

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



**Especies de parasitoides *Metaphycus*  
(Hymenoptera: Encyrtidae) más abundantes en  
los cítricos peninsulares. Diferencias en su  
evolución estacional y distribución geográfica**

MÁSTER UNIVERSITARIO EN SANIDAD Y PRODUCCIÓN VEGETAL

DEPARTAMENTO DE ECOSISTEMAS AGROFORESTALES

ALUMNO/A:

JOSÉ CARLOS GONZÁLEZ PLANELLS

TUTOR/A:

FERRAN GARCÍA MARÍ

DIRECTOR/A:

JOSÉ MARÍA SOLER FELIU

*Curso Académico: 2017/2018*

VALENCIA, 06/09/2018



# **Especies de parasitoides *Metaphycus* (Hymenoptera: Encyrtidae) más abundantes en los cítricos peninsulares. Diferencias en su evolución estacional y distribución geográfica**

## **RESUMEN:**

En el cultivo de los cítricos existen numerosas especies de artrópodos fitófagos que pueden causar daños de importancia económica al cultivo. Entre ellas, se encuentran los hemípteros de la familia Coccidae, como *Coccus hesperidum*, *C. pseudomagnoliarum*, *Protopulvinaria pyriformis*, *Saissetia oleae*, *Saissetia coffeae*, entre otros. Las poblaciones de estos fitófagos se encuentran controladas de forma natural, evitando que se alcance el nivel de plaga, por los enemigos naturales, destacando entre ellos como más importantes los himenópteros Encyrtidae del género *Metaphycus* (Himenóptera: Encyrtidae). *Metaphycus helvolus*, *M. flavus* y *M. lounsburyi*, son las tres especies del género *Metaphycus* más abundantes en parcelas de cítricos en la Península Ibérica.

En el presente trabajo, se estudió la evolución estacional, la distribución geográfica, la abundancia absoluta y relativa, de *M. helvolus*, *M. flavus* y *M. lounsburyi*, en base a seguimientos semanales en trampas amarillas en 17 parcelas en 2015 y en 10 en 2016, distribuidos por toda la zona citrícola del este y del sur de la Península Ibérica, integradas en los programas de Red de Monitoreo Online (Bayer) y Food Chain Partnership.

*Metaphycus helvolus*, fue la especie más abundante representando el 67.8 % respecto del total, seguido de *M. flavus* con 23.7 % y, por último, *M. lounsburyi* con un 2.31 %. En cuanto a la evolución estacional, las especies *M. helvolus* y *M. flavus*, estuvieron presentes a lo largo de todo el periodo de estudio, intensificándose entre los meses de junio a septiembre, mientras que, la especie *M. lounsburyi* estuvo presente entre los meses de junio a agosto, principalmente. Se observó, una pauta definida de evolución geográfica, siendo *M. helvolus* y *M. lounsburyi* más abundantes en las zonas del norte, mientras que *M. flavus*, fue más abundantes en las comarcas del Sur. Se escribe y se aportan datos biológicos sobre una posible nueva especie de *Metaphycus* denominada *Metaphycus? gilvus* en el Continente Europeo.

Palabras clave: *Metaphycus*, Coccidae, Parasitismo, Evolución, Cítricos.

Alumno/a: D. /Dña.: José Carlos González Planells

Prof. D. /Prof. Dña.: José María Soler Feliu

Prof. D. /Prof. Dña.: Ferrán García Marí

Localidad: Valencia, Septiembre de 2018

# **Species of parasitoids *Metaphycus* (Hymenoptera: Encyrtidae) more abundant in peninsular citrus. Differences in seasonal evolution and geographical distribution.**

## **ABSTRACT:**

In citrus there are numerous species of phytophagous arthropods that can cause economic damage to this crop. Among them, there are the order Hemiptera of the family Coccidae such as *Coccus hesperidum*, *C. pseudomagnoliarum*, *Protopulvinaria pyriformis*, *Saissetia oleae*, *Saissetia coffeae* ... etc. The populations of these phytophages are controlled in a natural way, preventing the status of pest from being reached, by natural enemies, among which the Hymenoptera Encyrtidae of the genus *Metaphycus* (Hymenoptera: Encyrtidae) stand out as more important.

*Metaphycus helvolus*, *M. flavus* and *M. lounsburyi*, are the three most abundant species of *Metaphycus* in citrus orchards in the Iberian Peninsula, being the main and most effective species, used for the biological control of soft scales.

In the present work, the seasonal evolution, geographic distribution, absolute and relative abundance of *M. helvolus*, *M. flavus* and *M. lounsburyi* were studied, based on weekly traps in yellow traps in 17 plots in 2015 and in 10 in 2016, distributed throughout the citrus area of the east and south of the Iberian Peninsula, integrated into the Online Monitoring Network (Bayer) and Food Chain Partnership programs.

*Metaphycus helvolus*, was the most abundant species representing 67.8% of the total, followed by *M. flavus* with 23.7% and, finally, *M. lounsburyi* with 2.31%. Regarding the seasonal evolution, the species *M. helvolus* and *M. flavus*, were present throughout the study period, intensifying between the months of June to September, while, the species *M. lounsburyi* was present among the months from June to August, mainly. A definite pattern of geographical evolution was observed, with *M. helvolus* and *M. lounsburyi* being more abundant in the northern areas, while *M. flavus* was more abundant in the southern regions. Is written and provided with biological data on a possible new species of *Metaphycus* called *Metaphycus? gilvus* in the European Continent.

Keywords: *Metaphycus*, Coccidae, parasitism, evolution, citrus

Student.: José Carlos González Planells

Dr. José María Soler Feliu

Dr.: Ferrán García Marí

Localitation: Valencia, September of 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente proyecto, es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que han formado parte de él. Por ello, agradezco especialmente su dedicación y ayuda al Dr. Jose María Soler, así como todos los conocimientos que me ha aportado para mejorar y aprender, tanto en el ámbito académico como en el personal. Me gustaría agradecer, de igual modo, al Profesor Ferrán García Marí, que aun siendo su último año de docencia no dudó en ofrecerse como tutor.

Por otro lado, me gustaría agradecer a mis compañeros y amigos de trabajo, por facilitar en todo momento la realización del presente proyecto.

Agradecer a Bayer CropScience por otorgarme la posibilidad de la realización de las prácticas que dieron paso al presente trabajo.

Por último, y no menos importante, agradecer a toda mi familia su apoyo incondicional durante todo este tiempo. También agradecer a Natalia todo su apoyo y cariño, los cuales me ayudaron en más de una ocasión a continuar.

**“El universo es cambio,  
nuestra vida es lo que nuestros pensamientos hacen de ella” Marco Aurelio.**

## ÍNDICE

	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
1	ECONOMÍA Y ESTRUCTURA PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LOS CÍTRICOS.	1
2	GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS EN CÍTRICOS.	1
3	SISTEMA DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE FOOD CHAIN PARTNERSHIP.	2
4	SISTEMA DE RED DE MONITOREO ON LINE DE CÍTRICOS.	2
5	LA IMPORTANCIA DE LOS ENEMIGOS NATURALES EN EL CULTIVO DE LOS CÍTRICOS.	3
6	BIOLOGÍA DE LA FAMILIA ENCYRTIDAE.	4
7	GÉNERO <i>METAPHYCUS</i> MERCET (1917).	6
7.1	DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES PERTENECIENTES AL GÉNERO <i>METAPHYCUS</i> .	6
7.2	<i>METAPHYCUS HELVOLUS</i> COMPERE [HEMÍPTERA: ENCYRTIDAE].	8
7.3	<i>METAPHYCUS FLAVUS</i> HOWARD [HEMÍPTERA: ENCYRTIDAE].	10
7.4	<i>METAPHYCUS LOUNSBURYI</i> HOWARD [HEMÍPTERA: ENCYRTIDAE].	11
	<b>JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS</b>	12
	<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	13
1	DESCRIPCIÓN DE LAS PARCELAS.	13
2	TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO EN LOS AÑOS 2015 Y 2016.	16
3	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS GÉNEROS OBJETO DE ESTUDIO.	17
	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	18
1	INVENTARIO ENTOMOLÓGICO.	18
2	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.	19
3	DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL	23
3.1	DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DE LAS ESPECIES PERTENECIENTES AL GÉNERO <i>METAPHYCUS</i> PARA EL AÑO 2015.	23

<b>3.2</b>	DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DE LAS ESPECIES PERTENECIENTES AL GÉNERO <i>METAPHYCUS</i> PARA EL AÑO 2016.	29
<b>3.3</b>	DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DE LAS ESPECIES PERTENECIENTES AL GÉNERO <i>METAPHYCUS</i> PARA LOS AÑOS 2015- 2016.	31
<b>4</b>	COMPARACIÓN EN ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE <i>METAPHYCUS</i> .	33
<b>4.1</b>	ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE <i>METAPHYCUS</i> Y SU DISTRIBUCIÓN DE SEXOS.	33
<b>4.2</b>	COMPARACIÓN EN LA ABUNDANCIA EN LA PROPORCIÓN DE SEXOS PARA LAS ESPECIES <i>M. HELVOLUS</i> , <i>M. FLAVUS</i> Y <i>M. LOUNSBURYI</i> .	34
<b>4.3</b>	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESPECIES <i>M. HELVOLUS</i> , <i>M. FLAVUS</i> Y <i>M. LOUNSBURYI</i> .	35
<b>4.4</b>	IDENTIFICACIÓN DE UNA NUEVA ESPECIE DE <i>METAPHYCUS</i> EN EL CONTINENTE EUROPEO.	37
	<b>CONCLUSIÓN</b>	39
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	41
	<b>ANEJOS</b>	43

<b>Tabla 1</b>	Información de las zonas experimentales pertenecientes al programa de Red Monitoreo Online 2015.	14
<b>Tabla 2</b>	Información de las zonas experimentales pertenecientes al programa Food Chain Partnership® 2016.	15
<b>Tabla 3</b>	Abundancia del número de <i>Metaphycus</i> capturados por sexo y especie en los dos años de estudio.	18
<b>Tabla 4</b>	Distribución geográfica del promedio capturado por trampa y semana de las especies de <i>Metaphycus</i> junto con la proporción de sexos para el año 2015.	21
<b>Tabla 5</b>	Distribución geográfica del promedio de capturas por trampa y semana de las especies de <i>Metaphycus</i> junto con la proporción de sexos para el año 2016.	21
<b>Tabla 6</b>	Comparación de la abundancia media de las especies de <i>Metaphycus</i> en su distribución geográfica junto con la proporción de sexos por trampa y semana para los años 2015 y 2016.	22

<b>Figura 1</b>	Variación estacional de la abundancia de <i>Metaphycus</i> en trampas cromáticas encoladas en cítricos (Soler et al., 2002).	7
<b>Figura 2</b>	Variación estacional de la abundancia de las diferentes especies de <i>Metaphycus</i> en trampas cromáticas colocadas en cítricos durante un periodo de estudio de los últimos veinte años (Soler et al., 2015).	7
<b>Figura 3</b>	Distribución de zonas Red Monitoreo Online 2015.	13
<b>Figura 4</b>	Distribución de zonas Food Chain Partnership® 2016.	14
<b>Figura 5</b>	La imagen A muestra un ejemplo de colocación de trampa cromática. La imagen B muestra un binocular Leica MZ APO (80x).	16
<b>Figura 6</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. flavus</i> y su proporción por sexos para el año 2015.	24
<b>Figura 7</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. helvolus</i> y su proporción por sexos para el año 2015.	24
<b>Figura 8</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. lounsburyi</i> y su proporción por sexos para el año 2015.	24
<b>Figura 9</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. flavus</i> y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2015.	26
<b>Figura 10</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. helvolus</i> y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2015.	26
<b>Figura 11</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. lounsburyi</i> y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2015.	26
<b>Figura 12</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. flavus</i> y su proporción por sexos para Murcia-Almería-Portugal en el año 2015.	28
<b>Figura 13</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. helvolus</i> y su proporción por sexos para Murcia-Almería-Portugal en el año 2015.	28
<b>Figura 14</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. lounsburyi</i> y su proporción por sexos para Murcia-Almería-Portugal en el año 2015.	28
<b>Figura 15</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. flavus</i> y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2016.	30
<b>Figura 16</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. helvolus</i> y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2016.	30
<b>Figura 17</b>	Evolución estacional de la especie <i>M. lounsburyi</i> y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2016.	31

<b>Figura 18</b>	Evolución estacional por sexos para la especie <i>M. helvolus</i> en los años 2015-2016. Barras verticales indican la desviación estándar.	31
<b>Figura 19</b>	Evolución estacional por sexos para la especie <i>M. flavus</i> en los años 2015-2016.	32
<b>Figura 20</b>	Evolución estacional por sexos para la especie <i>M. lounsburyi</i> en los años 2015-2016.	32
<b>Figura 21</b>	Promedio de capturas totales de las especies de <i>Metaphycus</i> estudiadas en el proyecto para los años 2015-2016. Las barras verticales indican el error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas con $p < 0.05$ mediante la prueba de comparación de medias LSD Fisher (95 %).	34
<b>Figura 22</b>	Porcentaje de ocupación de las parcelas estudiadas por las especies y sexo de <i>Metaphycus</i> para los años 2015-2016.	34
<b>Figura 23</b>	Promedio de la abundancia por sexo de las especies de <i>Metaphycus</i> para los años 2015-2016. Las barras verticales corresponden al error estándar.	35
<b>Figura 24</b>	Valor medio de individuos en trampas cromática totales por zonas de las especies <i>Metaphycus</i> para el periodo experimental 2015-2016. Las barras verticales corresponden al error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas con $p < 0.05$ mediante la prueba de comparación de medias LSD Fisher (95 %).	36
<b>Figura 25</b>	Abundancia relativa de <i>M. helvolus</i> respecto al conjunto <i>M. helvolus</i> + <i>M. Flavus</i> por zona para los años 2015-2016. Las barras verticales corresponden al error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas con $p < 0.05$ mediante la prueba de comparación de medias LSD Fisher (95 %).	37
<b>Figura 26</b>	Porcentaje de ocupación de las parcelas estudiadas por las cuatro especies de <i>Metaphycus</i> para los años 2015-2016.	38
<b>Figura 27</b>	Evolución estacional por sexos para la especie <i>Metaphycus? gilvus</i> en el año 2016.	38

## **INTRODUCCIÓN**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1. Economía y estructura productiva del cultivo de los cítricos**

La producción mundial de los cítricos es de 146,43 millones de toneladas, con un área de cosecha de 9,5 millones de hectáreas aproximadamente. Como máximo productor de cítricos a nivel mundial, es China, con una producción entorno a los 33,1 millones de toneladas. Le siguen Brasil y los países mediterráneos (CLAM) (FAOSTAT,2016).

En cuanto a la producción mundial en especies de cítricos, la naranja se situaría como la especie predominante en producción con un porcentaje del 57 %, seguida de la mandarina con un 26 % de producción, 11 % el limón y el pomelo con un 6 % de producción (FAOSTAT,2016).

España, se encuentra en el sexto lugar, con una producción aproximada de 7.047.335 t, con un área de producción cercana a 300 ha. Por otro lado, el 65 % de la producción va destinada a la exportación (MAPAMA, 2017).

España se encuentra situado como el primer exportado de cítricos para el consumo en fresco con un total de 3.690.000 t, siendo la Unión Europea su principal destino, suponiendo el 91,5 % (FAO, 2017). Alemania como el principal importador de cítricos de España, seguido de Francia y Reino Unido. Debido a la exigencia al consumo en fresco, los estándares de calidad son elevados, obligando al productor a producir fruta libre de plagas, y lesiones provocadas por estas. (MAPAMA, 2017).

La Comunidad Valenciana se sitúa como la principal comunidad productora de cítricos, produciendo 3,9 millones de t con una superficie cultivada de 159.140 ha. Por otro lado, Andalucía se encuentra como la segunda comunidad productora, presentando una producción de 2,05 millones de t, con una superficie cultivada de 83.683 ha. Seguidas de éstas, tenemos la región de Murcia y Cataluña, con una producción cercana a 871.000 t y 195.000 t (MAPAMA, 2017).

### **2. Gestión Integrada de plagas en Cítricos**

La gestión integrada de plagas (Real Decreto 1311/2012) es una estrategia de control de obligado cumplimiento en Europa, que consiste básicamente en la aplicación racional de una combinación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, culturales, o de selección de material vegetal, de modo que la utilización de productos

fitosanitarios se limite al mínimo necesario. Estas medidas de control se deben combinar con el fin de mantener los niveles poblacionales de las especies por debajo de sus umbrales económicos de daños. Por tanto, para llevar a cabo una correcta gestión integrada de plagas es indispensable: la correcta identificación de las especies de plaga y de sus enemigos naturales presentes, su seguimiento relacionándolo siempre con sus umbrales de intervención y, finalmente y en función de los resultados obtenidos, la elección del método de control, priorizando con aquellos que sean más respetuosos con el medio ambiente, la salud humana y los enemigos naturales (Tena *et al.*, 2011).

### **3. Sistema de producción sostenible Food Chain Partnership**

Food Chain Partnership (FCP), es un nuevo sistema de producción sostenible desarrollado y patentado por Bayer CropScience S.L. Para ello, se aplican indicadores de sostenibilidad y un uso racional de una elección de productos fitosanitarios respetuosos con la fauna auxiliar, además de incentivar el incremento de la diversidad y la abundancia de los enemigos naturales de las plagas. La aplicación de fitosanitarios, será en base a las buenas prácticas agrícolas y los principios de la GIP Reglamento CE N.º 1107/2009 y la Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y Consejo, y Real Decreto 1311/2012. Por tanto, los objetivos fundamentales del sistema sostenible Food Chain Partnership® son, por una parte, producir fruta de elevada calidad y por otra, fruta saludable, esto es, con los mínimos residuos fitosanitarios exigibles, tanto por las autoridades europeas (LMRs), como por los criterios arbitrarios de las grandes superficies (Bayer., 2018).

### **4. Sistema de Red de monitoreo On line de cítricos**

La red de Monitoreo On line (RMO), surge de la colaboración entre la empresa Bayer CropScience y la Universidad Politécnica de Valencia, a través de la Cátedra Bayer. Se trata de una red de vigilancia fitosanitaria para facilitar la toma de decisiones por parte de agricultores y técnicos. Se trata de sistemas de monitoreo, aviso y detección precoz con observaciones sobre abundancia y composición de las poblaciones de organismos nocivos realizadas sobre el terreno, cuyos resultados se actualizan de forma periódica en la web. Ofrece información actualizada de forma semanal, desde el inicio de abril hasta final de septiembre, sobre la abundancia y composición de las principales plagas del cultivo de los cítricos, así como la fenología de la planta (Bayer., 2018)

## 5. La importancia de los enemigos naturales en el cultivo de los cítricos

El Control Biológico por Conservación (CBC) aprovecha y potencia los enemigos naturales, tanto si son nativos o introducidos, siendo, por tanto, una pieza clave de la actual gestión integrada de plagas. La estrategia de conservación más clave de los cítricos es la de uso de plaguicidas que tienen un bajo o nulo impacto en la fauna auxiliar. Gran parte de los fitófagos que afectan al cultivo se encuentran controlados de forma natural por sus enemigos naturales. Un buen ejemplo de control son los cóccidos, *Coccus hesperidum* L, *Ceroplastes sinensis* o *Saissetia oleae*, entre otros (Tena *et al.*, 2011).

Los enemigos naturales más frecuentes y relevantes en el cultivo de los cítricos, son insectos parasitoides y depredadores y entomófagos, los cuales regulan de forma total o parcial las poblaciones de plagas, contribuyendo con ello a una agricultura más sostenible y rentable (García-Marí, 2012).

Los parasitoides más abundantes en el cultivo de cítricos pertenecen al orden Hymenoptera y representan cerca del 80% del total de enemigos naturales presentes en estos cultivos (Soler, 2000; Alonso, 2003; Laborda, 2012).

En los cultivos cítricos de la península Ibérica destacan como parasitoides más de 11 superfamilias, 37 familias, 120 géneros y más de 250 especies. Las superfamilias Chalcidoidea y Patrygastroidea, son las más abundantes, siendo las familias Encyrtidae, Aphelinidae y Eulophidae, como las más importantes por orden de abundancia dentro de la superfamilia Chalcidoidea, mientras que dentro de la superfamilia Patrygastroidea, hablaríamos de la familia Scelionidae (Soler, 2018). Según los datos recogidos por Soler (2000) y Alonso (2003), la familia Encyrtidae es la segunda en abundancia entre los calcídidos cuando se realizan capturas de adultos en trampas amarillas en cítricos, seguida de Eulophidae (García-Marí, 2012). La superfamilia Chalcidoidea es el grupo de éxito más importante utilizado en el control biológico aplicado, destacando dos familias en particular, Aphelinidae y Encyrtidae, que han demostrado ser extremadamente exitosas en el control biológico de plagas de insectos (Noyes, 2003).

Dentro del ecosistema agrario de los cítricos de la Península Ibérica, los himenópteros más abundantes colectados en las trampas amarillas cromáticas, pertenecen principalmente a tres subfamilias: Aphelinidae (49 %), Encyrtidae (22 %), Scelionidae (12 %) y otros (17 %) (Soler *et al.*, 2015).

Los géneros más representativos por su abundancia de la familia Aphelinidae, son, *Aphytis* (*A. melinus* (18 %), *A. hispanicus* (10 %) y *A. caryosmali* (71 %)) (70 %) y *Cales* (*C. noacki*), (22%). En cuanto a la familia Encyrtidae, *Metaphycus* [*M. flavus* (66 %), *M. helvolus* (33 %) y *M. lounsburyi* (1%)] (75 %) es la más abundante, seguida de los géneros *Lamennaisia-Syrphophagus* (19%). Por lo otro lado, *Telenomus* (65%) es el género más destacable dentro de la familia Scelionidae (Soler et al., 2015).

## 6. Biología de la Familia Encyrtidae

Los parasitoides pertenecientes a la familia Encyrtidae, son uno de los grupos más importantes como enemigos naturales y se han utilizado ampliamente en el control biológico. Por lo general, las mayorías de especies pertenecientes a dicha familia, se comportan como endoparasitoides primarios.

En la selección del huésped, los encírtidos emiten respuestas que se intensifican en las etapas más juveniles del parasitoide, y conforme va alcanzando su edad adulta, éstas van reduciéndose (Kapranas y Tena., 2015).

En los procesos de oviposición, las señales químicas, no resultan ser el factor determinante, ya que entra en conflicto otros factores, tales como: el tiempo de oviposición del parasitoide, el tamaño del huésped, la encapsulación del huevo o razones fisiológicas por parte de este (Kapranas y Tena., 2015). Por otro lado, el superparasitismo en parasitoides gregarios, también provoca la producción de parasitoides más pequeños, donde el tamaño de cría puede verse regulado por el infanticidio y canibalismo de las crías (Kapranas y Tena., 2015).

Los huevos colocados por los encírtidos en cochinillas blandas utilizadas como huésped se encuentran atados internamente al tegumento, haciendo una placa aerodinámica superficial especializada que funciona como un mecanismo de respiración (Kapranas y Tena., 2015).

Algunas especies, emergen con óvulos maduros, mientras que otras especies necesitan de un período de más días para madurar. Muchos encírtidos, usan sus huéspedes para alimentarse, ya que los nutrientes obtenidos en la alimentación del huésped se usan para la maduración de los huevos y para el mantenimiento metabólico. Los recursos obtenidos de la alimentación del huésped tienen implicaciones importantes para el potencial en el control biológico de estos parasitoides (Kapranas y Tena., 2015). Una alta

mortalidad en los huéspedes puede ser debida a la alimentación del parasitoide (Tena, 2007).

En cuanto al desarrollo del huésped, una vez se encuentra parasitado, este puede verse interrumpido después de la oviposición por parte del parasitoide, siendo pocos los casos donde se observe un aumento del tamaño después de la parasitación. Por otro lado, hay veces que el hospedante es capaz de encapsular los huevos de su parasitoide como mecanismo de defensa (Kapranas y Tena., 2015). La capsula aísla el huevo/larva parasitoide, encapsulándola en la hemocélula del huésped, provocando la muerte por asfixia, inanición o impedimento físico para emerger. Los parasitoides parcialmente encapsulados, pueden sobrevivir y continuar desarrollándose (Tena., 2007). La encapsulación de los huevos puede ser debido a tres factores principalmente: Especificidad del parasitoide, la edad huésped y su estado fisiológico (Kapranas y Tena., 2015).

El tamaño del huésped influye en la modificación en el comportamiento del parasitoide. En parasitoides solitarios, los huéspedes de mayor tamaño producen parasitoides de mayor tamaño. De igual modo, cuando el parasitoide actúa de manera gregaria, el tamaño de éste influye en el tamaño de los parasitoides emergentes. La asignación de sexos, también se ve influenciada a este factor, donde en función de la especie del parasitoide y del huésped, se asignará huevos que darán individuos machos o hembras en función de la dimensión del anfitrión (Kapranas y Tena., 2015). La reproducción, en la mayoría de las especies de encírtidos de cochinillas, es sexual (Kapranas y Tena., 2015). Además, suele ser del tipo arrenotoca, donde los huevos no fértiles producen machos mientras que los huevos fecundados darán lugar a hembras (García-Marí., 2008).

La competencia, puede producirse entre encírtidos que resultan ser homólogos ecológicamente hablando, pudiéndose producirse un desplazamiento de especies por parasitar al mismo hospedante. Un ejemplo, en Grecia *Metaphycus helvolus* desplazó a *Metaphycus flavus*. El tamaño, puede resultar un factor significativo para inducir la sustitución competitiva entre los endémicos ecológicos, ya que una posible explicación, es que el parasitoide más grande es más lento que los anfitriones más pequeños/jóvenes. Un segundo factor, podía ser la capacidad competitiva de cada especie (potencial de competencia) (Kapranas y Tena., 2015).

## 7. Género *Metaphycus* Mercet (1917)

Todas las especies de *Metaphycus* conocidas, son endoparasitoides primarios. Se trata de un género de reproducción partenocárpica del tipo arrenotoquia. Hay especies especialistas (*M. deluchii* Viggiani) y generalistas (*M. helvolus* Compere). El grado de especificidad parece variar en términos de especies hospedadoras, en lugar de familias de acogida (Tena., 2007).

Las especies pertenecientes a este género son las principales y más eficaces, utilizadas para el control biológico sobre las cochinillas blandas. Pero su eficacia, puede verse limitada cuando presentan una única generación anual (Tena., 2007).

*Metaphycus* puede desarrollarse como un parasitoide solitario y/o gregario. Cuando se desarrolla como solitario, sigue la asignación del sexo en función del tamaño del huésped, donde los machos emergen de los huéspedes más pequeños, mientras que las hembras lo realizan de las cochinillas de mayor tamaño (Tena., 2007). Por otro lado, cuando actúa como gregario, normalmente, la asignación de huevos fecundados es de mayor proporción que a los no fecundados, obteniendo por lo general, una proporción mayor de hembras que de machos. No obstante, dicha proporción, puede verse afectada por el tamaño del huésped, por su estadio fisiológico y por la competencia entre parasitoides (Tena., 2007).

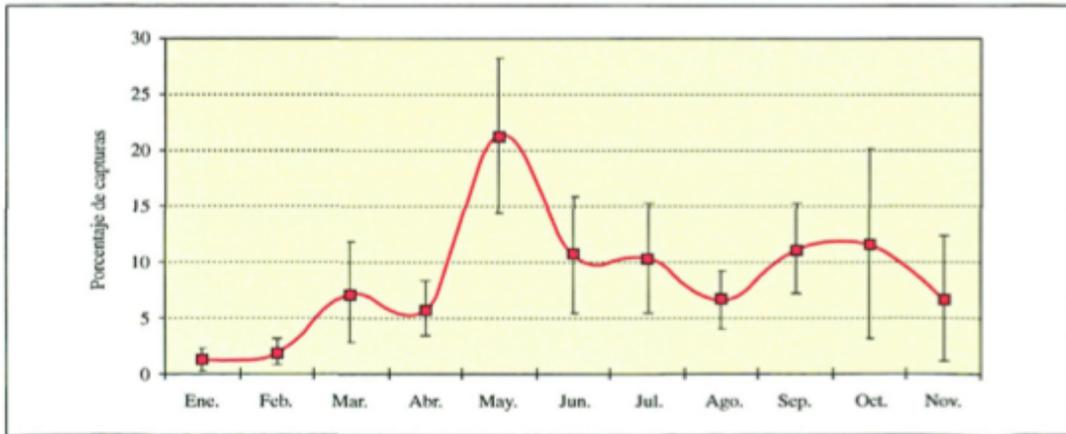
Como especies de *Metaphycus* de gran importancia en nuestros cultivos citrícolas encontramos:

- *Metaphycus helvolus* Compere (1926) [Hemíptera: Encyrtidae].
- *Metaphycus flavus* Howard (1881) [Hemíptera: Encyrtidae].
- *Metaphycus lounsburyi* Howard (1898) [Hemíptera: Encyrtidae].

### 7.1. Distribución de las especies pertenecientes al género *Metaphycus*

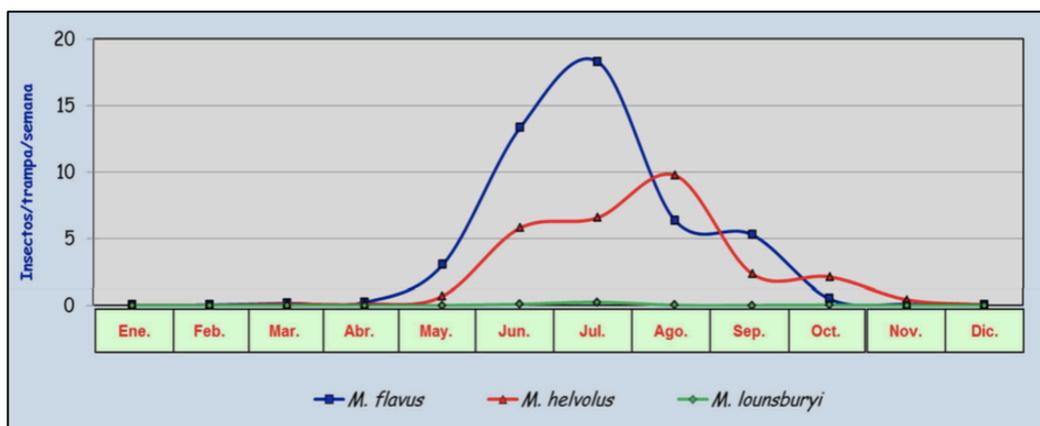
A diferencia de otros parasitoides, las especies del género *Metaphycus*, son capturadas durante casi todo el año en nuestra zona. En la siguiente figura, se puede apreciar la variación estacional de la abundancia obtenida de trabajos previos de investigación (Soler et al., 2002).

En datos recopilados durante los últimos veinte años en parcelas de cítricos, la abundancia de *Metaphycus* recolectados, presenta una tendencia ascendente en los últimos años (Soler et al., 2015).



**Figura 1:** Variación estacional de la abundancia de *Metaphycus* en trampas cromáticas encoladas en cítricos (Soler *et al.*, 2002).

Las especies del género *Metaphycus* más abundantes durante los años comprendidos entre 2011-2014, corresponden a *M. flavus*, con un total de 10.407 especímenes capturados, seguido de *M. helvolus* con un total de 5.182 especímenes obtenidos y *M. lounsburyi* con un total de 67 especímenes. La evolución estacional por especies de *Metaphycus*, viene recogida en la figura 2, donde se observa, que los máximos niveles poblacionales para la especie de *M. flavus*, vienen recogidos entre los meses de junio y julio, mientras que en la especie *M. helvolus*, tiene lugar entre los meses de junio a agosto. La especie *M. lounsburyi*, alcanza su máximo en el mes de julio (Soler *et al.*, 2015):



**Figura 2:** Variación estacional de la abundancia de las diferentes especies de *Metaphycus* en trampas cromáticas colocadas en cítricos durante un periodo de estudio de los últimos veinte años (Soler *et al.*, 2015).

## 7.2. *Metaphycus helvolus* Compere [Hemíptera: Encyrtidae]

Se trata de un parasitoide originario del sur de África, siendo introducido en regiones de cultivo de cítricos y olivos de todo el mundo (Tena, A., 2007).

Fue introducido en Europa [Grecia, Italia y España], California y Australia, con el fin de controlar la plaga *Saissetia oleae* en cítricos y olivos en el siglo XX (García-Marí, F., 2009). Desde entonces ha sido descrito como parasitoide de otras especies de cochinillas blandas. Sin embargo, muchas de dichas cochinillas podrían reducir su eficacia en el control biológico, debido al sistema de defensa empleado por el huésped (Tena *et al.*, 2008). *M. helvolus*, es generalista y puede alternar diferentes especies de hospedantes (Tena, A., 2007). Siendo capaz de construir sus poblaciones al principio de la temporada en huéspedes alternativos (Kapranas y Tena., 2015).

Las principales especies que puede parasitar en nuestra zona son:

- ***Protopulvinaria pyriformis* Cockerell [Hemíptera: Coccidae].**

Presenta dos generaciones anuales en España, donde su mayor abundancia tiene lugar en primavera y otoño. Tras el inicio de generación (julio e invierno), tiene lugar el máximo número poblacional de individuos L1, con tamaños inferiores a 1 mm de longitud (Beltrà *et al.*, 2010).

*Metaphycus helvolus*, es el parasitoide principal de dicha plaga, siendo capaz de parasitar cualquier estadio sin que el huésped sea capaz de encapsular los huevos. Tiene preferencia por lo estadios L3 y hembras jóvenes. Cuando parasita a estos niveles, el parasitoide actúa de manera gregaria, aumentando las proporciones de hembras, así como el número de huevos colocados en el huésped. Conforme el tamaño del hospedante es mayor, mayor es la asignación de huevos, y por consecuencia, mayor el número de parasitoides emergidos (Beltrà *et al.*, 2010). Actúa como un parasitoide solitario cuando éste pasa a parasitar estadios L2. Dependiendo del tamaño del escudo de la cochinilla, la proporción de sexos variará. Para escudos de tamaño inferior o igual a 1mm, se obtienen las mayores proporciones de macho. Conforme aumentaba la longitud del escudo, las proporciones de hembras fueron aumentando (Beltrà *et al.*, 2010).

- ***Coccus pseudomagnoliarum* Kuwana [Hemíptera: Coccidae]**

El control biológico de *C. pseudomagnoliarum*, es ejercido principalmente por *M. helvolus* (Kapranas y Tena., 2015). Los estadios que parasita, principalmente son estadios

inmaduros de desarrollo, de un tamaño comprendido entre 1 a 2 mm de longitud de escudo. Sobre dicho tamaño, *M. helvolus* se comporta como un parasitoide solitario y es capaz de alcanzar su máximo parasitismo (febrero a abril). La proporción de sexos dependerá del tamaño de escudos, dentro del rango mencionado anteriormente (García-Marí y Tena., 2008).

Conforme el tamaño de escudos comienza a ser superior a 2 mm de longitud, el porcentaje de encapsulación por parte del hospedante aumenta y *M. helvolus* pasa a comportarse como un parasitoide gregario. A partir de dicho momento, el porcentaje de parasitismo se reduce, no obstante, se produce un repunte de parasitismo por junio debido al debilitamiento de la cochinilla por el debilitamiento causado por el final de ciclo. La proporción de sexos es principalmente hembras cuando actúa como gregario (García-Marí y Tena., 2008).

▪ ***Coccus hesperidum* L [Hemíptera: Coccidae]**

Se trata de un hospedante alternativo de *M. helvolus* (Tena et al., 2008), el cual presenta tasas de encapsulación de huevos muy elevadas, dichas tasas disminuyen cuando se desarrollan a bajas temperaturas (García-Marí y Tena., 2008)

*Metaphycus helvolus* actúa como parasitoide solitario, cuando el hospedante presenta un tamaño de escudo comprendido entre 1 y 2 mm de longitud. Por otro lado, son en los estadios ninfales (especialmente L2) donde se desarrolla principalmente. Conforme aumenta el tamaño del hospedante y esta va avanzando en el desarrollo, comienzan a producirse los máximos niveles de encapsulación de huevos (Tena., 2007).

▪ ***Saissetia oleae* Olivier [Hemíptera: Coccidae]**

Se trata de otro posible huésped y su control biológico es ejercido en gran medida por *M. helvolus* (Kapranas y Tena., 2015). Los estadios ninfales que parasita, principalmente son el segundo y tercer estadio. Dichos estadios, tienen lugar entre los meses de septiembre y mayo, periodo donde mayor es el porcentaje de parasitismo de *M. helvolus*, alcanzando un pico máximo al final de primavera (junio) y durante el otoño (noviembre-octubre) (Tena., 2007). *M. helvolus*, es capaz de causar cerca de un 55 % de mortalidad mediante la alimentación que ejerce sobre las poblaciones de *S. oleae*, presentando en algunos casos, mayor porcentaje de mortalidad que efectuando el parasitismo (Kapranas y Tena., 2015).

### 7.3. *Metaphycus flavus* Howard (1881) [Hemíptera: Encyrtidae]

Se trata de un endoparásitoide, que tiende a superparasitar en determinados huéspedes. Las hembras de *M. flavus* son capaces de distinguir entre cóccidos sanos y parasitados, pero no son capaces de distinguir aquellos huéspedes parasitados por él mismo o por otros *Metaphycus* de la misma especie (Tena., 2007). *M. flavus* no disminuyen el tamaño de la puesta al superparasitar, ya que destruye los huevos previamente depositados en el cóccido antes de realizar la puesta, practicando el ovidio. Las hembras son capaces de detectar los huevos por la presencia del pedúnculo de éstos, utilizando posteriormente el ovipositor para destruirlos (Tena., 2007). Como posibles huéspedes capaces de parasitar: *Coccus pseudomagnoliarum*, *Protopulvinaria pyriformis*, *Saissetia oleae*, *Saissetia coffeae*, entre otros (Noyes y Guerrieri., 2000).

- ***Coccus pseudomagnoliarum* Kuwana [Hemíptera: Coccidae]**

La posición de *M. flavus* para el control de *C. pseudomagnoliarum*, queda en un segundo plano por detrás de *M. helvolus*. No obstante, coinciden en los mismos estados fenológicos a la hora de parasitar, centrándose principalmente en longitudes de escudos, comprendidas entre 1 a 2 mm. Cuando se centra en estas longitudes de escudos, actúa como un parasitoide solitario, donde la asignación del sexo de la descendencia, se basa en el mismo criterio utilizado por *M. helvolus*. A partir de un tamaño de cochinilla de 2,3 mm de longitud, el porcentaje de encapsulación comienza a incrementarse, y *M. flavus* comienza, por ende, a comportarse como parasitoide un parasitoide gregario (García-Marí y Tena., 2008). El periodo de máximo parasitismo sobre el huésped, tiene lugar sobre entre los meses de febrero a junio, siendo máximo en marzo (García-Marí y Tena., 2008).

- ***Saissetia oleae* Olivier [Hemíptera: Coccidae]**

*Metaphycus flavus*, se considera como el principal parasitoide de éste cóccido en datos tomados en 2006, no obstante, en zonas como Grecia, se han encontrado datos referidos a un desplazamiento por parte de *M. helvolus* para el mismo huésped, ya que presentan los mismos estados fenológicos de parasitación (Tena *et al.*, 2008). Los estadios que parasita *M. flavus*, principalmente son el segundo y tercer estadio, teniendo lugar entre los meses de septiembre y marzo. El parasitoide alcanza su máximo de parasitismo al final de primavera (junio) y durante otoño (noviembre-octubre), durante o poco después de que el hospedante alcance los estadios mencionados anteriormente (Tena *et*

*al.*, 2008). Estudios sugieren que *M. flavus* se encuentra más establecido en zonas costeras (Tena *et al.*, 2008).

#### **7.4. *Metaphycus lounsburyi* Howard (1898) [Hemíptera: Encyrtidae]**

Se trata de un endoparásitoide gregario, siendo de reproducción arrenotoca. Los huevos pueden llegar a eclosionar sin haber alcanzado la madurez (Tena y García-Marí., 2009). *M. lounsburyi* proviene del Sur de África y fue introducido en California, Israel y Europa para el control de *Saissetia oleae*, considerándose uno de los parasitoides específicos de dicha plaga (Tena y García-Marí., 2009). No obstante, se ha observado parasitando otros huéspedes como *Coccus pseudomagnoliarum*, *Coccus hesperidum*, *Ceroplastes sinensis*, *Coccus capparides*, *Saissetia coffeae*, entre otros (Noyes y Guerrieri., 2000). El principal huésped que parasita en nuestra zona es:

- ***Saissetia oleae* Olivier [Hemíptera: Coccidae]**

*Metaphycus lounsburyi*, parasita principalmente hembras grávidas de *S. oleae* en condiciones de campo, no obstante, se ha observado también parasitando hembras jóvenes bajo condiciones de laboratorio. El huésped, presenta por lo general, una generación anual, donde la aparición de la hembra adulta (estadio preferente de *M. lounsburyi*) aparece únicamente en los meses de mayo a julio. Una posible explicación de la parasitación en dichos estadios puede ser explicada por la selección de un huésped más grande para poder asignar más huevos, ya que son mejores fuentes de alimento para las larvas parasitoides (Tena y García-Marí., 2009).

*Metaphycus lounsburyi* es capaz de superar la encapsulación de los huevos, siendo esta, la principal defensas fisiológicas y físicas del huésped adulto, ya que no se ha observado ningún huevo encapsulado bajo condiciones de laboratorio. Además, *M. lounsburyi* es capaz de perforar el duro tegumento de la hembra grávida, introduciendo varios huevos por picadura. En cuanto a la preferencia por hembras grávidas, también puede ser resultado de una falta de sincronización con el huésped, ya que cuando la cochinilla adulta aparece, lo hace en un espacio de tiempo muy corto (dos meses), donde el parasitoide no es suficientemente rápido como para actuar en ese momento (Tena y García-Marí., 2009).

## **JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

## JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

En el cultivo de los cítricos existen numerosas especies de artrópodos fitófagos que pueden causar daños de importancia económica al cultivo. Entre ellas se encuentran los hemípteros de la familia Coccidae, como es el caso de *Coccus pseudomagnoliarum*, *Protopulvinaria pyriformis*, *Saissetia oleae*, *Saissetia coffeae*, entre otros. Las poblaciones de estos fitófagos se encuentran controladas de forma natural por enemigos naturales, destacando entre ello como más importantes los himenópteros Encyrtidae del género *Metaphycus*. Estos se han comprobado en múltiples estudios que son capaces de regular las poblaciones de cóccidos a niveles bajos, evitando así que alcancen el nivel de plaga. Se ha realizado estudios que han determinado las especies de *Metaphycus* presentes en nuestros cítricos, pero no se conoce bien su abundancia relativa, su evolución estacional o su distribución geográfica en los cítricos cultivados en la Península Ibérica.

*Metaphycus helvolus*, *M. flavus* y *M. lounsburyi*, son las tres especies del género *Metaphycus* más abundantes en parcelas de cítricos en la península ibérica. Son las principales y más eficaces especies, utilizadas para el control biológico sobre las cochinillas blandas, ejerciendo un control parcial y, en algunos casos, un control total sobre la plaga.

En este trabajo se procederá a la cuantificación del número total de las tres especies de *Metaphycus* colectadas dentro del área de estudio, la cuantificación de la proporción de hembras y machos para cada especie de *Metaphycus*. Con todo ello los objetivos concretos del trabajo son:

1. Distribución geográfica de las tres especies de *Metaphycus*.
2. Distribución estacional de las tres especies de *Metaphycus*.
3. Estudio comparativo de la abundancia de las tres especies de *Metaphycus* por sexo y zona.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 1. Descripción de las parcelas

Los trabajos experimentales se desarrollaron en el periodo comprendido entre abril a septiembre para los años 2015 y 2016.

Para el año 2015, se trabajó con las zonas pertenecientes al programa de Red de Monitoreo Online (UPV-Bayer), donde se tomaron campos al azar, distribuidos en 17 comarcas citrícolas situadas a lo largo de toda la península Ibérica, pudiéndose observar la distribución en la Figura 3:



**Figura 3:** Distribución de zonas Red Monitoreo Online 2015.

La información viene documentada globalmente o por zonas. En la Tabla I, vienen representadas las comarcas donde se muestreaba las parcelas de estudio.

Se trabajó en diferentes áreas citrícolas de la Península Ibérica. En cada parcela correspondiente a localidad asignada por el programa RMO, se realizó de forma periódica muestreos para determinar, las especies de fitófagos, así como el nivel de plaga que presentaban las diferentes parcelas.

**Tabla 1:** Información de las zonas experimentales pertenecientes al programa de Red Monitoreo Online 2015.

Zona	Ubicación	Cultivo
1	Baix Maestrat-Montsià	Naranja /Clementino
2	Plana Alta	Naranja /Clementino
3	Plana Baixa	Clementino
4	Camp Morvedre-Alto Palancia	Naranja
5	Camp Turia	Naranja/Clementino
6	L'Horta de Valencia	Naranja /Clementino
7	Ribera Alta	Naranja/Clementino
8	Costera	Naranja/Clementino
9	Ribera Baixa	Naranja/Clementino
10	Safor-Marina	Naranja/Clementino
11	Baix Segura	Naranja
12	Huerta de Murcia-Vega Media	Limonero
13	Campo Cartagena-Mar Menor	Naranja/Limonero
14	Bajo Guadalentín	Naranja/Limonero
15	Levante Almeriense	Naranja/Limonero
16	Algarve-Barlovento	Naranja
17	Algarve-Sotavento	Naranja

En el 2016, se trabajó en las zonas de cultivo pertenecientes al programa *Food Chain Partnership*<sup>®</sup>, asignándose parcelas comerciales, distribuidas a lo largo de la Comunidad Valenciana. A continuación, en la Figura 4 se muestra la asignación geográfica, donde se llevó a cabo el programa FCO:



**Figura 4:** Distribución de zonas Food Chain Partnership<sup>®</sup> 2016.

**Tabla 2:** Información de las zonas experimentales pertenecientes al programa Food Chain Partnership® 2016.

Zona	Comarca	Cultivo	Variedad	Superficie (Ha)
1	Baix Maestrat- Montsià	Naranja/Clementino	Clemenules/Lane-Late/Ortanique/Orogrande	449,82
2	Plana Alta	Naranja/Clementino		
3	Plana Baixa	Híbrido/Naranja/Clementino	Lane-Late/Clemenules/Orri/Nadorcott/Ortanique-Orri	189,79
4	Camp Morvedre- Alto Palancia	Híbrido/Naranja/Clementino		
5	Camp Turia	Híbrido/Naranja/Clementino	Nadorcott/Clemenules/Clemenrubí/Orri	457,42
6	L'Horta de Valencia	Híbrido/Naranja/Clementino		
7	Ribera Alta	Naranja/Clementino		
8	Costera	Naranja/Clementino	Ortanique/Lane-Late/Clemenules	256,5
9	Ribera Baixa	Naranja/Clementino		
10	Safor- Marina	Naranja/Clementino		

En la Tabla 2, se detallan las características las zonas experimentales pertenecientes al programa Food Chain Partnership, indicando su localización comarcal, cultivo, variedad y superficie medida en hectáreas.

De igual modo que en el caso anterior, se realizó muestreos de forma periódica para determinar el tipo de plaga, así como el porcentaje de esta. En el caso de FCP, las evaluaciones de fitófagos y porcentajes de plaga, se basaban en las diferentes variedades pertenecientes a cada finca del productor asignado, llevando así un control de la explotación, y no en parcelas escogidas al azar.

En ambos casos, tanto para el programa RMO (2015) y FCP (2016), se escogieron diferentes especies de cítricos, así como una amplia gama de variedades comerciales. Tanto para la realización del seguimiento y evaluación de las plagas, como para la distribución y estudio de los enemigos naturales, fue en base a muestreos semanales, englobados a los seis meses comprendidos en el periodo experimental. Así mismo, se colocaron trampas cromáticas amarillas encoladas para el seguimiento de la fauna

auxiliar que, semanalmente se cambiaron y, posteriormente se observaron en el laboratorio al binocular para la identificación de las capturas obtenidas, llegando a nivel de especie, en la medida de lo posible, juntándose con métodos de muestreo y apoyándose en claves de identificación.

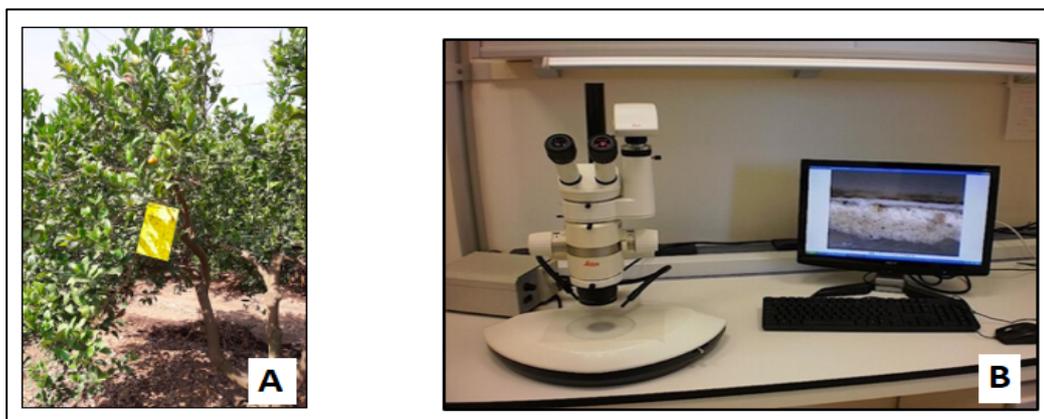
## 2. Toma de muestras en campo en los años 2015 y 2016

Para la observación de la abundancia de *Metaphycus*, se llevó a cabo un muestreo mediante colocación de trampas cromáticas encoladas de color amarillo, de una superficie de 10 x 20 cm. Las trampas utilizadas para el presente proyectos fueron fabricadas por la empresa Sanidad Agrícola Econex S.L. En cuanto a su distribución y ubicación, se colocaron de forma vertical en una rama del exterior del árbol, con una orientación Sureste, a una altura de 1,5 a 2 metros. Cada trampa, era extraída y sustituida de forma periódica cada semana.

Se estableció un número de dos trampas por variedad, dentro de cada finca experimental del programa de Red Monitoreo Online 2015, teniendo un total de 34 trampas/semana durante 26 semanas, representando un número total de 884 trampas al finalizar el periodo de estudio.

De igual modo, se colocaron dos trampas por variedad para el programa *Food Chain Partnership*<sup>®</sup>, equivaliendo un total de 40 trampas por semana, durante 22 semanas, representando un número total de 880 trampas durante el periodo de estudio 2016.

Por tanto, el número total de trampas recogidas ascendió a 1764 trampas cromáticas amarillas para los años 2015 y 2016.



**Figura 5:** La imagen A muestra un ejemplo de colocación de trampa cromática. La imagen B muestra un binocular Leica MZ APO (80x).

### 3. Identificación y caracterización de los géneros objeto de estudio

Se procedió a la identificación y diferenciación de sexos, de las especies *Metaphycus helvolus*, *Metaphycus flavus* y *Metaphycus lounsburyi* para ambos años, recurriendo a la utilización de claves taxonómicas para la identificación del género *Metaphycus* y posteriormente, las claves para llevar a cabo la identificación de sexos (Noyes and Guerrieri. E., 2000).

Para la lectura de las 1764 trampas cromáticas, se utilizó un binocular Nikon SMZ 800 (63x).

Por otro lado, se respaldó la identificación, mediante la extracción de algunas de las tres especies de *Metaphycus* de las trampas cromáticas escogidas al azar de las diferentes zonas. La extracción, se llevó a cabo mediante la aplicación de una gota de disolvente Histo-Clear (limoneno) sobre el insecto en la propia trampa adhesiva, para poder extraerse sin daños en su morfología. El tiempo de exposición del disolvente, fue de 15 min de duración. Posteriormente, con la ayuda de un pincel de pelo de nutria se colocó en un recipiente con disolvente durante 30 minutos para eliminar los restos de pegamento de la trampa que pudieran tener. Una vez disuelto todo el pegamento, los insectos fueron almacenados en pequeños recipientes de cristal con etanol al 70 % para realizar una adecuada conservación. Cada recipiente se identificó correctamente mediante etiquetas. Una vez obtenidas y almacenadas todas las muestras extraídas, se procedió a su caracterización mediante un binocular Leica MZ APO (80x) conectado a un ordenador, y con el software adecuado para el visionado, medición y toma de fotografías. En la Figura 5 se puede apreciar el binocular Leica MZ APO utilizado para la identificación.

De igual modo, se tuvo que recurrir a otras claves taxonómicas para poder descartar todo aquello que no se tratase del género estudiado en el proyecto, identificando la familia y especie (en la medida de lo posible), de los insectos adheridos a todas las trampas cromáticas leídas en el presente proyecto.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Inventario entomológico

El número total de *Metaphycus* recogidos en 2015 y 2016, fue de 11.792, correspondiéndose con cantidades similares, citadas en otros trabajos, comentados con anterioridad. Dentro de las especies estudiadas, *M. helvolus* fue la especie que más predominó, con un porcentaje del 67,8 % respecto del total, y una cantidad de 7.995 de especímenes capturados, seguida de ésta, encontraríamos *M. flavus*, con un 23,7 % respecto del total y con una cantidad de 2.802 especímenes capturados, mientras que, *M. lounsburyi*, se situó con un 2,31 %, teniendo un total de capturas de 273 individuos.

Para el año 2015, el número de *Metaphycus* obtenidos fue de 4.561 ejemplares. mientras que, para el 2016, el número total fue de 7.231 especímenes.

En 2015, *M. helvolus* fue la especie predominante, correspondiéndose con un 70 % de respecto del total, situándose *M. flavus* en segundo lugar con un porcentaje del 26,48 %, mientras que *M. lounsburyi* fue la especie menos predominante con un 2,67 % respecto del total.

En 2016, la especie más abundante fue de nuevo *M. helvolus* con un porcentaje de capturas del 65 %, mientras que la segunda especie más abundante fue *M. flavus* con un porcentaje de 22,04 %, en tercer lugar, encontraríamos a *M. lounsburyi* con un porcentaje del 9,98 %, y, por último, *Metaphycus? gilvus* Compere se situaría como la especie menos predominante correspondiéndose con un 2,08 % respecto del total.

El número de especímenes capturados por sexo y especie para los dos años de estudio viene recogido en la Tabla 3.

**Tabla 3:** Abundancia del número de *Metaphycus* capturados por sexo y especie en los dos años de estudio.

	2015		2016	
	♀	♂	♀	♂
<i>M. helvolus</i>	810	2.465	1.055	3.709
<i>M. flavus</i>	157	1.051	143	1.451
<i>M. lounsburyi</i>	56	66	368	354

## 2. Distribución geográfica

Para la distribución geográfica de las especies pertenecientes al género *Metaphycus* en el año 2015, se han realizado dos tipos de observaciones, por un lado, se muestra en la Tabla 4 el promedio del número de *Metaphycus* correspondiente a cada especie caída por trampa, semana y zona, así como el número de individuos por sexo para cada especie. Por otro lado, la Tabla 6 muestra la comparación de los valores medios recolectados por trampa, semana y zona, únicamente para las zonas pertenecientes a la Comunidad Valenciana para ambos años del proyecto.

Se puede observar en la Tabla 4 que, la Comunidad Valencia es la zona que más número de capturas presentó para las tres especies, destacando principalmente la comarca de Camp de Turia-L'Horta Valencia, donde se alcanzaron los valores medios más altos de captura, con un máximo de 16,28 de *Metaphycus* por trampa y semana. A medida que ascendíamos hacia el norte o descendíamos hacia el sur, los niveles de captura decrecieron, obteniendo los valores más bajos en las zonas de Almería, Murcia y Portugal.

Dentro de la Comunidad Valenciana en el año 2015, se pudo observar que tanto en las zonas Tarragona-Castellón como en la zona de la Ribera y Sur de Valencia, el número de capturas por semana y trampa, fue parejo. La zona central, destacó del resto, con mayores capturas semanales.

La especie predominante, por lo general, fue *M. helvolus*, siendo notablemente superior al resto de las dos especies. No obstante, dependiendo de la zona, la proporción varió, viéndose en las provincias de Murcia y Almería, que la proporción de capturas de *M. helvolus* y *M. flavus* fue muy semejante, incluso siendo ligeramente superior las capturas del segundo respecto del primero. En cuanto Portugal, fue la única zona donde las capturas de *M. flavus* destacaron respecto al resto.

En de la Comunidad Valenciana, la especie más destacable fue *M. helvolus*, seguida de *M. flavus*, siendo la comarca de Camp Turia- L'Horta de Valencia, la que más destacó en el número de capturas de *M. helvolus*.

Los niveles de captura de *M. lounsburyi*, fueron bajos en comparación con el resto de las dos especies. De igual modo que en los casos anteriores, la Comunidad Valenciana presentó mayor número de capturas. Las máximas capturas se concentraron en la zona de Castellón y Sur de Cataluña, y fueron decreciendo a medida que descendíamos en la

Comunidad Valenciana. Por otro lado, en Murcia, Almería o Portugal, las capturas de *M. lounsburyi*, fueron inexistentes o ligueramente imperceptibles.

En 2016, los valores medios de captura por trampa y semana fueron muy parejos al 2015 para la Comunidad Valenciana. Como se puede apreciar en la Tabla 5, las comarcas de Camp de Turia y L'Horta de Valencia, volvieron a presentar los máximos valores de captura de *Metaphycus*, siendo de igual modo, *M. helvolus* la especie que más predominó. Seguida de ésta, *M. flavus* fue la segunda especie más abundante, concentrándose principalmente, en la zona centro y sur de la Comunidad Valenciana. Respecto a *M. lounsburyi*, la zona central volvió a presentar los niveles más bajos de captura, presentando su máximo de capturas en la provincia de Castellón principalmente y en la Comarca de la Ribera.

La Tabla 6, muestra la comparación en la abundancia media de las especies de *Metaphycus* dentro de la Comunidad Valenciana para ambos años. Como se puede apreciar, la zona de Camp de Turia y L'Horta de Valencia presentó los máximos valores de captura, siendo en ambos casos *M. helvolus*, la especie más destacable. No obstante, se observó una reducción en las capturas de ésta en el 2016 respecto al 2015.

Se vio una reducción, por lo general, en las capturas de *M. flavus* para el año 2016 respecto al año anterior, principalmente en la zona de Castellón-Valencia Norte, mientras que en zonas de Camp de Turia-L'Horta y Ribera-Sur de Valencia, se produjo un aumento de las capturas respecto al año anterior.

Por otro lado, en 2016 se observó por lo general, un aumento en la captura de *M. lounsburyi* en la mayoría de las zonas, siendo destacable dicho aumento en la zona norte de Castellón.

Tabla 4: Distribución geográfica del promedio capturado por trampa y semana de las especies de *Metaphycus* junto con la proporción de sexos para el año 2015.

Especie/Esp sexo	Castellón Norte-Tarragona	Resto Castellón-Valencia Norte	Camp Turia-L'Horta Valencia	Ribera alta-Costera	Ribera baja-Sur Valencia	Murcia Norte	Murcia Sur	Almería	Algarve
<i>M. helvolus</i>	3,807	3,394	16,288	3,75	1,75	0,692	0,817	0,779	0,212
<i>M. helvolus</i> ♀	1,105	0,711	2,221	1,355	0,817	0,24	0,596	0,702	0,038
<i>M. helvolus</i> ♂	2,701	2,682	14,067	2,394	0,933	0,452	0,221	0,077	0,173
<i>M. flavus</i>	0,403	2,894	1,086	0,9	0,125	0,827	2,048	0,942	2,385
<i>M. flavus</i> ♀	0,07	0,186	0,288	0,05	0,058	0,135	0,173	0,212	0,337
<i>M. flavus</i> ♂	0,326	2,711	0,798	0,856	0,067	0,692	1,875	0,731	2,048
<i>M. lounsburyi</i>	0,451	0,538	0,077	—	0,01	—	0,048	0,048	—
<i>M. lounsburyi</i> ♀	0,192	0,23	0,0384	—	0,01	—	0,048	0,019	—
<i>M. lounsburyi</i> ♂	0,259	0,3	0,0384	—	—	—	—	0,029	—

Tabla 5: Distribución geográfica del promedio de capturas por trampa y semana de las especies de *Metaphycus* junto con la proporción de sexos para el año 2016.

Especie/Esp sexo	Castellón Norte-Tarragona	Resto Castellón-Valencia Norte	Camp Turia-L'Horta Valencia	Ribera alta-Costera-Ribera baja-Sur Valencia
<i>M. helvolus</i>	5,291	3,4	6,616	4,54
<i>M. helvolus</i> ♀	0,67	0,71	2,08	0,93
<i>M. helvolus</i> ♂	4,62	2,69	4,54	3,61
<i>M. flavus</i>	0,604	0,512	2,733	2,79
<i>M. flavus</i> ♀	0,079	0,09	0,25	0,17
<i>M. flavus</i> ♂	0,525	0,42	2,48	2,62
<i>M. lounsburyi</i>	0,487	1,416	0,054	1,05
<i>M. lounsburyi</i> ♀	0,295	0,73	0,05	0,46
<i>M. lounsburyi</i> ♂	0,191	0,69	—	0,59

**Tabla 6:** Comparación de la abundancia media de las especies de *Metaphycus* en su distribución geográfica junto con la proporción de sexos por trampa y semana para los años 2015 y 2016.

<b>Año</b>	<b>Especie</b>	<b>Castellón Norte-Tarragona</b>	<b>Resto Castellón-Valencia Norte</b>	<b>Camp Turia-L'Horta Valencia</b>	<b>Ribera alta-Costera-Ribera baja-Sur Valencia</b>
2015	M. helvolus	3,807	3,394	16,288	5,5
	M. flavus	0,403	2,894	1,086	1,025
	M.lounsburyi	0,451	0,538	0,077	0,01
2016	M. helvolus	5,291	3,4	6,616	4,45
	M. flavus	0,604	0,512	2,733	2,79
	M.lounsburyi	4,87	1,416	0,054	1,05

### 3. Distribución estacional

#### 3.1. Distribución estacional de las especies pertenecientes al género *Metaphycus* para el año 2015

La distribución estacional de las especies pertenecientes al género *Metaphycus* para el año 2015, quedan reflejadas en las figuras 6, 7 y 8, donde se muestra el promedio de capturas mensuales por trampa y semana, distinguiéndose, entre especie y sexo.

La Figura 6, muestra la evolución estacional de la especie *M. flavus* y su proporción por sexos para cada mes. Los niveles de capturas, se mantuvieron parejos durante todos los meses del estudio, pudiéndose apreciar un ligero aumento en los meses de junio y septiembre. En cuanto a diferencias por sexos, hubo un mayor número de capturas de machos que de hembras, manteniéndose estable dicha desigualdad durante todo el periodo de estudio.

La Figura 7, muestra la evolución estacional de la especie *M. helvolus* y su proporción por sexos para cada mes. El promedio de capturas mensual, fue mínimo en los meses de abril y mayo, mientras que, conforme alcanzó el mes de junio, se produjo un ascenso en los niveles de captura, alcanzando el pico máximo en el mes de julio. Tras alcanzar el máximo, tuvo lugar un cambio de tendencia en las capturas, viéndose una ligera reducción en el mes de agosto, y otra más pronunciada en el mes de septiembre.

Las proporciones de machos de *M. helvolus*, fueron superiores por lo general, durante todo el periodo de estudio, con la excepción en el mes de mayo, donde los valores de captura de hembras y machos fueron semejantes.

La Figura 8, muestra la evolución estacional de la especie *M. lounsburyi* y su proporción por sexos para cada mes. Tal y como se observa, el promedio de capturas mensual se concentró principalmente en los meses de junio y julio, y a medida que se sobrepasó dichos meses, la tendencia comenzó de nuevo a decrecer. No obstante, se pudo observar una aparición poco usual en el mes de abril, obteniendo valores elevados de capturas, los cuales fueron principalmente pertenecientes al sexo masculino.

En el caso de *M. lounsburyi*, se pudo apreciar, que no hubo una diferencia marcada entre las proporciones de machos y hembras para cada mes, a excepción del mes de abril, donde destacó el sexo masculino.

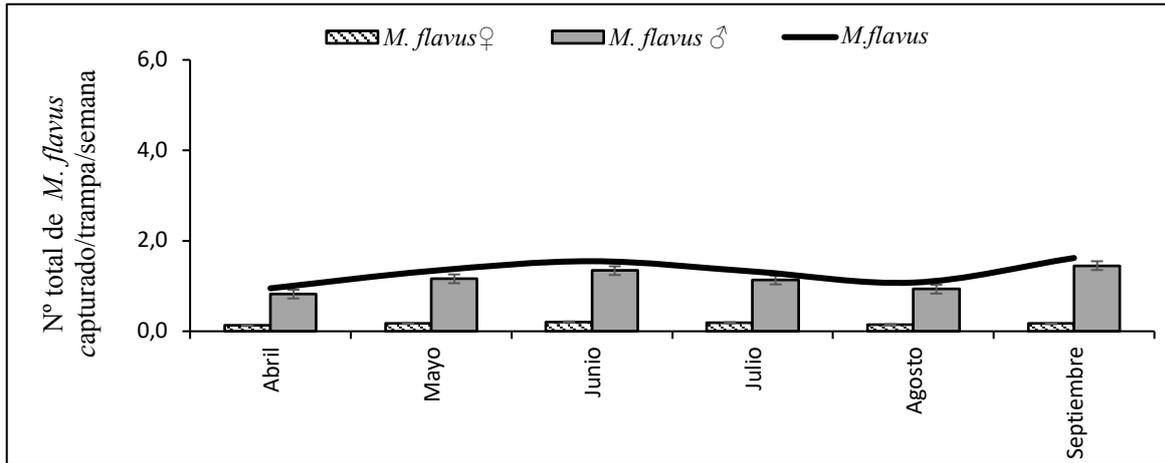


Figura 6: Evolución estacional de la especie *M. flavus* y su proporción por sexos para el año 2015.

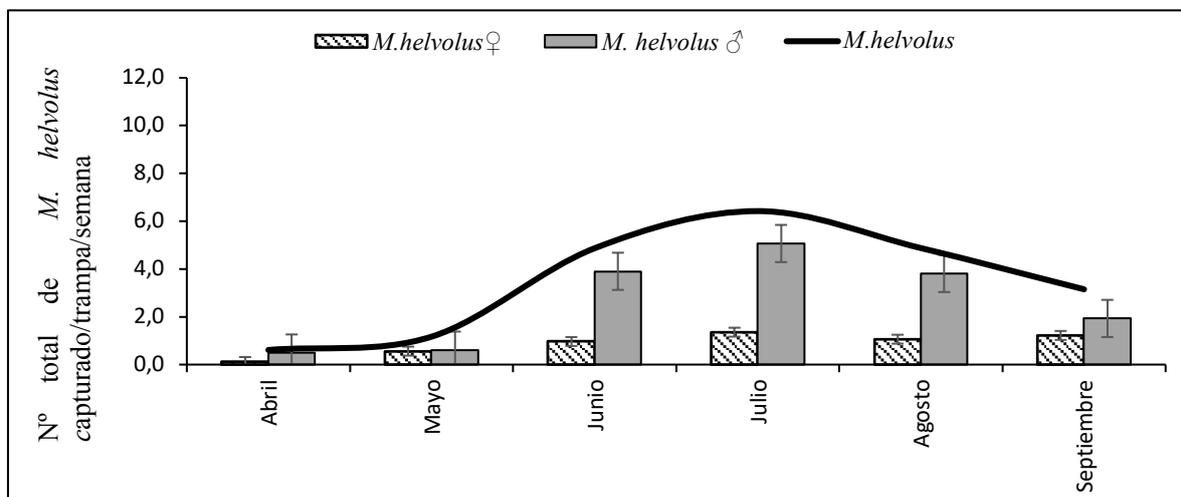


Figura 7: Evolución estacional de la especie *M. helvolus* y su proporción por sexos para el año 2015.

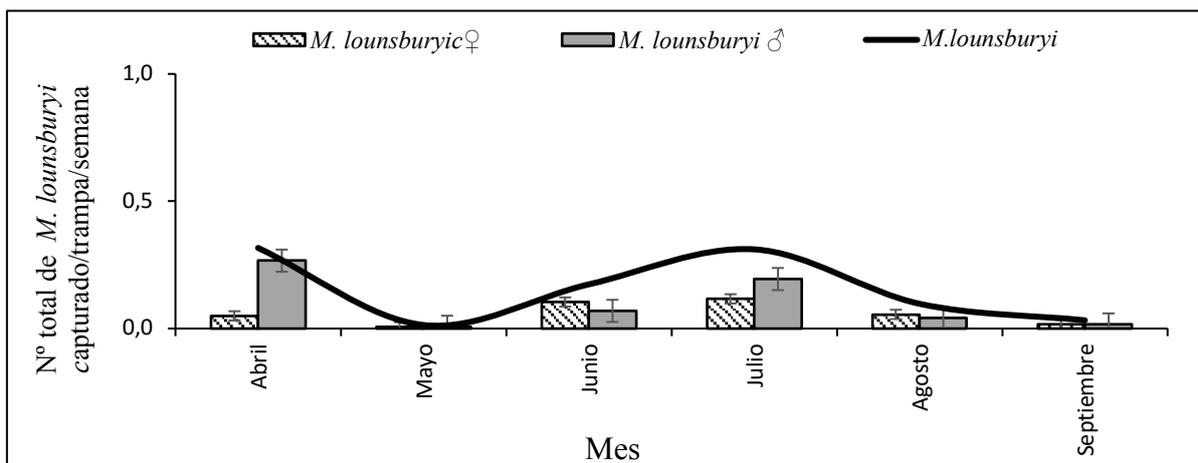


Figura 8: Evolución estacional de la especie *M. lounsburyi* y su proporción por sexos para el año 2015.

A continuación, se muestra una separación de los datos generales para el año 2015, presentándose en dos zonas diferenciadas. Por un lado, las figuras 9, 10 y 11, muestran la distribución estacional de las especies pertenecientes al género *Metaphycus* en la Comunidad Valenciana, mientras que, las figuras 12, 13 y 14, muestran la distribución estacional respecto a las zonas de Murcia, Almería y Portugal.

En la Figura 9, se puede apreciar la tendencia seguida por *M. flavus* en la Comunidad Valenciana, que aumentó paulatinamente conforme avanzaron los meses de estudio y que alcanzó el máximo de capturas, en los meses de junio, julio y agosto. Una vez rebasó agosto, la tendencia comenzó a decrecer. En cuanto al promedio de captura mensual, fue similar respecto de las figuras generales.

En la proporción de sexos, se pudo observar de nuevo, una clara diferenciación entre machos y hembras. Las hembras empezaron a aumentar conforme alcanzó mayo y fue aumentando de forma gradual, alcanzando el máximo en los meses de julio y agosto. Respecto a la captura de machos, de igual modo que en las hembras, fue creciendo conforme avanzaron los meses, alcanzando su máximo en verano y decreció conforme se entró en septiembre.

La Figura 10, muestra la evolución estacional de *M. helvolus* dentro de la Comunidad Valenciana, tal y como se pudo apreciar, desarrolló una tendencia similar, tanto como especie como en la proporción de sexos, respecto al gráfico total, no obstante, los niveles en el promedio de capturas mensuales fueron mayores que respecto al gráfico general por zonas.

La Figura 11, muestra la evolución estacional de *M. Lounsburyi* dentro de la Comunidad Valenciana. Como se puede apreciar, desarrolló una tendencia similar, tanto como especie como en proporción por sexo, respecto al gráfico total.

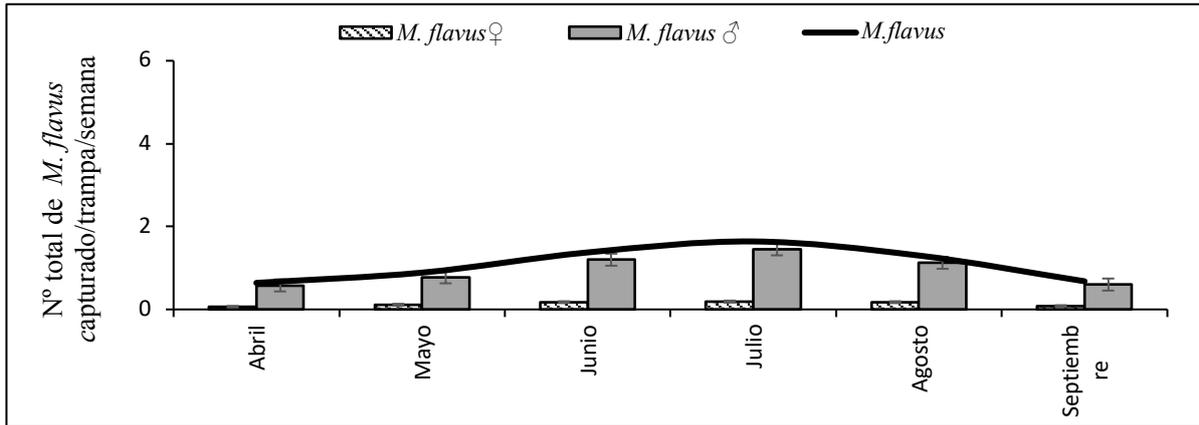


Figura 9: Evolución estacional de la especie *M. flavus* y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2015.

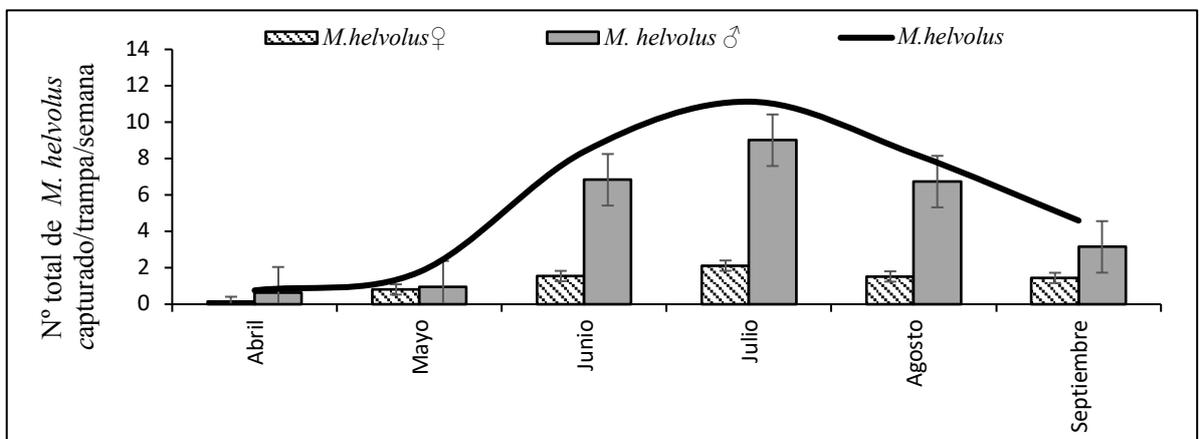


Figura 10: Evolución estacional de la especie *M. helvolus* y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2015.

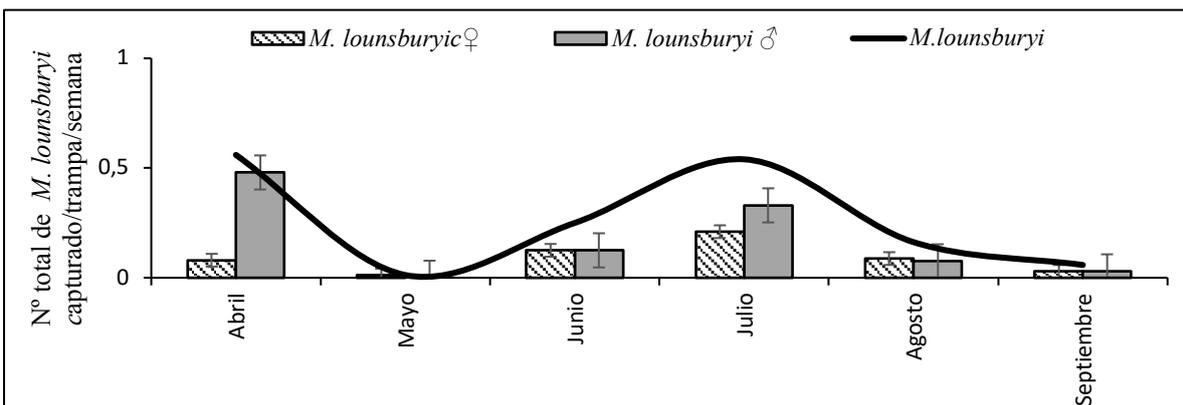


Figura 11: Evolución estacional de la especie *M. lounsburyi* y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2015.

La Figura 12, muestra la evolución estacional de la especie de *M. flavus* en las zonas de Murcia, Almería y Portugal. La tendencia no fue del todo similar respecto al gráfico general. La especie, presentó niveles altos de captura en abril, pudiéndose ver un ligero incremento en los meses de mayo y junio. En los meses de julio y agosto, a diferencia que, en los casos anteriores, la tendencia decreció, alcanzando sus niveles más bajo en el promedio de captura. Por último, en el mes de septiembre se alcanzó los valores máximos de captura.

La proporción de sexos, de igual modo, hubo una clara diferencia entre machos y hembras. No obstante, se observa que los niveles de hembras se mantuvieron constantes durante todos los meses de estudio y en proporciones más altas que en el caso anterior. Respecto a la proporción de machos, se mantuvo constante los tres primeros meses, experimentando una caída muy marcada en las capturas, en los meses de julio y agosto, experimentando posteriormente un incremento en el mes de septiembre.

La Figura 13, muestra la evolución estacional de la especie de *M. helvolus* en las zonas de Murcia, Almería y Portugal. Se observó, una diferencia en la evolución estacional y en el número de individuos capturados, siendo inferior respecto a la Comunidad Valenciana. El promedio de capturas mensual, se mantuvo constante al mismo nivel, durante los tres primeros meses de estudio. A partir del mes de junio, se produjo un aumento en la tendencia, alcanzando el nivel máximo en el mes de septiembre.

La proporción de sexos, varió respecto a los datos representados en la Figura 10 (Comunidad valenciana), pudiéndose observar niveles parejos entre machos y hembras, e incluso, pudiéndose apreciar, que conforme fue aumentando las poblaciones de *M. helvolus* en los meses de estudio, las hembras resultaron ser la proporción de sexo dominante.

La Figura 14, muestra la evolución estacional de la especie de *M. lounsburyi* en las zonas de Murcia, Almería y Portugal. El promedio de capturas mensual de dicha especie, fue prácticamente mínimo.

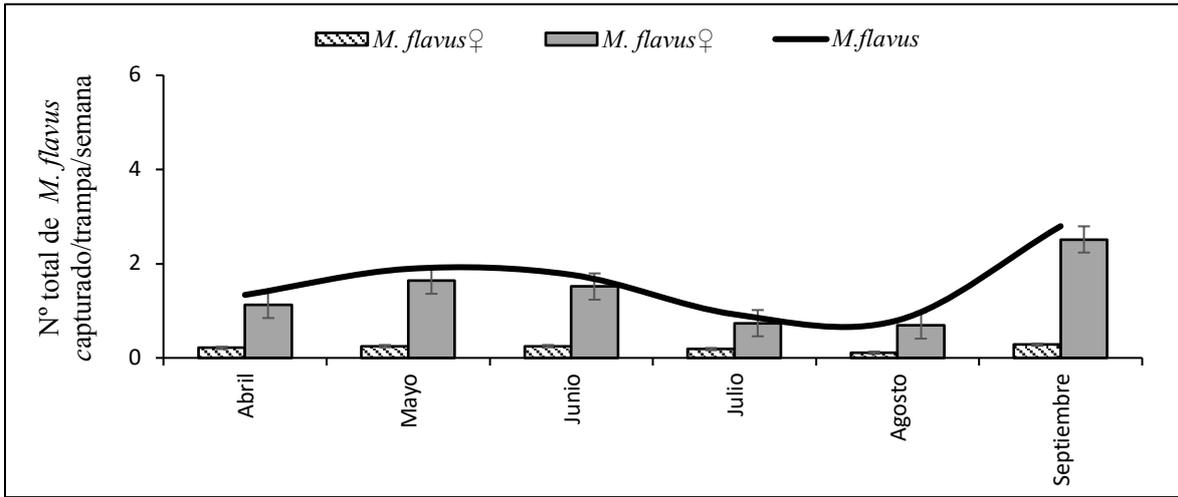


Figura 12: Evolución estacional de la especie *M. flavus* y su proporción por sexos para Murcia-Almería-Portugal en el año 2015.

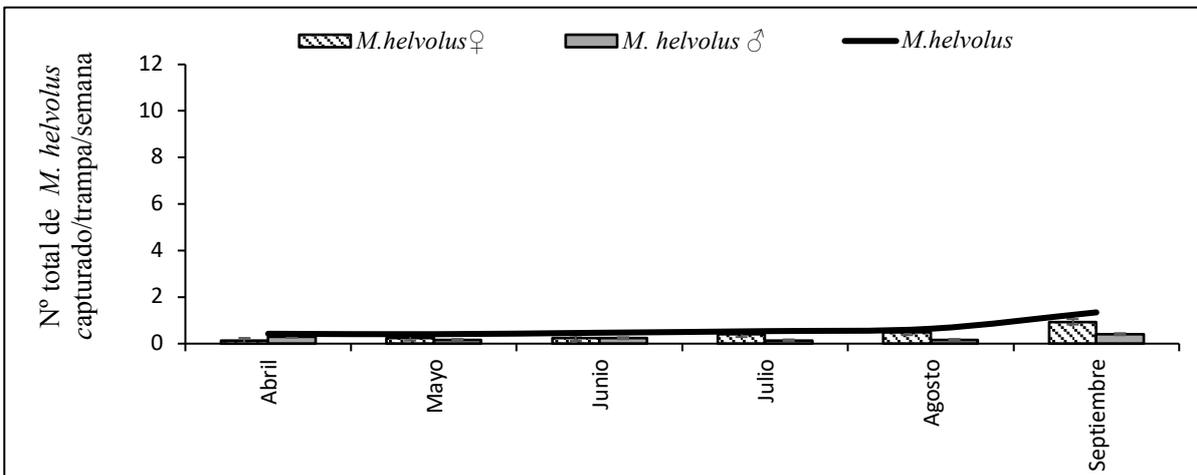


Figura 13: Evolución estacional de la especie *M. helvolus* y su proporción por sexos para Murcia-Almería-Portugal en el año 2015.

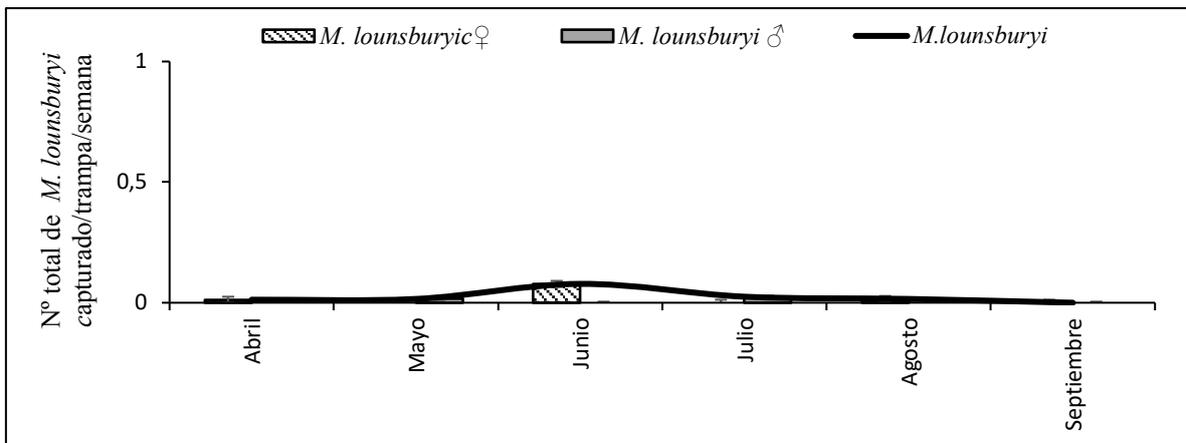


Figura 14: Evolución estacional de la especie *M. lounsburyi* y su proporción por sexos para Murcia-Almería-Portugal en el año 2015.

### 3.2. Distribución estacional de las especies pertenecientes al género *Metaphycus* para el año 2016

La distribución estacional de las especies pertenecientes al género *Metaphycus* dentro de la Comunidad Valenciana para el año 2016, quedan reflejadas en las Figuras 15, 16 y 17 donde se muestra el promedio de capturas mensuales por trampa y semana, distinguiéndose, entre especie y sexo.

En la Figura 15, se muestra una tendencia similar en la evolución estacional de *M. flavus* respecto al 2015, no obstante, se pudo apreciar un aumento en el número de capturas respecto al año anterior. Los niveles máximos de captura, se dieron a partir del mes de mayo, donde se produjo un incremento en la tendencia, alcanzando a diferencia del año anterior, su máximo en el mes de agosto. A partir de ahí, la tendencia tendió a decrecer conforme nos adentramos en el mes de septiembre.

Las proporciones de sexos fueron parejas respecto al año 2015, pudiéndose apreciar de nuevo una clara desproporción entre machos y hembras. El número de capturas de hembras fue máximo durante los meses de junio, julio y agosto, alcanzando los niveles más bajos en los meses de abril, mayo y septiembre, de igual manera ocurrió en el caso de los machos.

La Figura 16, muestra la evolución estacional de *M. helvolus* en la Comunidad Valenciana para el año 2016. Se apreció un cambio de tendencia respecto al año 2015. De igual modo, los niveles más bajos de captura se dieron en los meses de abril y mayo, con la salvedad de que, en 2016, se prolongó hasta el mes de junio. A partir de ahí, se produjo un aumento en el número de capturas, alcanzando los niveles máximos entre los meses de agosto y septiembre.

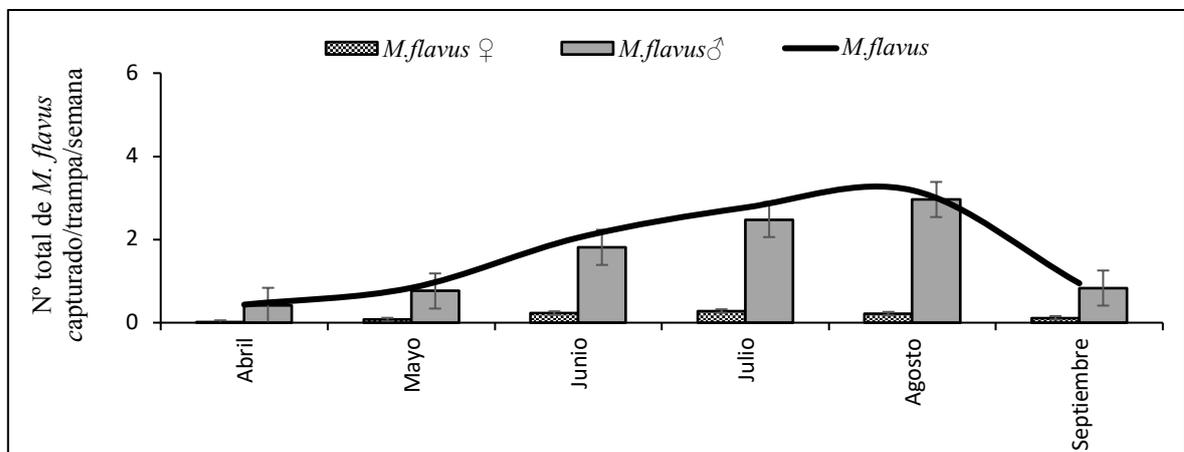
De igual modo, las proporciones de sexos fueron parejas respecto al año 2015, pudiéndose apreciar de nuevo una clara desproporción entre machos y hembras. La proporción de hembras, fue mínima entre los meses de abril a junio, mientras que el máximo valor, se obtuvo entre los meses de julio a septiembre. Por otro lado, la proporción de machos, alcanzó sus valores mínimos entre los meses de abril a junio, y esta creció de manera gradual hasta alcanzar el mes de septiembre.

La Figura 17, muestra el promedio de captura mensual por trampa y semana de *M. lounsburyi* para la Comunidad Valenciana en el año 2016. La tendencia fue similar

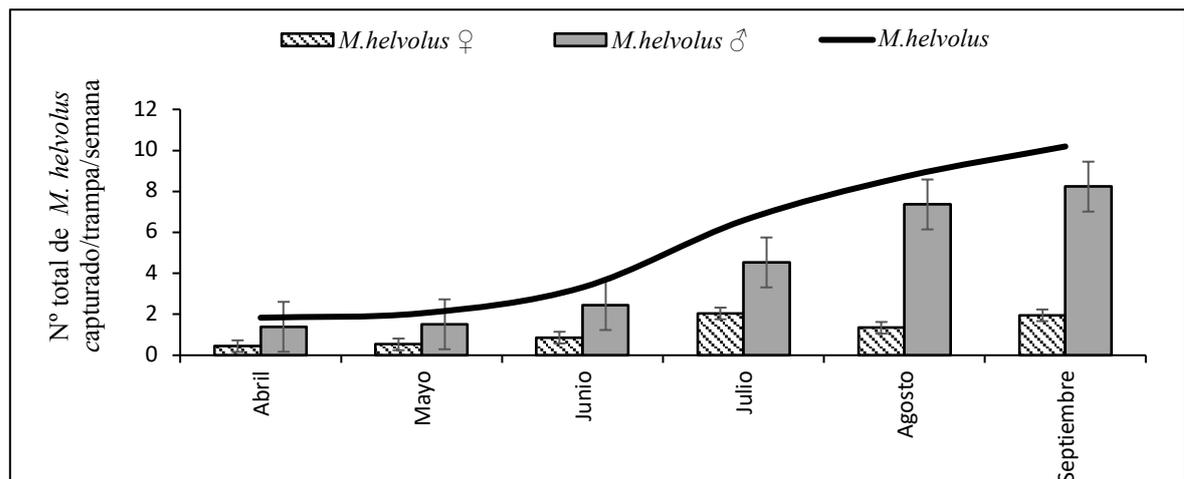
respecto al 2015, alcanzando el máximo valor entre los meses de junio y julio, y prolongándose los valores elevados hasta agosto. A partir de aquí los valores decrecieron.

Las capturas mínimas se dieron entre los meses de abril y mayo. Por otro lado, se pudo apreciar un mayor número de capturas respecto al año anterior.

La proporción de sexos, por lo general siguió una tendencia similar respecto al 2015, viéndose pocas diferencias entre machos y hembras. No obstante, se observó en los meses de junio y julio, una ligera superioridad en la proporción de hembras que, de machos, mientras que, en el mes de agosto y septiembre, se produjo el caso contrario, observando un mayor número de captura de machos que de hembras.



**Figura 15:** Evolución estacional de la especie *M. flavus* y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2016.



**Figura 16:** Evolución estacional de la especie *M. helvolutus* y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2016.

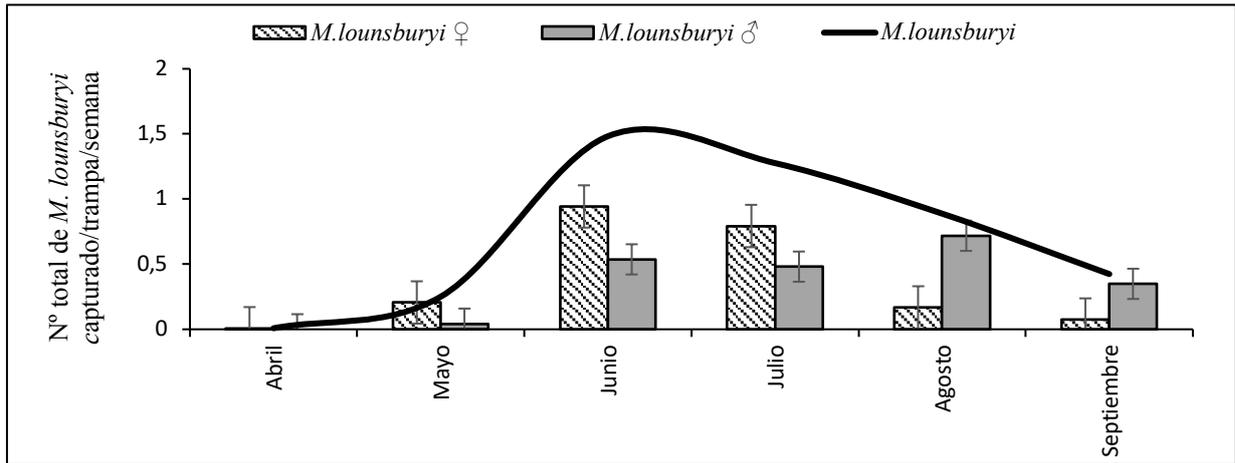


Figura 17: Evolución estacional de la especie *M. lounsburyi* y su proporción por sexos para la Comunidad Valenciana en el año 2016.

### 3.3. Distribución estacional por especies y sexo pertenecientes al género *Metaphycus* para los años 2015 y 2016

La evolución estacional de machos, se observa, fundamentalmente en el periodo de junio a mediados de agosto, observándose otro máximo a mediados de septiembre. Sin embargo, las hembras presentan un máximo en la segunda quincena de agosto. La Figura 19, muestra la evolución estacional por sexo de la especie *M. flavus*, agrupando la información de los años 2015-2016.

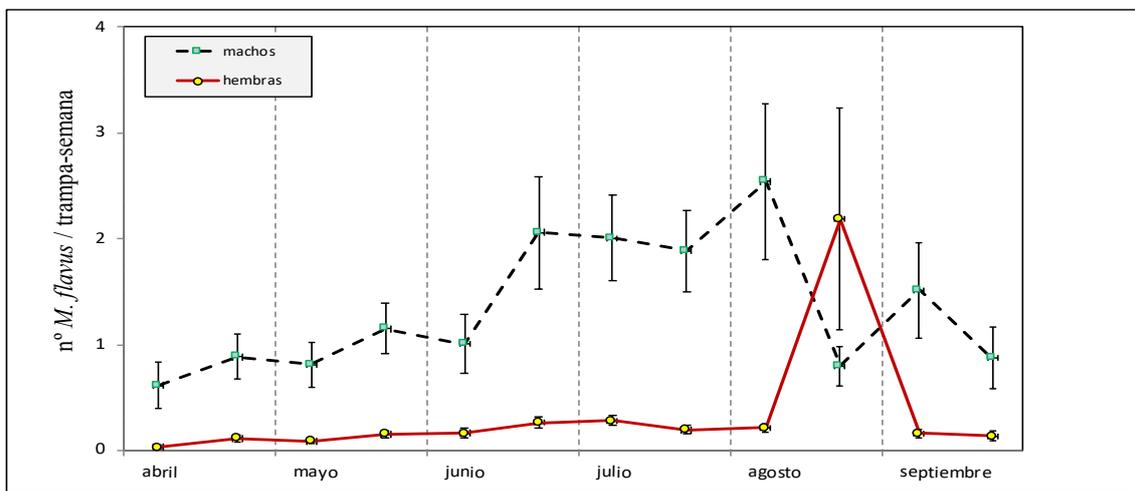
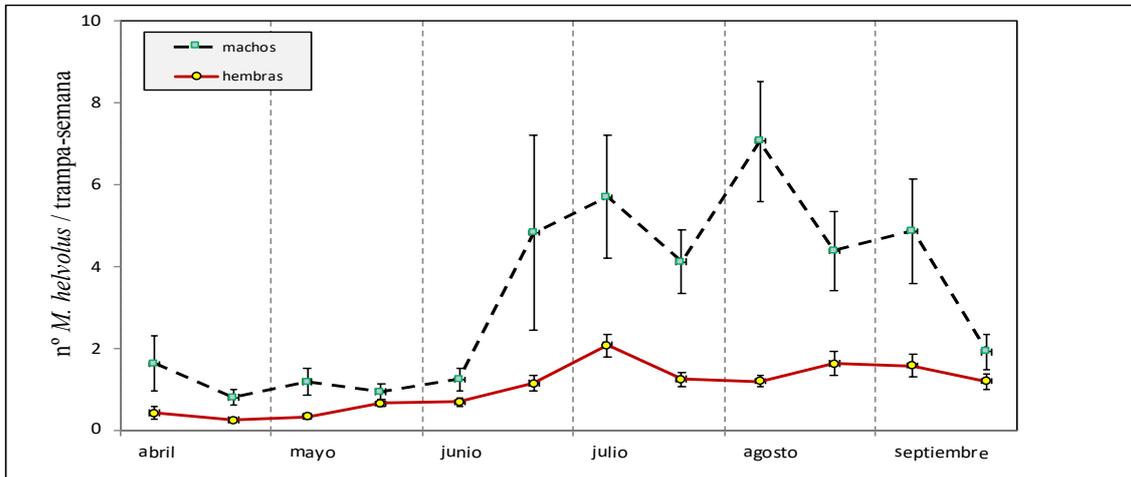


Figura 19: Evolución estacional por sexos para la especie *M. flavus* en los años 2015-2016.

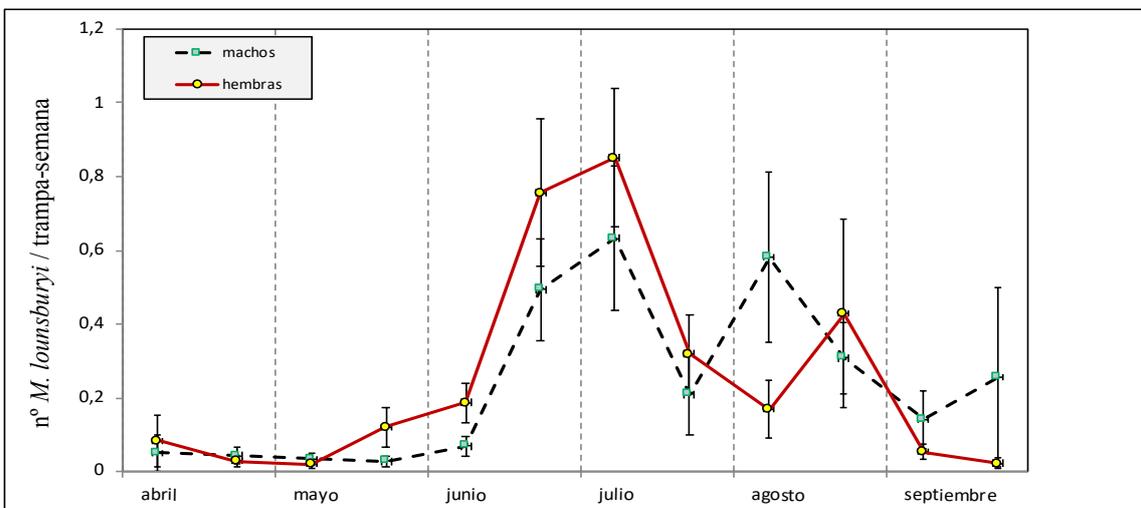
La proporción de machos como en hembras, en los meses de abril y mayo, presentaron los niveles más bajos de captura, siendo superiores las proporciones de machos durante todo el periodo de estudio. En junio se observa un cambio de tendencia en ambos sexos. Se aprecia un incremento de machos de *M. helvolus*, mientras que, en

hembras, el crecimiento es más suavizado. La mayor abundancia de machos se observa entre el periodo de julio a septiembre. En hembras, se observa la misma tendencia, con ligeras diferencias en el máximo de agosto. La Figura 18, muestra la evolución estacional por sexo de la especie *M. helvolus*, agrupando la información de los años 2015-2016.



**Figura 18:** Evolución estacional por sexos para la especie *M. helvolus* en los años 2015-2016. Barras verticales indican la desviación estándar.

Los machos presentaron tres máximos poblacionales, siendo el primero entre la segunda quincena de junio y primera de julio, la segunda a mediados de agosto, y la tercera en otoño. Las hembras, presentan dos máximos poblacionales, el primero idéntico al macho, mientras que el segundo, en la segunda quincena de agosto. El Figura 20, muestra la evolución estacional por sexo de la especie *M. lounsburyi*, agrupando la información de los años 2015-2016.



**Figura 20:** Evolución estacional por sexos para la especie *M. lounsburyi* en los años 2015-2016.

#### 4. Comparación en abundancia de las especies de *Metaphycus*

##### 4.1. Abundancia de las especies de *Metaphycus* y su distribución de sexos

La especie más abundante ha sido *M. helvolus*, de promedio 210 individuos por parcela, siendo significativamente superior al resto de especies de *Metaphycus*. A continuación, *M. flavus* representa la segunda especie de mayor abundancia, con un valor medio de 83 ejemplares por parcela, y, por último, *M. lounsburyi*, con un valor medio de captura por parcela de 25. La Figura 21, muestra el promedio de capturas totales de los años 2015-2016 para cada especie, mostrando el valor medio y su error estándar.

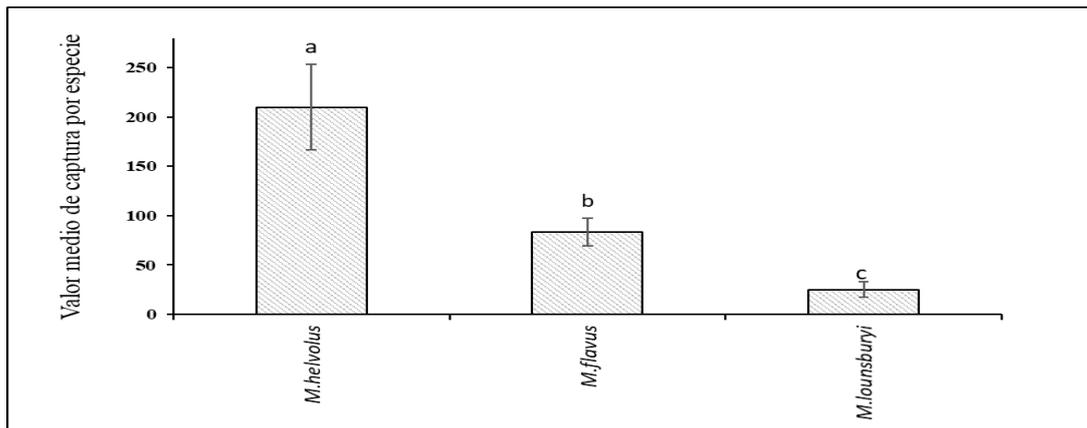
La pauta en el orden de abundancia suele mantenerse en cada parcela, siendo, por tanto, *M. helvolus* la especie más abundante en el 76 % de las parcelas, mientras que, *M. flavus* lo fue en el 21 % y *M. lounsburyi* en el 3 %.

La Figura 22, muestra el porcentaje de parcelas colonizadas por especie y sexo. Como se puede observar, *M. helvolus* y *M. flavus*, se encontraron presentes en el 100 % de las parcelas estudiadas, mientras que *M. lounsburyi* se encontró presente aproximadamente en el 80 % de las parcelas.

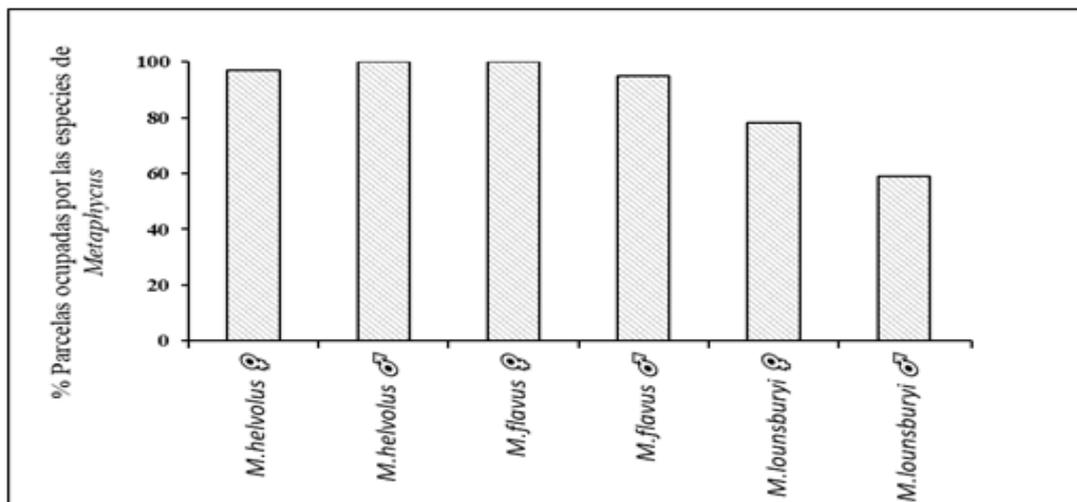
Soler et al., 2015 y Tena, A., 2007 indican a *M. flavus* como la especie más abundante, seguida de *M. helvolus* (Soler et al., 2015).

Otros trabajos, también mencionan un posible desplazamiento de la especie autóctona *M. flavus* por parte de *M. helvolus*. Esta especie fue introducida para el control de *Saissetia oleae* en Europa y Estados Unidos. En Creta (Grecia), se documentó el desplazamiento del parasitoide nativo *M. flavus*, por parte de *M. helvolus* (Argyriou y Michelakis 1975). En España, *M. helvolus* fue introducido en el año 1976 (Carrero 1981), y hasta la fecha, trabajos realizados con anterioridad no han mostrado posibles desplazamientos (Tena., 2007).

Como se puede observar, resultados de trabajos anteriores, no coinciden con los mostrados en el presente proyecto en gran parte de las zonas estudiadas.



**Figura 21:** Promedio de capturas totales de las especies de *Metaphycus* estudiadas en el proyecto para los años 2015-2016. Las barras verticales indican el error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas con  $p < 0.05$  mediante la prueba de comparación de medias LSD Fisher (95 %).

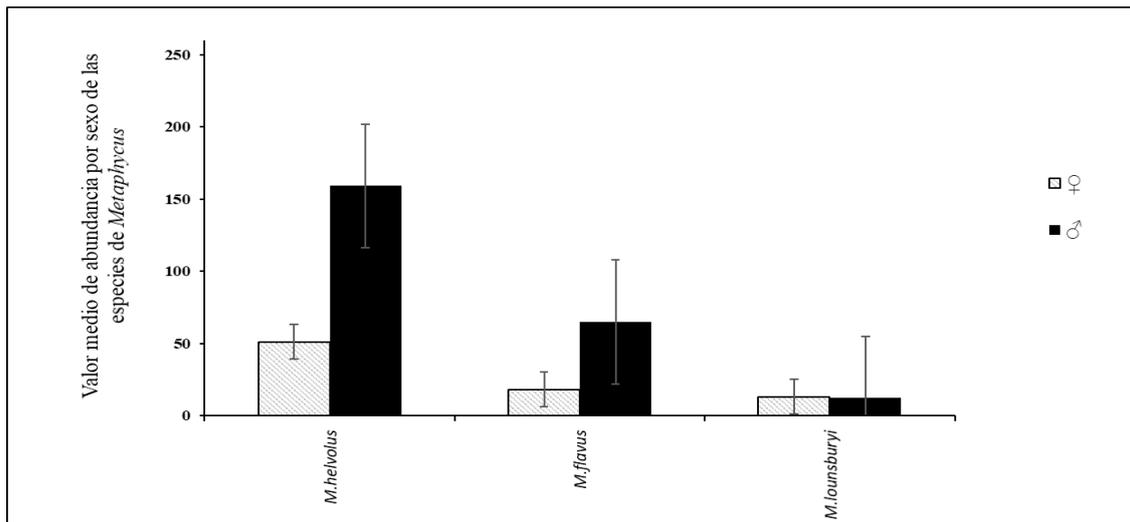


**Figura 22:** Porcentaje de ocupación de las parcelas estudiadas por las especies y sexo de *Metaphycus* para los años 2015-2016.

#### 4.2. Comparación en la abundancia en la proporción de sexos para las especies *M. helvolus*, *M. flavus* y *M. lounsburyi*

La proporción de machos de *M. helvolus* y *M. flavus*, fueron representativamente superiores a la proporción de hembras. En ambos casos, el porcentaje de hembras globales fue bajo, representando para el primero el 24 % del total, mientras que el segundo representaba el 22 % del porcentaje total.

En *M. lounsburyi* no se encontraron diferencias representativas entre sexos, siendo el porcentaje de hembras globales más equilibrado, con un valor del 53 % de hembras respecto del total de la especie. La Figura 23, muestra el promedio de abundancia total por sexo para cada especie de *Metaphycus* de los años 2015-2016.



**Figura 23:** Promedio de la abundancia por sexo de las especies de *Metaphycus* para los años 2015-2016. Las barras verticales corresponden al error estándar.

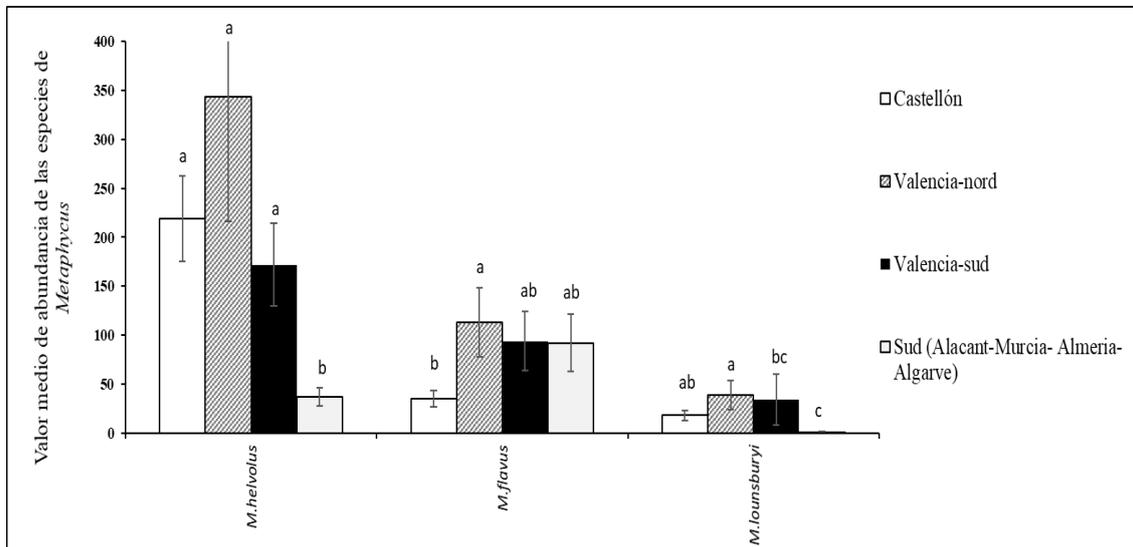
#### 4.3. Distribución geográfica de las especies *M. helvolus*, *M. flavus* y *M. lounsburyi*

La abundancia de *M. helvolus*, se congrega principalmente en el norte y centro de la Comunidad Valenciana (provincia de Castellón y Valencia), siendo representadas en la figura por las zonas de Castellón, Valencia nord y Valencia sud. Son precisamente dichas zonas, las que mayores valores presentan, pudiéndose apreciar, que no existen diferencias significativas entre estas. No obstante, a nivel visual, la zona Valencia nord es la que mayor abundancia de *M. helvolus* se observa. Sin embargo, el resto de la Comunidad Valenciana (Provincia de Alicante), Región de Murcia, Almería y Algarve (Portugal), presentan valores significativamente inferiores a las zonas mencionadas con anterioridad, obteniéndose los niveles más bajos de abundancia del parasitoide.

Por el contrario, *M. flavus* es más abundante en el centro y sur de la Comunidad Valenciana, Región de Murcia, Almería y Algarve (Portugal). Observándose la mayor abundancia de la especie, en las zonas de Valencia norte, Valencia sud y Sur, y una menor presencia en la zona de Castellón. La zona de estudio Valencia nord presenta diferencias significativas con la provincia de Castellón.

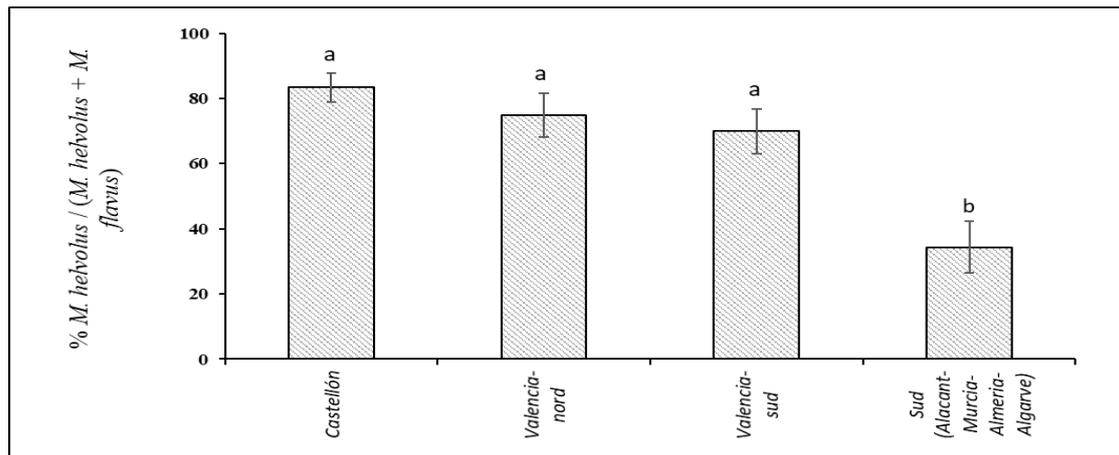
La abundancia de *M. lounsburyi*, se concentra principalmente en el norte y centro de la Comunidad Valenciana, especialmente en la zona Valencia nord, donde se obtienen, los mayores valores medios de lectura. Por el contrario, el sur de la provincia de Valencia, Región de Murcia, Almería y Algarve, se obtienen los valores más bajos en abundancia de la especie, siendo significativamente inferiores a la zona de Castellón y a la zona central de la Comunidad Valenciana.

La Figura 24, muestra la abundancia media de las tres especies de *Metaphycus* estudiadas para cada zona. Para la interpretación de los cálculos estadísticos, se agruparon las zonas en cuatro zonas representativas, Castellón, Valencia sur, Valencia Norte y Sur (Alicante, Murcia, Almería y Algarve).



**Figura 24:** Valor medio de individuos en trampas cromática totales por zonas de las especies *Metaphycus* para el periodo experimental 2015-2016. Las barras verticales corresponden al error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas con  $p < 0.05$  mediante la prueba de comparación de medias LSD Fisher (95 %).

Apoyándonos en la Figura 25, donde se muestra la abundancia relativa de *M. helvolus* respecto al complejo *M. helvolus* + *M. flavus* por zona para ambos años de estudio. Se observa que *M. helvolus*, es la especie más abundante, aproximadamente en el 80 y 86 % de las parcelas pertenecientes a las zonas entre Castellón, Valencia nord y Valencia sud, donde no se muestra diferencias significativas en abundancia relativa entre estas, corroborándose así, lo mencionado con anterioridad. Por otro lado, La zona Sud, donde se agrupan las zonas de Alicante, Murcia, Almería y Algarve, si presentan valores significativamente inferiores respecto de la zona norte y centro de la Comunidad Valenciana, viéndose que la especie *M. helvolus*, es únicamente superior en abundancia relativa en el 35 % de las parcelas estudiadas, correspondiéndose el 65 % restante a la especie *M. flavus* como la especie más abundante.



**Figura 25:** Abundancia relativa de *M. helvolus* respecto al conjunto *M. helvolus* + *M. flavus* por zona para los años 2015-2016. Las barras verticales corresponden al error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas con  $p < 0.05$  mediante la prueba de comparación de medias LSD Fisher (95 %).

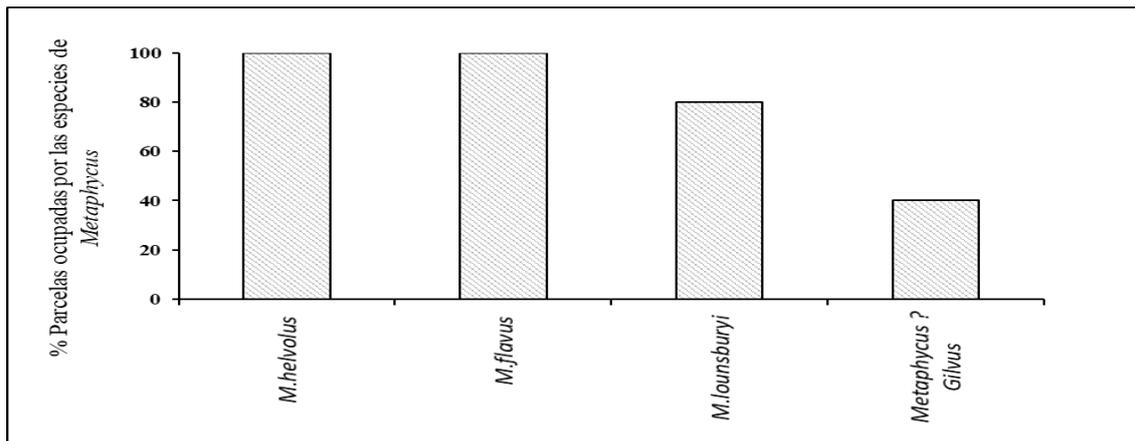
#### 4.4. Identificación de una nueva especie de *Metaphycus* en el Continente Europeo

Durante el proceso de identificación de las tres especies de *Metaphycus* mencionadas con anterioridad, se observó la presencia de una especie que presentaba diferencias anatómicas diferentes a las especies de *Metaphycus* descritas. Para su adecuada confirmación, el Dr. José María Soler colectó cinco machos y una hembra, reportándolos al entomólogo John Noyes del Museo Natural de Historia (Londres). Se empleó el mismo procedimiento de extracción que el mencionado en Material y Métodos.

Los resultados de la identificación indicaron que se trata de la especie *Metaphycus? gilvus* Compere [Hemíptera: Encyrtidae].

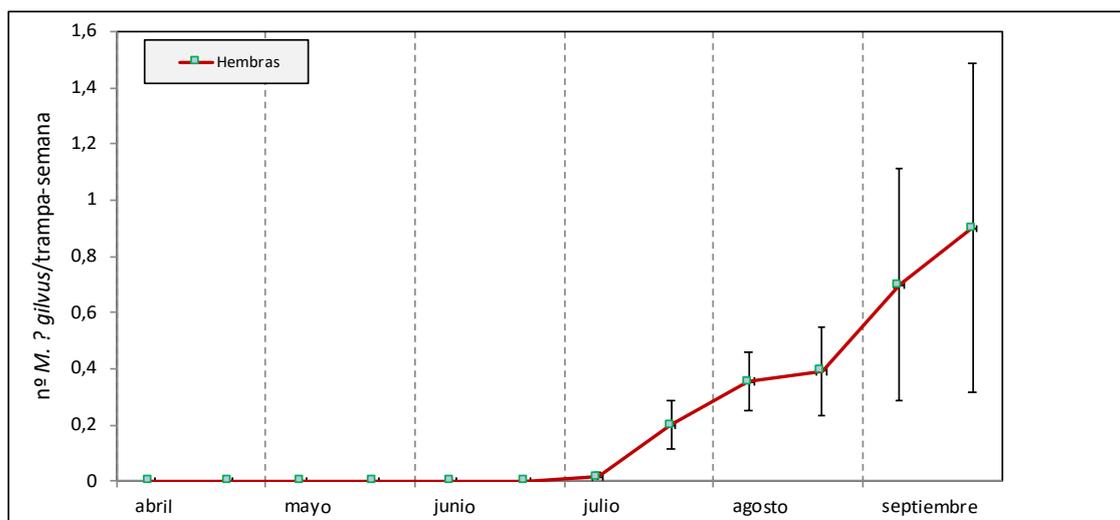
Algunas diferencias anatómicas, son: **Antena:** 6 flagelómelos oscuros y en orden creciente en cuanto a longitud y anchura, presentando forma subcuadrada. Maza trisegmentada, mostrando en las últimas divisiones zonas de mayor claridad que en la zona basal. Escapo ensanchado y largo, de base negra y ápex transparente. Pedicelo corto y oscuro. **Cuerpo:** no metálico. Axilas prominentes. Propodeo negro. Escutelo amarillo con zona terminal ennegrecido. Metanoto negro. **Patas:** Color amarillo-Transparente. Longitud aproximada del adulto 0,7 mm, similar al resto de *Metaphycus* observados en el presente proyecto. Se incluyen fotografías de la especie *M.? gilvus* en la figura 28,29 y 30 incluidas en Anejos.

*Metaphycus? gilvus*, se localizó en el 40% de las parcelas estudiadas. Se observó únicamente distribuido en la zona central y sur de la Comunidad Valenciana, con una aparición muy baja en la zona Sur de Castellón. La zona de L’Horta nord, presentó los mayores valores en abundancia del parasitoide. El número total de ejemplares capturados fue de 151 individuos. La Figura 26, muestra el porcentaje de ocupación de las parcelas estudiadas para las cuatro especies de *Metaphycus* para ambos años de estudio.



**Figura 26:** Porcentaje de ocupación de las parcelas estudiadas por las cuatro especies de *Metaphycus* para los años 2015-2016.

En cuanto a su evolución estacional, durante los meses de abril a junio, fue inexistente su captura, apareciendo por vez primera en el mes de julio. A partir de ahí, fue creciendo de manera gradual. La Figura 27, muestra el promedio de captura mensual por trampa y semana de *M.? gilvus* para la Comunidad Valenciana en el año 2016.



**Figura 27:** Evolución estacional de hembras para la especie *Metaphycus? gilvus* en el año 2016.

**CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

### 1. Cuantificación del número total de las tres especies de *Metaphycus* colectadas dentro del área de estudio.

Se han capturado un total de 11.792 ejemplares de *Metaphycus* en el periodo experimental 2015-2016

*Metaphycus helvolus*, fue la especie más abundante con un total de capturas de 7.995 individuos, representando el 67.8 % respecto del total. *M. flavus* es la segunda especie en abundancia, con un total de capturas de 2.802 individuos, representando el 23.7 % del total. Por último, *M. lounsburyi* es la especie de menor abundancia, colectando 273 individuos y representando un 2.31 % de las capturas totales.

### 2. Cuantificación de la proporción de hembras y machos para cada especie de *Metaphycus*.

Las especies de *M. helvolus* y *M. flavus*, presentan diferencias muy marcadas en su proporción de sexos, predominando machos respecto a hembras. *M. helvolus* presentó la proporción: 76 % machos (♂) y 24 % de hembras (♀) mientras que en *M. flavus*: 78 % machos (♂) y 22 % de hembras (♀). *M. Lounsburyi*, no presentó diferencias entre sexos, encontrándose más repartida dicha proporción, representando las hembras (♀) un 53 % respecto del total y un 47 % de machos (♂).

### 3. Distribución geográfica de las tres especies de *Metaphycus*

La abundancia absoluta de las tres especies de *Metaphycus*, varía en función de la localización geográfica.

*M. helvolus*, se congrega de manera significativa, principalmente en el norte y centro de la Comunidad Valenciana (provincia de Castellón y Valencia). El resto de la Comunidad Valenciana (Provincia de Alicante), Región de Murcia, Almería y Algarve (Portugal), presentan valores significativamente inferiores a las zonas mencionadas con anterioridad.

*Metaphycus flavus* es más abundante en el centro y sur de la Comunidad Valenciana, Región de Murcia, Almería y Algarve (Portugal).

La abundancia de *M. lounsburyi*, se concentra principalmente en el norte y centro de la Comunidad Valenciana, especialmente en la zona Valencia nord.

En términos relativos, *M. helvolus*, es la especie predominante en el 80 y 86 % de las parcelas pertenecientes a las zonas entre Castellón, Valencia nord y Valencia sud. Por otro lado, La zona Sud, donde se agrupan las zonas de Alicante, Murcia, Almería y Algarve. *M. helvolus*, es únicamente superior en abundancia relativa en el 35% de las parcelas estudiadas, correspondiéndose el 65% restante a la especie *M. flavus* como la especie más abundante.

#### **4. Distribución estacional de las tres especies de *Metaphycus* por sexos.**

*Metaphycus helvolus* se encuentra presente durante todo el periodo de estudio, presentando los mayores niveles de abundancia entre los meses de junio a septiembre. Los niveles más bajos de captura se dieron en los meses de abril y mayo.

La especie *M. flavus*, se encuentra presente durante todo el periodo de estudio. La evolución estacional de machos, se observa, fundamentalmente en el periodo de junio a mediados de agosto, observándose otro máximo a mediados de septiembre. Sin embargo, las hembras presentan un máximo en la segunda quincena de agosto.

*M. lounsburyi*, presenta niveles muy bajos o nulos en abundancia entre los meses de abril y mayo, aumentando su presencia conforme se alcanza el mes de junio. Su máximo poblacional, tiene lugar entre la segunda quincena de junio a la primera de julio

#### **5. Identificación de una nueva especie de *Metaphycus* en el Continente Europeo.**

Los resultados de la identificación indicaron que se trata de la especie *Metaphycus? gilvus* Compere [Hemíptera: Encyrtidae].

*Metaphycus? gilvus*, se localizó en el 40% de las parcelas estudiadas. Se observó únicamente distribuido en la zona central y sur de la Comunidad Valenciana, con una aparición muy baja en la zona Sur de Castellón. La zona de L'Horta nord, presentó los mayores valores en abundancia del parasitoide. El número total de ejemplares capturados fue de 151 individuos.

En cuanto a su evolución estacional, durante los meses de abril a junio, fue inexistente su captura, apareciendo por vez primera en el mes de julio. A partir de ahí, fue creciendo de manera gradual hasta septiembre.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ALONSO, D., 2003.** La mosca de la fruta *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) en parcelas de cítricos: Evolución estacional, distribución espacial y posibilidad de control mediante trampeo masivo. Valencia: Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Universitat Politècnica de València. 187 pp.
- BADGLEY, M.** Natural History Museum. [En línea] Available at: <http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database/browseMedia.dsm?initial=M&beginIndex=20&> [Último acceso: junio 2018].
- BAYER., 2018.** BAYER CROPSCIENCE. [En línea] Available at: [www.CropScience.bayer.es](http://www.CropScience.bayer.es) [Último acceso: julio 2018].
- BELTRÀ, A.; SOTO, A. Y TENA, A., 2010.** Parasitoid community of *Protopulvinaria pyriformis* (Hemiptera: Coccidae) on laurel: Influence of host size, seasonal trend and aggregation on its main parasitoid. *Biological Control*. 58: 36-43.
- COPLAND, M.** Natural History Museum. [En línea] Available at: <http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database/browseMedia.dsm?initial=M&beginIndex=20&> [Último acceso: junio 2018].
- DAVIS, R Y RICHARDS, O., 1984.** Tratado de entomología Imms. Clasificación y Biología. Omega.
- FAOSTAT, 2016.** Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea] Available at: <http://www.fao.org/home/es/> [Último acceso: junio 2018].
- GARCÍA-MARÍ, F., 1993.** Tres Caparretas Blancas que pueden causar daños en cítricos: *Ceroplastes sinensis*, *C. rusci* y *C. floridensis*. ResearchGate.
- GARCÍA-MARÍ, F Y TENA, A., 2008.** Suitability of citricola scale *Coccus pseudomagnoliarum* (Hemiptera: Coccidae) as host of *Metaphycus helvolus* (Hymenoptera: Encyrtidae): Influence of host size and encapsulation. *Biological Control*. 46: 341-347.
- GARCÍA-MARÍ, F., 2012.** Plagas de los Cítricos. Gestión Integrada en Países de Clima Mediterráneo. Phytoma-España, S.L.
- GUAITA, R., 2013.** Control biològic per conservació en cítrics ecològics: Influència de les barssides i cobertes a l'entomofauna auxiliar. Valencia: Trabajo final de carrera. Universitat Politècnica de València. 98 pp.
- HENDRICKSON, JR. R.M.** Natural History Museum. [En línea] Available at: <http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database/browseMedia.dsm?initial=M&beginIndex=20&> [Último acceso: junio 2018].
- IVIA., 2018.** Gestión Integrada de Plagas y Enfermedades en Cítricos. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Generalitat Valenciana. [En línea] Available at: <http://gipcitricos.ivia.es> [Último acceso: junio 2018].
- KAPRANAS, A. Y TENA, A., 2015.** Encyrtid Parasitoids of Soft Scale Insects: Biology, Behavior, and Their Use in Biological Control. *Annual Reviews Further*. 60:195-211.
- LABORDA, R., 2012.** Comparación de la abundancia y biodiversidad de artrópodos auxiliares entre parcelas de cultivo ecológico y convencional, en plantaciones de cítricos, caquis y nectarina. Valencia: Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Universitat Politècnica de València. 174 pp.
- LIMÓN, F.; MELIÀ, A. Y BLASCO, P., 1976.** Estudio de la distribución, nivel de ataque, parásitos y depredadores de las cochinillas lecnánidas (*Saissetia oleae* Bern y *Ceroplastes sinensis* Del Guercio) en los cítricos de la provincia de Castellón. *Boletín de servicio de plagas*. 2:263-276.

- MAPAMA, 2017.** Estadísticas Agrarias. Superficies y Producciones Anuales de Cultivo. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. [En línea] Available at: <http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticasagrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/>. [Último acceso: junio 2018].
- MAPAMA, 2017.** Estadísticas Agrarias. Superficies y Producciones Anuales de Cultivo. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Boletín de comercio exterior de cítricos campaña 2016/17. s.l.: s.n.
- NOYES, J AND GUERRIERI, E., 2000.** Revision of European species of genus *Metaphycus* Mercet (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae), parasitoids of scale insects (Homoptera: Coccoidea). *Systematic Entomology*. 25, 147-222.
- NOYES, J., 2003.** Universal Chalcidoidea database. [En línea] Available at: <http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html> [Último acceso: mayo 2018]
- SOLER, J., 2000.** Control de artrópodos fitófagos en cítricos con Aldicarb y efectos sobre la entomofauna auxiliar. Valencia: Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Universitat Politècnica de València. 280 pp.
- SOLER, J.M<sup>a</sup>.; GARCÍA-MARÍ, F. Y ALONSO, D., 2002.** Evolución estacional de la entomofauna auxiliar en cítricos. *Boletín Sanidad Vegetal*. 28: 133-149.
- SOLER, J.M<sup>a</sup>.; GARCÍA-MARÍ, F.; CALABUIG, A.; PUÍGCERVER, C. Y MARÍN, J.M., 2015.** Himenópteros parasitoides en cítricos capturados con trampas cromáticas amarillas: Abundancia y evolución. Congreso Nacional de Entomología Aplicada. Bayer-UPV.
- TENA, A., 2007.** Black scale *Saissetia oleae* (Hemiptera: Coccidae) on citrus and olives: population structure and biological control. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Departamento de Ecosistemas Agroforestales.
- TENA, A.; SOTO-SÁNCHEZ, A. Y GARCÍA-MARÍ, F., 2008.** Parasitoid complex of black scale *Saissetia oleae* on citrus and olives: parasitoid species composition and seasonal trend. *Biological Control*. 53: 473-487.
- TENA, A.; SOTO-SÁNCHEZ, A. Y GARCÍA-MARÍ, F., 2008.** Densidad y estructura poblacional de *Saissetia oleae* Olivier (Hemiptera: Coccidae) en cítricos y olivos: Importancia relativa de las dos generaciones anuales. *Boletín Sanidad Vegetal*. 34: 211-218.
- TENA, A Y GARCÍA-MARÍ, F., 2009.** Brood size, sex ratio and egg load of *Metaphycus lounsburyi* (Hymenoptera: Encyrtidae) when parasitizing adult females of black scale *Saissetia oleae* (Hemiptera: Coccidae) in the field. *Biological Control*. 51:110-115.
- TENA, A.; CATALAN, J.; URBANEJA, A y JACAS, J., 2011.** Gestión Integrada de Plagas en Cítricos. Aplicación práctica. Phytoma. España. 32 pp.

**ANEJOS**

1. *Metaphycus? gilvus* Compere [Hemiptera: Encyrtidae].



Figura 28: *Metaphycus? gilvus* Compere [Hemiptera: Encyrtidae].



Figura 29: Ala de *Metaphycus? gilvus* Compere [Hemiptera: Encyrtidae].



**Figura 30:** Antena de *Metaphycus? gilvus* Compere [Hemíptera: Encyrtidae].