de *C. officinalis* como insectario para *Orius sauteri* (Poppius), para el control de pulgón y trips en hortícolas bajo invernadero en China, distrito Haidian de Pekín. Arnó et al. (2018) han ensayado en laboratorio la ayuda de esta planta a la supervivencia de *Necremnus tutae* (Reuter), *Stenomesus* sp. nr. *Japonicus* (Ashmead), y *Bracon* nr. *Nigricans* (Szépligeti), que son parasitoides de *Tuta absoluta* (Meyrick).

1.6.3 *Centaurea cyanus*

Centaurea cyanus (L.) es una planta anual de la familia Asteraceae, de hasta 80 cm de altura, hojas grisáceas y alargadas, y flores en capítulo de color azul eléctrico. Florece de mayo a julio. No acepta la siega demasiado bien, pero es capaz de rebrotar. Produce polen, que atrae polinizadores y alimenta a la fauna útil (Alonso et al., 2018).

Se han encontrado depredadores de las familias Anthocoridae, Araneae, Geocoridae, y Nabidae, en ejemplares de *Centaurea* sp., cercanos a cultivos de perales y manzanos (Miliczky y Horton, 2005). También se han encontrado en *C. cyanus* depredadores de las familias Chrysopidae (Boller et al., 2004), Coccinelidae (Alonso et al., 2018; Boller et al., 2004; Kopta et al., 2012), y Syrphidae (Alins et al., 2019; Alomar et al., 2006; Alonso et al., 2018; Kopta et al., 2012). Solamente se han encontrado parasitoides de la familia Ichneumonidae (Kopta et al., 2012).

1.6.4 *Coriandrum sativum*

Coriandrum sativum (L.) es una planta anual de la familia Apiaceae, de hasta 70 cm de altura, porte erecto y flores blancas. Florece entre abril y agosto. Rebrotan bien tras la siega, y produce néctar y polen (Laubertie et al., 2012). Se han encontrado depredadores de la familia Syrphidae (Laubertie et al., 2012; Morris y Li, 2000; Pineda y Marcos-García, 2008); también parasitoides de las familias Braconidae (Vattala et al., 2006), Eulophidae (Balzan y Wäckers, 2013), y Trichogrammatidae (Begum et al., 2006).

Vattala et al. (2006) estudiaron la capacidad de varias especies de plantas florales de incrementar la longevidad del parasitoide de coleópteros *Microctonus hyperodae* (Loan) (Braconidae), en condiciones de laboratorio. Se concluyó que *C. sativum* era, junto a *F. esculentum*, una de las dos únicas especies estudiadas que mejoraban la longevidad de dicho parasitoide, gracias a la morfología de la flor y a la calidad nutricional del néctar. Balzan y Wäckers (2013) llegaron a una conclusión bastante similar en el efecto sobre la longevidad de *Necremnus artynes* (Walker) (Eulophidae), parasitoide de *Tuta absoluta*, bajo invernadero. Begum et al. (2006) demostraron un mejor control de la plaga de vid *Epiphyas postvittana* (Walker) (Lepidoptera), gracias al parasitoide *Trichogramma carverae* (Trichogrammatidae). Este experimento se realizó en campo. Diversos estudios confirman la mayor atracción de sírfidos afidófagos en presencia de *C. sativum*, así como la conveniencia de su polen y néctar para estos depredadores, en distintas condiciones, a saber, en cultivo de pimiento bajo invernadero en Murcia (Pineda y Marcos-García, 2008), en cultivo de col en Nueva Zelanda (Morris y Li, 2000), y en laboratorio (Laubertie et al., 2012).

1.6.5 *Fagopyrum esculentum*

Fagopyrum esculentum (Moench) es una planta anual, de la familia Polygonaceae, de unos 70 cm de altura, grandes hojas triangulares, y flores blancas o rosadas. Florece entre julio y septiembre. Se han encontrado depredadores de las familias Coccinellidae (Kopta et al., 2012), y Syrphidae (Kopta et al., 2012; Pineda y Marcos-García, 2008); también parasitoides de las familias Braconidae (Arnó et al., 2018; Vattala et al., 2006), Encyrtidae (Sigsgaard et al., 2013), Eulophidae (Arnó et al., 2018; Balzan y Wäckers, 2013), y Trichogrammatidae (Begum et al., 2006).

Arnó et al. (2018) afirman que, entre las especies vegetales evaluadas en ese estudio, *F. esculentum*, junto a *L. maritima*, son las que benefician en mayor medida la supervivencia y reproducción de *Necremnus tutae*, *Stenomesus* nr. *japonicus*, y *Bracon* nr. *Nigricans*, parasitoides de *T. absoluta*. Sigsgaard et al. (2013) muestran un mejor control de *Acleris comariana* (Lienig & Zeller), un lepidóptero plaga en cultivo de fresa en Dinamarca, en aquellas parcelas con hileras de *F. esculentum*, aunque no fueron capaces de justificar las causas de este mejor control. Begum et al. (2006) afirman que *F. esculentum* mejora la supervivencia y fecundidad de *Trichogramma carverae*.

1.6.6 *Festuca arundinacea*

Festuca arundinacea es una planta perenne, de la familia Poaceae. Puede alcanzar una gran altura, de hasta metro y medio, aunque tiene un crecimiento lento, y un rápido rebrote. No produce néctar, pero sí mucho polen. Tiene un sistema radicular potente. Florece entre abril y agosto. Se han encontrado depredadores de las familias Cecidomyiidae, Chrysopidae, Syrphidae, y Theridiidae (Gomez-Marco et al., 2012), así como Phytoseiidae (Aguilar-Fenollosa y Jacas, 2012, 2014; Pina et al., 2012); y también parasitoides de la subfamilia Aphidiinae (Braconidae) (Gomez-Marco et al., 2012).

Aguilar-Fenollosa y Jacas (2014) argumentan la “idoneidad de *F. arundinacea* como cubierta vegetal en mandarino clementino”, ya que alberga trips específicos de gramíneas, que sirven como alimento alternativo a ácaros fitoseidos depredadores de trips, que además pueden atacar a otras plagas, reduciendo su incidencia. Además, Pina et al. (2012) afirman que gracias a las características del polen de esta especie, los fitoseidos depredadores de araña roja tienen unas mejores condiciones para competir con otros fitoseidos, generalistas y palinófagos, como *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot), mejorando así el control de tetraníquidos. Gomez-Marco et al. (2012) encontraron una mayor abundancia de afidófagos de diversas familias, tanto depredadores, como parasitoides, en aquellas parcelas de cítricos en las que había una cubierta de *F. arundinacea*.

1.6.7 *Lobularia maritima*

Lobularia maritima (L.) es una planta anual, de la familia Brassicaceae, tapizante, de hasta 30 cm de altura, y muchas flores pequeñas y blancas, de fragancia muy agradable. Florece todo el año, y proporciona néctar y polen (Pineda y Marcos-García, 2008). Rebrotará fácilmente tras la siega. Se han encontrado depredadores de las familias Anthocoridae (Alomar et al., 2006), Coccinellidae (Alonso et al., 2018), y Syrphidae (Alomar et al., 2006; Alonso et al., 2018; Laubertie et al., 2012; Pineda y Marcos-García, 2008); y también parasitoides de las familias Braconidae (Arnó et al., 2018; Sivinski et al., 2011), Chalcididae (Sivinski et al., 2011), Eulophidae (Arnó et al., 2018; Balzan y Wäckers, 2013), Ichneumonidae (Sivinski et al., 2011), y Trichogrammatidae (Begum et al., 2006; Díaz et al., 2012).

Diversos estudios han demostrado la idoneidad de esta especie como fuente de alimento para diversas especies de sírfidos (Laubertie et al., 2012; Pineda y Marcos-García, 2008). Sivinski et al. (2011) estudiaron la capacidad de atracción de *L. maritima* a diversos parasitoides del orden Hymenoptera.

Begum et al. (2006) muestran en su estudio que *L. maritima* mejora la fecundidad y supervivencia de *T. carverae*, y mejora el parasitismo de esta especie sobre *Epiphyas posvittana* (Lepidoptera) en viña, mejorando así el control de la plaga. Este estudio además menciona su capacidad para controlar la vegetación adventicia, reduciendo la necesidad de aplicar herbicidas. Díaz et al. (2012) encontraron cierto efecto en la longevidad y parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* sobre *Spodoptera frugiperda* (Walker), aunque afirman que esta especie no tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento de este parasitoide, en contraposición a otros estudios, y enfatizan en la necesidad de realizar estudios caso a caso.

1.6.8 *Lolium perenne*

Lolium perenne (L.) es una planta perenne y cespitosa de la familia Poaceae. Florece de mayo a octubre. No se han encontrado estudios en los que se mencionara la presencia de artrópodos depredadores o parasitoides beneficiosos. Los resultados obtenidos en el presente estudio pueden ser por tanto de gran utilidad.

1.6.9 *Melilotus officinalis*

Melilotus officinalis (L.) es una planta que se comporta como anual o bienal, de la familia Fabaceae, que puede llegar al metro de altura. Sus flores son amarillas y dispuestas en racimo. Sirve para fijar nitrógeno, y florece entre abril y septiembre. Se han encontrado depredadores de las familias Anthocoridae (Atakan y Tunç, 2010; Miliczky y Horton, 2005), y Araneae (Miliczky y Horton, 2005); y parasitoides de la familia Braconidae (Gonzalez et al., 1975).

Atakan y Tunç (2010) buscaban hemípteros depredadores de trips, en Turquía. Gonzalez et al. (1975) encontraron en esta especie diversos parasitoides del género *Aphidius* (Esenbeck), que atacaban al áfido *Acyrtosiphum kondoi* (Shinji), en Japón.

1.6.10 *Moricandia arvensis*

Moricandia arvensis (DC.) es una planta anual, de la familia Brassicaceae. Alcanza los 50 cm de altura, tiene hojas en forma de corazón y flores violeta. Florece entre diciembre y junio. Se han encontrado depredadores de las familias Anthocoridae (Alonso et al., 2018), Syrphidae (Alins et al., 2019), y Trombididae (Alins et al., 2019); también parasitoides de las familias Eulophidae (Lacasa-Plasencia et al., 1996), y Trichogrammatidae (Díaz et al., 2012). En el caso de la familia Trombididae, mientras que los adultos son depredadores de pulgones, cicadélidos, así como de otros ácaros, las larvas son parásitas, que por tanto no matan a su huésped (Alins et al., 2019).

Lacasa-Plasencia et al. (1996) encontraron en *M. arvensis* diversas especies del parásito de trips del género *Ceranitus* (Walker), en cultivos de pimiento bajo invernadero en Murcia. Díaz et al. (2012) no encontraron una mejora en el parasitismo al lepidóptero *Spodoptera frugiperda* gracias a la presencia de esta especie, aunque, como ellos mismos afirman, los resultados en cada caso pueden ser muy distintos.

1.6.11 *Onobrychis viciifolia*

Onobrychis viciifolia (Scop.) es una planta perenne, de la familia Fabaceae. Alcanza los 70 cm, tolera muy bien la siega y la sequía, y sirve para fijar nitrógeno. Florece entre marzo y julio. No se han encontrado estudios en los que se mencionara la presencia de artrópodos depredadores o parasitoides beneficiosos. Los resultados obtenidos en el presente estudio pueden ser por tanto de gran utilidad.

1.6.12 *Phacelia tanacetifolia*

Phacelia tanacetifolia (Benth.) es una planta herbácea que se comporta como anual o bianual, de la familia Boraginaceae. Puede alcanzar el metro de altura, y florece entre marzo y octubre. Produce néctar en abundancia (Boller et al., 2004). Se han encontrado depredadores de la familia Syrphidae (Hickman y Wratten, 1996; Laubertie et al., 2012; Pineda y Marcos-García, 2008), así como parasitoides de la familia Encyrtidae (Sigsgaard et al., 2013).

Hickman y Wratten (1996) encontraron gran abundancia de sírfidos afidófagos en presencia de *P. tanacetifolia*, mejorando el control de pulgones en cultivos de cereal en North Hampshire, Reino Unido. Laubertie et al. (2012) recomiendan la introducción de *P. tanacetifolia* sobre todas las demás especies estudiadas para mejorar la eficacia de los sírfidos. En Sigsgaard et al. (2013), esta especie parece no ser la mejor para alimentar a los parasitoides estudiados, aunque los autores argumentan que podría ser debido a la forma de la flor, lo cual da pie a que otras especies de parasitoides tengan una mejor sinergia por su morfología.

1.6.13 *Poa pratensis*

Poa pratensis (L.) es una hierba perenne, de la familia Poaceae. Florece entre abril y agosto. No se han encontrado estudios en los que se mencionara la presencia de artrópodos depredadores o parasitoides beneficiosos. Los resultados obtenidos en el presente estudio pueden ser por tanto de gran utilidad.

1.6.14 *Trifolium alexandrinum*

Trifolium alexandrinum (L.) es una hierba anual de la familia Fabaceae. Tiene flores blancas y florece entre mayo y agosto. Puede fijar nitrógeno. Se han encontrado depredadores de las familias Coccinellidae (Bugti et al., 2016; Hameed et al., 2016) y Syrphidae (Hameed et al., 2016), pero ningún parasitoide.

Hameed et al. (2016) observaron la atracción de abejas (*Apis mellifera* L.) y sírfidos como polinizadores en diversas variedades de *T. alexandrinum*.

1.6.15 *Trifolium pratense*

Trifolium pratense (L.) es una planta de la familia Fabaceae que se comporta como anual o bianual. Alcanza los 50 cm y está adaptada a la siega. Tiene flores rosadas y florece entre abril y octubre. Es capaz de fijar nitrógeno. Se han encontrado depredadores de la familia Phytoseiidae (Ferragut et al., 1994); así como parasitoides de la familia Trichogrammatidae (Díaz et al., 2012).

Ferragut et al. (1994) encontraron seis especies distintas de ácaros fitoseidos, depredadores de ácaros tetraníquidos, en *T. pratense* presente en cubiertas vegetales en huertos de manzanos en Lleida. Díaz et al. (2012) afirman que la presencia de *T. pratense* mejora la longevidad y la ratio de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia*, mejorando así el control de plagas de lepidópteros en cultivos de fisisalis.

2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La citricultura es uno de los cultivos más relevantes en la Comunidad Valenciana, tanto a nivel de superficie, como de volumen de producción. El cambio en las demandas de los consumidores y en las normativas nacionales y comunitarias obligan a un cambio en el modelo de producción, hacia sistemas más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

Las cubiertas vegetales presentan una serie de efectos positivos a nivel tanto físico, como la mejora de la estructura y composición del suelo, o la prevención de la erosión, como a nivel micro- y microbiológico, mejorando la biodiversidad y el control biológico.

No existen muchos estudios que analicen los efectos de las cubiertas vegetales sobre los cultivos mediterráneos, y muchos menos sobre los cítricos. Sería provechosa pues, la generación de trabajos que estudien cómo contribuye la implantación de cubiertas vegetales a la presencia de fauna útil y la mejora del control biológico de plagas propias de estos cultivos, o cómo factores como las especies presentes, la siega de las cubiertas, o la pendiente del terreno, pueden interactuar entre sí.

Este trabajo estudia la implantación de dos cubiertas vegetales sembradas distintas, y plantea los siguientes objetivos:

- Analizar la implantación y viabilidad de las distintas especies sembradas, así como la interacción con especies adventicias.
- Estudiar los efectos de factores como la siega de las calles del cultivo, o la pendiente del terreno, sobre la cobertura y distribución de las especies de la cubierta.
- Observar la posible relación entre la implantación de una cubierta vegetal y la erosión del suelo por las lluvias torrenciales.
- Conocer la entomofauna presente en las cubiertas, tanto los fitófagos como la fauna útil, y estudiar las posibles interacciones entre estos.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DE LAS PARCELAS

Se han estudiado parcelas de cítricos en fincas en dos localizaciones en la provincia de Valencia, en Beneixida y Canals, que denominaremos GRAGON y AMC, respectivamente.

Tabla 3. Identificación de las parcelas de estudio.

Parcela de estudio	Localidad	Coordenadas	Parcelas y polígono	Finca	Variedad
AMC	Beneixida	39° 2' 35.83" N 0° 33' 48.58" W	67, 69, 315 Polígono 6	AMC Group	Oronules
GRAGON	Canals	38° 56' 16.24" N 0° 35' 32.95" W	39 Polígono 12	Frutas Gragon	Iwasaki

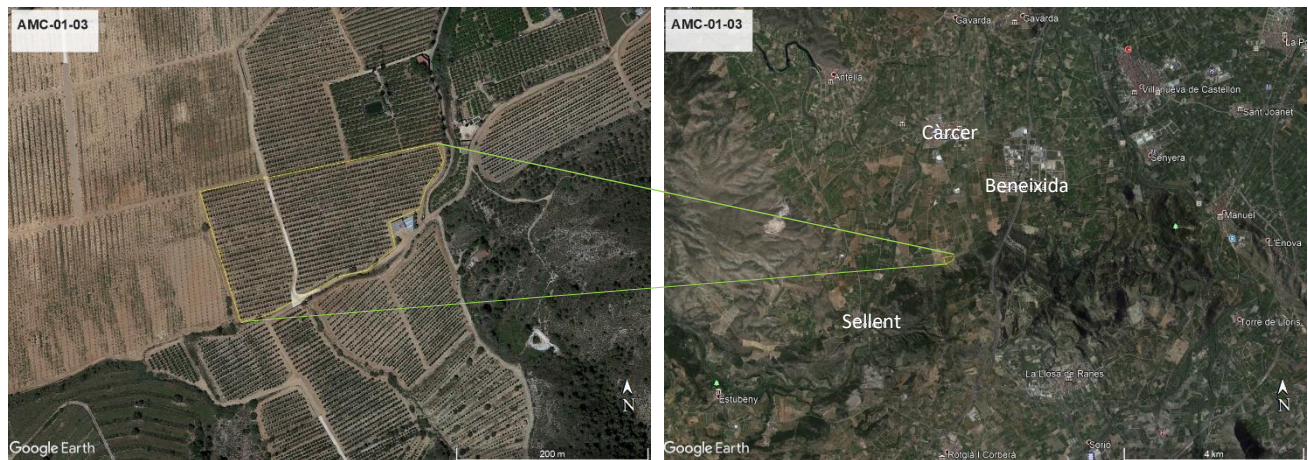


Figura 3. Situación del punto de estudio AMC.



Figura 4. Situación del punto de estudio GRAGON.

3.2 SIEMBRA DE LA CUBIERTA VEGETAL

Se sembraron dos mezclas comerciales de plantas en las parcelas de estudio entre octubre del 2019 y marzo de 2020. Se han desarrollado 2 mezclas distintas (Tabla 2), consultando la biografía existente (ver Introducción), y con el consejo de profesionales con experiencia en la implantación de cubiertas vegetales en cítricos. Los parámetros utilizados son por un lado de carácter agronómico, eligiéndose plantas perennes con crecimiento reducido en altura, que no sean invasoras, rústicas con crecimiento uniforme, de rápida instalación y tolerantes a la sequía y el pisado, de elevado porcentaje de ocupación y que sean competitivas con plantas arvenses espontáneas, y que tengan buena aptitud a la resiembra.

Tabla 4. Mezclas de semillas utilizadas para las cubiertas vegetales sembradas, así como las proporciones utilizadas para su elaboración, tanto en porcentaje de peso como de número de semillas.

ESPECIE	FAMILIA	% en peso		nº semillas por g	% semillas	
		Mezcla 1	Mezcla 2		M1	M2
<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae	0	2	50	0	0.5
<i>Calendula officinalis</i>	Asteraceae	2	2	140	2	1.4
<i>Centaurea cyanus</i>	Asteraceae	2	0	330	4.7	0
<i>Coriandrum sativum</i>	Apiaceae	2	0	100	1.4	0
<i>Fagopyrum esculentum</i>	Polygonaceae	0	2	45	0	0.4
<i>Festuca arundinacea</i>	Poaceae	40	50	380	5.4	3.8
<i>Lobularia maritima</i>	Brassicaceae	2	2	2500	35.5	24.7
<i>Lolium perenne</i>	Poaceae	0	10	500	0	4.9
<i>Melilotus officinalis</i>	Fabaceae	15	0	500	7.1	0
<i>Moricandia arvensis</i>	Brassicaceae	2	2	2000	28.4	19.8
<i>Onobrychis viciifolia</i>	Fabaceae	20	10	65	0.9	0.6
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Boraginaceae	2	0	580	8.2	0
<i>Poa pratensis</i>	Poaceae	0	10	4000	0	39.5
<i>Trifolium alexandrinum</i>	Fabaceae	13	10	440	6.3	4.3

Por otro lado, se buscaron plantas con potencial para atraer o mantener fauna útil que favoreciera el control biológico. Para ello se realizaron búsquedas de documentos en portales científicos (scholar.google.com, ELSEVIER, academia.edu) en los que se demuestra la presencia de enemigos naturales, concretamente artrópodos depredadores y parasitoides, en distintas especies vegetales susceptibles de ser utilizadas como cubiertas vegetales (ver Introducción).

Se ha buscado también que las especies elegidas tengan características que favorezcan la mejora de las propiedades del suelo, como la fijación de nitrógeno (como en el caso de las leguminosas), la reducción de la erosión (plantas tapizantes como *Lobularia maritima* o las gramíneas) y la compactación, o la mejora de la infiltración (plantas con raíces pivotantes profundas, como *Moricandia arvensis*), así como la micro- y mesofauna de este.

En la parcela de estudio AMC, se sembró la Mezcla 2 el 16 de marzo de 2020, y en GRAGON, se sembró la Mezcla 1, el 19 de octubre de 2019. La dosis de siembra fue de 45 kg/ha, utilizándose una sembradora arrastrada, a voleo. Antes de la siembra, el suelo se preparó con un pase de cultivador. Tras las siembras

se realizó un riego de implantación, para favorecer el crecimiento en caso de que las lluvias no proporcionaran agua suficiente.

3.3 EVALUACIÓN DE LAS CUBIERTAS

Se realizó una evaluación visual de las cubiertas vegetales existentes, tanto sembradas como espontáneas, que consistió en la evaluación del porcentaje de cobertura de suelo de cada especie vegetal, la altura media, y la abundancia de flores respecto de la cantidad total de flores o inflorescencias. Debido a las circunstancias especiales derivadas de la COVID-19, algunas de estas evaluaciones se hicieron basándose en fotografías. Se realizaron evaluaciones en GRAGON el 5 y el 29 de mayo de 2020, y en AMC el 26 de mayo y el 18 de junio de 2020.

La evaluación en base a fotografías se realizó mediante la toma de dos imágenes de cada punto; una desde arriba, a una altura de 1,5 m, con un metro extendido sobre el suelo para tener una referencia de las distancias; y otra desde uno de los lados, a una altura de 0,5 m, con un metro extendido en vertical desde el suelo, de forma que se pudiera observar la altura de las distintas plantas.

Además, el 18 de junio se escogió una superficie de un metro cuadrado en un punto con una cobertura media, y otro donde había poca cobertura, donde se evaluó la cubierta como en el resto de puntos de muestreo, pero además se extrajo y contabilizó cada individuo vegetal, y se pesó la parte aérea y las raíces.

3.3.1 Erosión

Se realizó una evaluación visual de los efectos de las lluvias torrenciales sobre la erosión del suelo en AMC, el 18 de junio de 2020, tras un corto periodo de lluvias de mucha intensidad. Se evaluaron 24 calles a izquierda y derecha de la carretera que cruza la parcela, y se valoró el grado de erosión, así como el porcentaje de cobertura vegetal.

Se estableció una escala numérica del 0 al 5 que se corresponde con el grado de erosión observado, siendo 0 ninguna erosión visible, y 5 la formación de cárcavas de más de 20 cm, y gran pérdida de suelo.

Para comparar los efectos de la erosión con la cobertura vegetal, se estableció una escala numérica del 0 al 4 en orden creciente, de manera que el valor 0 corresponde con una cobertura vegetal entre el 0 y el 20 % y el valor 4 con un porcentaje de cobertura entre el 80 y el 100 % (Tabla 5).

Tabla 5. Escala para la valoración de la cobertura vegetal.

Cobertura (%)	0 -20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 -100
Valoración	0	1	2	3	4

3.4 MUESTREO DE ARTRÓPODOS

Las técnicas de muestreo fueron el golpeo y la aspiración. Los muestreos de artrópodos se realizaron el 29 de marzo de 2020.

3.4.1 Golpeo

Se eligieron determinadas especies de plantas (*L. maritima*, *M. arvensis*, *C. cyanus*, *T. alexandrinum*), y se golpeó dos veces cada planta, por cinco plantas de cada especie, sobre un embudo. Este embudo desembocaba en un pequeño bote que, una vez terminado el golpeo, se tapaba inmediatamente, conteniendo los posibles artrópodos en su interior.

3.4.2 Aspiración

Para el muestreo por aspiración, se colocó una manga entomológica en la boca de un aspirador, y se realizó una aspiración ininterrumpida de la cubierta a la altura de las inflorescencias durante 40 segundos cada vez, en movimiento, a lo largo de aproximadamente 15 metros.

3.5 TRABAJO EN LABORATORIO

3.5.1 Artrópodos

Las muestras extraídas se mantuvieron congeladas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ para su conservación antes de ser examinadas. Posteriormente las muestras se examinaron bajo lupa binocular, para la contabilización e identificación de los artrópodos presentes. Las muestras se colocaron sobre un papel blanco, para así eliminar los restos vegetales y demás impurezas, aislando los artrópodos presentes.

3.5.2 Plantas

Las muestras vegetales se separaron por especies, para luego pesar por separado raíces y parte aérea. El pesado se hizo en seco, tras eliminar la humedad en un horno a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, el tiempo necesario hasta que el peso de la muestra se estabilizara, lo cual indica que toda la humedad se ha eliminado.

3.6 ANÁLISIS DE DATOS

Se ha realizado un análisis de conglomerados para comparar los resultados de la evaluación de la cubierta vegetal en distintos puntos. Para ello se ha utilizado el método de Ward con distancias euclídeas cuadradas. Para el estudio de los datos obtenidos de la evaluación de la erosión, se ha utilizado la regresión lineal, enfrentando erosión y cobertura vegetal.

3.7 TRABAJO EN TIEMPO DE COVID-19

Las circunstancias en las que se ha dado este trabajo, son las de la pandemia mundial del COVID-19. Estas circunstancias dificultaron en gran manera ciertos aspectos del trabajo, como el acceso a las parcelas de estudio, o el acceso al laboratorio para el análisis de las muestras. Esto se suplió con el análisis de las cubiertas a partir de fotografías *in situ*, y un laboratorio improvisado en el domicilio del estudiante.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVALUACIÓN DE LA COBERTURA

El estado de las cubiertas vegetales se evaluó durante los meses de mayo y junio de 2020. Las cubiertas se establecieron con bastante éxito, aunque con cierta irregularidad, que puede deberse a distintos factores, como la mezcla utilizada, el marco y la edad de la plantación, los recursos hídricos, el tipo de suelo, o los pases de segadora.

La cobertura en las fechas y puntos estudiados fue de entre el 90 y el 100% en GRAGON (Tabla 6). Las hierbas predominantes fueron las gramíneas, con una cobertura media del 36%, el doble que *T. alexandrinum*, con un 18%, y *L. maritima* con un 17%. Cuando nos referimos a las gramíneas en este trabajo, es importante puntualizar que, debido a la dificultad de identificar las distintas especies de esta familia, se incluye con este término a todas las gramíneas presentes, tanto sembradas como espontáneas. En esta parcela, se segaron las calles alternas, lo que se tradujo en una diferencia clara entre las calles segadas y las no segadas. En aquellas líneas donde se realizó la siega, dominaron las gramíneas sobre las demás especies (2, 5, 6), mientras que, en los otros puntos, la distribución de las especies es más homogénea (1, 3, 4, 7) (Tabla 6, Figura 5). En la Figura 5 se puede ver esta diferencia a simple vista en el dendrograma de conglomerados, donde se ve a estos dos grupos de forma separada. También existe una diferencia en el tiempo, ya que, en los muestreos realizados a finales de mayo (1, 2), las leguminosas, especialmente *T. alexandrinum*, ganan una importancia relativa notable. Esta diferencia es mayor, eso sí, en el punto 2, donde existió siega (Tabla 6).

En esta mezcla hubo dos especies que no llegaron a germinar en ninguno de los puntos estudiados, *M. officinalis* y *M. arvensis* (Tabla 6).

Tabla 6. Cobertura en % de cada especie vegetal en los puntos evaluados en GRAGON en 2020, incluyendo el % de suelo desnudo.

	1	2	3	4	5	6	7	Media
<i>Calendula officinalis</i>	1	0	1	0	0	0	1	0.4
<i>Centaurea cyanus</i>	10	0	4	3	0	2	10	4.1
<i>Coriandrum sativum</i>	3	0	0	4	0	10	10	3.9
<i>Lobularia maritima</i>	15	0	10	20	30	13	30	16.9
<i>Melilotus officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0
<i>Moricandia arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0.0
<i>Onobrychis viciifolia</i>	20	0	20	5	3	5	10	9.0
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	5	0	10	3	3	2	5	4.0
<i>Trifolium alexandrinum</i>	30	40	20	20	4	5	10	18.4
<i>Convolvulus sp.</i>				15		3	4	7.3
<i>Sonchus sp.</i>					10			10.0
Gramíneas	16	55	30	20	50	60	20	35.9
Suelo desnudo	0	5	5	10	0	0	0	2.9

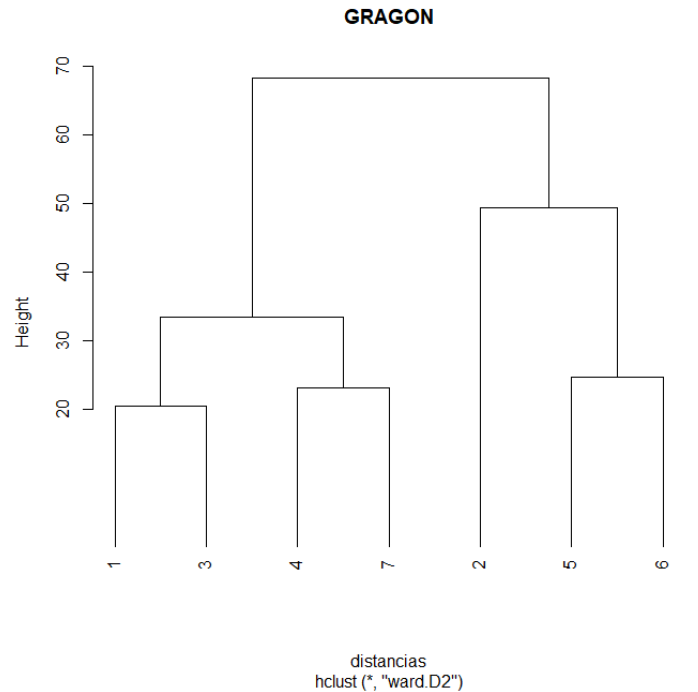


Figura 5. Dendrograma de similitud de conglomerados de muestras de cubierta en GRAGON. Agrupa los distintos puntos evaluados en GRAGON en función de la similitud entre la distribución de cobertura del suelo por las distintas especies vegetales. Se aprecian dos grupos dentro de los cuales hay cierta similitud en la distribución de especies (1, 3, 4, 7, y 2, 5, 6). Se ha utilizado el método de Ward y distancias euclídeas cuadradas.

La cobertura en AMC fue de entre el 15 y el 100%, como se puede ver en la Tabla 7. En este caso, hay una mayor variabilidad en cuanto a la distribución de especies. En el dendrograma de la Figura 6 esto se observa al no existir grupos diferenciados, aunque el punto F se encuentra algo más separado del resto, debido al alto porcentaje de suelo desnudo que tiene. Las especies con mayor cobertura media fueron *L. maritima*, con un 24%, y las gramíneas, con un 19%. La cobertura del suelo fue del 70% de media, habiendo dos puntos con el 95 y el 100% (puntos B y C), y un punto, el F, con solamente un 15% de cobertura. Este último punto tenía una mayor pendiente que el resto, lo cual podría ser el motivo de la peor implantación de la cubierta.

En esta parcela, solo hubo una especie sembrada que no llegó a germinar en ninguno de los puntos observados, *F. esculentum* (Tabla 7).

Tabla 7. Cobertura en % de cada especie vegetal en los puntos evaluados en AMC en 2020, incluyendo el % de suelo desnudo.

	A	B	C	D	E	F	Media
<i>Borago officinalis</i>	5	5	2	1	0	0	2.2
<i>Calendula officinalis</i>	0	0	2	0	0	0	0.3
<i>Fagopyrum esculentum</i>	0	0	0	0	0	0	0.0
<i>Lobularia maritima</i>	30	25	50	5	30	5	24.2
<i>Moricandia arvensis</i>	1	5	2	20	20	2	8.3
<i>Onobrychis viciifolia</i>	0	5	0	0	1	1	1.2
<i>Trifolium alexandrinum</i>	0	0	0	0	1	0	0.2
<i>Chenopodium sp.</i>						2	2.0
<i>Convolvulus sp.</i>			30	10			20.0
<i>Conyza sp.</i>	10				2		6.0
<i>Diplotaxis eruroides</i>						3	3.0
<i>Malva sp.</i>						1	1.0
<i>Sonchus sp.</i>	4				5	1	3.3
Gramíneas	30	50	5	20	10	1	19.3
No identificada		10	4	5			6.3
Suelo desnudo	20	0	5	40	30	85	30.0

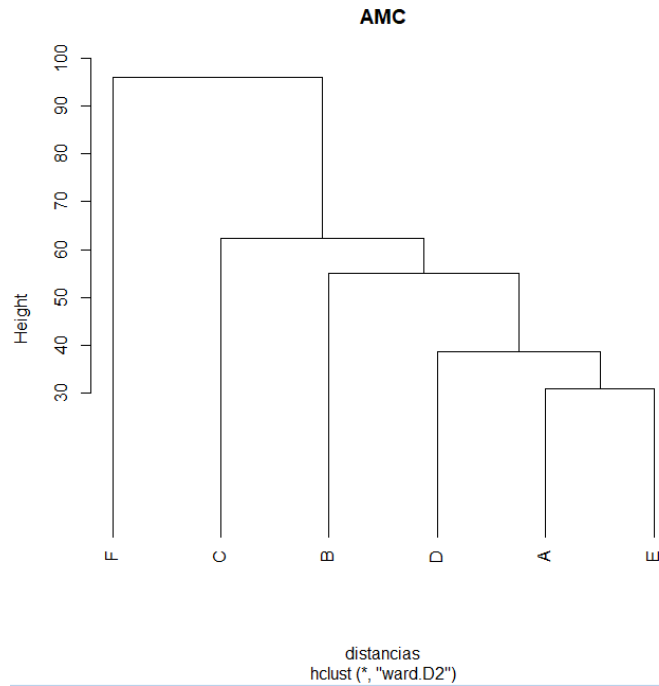


Figura 6. Dendrograma de similitud de conglomerados de muestras de cubierta en AMC. Agrupa los distintos puntos evaluados en AMC en función de la similitud entre la distribución de cobertura del suelo por las distintas especies vegetales. La disposición similar a una escalera indica variabilidad entre los puntos de muestreo. Se ha utilizado el método de Ward y distancias euclídeas cuadradas.

Dentro de las especies que componían las mezclas, una clara dominante era la *L. maritima*, con una mayor cobertura que las demás especies en la mayoría de los puntos, aunque en puntos determinados también dominaban otras especies, como el *T. alexandrinum* o algunas gramíneas, especialmente allí donde se realizaron pases de segadora, o *M. arvensis*, aunque con menor abundancia (Tabla 6, Tabla 7).

Las especies adventicias, no sembradas, más abundantes eran la *Conyza* sp. (Less.), *Convolvulus* sp. (L.), y *Sonchus* sp. (L.). Sin embargo, no alcanzaban una gran presencia en compañía de las especies sembradas, probablemente debido a la competencia de éstas por el espacio y los recursos (Tabla 6, Tabla 7).

4.2 MUESTRAS VEGETALES

Se ha evaluado la biomasa (además de la cobertura) en dos de los puntos (E y F), contabilizando los individuos que componen la cubierta, y obteniendo el peso seco de cada especie, tanto de la parte aérea como de las raíces, por separado. Siendo ambos puntos pertenecientes a la misma parcela, separados tan solo 15 filas, la diferencia entre ellos es mínima. Sin embargo, existe una diferencia en la pendiente de ambos. El punto E era de pendiente alrededor del 4%, mientras que el punto F la pendiente alcanzaba el 8%.

Los valores de biomasa de la parte aérea y de las raíces permite hacerse una idea del aporte futuro de materia orgánica de la cubierta al suelo, así como conocer la distribución de peso de cada especie. En la Tabla 8 se muestran los resultados del muestreo, en los que se puede ver cómo en el punto F, el número de individuos es casi 4 veces menor que en el punto E. Esta diferencia se da, sobre todo, en las especies *L. maritima* y *M. arvensis*, donde en ambos casos hay 18 veces menos individuos, aunque la reducción en peso no es proporcional, ya que éste es sólo alrededor de 10 veces menor. En cambio, las gramíneas, que apenas disminuyen en número de individuos de un punto a otro, pesan poco más de la mitad en el punto F que en el punto E.

De esto se desprende que, mientras que las dos Brassicacea se han implantado peor en el punto de mayor pendiente, aquellos individuos que se han podido desarrollar han acabado teniendo un mayor peso por individuo, tal vez por disponer de más espacio para cada planta. En el caso de las gramíneas sucede justamente lo contrario, disminuyendo enormemente el peso por cada individuo, aunque el número de individuos haya resultado bastante similar en ambos puntos. Tal vez la razón de esta diferencia sea que las gramíneas puedan ser más dependientes del sistema de raíces, que por las condiciones del suelo en pendiente no permitan su desarrollo adecuado.

Las diferencias en el ratio Parte Aérea:Raíces podrían indicar una mayor competencia por los recursos subterráneos, tanto de espacio como de agua y nutrientes.

Tabla 8. Evaluación de la abundancia y peso seco, así como el ratio en peso Parte Aérea:Raíces de las especies presentes en dos puntos de AMC. *Debido a la impracticabilidad de separar las raíces de la parte aérea en las gramíneas, en su caso se midió únicamente el peso total.

Especie mezcla	Pto. Muestreo							
	E				F			
	Nº individuos	Peso seco PA	Peso seco R	Ratio p.s. PA:R	Nº individuos	Peso seco PA	Peso seco R	Ratio p.s. PA:R
<i>B. officinalis</i>	0				0			
<i>C. officinalis</i>	0				0			
<i>F. esculentum</i>	0				0			
<i>L. maritima</i>	178	96.83	13.45	4.37	10	9.05	0.42	21.55
<i>M. arvensis</i>	18	87	22.18	3.92	1	9.5	1.67	5.69
<i>O. viciifolia</i>	1	0.99	0.19	5.21	1			
<i>T. alexandrinum</i>	1	0.4	0.19	2.11	0			
Gramíneas	58	48	*	*	53	26.43	*	*
Adventicias/No identificadas	16	8.8	2.4	3.67	10	21.42	2.92	7.34
Total	272	242.02	38.41	6.3	75	66.4	5.01	13.25

4.3 EROSIÓN

Se ha realizado un análisis de la varianza (ANOVA) de los datos obtenidos en cuanto a la erosión, enfrentándolos a la cobertura vegetal (Figura 7), para tratar de averiguar si existe una correlación entre ambos factores. Se ha realizado este análisis de forma separada en una parte de la parcela donde existía una mayor pendiente (Izquierda), y otra que estaba en llano (Derecha).

El estadístico ha arrojado un P-valor de 0,052 para la parte Izquierda, con un coeficiente de correlación de -0,88, lo cual indica que aunque la correlación no llegue a ser significativa con un nivel de confianza del 95%, queda muy cerca, y se podría suponer que existe una correlación, siendo la erosión mayor cuando la cobertura es menor.

En la parte Derecha, el P-valor obtenido ha sido de 0,61, con un coeficiente de correlación de -0,31, lo cual indica que en este caso no existe una correlación estadísticamente significativa entre las dos variables analizadas.

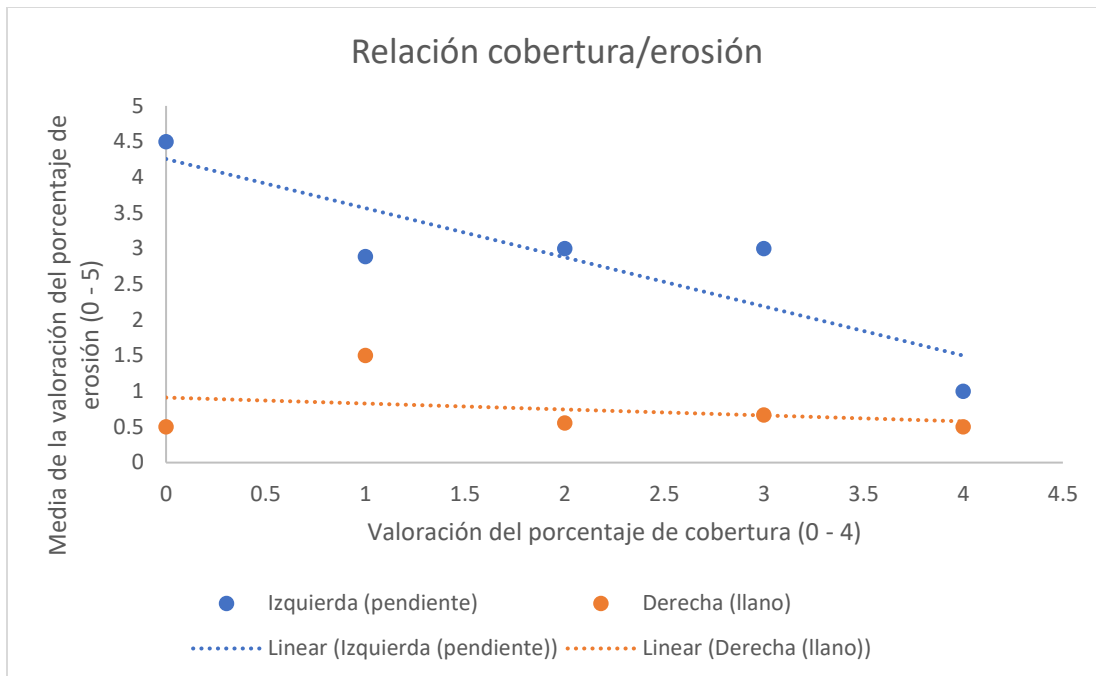


Figura 7. Relación entre la cobertura vegetal observada (en %), y la erosión media (valores de 0 a 5, siendo 0 ninguna erosión, y 5 grandes cárcavas), observada en las calles de AMC en 2020.

4.4 MUESTREO DE ARTRÓPODOS

En este apartado se muestran los resultados obtenidos en los distintos muestreos realizados. Se distingue entre los dos métodos de muestreo utilizados, que reflejan resultados muy diferentes. El primero, el golpeo, se realizó sobre 5 plantas en cada caso, a dos golpes por planta, con un total de 10 golpes por muestreo. Con este método de muestreo se han obtenido relativamente pocos ejemplares de artrópodos, y ningún parasitoides. Se han encontrado sin embargo bastantes trips. El segundo método, la aspiración, suponía una aspiración continua, durante 40 segundos sobre la cubierta, sin distinguir entre especies. Este método implica, por tanto, un número mucho mayor de plantas, además de que el aspirador permite atrapar un mayor número y variedad de artrópodos.

En los muestreos realizados en junio y julio de 2020, se encontraron un total de 1313 artrópodos, 74 mediante golpeo, y 1239 mediante aspiración. Los más abundantes fueron Diptera (24%), Chalcidoidea (22%), Cicadellidae (14%) y Formicidae (10%), respectivamente, seguidos de Braconidae (6%), Araneae (6%), y Thysanoptera (5%) (Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11).

En las muestras por golpeo dominan los tisanópteros, mientras que la relación mencionada se mantiene para las muestras por aspiración.

4.4.1 Fitófagos

Domina en este grupo la familia Cicadellidae, con un 63% del total de fitófagos, seguida del orden Thysanoptera, con el 23%, y la familia Aphididae, con el 10%. En cuanto a los muestreos por golpeo, se puede observar que la presencia de artrópodos en *L. maritima* es mucho mayor que en el resto de especies muestreadas (Tabla 9). La presencia de fitófagos es algo mayor en GRAGON, donde hay sobre todo

cidadélidos. En AMC hay un número algo menor de individuos, y aunque también dominan los cicadélidos, la cantidad de trips en este punto es considerable.

Tabla 9. Abundancia de artrópodos fitófagos encontrados en las muestras estudiadas en AMC y GRAGON en 2020.

Método de muestreo	Golpeo							Aspiración								
Punto de muestreo	AMC				GRAGON			AMC				GRAGON				
Especie/s muestreada	<i>L. maritima</i>	<i>M. arvensis</i>	<i>M. arvensis</i>	<i>L. maritima</i>	<i>C. cyanus</i>	<i>T. alexandrinum</i>	<i>T. alexandrinum</i>	Mezcla 2				Mezcla 1				
Fitófagos	1	2	3	4	5	6	7	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	Total
Aleyrodidae									3						2	5
Aphididae	6				2	3	1	3	3	1	2	1	2	4	1	31
Cicadellidae	1							18	25	3	15	8	82	22	13	187
Lepidoptera larva								2	1					1		4
Orthoptera									1						1	2
Thysanoptera	3	2	4	12				12	13	4	5	1		4	9	69
Total	11	2	4	13	2	3	1	35	46	8	22	10	84	31	26	297

Los cicadélidos son considerados como una plaga secundaria en los cultivos de cítricos (Urbaneja et al., 2021); por lo tanto, la presencia de estos no debe suponer una alarma importante. Sin embargo, algunas especies de cicadélidos se ha demostrado que pueden ser vectores de la infección bacteriana por *Xylella fastidiosa* (Wells et al.). En Europa, la especies identificadas como vectores son dos, *Neophilaenus campestris* (Fallen) y *Philaneus spumarius* (L.) (MAPA, 2021). Sin embargo, estas especies no se han encontrado en las muestras. Además, las plantas sembradas en la cubierta, por otro lado, no son susceptibles a la *X. fastidiosa*, de forma que se minimice el posible riesgo de transmisión de esta enfermedad.

La presencia de trips, que son el segundo orden de fitófagos más abundante en las muestras, puede suponer un problema, ya que son una de las plagas principales de cítricos recogidas por el IVIA (Urbaneja et al., 2021). Estos pueden provocar problemas en los frutos al alimentarse de estos, aunque son principalmente daños estéticos.

4.4.2 Fauna útil

Como se puede observar en la Tabla 10, en los muestreos se han encontrado una gran cantidad de artrópodos beneficiosos. Había múltiples depredadores, como los antocóridos, arañas, cantáridos, coccinélidos, geocóridos o míridos. Sin embargo, los que dominan en abundancia son los parasitoides, como los braconídeos, y los calcidoideos, que son los más numerosos con diferencia, representando alrededor de una cuarta parte de todos los artrópodos encontrados. Las arañas, también bastante abundantes, son depredadores generalistas, y por tanto de gran utilidad para el control biológico. La familia Anthocoridae se alimenta de trips, áfidos, y huevos de lepidópteros, por lo que la presencia de estos insectos es muy positiva (Atakan y Tunç, 2010; León, 2005; Miliczky y Horton, 2005). De hecho, son varias las especies de antocóridos comercializadas para su suelta controlada, principalmente en invernaderos. Cabe indicar que en los muestreos por golpeo no se ha encontrado ningún parasitoide, ya que estos insectos tienden a huir volando con facilidad. Otra vez, se han encontrado más individuos en el

muestreo de *L. maritima* que en las otras especies muestreadas. La abundancia de artrópodos beneficiosos es notablemente mayor en AMC (337) que en GRAGON (222), siendo esta diferencia casi exclusivamente al mayor número de parasitoides (Braconidae, Chalcidoidea y Charipinae) presente en AMC. Esta diferencia podría atribuirse a que en GRAGON predominan las gramíneas y las leguminosas, mientras que en AMC, la especie más abundante era *L. maritima*, reconocida por su potencial atractor de parasitoides (Arnó et al., 2018; Balzan y Wäckers, 2013; Begum et al., 2006; Díaz et al., 2012; Sivinski et al., 2011).

Tabla 10. Abundancia de artrópodos beneficiosos encontrados en las muestras estudiadas en AMC y GRAGON en 2020.

Método de muestreo		Golpeo						Aspiración										
Punto de muestreo		AMC				GRAGON			AMC				GRAGON					
Especie/s muestreada		<i>L. maritima</i>	<i>M. arvensis</i>	<i>M. arvensis</i>	<i>L. maritima</i>	<i>C. cyanus</i>	<i>T. alexandrinum</i>	<i>T. alexandrinum</i>	Mezcla 2				Mezcla 1					
Fauna útil\Muestra		1	2	3	4	5	6	7	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	Total	
Parasitoides	Braconidae								22	25	9	4	7	2	10	4	83	
	Chalcidoidea								67	55	28	13	10	32	29	43	277	
	Charipinae									5							5	
Depredadores y abejas	Anthocoridae	4			2			1	9	4		1		2	1		24	
	Apidae								6	3	1						10	
	Araneae	3	3				2	1	6	8	2	4		35	2	11	77	
	Cantharidae	3												1			4	
	Coccinelidae larva												1				1	
	Geocoridae												1	1			2	
	Myridae								3	1			1		1	3	9	
	Neuroptera larva		1															1
	Phytoseiidae								1	1							1	3
	Aeolothripidae	2							14	3	3	4		1	2	2		31
	Total	14	4	1	2	0	2	3	138	108	43	27	22	79	47	69	527	

Los braconidos son parasitoides, generalmente primarios (esto es, que el huésped no es otro parasitoide), con cierto grado de especificidad hospedador-huésped, y cuyas subfamilias parasitan a gran variedad de insectos, como hemípteros (la subfamilia Aphidiinae son parásitos de pulgones), coleópteros, lepidópteros, dípteros, e incluso otros himenópteros (León, 2005; Shaw y Huddleston, 1991).

La familia de trips Aeolothripidae son depredadores, sobre todo de trips y ácaros, siendo ambos plagas principales de los cítricos (Aguilar-Fenollosa y Jacas, 2014; Alins et al., 2019; Urbaneja et al., 2021).

Abundancia fauna útil

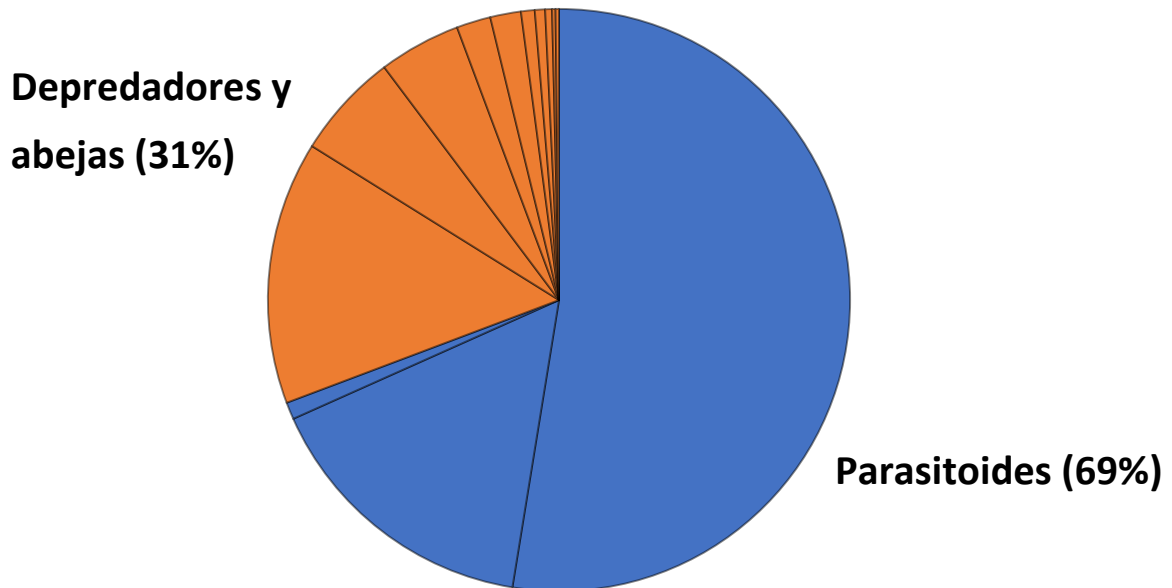


Figura 8. Gráfico de tarta que muestra la abundancia de parasitoides (azul) y depredadores y abejas (naranja) en las muestras obtenidas en AMC y GRAGON.

4.4.3 Chalcidoidea

La clasificación de los distintos Chalcidoidea encontrados se desarrolla en la Tabla 11. La familia de Chalcidoidea más abundante con diferencia, con casi la mitad de individuos del total, fueron los mimáridos (Tabla 11). Esta familia de diminutas avispijas, de entre 0,5 y 1,5 mm, son mayormente parasitoides de huevos de otros insectos, y aunque oportunistas, se han registrado sobre todo huéspedes de Auchenorrhyncha, como los cicadélidos, aunque también de varios órdenes distintos a Hemiptera (Huber, 2006). Así, la abundancia de estos parasitoides podría estar relacionada con la abundancia de cicadélidos, favoreciendo así su control.

Los eulófidos son la segunda familia más abundante en este estudio (Tabla 11). Estas avispijas, muy numerosas y diversas, parasitan un amplio abanico de insectos. En el caso de los cítricos, sobre todo se las ha identificado como parasitoides de minadores, aunque también parasitan a diaspídidos, tefrítidos, psilas, o trips. También existen casos de hiperparasitismo. La abundancia de trips podría explicar la cantidad de eulófidos encontrados, ya que algunas de las especies, como *Ceranisus* sp. (Walker), son parásitos de ninfas de Thysanoptera. (Cruz Miralles, 2015; Jacas et al., 2010; Laborda Cenjor, 2012; Lacasa-Plasencia et al., 1996; León y Kondo, 2017)

La familia Aphelinidae es considerada como una de las que más aporta al control biológico (Laborda Cenjor, 2012). Aunque también puede parasitar otros insectos, es especialmente importante en el control biológico en cítricos por parasitar distintos hemípteros, como la mosca blanca, pulgones, o distintos tipos de cóccidos, entre ellos *Aonidiella aurantii* (Mask.), el piojo rojo de California, una de las plagas más importantes en estos cultivos (Jacas et al., 2010; Laborda Cenjor, 2012; León y Kondo, 2017).

La familia Pteromalidae abarca gran cantidad de parasitoides importantes para el control biológico. Parasita moscas de la fruta, cochinillas, y hay casos de hiperparasitismo en pulgones (León y Kondo, 2017). También puede parasitar otros insectos, como distintos escarabajos o cicadélidos (Cruz Miralles, 2015).

La familia Trichogrammatidae son unas avispillas muy pequeñas, parasitoides de huevos, que aunque polífagos, son apreciados sobre todo por el control de lepidópteros (Cruz Miralles, 2015; Jalali et al., 2016; León y Kondo, 2017).

Los encártidos, aunque ya menos frecuentes en las muestras, son una familia muy importante en el control biológico, sobre todo en el caso de los cítricos, ya que se han observado casos de parasitismo en múltiples plagas que afectan a este cultivo, como minadores, cochinillas, o incluso coleópteros (León y Kondo, 2017). Son parasitoides tanto de huevos como de larvas, y también pueden parasitar otros muchos artrópodos, como dípteros, ortópteros, o himenópteros (Cruz Miralles, 2015).

Cabe puntualizar que estas seis familias abarcan más del 95% de los individuos encontrados.

Tabla 11. Abundancia de Chalcidoidea encontrados mediante aspiración en las muestras estudiadas en AMC (A) y GRAGON (B) en 2020.

Chalcidoidea	Muestra								Total
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	
Mymaridae	29	28	9		7	10	14	32	129
Eulophidae	17	13	10	5	1	7	3		56
Aphelinidae	2	5	3			4	7	7	28
Pteromalidae	8	4		4		2	1	4	23
Trichogrammatidae	10	1	6	3					20
Encyrtidae		1			1	6	2		10
Perilampidae		2				3	2		7
Tanaostigmatidae				1	1				2
Eurytomidae	1								1
Torymidae		1							1
Total	67	55	28	13	10	32	29	43	277

4.4.4 Otros

En este apartado se incluyen aquellos artrópodos que no se han podido identificar a nivel de familia. Los más abundantes han sido los dípteros y las hormigas (Tabla 12). Debido a la diversidad existente dentro de los dípteros, se ha optado por incluirlos en esta categoría. Cabe indicar que los dípteros encontrados se descartaron como *Ceratitis capitata* (Wiedemann), por lo que a priori no deberían suponer una amenaza importante para el cultivo.

La abundancia de estos artrópodos es similar en ambos puntos de estudio.

Tabla 12. Abundancia de artrópodos encontrados mediante aspiración en las muestras estudiadas AMC (A) y GRAGON (B) en 2020, no incluidos dentro de las categorías de fitófagos o fauna útil.

Otros	Muestra															
	1	2	3	4	5	6	7	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	Total
Coleópteros	1						1				1	1	3		3	10
Dípteros	2		1		1			68	27	3	75	67	22	47	13	326
Hormigas	1		3	2	1	1		17	2	7	12	11	6	67		130
Heterópteros	1								1			1	3	1	1	8
Himenópteros			1													1
Desconocido	1		1					11	1	1	3	2			1	21
Total	6	0	6	2	2	1	1	96	31	12	91	82	34	115	18	496

Las hormigas tienen hábitos omnívoros, y aunque a menudo pueden actuar como depredadores, este hábito puede afectar en ambos sentidos a fitófagos y fauna útil. Además, las hormigas tienden a asociarse con insectos segregadores de melaza, como pulgones, mosca blanca o cotonet y, aunque no causan un daño directo sobre el cultivo, pueden causar perturbaciones en el control biológico de las plagas con las que se asocian (Navarrete et al., 2013). Por otro lado, las hormigas, en su tarea de excavación de galerías, transforman la estructura del suelo de forma positiva, mejorando la porosidad y la infiltración.

5 CONCLUSIONES

1. En general, las cubiertas sembradas tuvieron una buena implantación, con la mayoría de las especies germinadas, salvo *M. officinalis* y *M. arvensis* en la Mezcla 1 en GRAGON, y *F. esculentum* en la Mezcla 2 en AMC.
2. Dominaron las gramíneas en el primer caso, seguidas de *T. alexandrinum* y *L. maritima*. En el segundo caso, fue *L. maritima* la especie con mayor cobertura, seguida de las gramíneas y de *Convolvulus* sp., una especie adventicia, no sembrada.
3. Se puede apreciar una relación entre cobertura vegetal y erosión, cuando existe pendiente.
4. Los artrópodos más abundantes encontrados fueron Diptera, Chalcidoidea, Cicadellidae y Formicidae, seguidos de Braconidae, Araneae y Thysanoptera.
5. Los fitófagos más abundantes con diferencia fueron Cicadellidae, seguidos de Thysanoptera y Aphididae. Cicadellidae fueron mucho más abundantes en la Mezcla 1, mientras que Thysanoptera lo fueron en la Mezcla 2.
6. Los depredadores más abundantes fueron las arañas, mucho más presentes en la Mezcla 1, seguidos de Aeolothripidae, encontrándose estos sobre todo en la Mezcla 2.
7. Se encontraron gran cantidad de parasitoides, Chalcidoidea, Braconidae, y algún Charipinae. Estos fueron más abundantes en la Mezcla 2.
8. En los muestreos por golpeo no se encontró ningún parasitoide, y el resto de fauna útil con este método de muestreo se encontró sobre todo en *L. maritima*.
9. Los Chalcidoidea más abundantes fueron los Mymaridae, con casi la mitad del total de individuos, seguidos de Eulophidae, Aphelinidae, Pteromalidae y Trichogrammatidae. También se encontraron algunos Encyrtidae, Perilampidae, Tanaostigmatidae, Eurytomidae y Torymidae. La mayor abundancia de las familias Mymaridae y Eulophidae, podría estar directamente relacionada con la mayor abundancia de cicadélidos y trips, respectivamente.
10. De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, es de destacar el papel que realizan las cubiertas vegetales como reservorio de fauna útil.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Fenollosa, E., Jacas, J.A., 2014. Trips (Thysanoptera) asociados a la gestión de la cubierta vegetal en mandarino clementino. *Levante Agrícola* 421, 126-132.
- Aguilar-Fenollosa, E., Jacas, J.A., 2012. Mejora del control biológico de *Tetranychus urticae* Koch (Prostigmata: Tetranychidae) en cítricos a través de la gestión de la cubierta vegetal. *Phytoma España* 13-14.
- Alins, G., Lordan, J., Rodriguez, N., Belmonte, J., De Linares, C., Alegre, S., Arnó, J., Avilla, J., Sarasúa, M., 2019. Guia de plantes per afavorir els enemics naturals de les plagues. IRTA.
- Alomar, O., Gabarra, R., González, O., Arnó, J., 2006. Selection of insectary plants for ecological infrastructure in Mediterranean vegetable crops. *IOBC-WPRS Bull.* 29, 5-8.
- Alonso, P., Escuer, L., Francolí, A., Martí, I., 2018. Proyecto piloto del control biologico por conservacion en alcorques de la ciudad de Barcelona. Barcelona.
- Altieri, M., Nicholls, C., 2004. Biodiversity and pest management in agroecosystems. CRC Press.
- Altieri, M.A., van Schoonhoven, A., Doll, J., 1977. The ecological role of weeds in insect pest management systems: A review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris*) cropping systems. *Pans* 23, 195-205. <https://doi.org/10.1080/09670877709412428>
- Arnó, J., Oveja, M.F., Gabarra, R., 2018. Selection of flowering plants to enhance the biological control of *Tuta absoluta* using parasitoids. *Biol. Control* 122, 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.03.016>
- Atakan, E., Tunç, İ., 2010. Seasonal abundance of hemipteran predators in relation to western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on weeds in the eastern Mediterranean region of Turkey. *Biocontrol Sci. Technol.* 20, 821-839. <https://doi.org/10.1080/09583157.2010.481725>
- Balzan, M. V., Wäckers, F.L., 2013. Flowers to selectively enhance the fitness of a host-feeding parasitoid: Adult feeding by *Tuta absoluta* and its parasitoid *Necremnus artynes*. *Biol. Control* 67, 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.06.006>
- Begum, M., Gurr, G.M., Wratten, S.D., Hedberg, P.R., Nicol, H.I., 2006. Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests. *J. Appl. Ecol.* 43, 547-554. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01168.x>
- Boller, E.F., Häni, F., Poehling, H.-M., 2004. Ecological infrastructures : ideabook on functional biodiversity and the farm level : temperate zones of Europe. IOBC-WPRS, Lindau.
- Bugti, G.A., Shah, F., Rehman, S.U., Mari, J.M., Feng, L.H., Bin, W., Junejo, S.A., 2016. Phenology of Coccinellid predators in berseem (*Trifolium alexandrinum*). *J. Entomol. Zool. Stud.* 4, 1285-1290.
- Calabuig, A., 2012. Influència del maneig de la coberta vegetal en les poblacions d'artòpodes en cítrics. Universitat Politècnica de València.
- Cruz Miralles, J., 2015. Influencia de las infraestructuras ecológicas en el control biológico de conservación en horticultura ecológica al aire libre.
- Díaz, M.F., Ramírez, A., Poveda, K., 2012. Efficiency of different egg parasitoids and increased floral diversity for the biological control of noctuid pests. *Biol. Control* 60, 182-191.

<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.11.001>

- Eilenberg, J., Hajek, A., Lomer, C., 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl* 46, 387-400. <https://doi.org/10.1023/A:1014193329979>
- Ferragut, F., García-Mari, F., Costa-Comelles, J., Laborda, R., Marzal, C., 1986. Influencia de la cubierta vegetal invernal en las poblaciones de fitoseidos en huertos de cítricos, en: *Actas del VII Congreso de Entomología*. pp. 44-53.
- Ferragut, F., Santamaría, A., García-Mari, F., Costa-Comelles, J., 1994. Poblaciones de ácaros en la cubierta vegetal de huertos de manzanos. *Boletín Sanid. Veg. Plagas* 20, 339-355.
- Fujinuma, M., Kainoh, Y., Nemoto, H., 2010. *Borago officinalis* attracts the aphid parasitoid *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae). *Appl. Entomol. Zool.* 45, 615-620. <https://doi.org/10.1303/aez.2010.615>
- Gómez-Marco, F., 2016. Gestión integrada de *Aphis spiraecola* (Hemiptera: Aphididae) en clementino: mejora de su control biológico. *Ecosistemas* 25, 114-118. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-2.16>
- Gomez-Marco, F., Tena, A., Hermoso de Mendoza, A., Jacas, J.A., Urbaneja, A., 2012. Mejora del control biológico de pulgones en cítricos mediante la gestión de cubiertas vegetales. *Vida Rural* 10, 22-29.
- González-Chimeno, A.B., Hervalejo, A., Romero-Rodríguez, E., Casado, G., Arenas, F.J., 2016. Uso de cubiertas vegetales en citricultura. *Cons. Agric. Pesca y Desarro. Rural. Junta Andalucía*. URL <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/157285-Uso-de-cubiertas-vegetales-en-citricultura.html>
- Gonzalez, D., White, W., Dickson, R., van den Bosch, R., 1975. The potential for biological control of the blue alfalfa aphid, en: *Proc. 5th Calif. Alfalfa Symposium*. pp. 35-38.
- González, S., Gento, D., Mañó, P., 2008. Biodiversity and distribution of beneficial arthropods within hedgerows of organic Citrus orchards in Valencia (Spain). *Control Citrus Fruit Crop. IOBC/wprs Bull.* 38, 275-279.
- Hameed, A., Karar, H., Muhammad, N., Kainth, R.A., 2016. Varietal response to population fluctuation of insect pests, predators and pollinator fauna associated with berseem (*Trifolium alexandrinum* L.) crop. *Pak. J. Zool.* 48, 729-734.
- Heap, I., Liebl, R., 2020. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. URL <http://www.weedscience.org/>
- Hickman, J.M., Wratten, S.D., 1996. Use of *Phacelia tanacetifolia* strips to enhance biological control of aphids by hoverfly larvae in cereal fields. *J. Econ. Entomol.* 89, 832-840. <https://doi.org/10.1093/jee/89.4.832>
- Huber, J.T., 2006. Familia Mymaridae. *Introd. a los Hymenopt. la Región Neotrop. Soc. Colomb. Entomol. y Univ. Colomb. Bogotá* 765-767.
- Jacas, J.A., Karamaouna, F., Vercher, R., Zappalà, L., 2010. Citrus pest management in the Northern Mediterranean basin (Spain, Italy and Greece), en: *Integrated management of arthropod pests and insect borne diseases*. Springer, pp. 3-27.
- Jalali, S.K., Mohanraj, P., Lakshmi, B.L., 2016. Trichogrammatids, en: Omkar, B.T.-E.P.M. for F.S. (Ed.), *Ecofriendly Pest Management for Food Security*. Academic Press, San Diego, pp. 139-181.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803265-7.00005-1>

- Kopta, T., Pokluda, R., Psota, V., 2012. Attractiveness of flowering plants for natural enemies. *Hortic. Sci.* 39, 89-96. <https://doi.org/10.17221/26/2011-HORTSCI>
- Laborda Cenjor, R., 2012. Comparación de la abundancia y biodiversidad de artrópodos auxiliares entre parcelas de cultivo ecológico y convencional, en plantaciones de cítricos, caqui y nectarina. Universitat Politècnica de València.
- Lacasa-Plasencia, A., Lorca, M., Sánchez, J., 1996. Aspectos ecológicos de los parásitos de los tisanópteros en España. *Boletín Sanid. Veg. Plagas* 22, 339-349.
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M., 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45, 175-201.
- Laubertie, E.A., Wratten, S.D., Hemptinne, J.L., 2012. The contribution of potential beneficial insectary plant species to adult hoverfly (Diptera: Syrphidae) fitness. *Biol. Control* 61, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.12.010>
- León, G., 2005. La diversidad de insectos en cítricos y su importancia en los programas de manejo integrado de plagas. *Manejo Integr. Plagas y Agroecol. (Costa Rica)* 74, 85-89.
- León, G., Kondo, T., 2017. Insectos y ácaros de los cítricos: Compendio ilustrado de especies dañinas y benéficas, con técnicas para el manejo integrado de plagas, 2nd ed, Colección Nuevo Conocimiento Agropecuario. Corpoica, Mosquera.
- MAPA, 2021. *Xylella fastidiosa*. Minist. Agric. Pesca y Aliment. URL <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/organismos-nocivos/xylella-fastidiosa/>
- Miliczky, E.R., Horton, D.R., 2005. Densities of beneficial arthropods within pear and apple orchards affected by distance from adjacent native habitat and association of natural enemies with extra-orchard host plants. *Biol. Control* 33, 249-259. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.03.002>
- Morris, M.C., Li, F.Y., 2000. Coriander (*Coriandrum sativum*) "companion plants" can attract hoverflies, and may reduce pest infestation in cabbages. *New Zeal. J. Crop Hortic. Sci.* 28, 213-217. <https://doi.org/10.1080/01140671.2000.9514141>
- Navarrete, B., McAuslane, H., Deyrup, M., Peña, J.E., 2013. Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and their role in its biological control. *Florida Entomol.* 96, 590-597.
- Noyes, J., 2003. Universal Chalcidoidea Database. Nat. Hist. Museum. URL <https://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database/>
- Pina, T., Sá Argolo, P., Urbaneja, A., Jacas, J.A., 2012. Papel del polen en el control biológico de *Tetranychus urticae* en clementinos. *Levante Agrícola* 412, 263-266.
- Pineda, A., Marcos-García, M.Á., 2008. Use of selected flowering plants in greenhouses to enhance aphidophagous hoverfly populations (Diptera: Syrphidae). *Ann. la Soc. Entomol. Fr.* 44, 487-492. <https://doi.org/10.1080/00379271.2008.10697584>
- Rita, J., 2019. Herbari Virtual del Mediterrani Occidental. Univ. les Illes Balear. URL <http://herbarivirtual.uib.es/>
- Shaw, M.R., Huddleston, T., 1991. Classification and biology of braconid wasps (Hymenoptera:

Braconidae). Royal Entomological Society of London, Dorchester.

- Sigsgaard, L., Betzer, C., Naulin, C., Eilenberg, J., Enkegaard, A., Kristensen, K., 2013. The Effect of Floral Resources on Parasitoid and Host Longevity: Prospects for Conservation Biological Control in Strawberries. *J. Insect Sci.* 13, 1-17. <https://doi.org/10.1673/031.013.10401>
- Silva, E.B., Franco, J.C., Vasconcelos, T., Branco, M., 2010. Effect of ground cover vegetation on the abundance and diversity of beneficial arthropods in citrus orchards. *Bull. Entomol. Res.* 100, 489-499. <https://doi.org/10.1017/S0007485309990526>
- Sivinski, J., Wahl, D., Holler, T., Dobai, S. Al, Sivinski, R., 2011. Conserving natural enemies with flowering plants: Estimating floral attractiveness to parasitic Hymenoptera and attraction's relationship to flower and plant morphology. *Biol. Control* 58, 208-214. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.05.002>
- Strauss, S., Kadyampakeni, D., Kanissery, R., Wade, T., Diepenbrock, L., Popenoe, J., 2019. Cover crops for citrus. EDIS 2019.
- Urbaneja, A., Catalán, J., Tena, A., Jacas, J.A., 2021. Gestión Integrada de Plagas de Cítricos. *Cons. Agric. Pesca y Aliment.* URL <http://gipcitricos.ivia.es> (accedido 7.7.21).
- Vattala, H.D., Wratten, S.D., Phillips, C.B., Wäckers, F.L., 2006. The influence of flower morphology and nectar quality on the longevity of a parasitoid biological control agent. *Biol. Control* 39, 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.06.003>
- Vicent, A., Mira, J.L., Dalmau, V., 2016. Estrategias para la gestión integrada de las enfermedades causadas por *Phytophthora* en cítricos. *VIDA Rural* 38-43.
- Zhao, J., Guo, X., Tan, X., Desneux, N., Zappala, L., Zhang, F., Wang, S., 2017. Using *Calendula officinalis* as a floral resource to enhance aphid and thrips suppression by the flower bug *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Manag. Sci.* 73, 515-520. <https://doi.org/10.1002/ps.4474>