

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL



ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POBLACIONAL DE ENEMIGOS NATURALES EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE CÍTRICOS

Food Chain Partnership[®]

TRABAJO FIN DE MÁSTER

ALUMNA: M^a DEL MAR GENOVARD ORTIZ

DIRECTOR: Dr. JOSÉ MARÍA SOLER FELIU

TUTOR: Dr. FERRAN GARCÍA MARÍ

VALENCIA, SEPTIEMBRE 2014

AGRADECIMIENTOS

Son tanto los momentos vividos con tanta gente que me ha motivado, enseñado, aconsejado, apoyado, guiado y confiado en mí que lo único que siento es una inmensa gratitud hacia todos ellos.

De manera especial agradezco a mi director José María Soler Feliu la oportunidad que me ha brindado con este Trabajo Fin de Máster. En todo momento ha sido mi mentor, guiándome, aconsejándome, enseñándome y explicándome mis innumerables dudas. Gracias por todos los buenos momentos que hemos pasado juntos, por tus enseñanzas, por tu atención al invitarme a cada curso, reunión y evento de interés agrícola, por tu ayuda incondicional, confianza, paciencia y entusiasmo, y por transmitirme y contagiarme el amor que pones al trabajo. Ha sido muy ameno y enriquecedor trabajar contigo.

Quiero agradecer a mi profesor y tutor académico Ferran García Marí el entusiasmo, ilusión y amor que puso en sus clases de Entomología impartidas en el máster ‘Producción Vegetal y Ecosistemas Agroforestales’, acercándome más al mundo de las plagas y de los enemigos naturales. Agradecerle toda su ayuda, consejos y conocimientos transmitidos y la oportunidad de poder realizar un trabajo tan bonito como este.

Agradecer a mis compañeros del grupo *Food Chain Partnership* (2012 y 2013) el apoyo transmitido, especialmente a Sergio, Carlos, Rosa y Carmelo.

Este trabajo tampoco hubiese sido posible sin la colaboración de los técnicos, productores y delegados de Bayer CropScience. Gracias Ángela (Frutas Bollo), Benjamín (Torrespinar), Federico (Fontestad), Bartolomé (Agrimarba) y Jesús (Serifruit), por haber hecho que mi trabajo cada día fuese más interesante y motivador.

Agradecer a todos los miembros del IAM los consejos y ánimos que me han dado cada día y por compartir muchos momentos divertidos. Gracias Altea y Cristina por transmitirme vuestros conocimientos entomológicos, por vuestra paciencia y por haberme acercado al maravilloso mundo de las plagas y de los enemigos naturales.

No puedo dejar de agradecer a Rosa Vercher y Rafael Laborda, profesores de la Universitat Politècnica de València, su asesoramiento y ayudada en todo momento.

Por último, agradecer a mis amigos/as el haber formado parte de los momentos más importantes de mi vida, y en especial a mi familia porque sin ellos hoy no sería quien soy. Gracias por vuestro cariño, comprensión, ánimos, consejos, ayuda y confianza, y por decirme la palabra exacta, en el momento exacto, para levantarme y continuar en los momentos más difíciles.

RESUMEN

Se compara la abundancia y diversidad de los diferentes enemigos naturales presentes en los cítricos valencianos entre un sistema de producción estándar y un nuevo sistema de producción sostenible denominado *Food Chain Partnership*, patentado por la empresa Bayer CropScience S.L, ambos sistemas gestionados de acuerdo a las Normas Técnicas del Reglamento de Producción Integrada en el cultivo cítrico en el ámbito de la Comunitat Valenciana.

El trabajo experimental se desarrolló en cinco fincas de cítricos en régimen de explotación comercial, de clementino (*Citrus reticulata* (Blanco)) ‘Clemenules’ en pleno rendimiento productivo, localizadas en tres comarcas – *El Camp de Morvedre*, *La Plana Baixa* y *El Camp del Turia* – de la Comunitat Valenciana. En cada finca se seleccionaron dos parcelas, una gestionada de forma estándar y otra con *Food Chain Partnership*. Se ubicaron trampas cromáticas encoladas en las parcelas experimentales, cuatro en cada sistema de producción, dos de color blanco y otras dos de color amarillo, que se muestrearon cada semana entre mayo y septiembre de 2013.

Se han obtenido resultados de la abundancia de los enemigos naturales, de sus índices de biodiversidad y su evolución estacional. En general, los enemigos naturales más abundantes en el cultivo de cítricos son los himenópteros parasitoides. La abundancia tanto a nivel taxonómico de familia como de especie fue muy similar al comparar los dos sistemas de producción. Únicamente se encontró que la especie *Trioxys angelicae* fue más abundante en el sistema *Food Chain Partnership*, y la familia Chrysopidae y la especie *Stethorus punctillum* en el estándar. Además, se observó una posible evolución, en el sentido de un aumento, de las familias Braconidae, Scelionidae, Eulophidae y drástico en el caso de Encyrtidae, y disminución de Aphelinidae, y un cambio de las especies de braconidos afidiinos, aumentando *Trioxys angelicae* y disminuyendo *Lisiphlebus testaceipes*.

En cuanto a la cromaticidad de las trampas, las de color amarillo ejercen mucha mayor atracción sobre la mayoría de enemigos naturales. No obstante, el color blanco captura significativamente más neurópteros coniopterídeos.

Los índices de biodiversidad, riqueza (S), índice de uniformidad de Hill (F) e índice de diversidad de Shannon (H), a nivel taxonómico de especie, muestran que existe más riqueza y diversidad de especies de enemigos naturales en parcelas gestionadas con el sistema de producción sostenible *Food Chain Partnership* que en las estándar, si nos basamos en las trampas amarillas. Con las trampas de color blanco no se encuentran diferencias significativas entre ambos sistemas.

En cuanto a la evolución de la abundancia estacional de los enemigos naturales, en general se observaron mayores poblaciones en primavera e inicios de otoño, disminuyendo en muchos casos en verano.

Palabras Clave: Sistema sostenible, cítricos, *Food Chain Partnership*, enemigos naturales, trampas encoladas, índices de biodiversidad, evolución estacional.

RESUM

Es compara la abundància i diversitat dels diferents enemics naturals presents en el cultiu dels cítrics valencians amb el sistema de producció estàndard, amb un nou sistema de producció sostenible de cítrics *Food Chain Partnership*, patentat per l'empresa Bayer CropScience S.L, ambos sistemes gestionats segons les Normes Tècniques del Reglament de Producció Integrada en el cultiu cítrícol en l'àmbit de la Comunitat Valenciana

El treball experimental es va desenvolupar en cinc finques de cítrics en règim d'explotació comercial, en parcel·les de clementí (*Citrus reticulata* (Blanco)) 'Clemenules' a ple rendiment productiu, localitzades en tres comarques – El Camp de Morvedre, La Plana Baixa i El Camp de Túria – de la Comunitat Valenciana. A cada finca es van seleccionar dos parcel·les, una gestionada de forma estàndard i l'altra amb *Food Chain Partnership*. Es van ficar trampes cromàtiques encolades, quatre a cada sistema de producció, dos de color blanc i altres dos de color groc, mostrejades cada setmana entre mai i setembre de 2013.

S'han obtingut resultats de l'abundància dels enemics naturals, dels seus índexs de biodiversitat i la seua evolució estacional. En general, els enemics naturals més abundants en el cultiu dels cítrics són els himenòpters parasítics. L'abundància tant a nivell taxonòmic de família com d'espècie es va observar molt similar entre els sistemes de producció, mostrant-se l'espècie *Trioxys angelicae* més abundant al sistema *Food Chain Partnership* i la família Chrysopidae i l'espècie *Stethorus punctillum* al estàndard. A més, es va observar una possible evolució, al sentit d'un augment de les famílies Braconidae, Scelionidae, Eulophidae i dràstic al cas d'Encyrtidae, i disminució d'Aphelinidae i un canvi de les espècies de braconíds afidiinos, augmentant *Trioxys angelicae* i disminuint *Lisiphlebus testaceipes*.

En quant a la cromaticitat de les trampes, les grogues tenen molt major atracció. No obstant, les blanques capturen significativament més depredadors coniopterígid.

L'estudi dels índex de biodiversitat, riquesa (S), índex d'uniformitat de Hill (F) i índex de diversitat de Shannon (H), a nivell taxonòmic d'espècie, mostra que existeix més riquesa i diversitat d'espècies de enemics naturals amb el sistema de producció sostenible *Food Chain Partnership* que amb estàndard, si ens basem en les trampes de color groc. Amb trampes de color blanc no es varen observar diferències significatives entre ambos sistemes.

En quant a l'evolució poblacional dels enemics naturals, es va observar en general majors poblacions a primavera e inicis de la tardor, disminuint en molts casos a l'estiu.

Paraules Claus: Sistema sostenible, cítrics, *Food Chain Partnership*, enemics naturals, trampes encolades, índexs de biodiversitat, evolució estacional.

SUMMARY

We compare abundance and diversity of different natural enemies in citrus crops and studied between production system standard and a sustainable production system of citrus Food Chain Partnership, patented by Bayer CropScience S.L, both systems under the Technical Standards of Integrated Production Regulation of citrus crop in the Comunitat Valenciana area.

The experimental work was conducted in five citrus farms in plots of Clementine (*Citrus reticulata* (Blanco)) 'Clemenules' in full production, located in three counties – *El Camp de Morvedre, La Plana Baixa and El Camp de Turia* – of the Comunitat Valenciana. On each farm, were selected two plots, one with system standard and other one with Food Chain Partnership. On tree were collocated four color glue traps in each production systems, two whites and other two yellow, they were sampled each week between may to september 2013.

Results were obtained about the abundance of natural enemies, their biodiversity index and their seasonal evolution. In general, the most abundant in citrus growing natural enemies are parasitic Hymenoptera. Abundance of taxonomic level family and species were observed very similar between production systems, were observed the species *Trioxys angelicae* more abundant in Food Chain Partnership than standard and the family Chrysopidae and species *Stethorus punctillum* more in standart. Moreover, it was observed as a possible evolution, an increase of families Braconidae, Scelionidae, Eulophidae and more drastic in the case of Encyrtida, and one reduction of Aphelinidae and a change of species of Braconidae Aphidiidae, increase *Trioxys angelicae* and reduction *Lisiphlebus testaceipes*.

As for the chromaticity of traps, yellow exert more attraction. However, significantly white capture more predators Coniopterygidae.

The studies about biodiversity index, richness (S), index of uniformity of Hill (F) and index of diversity of Shannon (H), to taxonomic level of species, was observed more richness and diversity of species of natural enemies with sustainable production system Food Chain Partnership than with standard, if we base in yellow traps. White traps have not significant differences between both production systems.

About seasonal evolution of natural enemies, largest populations in general were observed in spring and early autumn, in many cases decreasing in summer.

Key Words: Sustainability production, citrus, *Food Chain Partnership*, natural enemies, biodiversity index, seasonal evolution.

ÍNDICES

<u>INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	4
1. ANÁLISIS DE DATOS	7
<u>RESULTADOS</u>	8
1. ABUNDANCIA POBLACIONAL	8
1.1 ABUNDANCIA POBLACIONAL COMPARANDO LOS DOS SISTEMAS DE CULTIVO	9
1.2 ABUNDANCIA POBLACIONAL COMPARANDO LA CROMATICIDAD DE LAS TRAMPAS	15
2. ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD	21
3. EVOLUCIÓN ESTACIONAL	24
<u>CONCLUSIONES</u>	31
<u>ANEJOS</u>	32
1. ACCIÓN Y EFICACIA DE LOS ENEMIGOS NATURALES	32
2. ALGUNOS ENEMIGOS NATURALES IDENTIFICADOS	33
3. TRATAMIENTOS EFECTUADOS PARA EL CONTROL DE PLAGAS	36
4. INVENTARIOS ENTOMOLÓGICOS	39
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	43

Tabla 1. Porcentaje de las familias de parasitoides capturados en trampas cromáticas de color amarillo, en parcelas de cítricos. Datos de Soler (13 parcelas), Alonso (9 parcelas), Laborda (15 parcelas) y Datos del actual trabajo (10 parcelas).	9
Tabla 2. Porcentaje de depredadores capturados en trampas cromáticas de color amarillo, en parcelas de cítricos. Datos de Soler (13 parcelas), Alonso (9 parcelas), Laborda (15 parcelas) y Datos del actual trabajo (10 parcelas).	9
Tabla 3. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón orden comparando los sistema de cultivo a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas ($P < 0,05$)	10
Tabla 4. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón familia comparando los sistema de cultivo a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas ($P < 0,05$)	12
Tabla 5. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón especie comparando los sistema de cultivo a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas ($P < 0,05$)	14
Tabla 6. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón orden comparando las trampas cromáticas a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas ($P < 0,05$)	15
Tabla 7. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón familia comparando las trampas cromáticas a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas ($P < 0,05$)	17
Tabla 8. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón especie comparando las trampas cromáticas a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas ($P < 0,05$)	19
Tabla 9. Valores de los índices de biodiversidad S (Riqueza), F (Uniformidad) y eH (Diversidad) de los taxones identificados a nivel de familia y especie capturadas en ambos sistemas de cultivo y en las trampas cromáticas encoladas empleadas durante el periodo experimental.	22
Tabla 10. Evolución estacional de los enemigos naturales más abundantes en el cultivo de los cítricos durante el periodo experimental.	30
Tabla 11. Acción y eficacia de los enemigos naturales sobre las plagas presentes en el cultivo cítrico (Llorens-Climent, 2000).	32
Tabla 12. Registro de tratamientos que se realizaron durante el periodo experimental en la finca Mas de Moya.	36
Tabla 13. Registro de tratamientos que se realizaron durante el periodo experimental en las fincas Torrespinar y Rincón de Gausa.	37
Tabla 14. Registro de tratamientos que se realizaron durante el periodo experimental en las fincas Frutas Bollo.	38
Tabla 15. Número total de enemigos naturales capturados durante el periodo de mayo a septiembre de 2013 en 10 parcelas de cítricos de la Comunitat Valenciana.	39
Tabla 16. Número total de enemigos naturales capturados en los sistemas de producción, estándar y Food Chain Partnership (FCP) y por las trampas encoladas cromáticas comparadas, durante el periodo de mayo a septiembre de 2013 en 10 parcelas de cítricos de la Comunitat Valenciana.	41

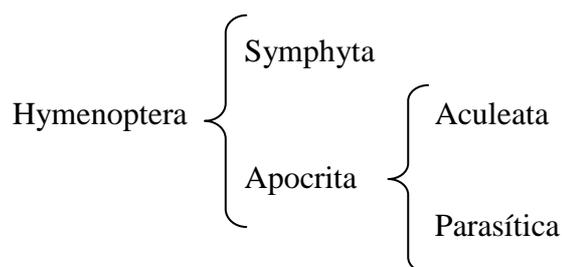
Gráfica 1. Porcentaje de capturas de enemigos naturales a nivel taxonómico de orden.....	8
Gráfica 2. Promedio de capturas de enemigos naturales a nivel taxonómico de orden en los sistemas de producción estándar y <i>FCP</i> . Las barras verticales corresponden al error estándar y subíndices iguales indican que no existen diferencias significativas ($P>0,05$).....	10
Gráfica 3. Promedio de los individuos capturados correspondientes a las familias comparando los sistemas de producción estándar y <i>FCP</i> . Las barras verticales corresponden al error estándar y subíndices iguales indican que no existen diferencias significativas ($P>0,05$).....	11
Gráfica 4. Promedio de individuos capturados a nivel de especie comparando los sistemas de producción estándar y <i>FCP</i> . Las barras verticales corresponden al error estándar y subíndices iguales indican que no existen diferencias significativas ($P>0,05$).....	13
Gráfica 5. Promedio de individuos capturados a nivel de orden con trampas cromáticas. Las barras verticales indican el error estándar y subíndices diferentes indican diferencias significativas ($P<0,05$).....	15
Gráfica 6. Promedio de individuos capturados a nivel de familia con trampas cromáticas. Las barras verticales corresponden al error estándar y subíndices diferentes indican diferencias significativas ($P<0,05$).....	16
Gráfica 7. Promedio de enemigos naturales capturados a nivel de especie con trampas cromáticas. Las barras verticales corresponden al error estándar y subíndices diferentes indican diferencias significativas ($P<0,05$).....	20
Gráfica 8. Promedio de los índices de biodiversidad (S, F y eH) comparando el taxón especie con las trampas cromáticas utilizadas. Las barras verticales corresponden al error estándar y letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($P>0,05$).....	21
Gráfica 9. Índices S (riqueza) y e^H (diversidad) para el taxón especie, comparando los sistemas de cultivo. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($P>0,05$), Las barras verticales indican el intervalo LSD de Fisher (95%).....	23
Gráfica 10. Índice de diversidad (e^H) en el que se comparan la cromaticidad de las trampas con los sistemas de cultivo (interacción). Letras diferentes indican que existen diferencias significativas ($P<0,05$). Las barras verticales indican el intervalo LSD de Fisher (95%).....	24
Gráfica 11. Evolución estacional de las especies <i>Aphytis spp.</i> , <i>Cales noacki</i> , <i>Encarsia spp.</i> y <i>Aphelinus spp.</i> pertenecientes a la familia Aphelinidae. Se representa el total de individuos capturados por mes.....	25
Gráfica 12. Evolución estacional de la especie <i>Dirhinus spp.</i> perteneciente a la familia Chalcididae. Se representa el total de individuos capturados por mes.....	25
Gráfica 13. Evolución estacional de las especies <i>Metaphycus flavus</i> , <i>Metaphycus helvolus</i> y <i>Syrphophagus spp.</i> / <i>Lamennaisia spp.</i> pertenecientes a la familia Encyrtidae. Se representa el total de individuos capturados por mes.....	26
Gráfica 14. Evolución estacional de las especies <i>Citrostichus phyllocnistoides</i> y <i>Eulophidae spp.</i> pertenecientes a la familia Eulophidae. <i>Eulophidae spp.</i> representa morfoespecies de Eulófidos no identificados. Se representa el total de individuos capturados por mes.....	27

- Gráfica 15.** Evolución estacional de las especies *Pteromalidae spp.*, *Scutellista caerulea* y *Pachyneuron spp.* pertenecientes a la familia Pteromalidae. *Pteromalidae spp.* representa morfoespecies de Pteromálidos no identificados. Se representa el total de individuos capturados por mes. 27
- Gráfica 16.** Evolución estacional de las especies *Lisiphlebus testaceipes* y *Trioxys angelicae* pertenecientes a familia Braconidae. Se representa el total de individuos capturados por mes. 28
- Gráfica 17.** Evolución estacional de las especies *Scymnus spp.*, *Rodolia cardinalis*, *Propylea quatordecimpunctata* y *Stethorus punctillum* pertenecientes a la familia Coccinellidae. Se representan los individuos capturados por mes. 29
- Gráfica 18.** Evolución estacional de la especie *Conwentzia psociformis* perteneciente a la familia Coniopterygidae. Se representa el total de individuos capturados por mes. 29

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial hay descritas cerca de 300.000 especies de insectos beneficiosos, se estima que cada población de plaga puede ser regulada por 50 a 250 especies de enemigos naturales (Adán, 2013). El conocimiento tanto de la abundancia como de la diversidad de las poblaciones de enemigos naturales está adquiriendo cada vez mayor importancia, al complementar incluso sustituir la acción de algunos productos fitosanitarios, ya que puede representar una alternativa para el control biológico de las plagas, con lo que este principio está en línea con la reciente Directiva Europea 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por la que se establece el marco de actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.

El cultivo de cítricos es numeroso tanto en insectos fitófagos como en insectos beneficiosos (Martínez-Ferrer, 2005). Los enemigos naturales más frecuentes y relevantes son insectos y ácaros parasitoides y depredadores los cuales regulan de forma total o parcial las poblaciones de plagas, contribuyendo con una agricultura que necesita ser más rentable y sostenible. Los parasitoides más abundantes en el cultivo de cítricos pertenecen al orden Hymenoptera (Soler *et al.*, 2002):



En los cultivos cítricos del levante peninsular destacan como parasitoides más abundantes las siguientes superfamilias con sus familias (Soler *et al.*, 2002; Laborda, 2012): Dentro del orden Hymenoptera, suborden Apocrita y grupo parafilético Parasitica destaca la superfamilia Chalcidoidea (Aphelinidae Thomson, 1876; Encyrtidae Walker, 1837; Eulophidae Westwood, 1829; Mymaridae Haliday, 1833; Pteromalidae Dalman, 1820; Trichogrammatidae Haliday, 1851 y Chalcididae Latreille, 1817; esporádicamente, Signiphoridae Howard, 1894 y Eurytomidae Walker, 1832), Ichneumonoidea (Ichneumonidae y Braconidae), Platygastroidea (Platygastridae y Scelionidae), Ceraphronoidea (Ceraphronidae y Megaspilidae), Proctotrupoidea (Diapriidae), y finalmente, la superfamilia Cynipoidea (Figitidae). Dentro del mismo suborden y grupo monofilético Aculeata destaca la superfamilia Chrysidoidea, con la familia Bethyidae, observándose esporádicamente en verano especies de las familias Chrysididae y Dryinidae. Los depredadores con mayor actividad frente a las plagas pertenecen a los órdenes de Neuroptera, Coleoptera y Diptera, destacando entre los primeros, las familias Coniopterygidae y Chrysopidae, entre los segundos, la familia Coccinellidae y finalmente, en el orden de los dípteros, la familia Cecidomyiidae.

Llorens-Climent (2000) y Soler (2014) establecen diversas acciones de los enemigos naturales de las plagas en los cítricos. Así, hay algunos enemigos naturales que en determinadas circunstancias pueden realizar un control biológico total como *Rodolia cardinalis* y *Cales noacki*, así como parcial, como es el caso de *Encarsia spp.*,

Eretmocerus spp., *Chrysopidae spp.*, *Citrostichus phyllocnistoides*, etc. No obstante, también existen complejos parasitarios que pueden realizar un control total como el complejo de encírtidos y afelínidos parasitarios de cochinillas Coccidae, el complejo de encírtidos y depredadores coccinélidos parasitarios de la familia Pseudococcidae, entre otros. En el anejo 1 se presenta la tabla con las acciones y eficacias que tienen los enemigos naturales sobre las plagas.

La eficacia de los enemigos naturales en ciertas ocasiones se ve reducida debido a las actividades que realizan los seres humanos en los cultivos. La valoración de la biodiversidad, relación e interacción entre individuos presentes en un mismo ambiente, describe de manera sintética la diversidad en cualquier cultivo como el cítrico. Los índices de biodiversidad determinan: la riqueza (S), número de enemigos naturales identificados, la uniformidad de Hill (F), independiente de la riqueza, determina la homogeneidad de la abundancia de los distintos especímenes, y el índice de Shannon (H), combina la riqueza con la uniformidad, es el más común, determina la diversidad de las especies para evaluar la estructura de las comunidades de las diferentes parcelas (Mouillot y Laprêtre, 1999; Cerdà *et al.*, 2009). Estudios realizados por Hoback *et al.*, (1999), Cardoso *et al.*, (2004) y Biaggini *et al.*, (2007) afirman que los taxones superiores son adecuados para realizar un estudio de la biodiversidad de un agroecosistema. Heong *et al.*, (1991) estudió la estructura de las comunidades de artrópodos presentes en cultivos de arroz en Filipinas mediante estos índices. Pocos estudios se han basado en la diversidad de himenópteros o parasitoides (Laborda, 2012). Jensen (1997) realizó un estudio en Dinamarca en el que afirma que el complejo himenópteros parasitoides (más de 164 especies) puede discriminarse entre parcelas tratadas y no tratadas con productos fitosanitarios. En nuestro ámbito territorial y relacionado con el presente Trabajo Fin de Máster, Laborda (2012) comparó la abundancia y biodiversidad poblacional de artrópodos auxiliares entre parcelas de cultivo ecológico y convencional, en plantaciones de cítricos, caquí y nectarina, constatando que el cultivo ecológico incrementa la abundancia, riqueza y biodiversidad de los insectos auxiliares, en función del cultivo y grupo funcional de insecto auxiliar, afirmando que la utilización del taxón familia es adecuado para obtener buena correlación entre los índices S y F.

La contribución con los enemigos naturales se hace necesaria al influir de manera positiva en el control de plagas, y por tanto, en la rentabilidad del cultivo al disminuir en algunos casos el número de tratamientos. Esta situación obliga a buscar nuevas alternativas productivas en el sector de los cítricos. La implementación de un modelo productivo basado en una citricultura sostenible parece la vía de solución a los problemas coyunturales. Este modelo ofrecería como solución una citricultura más rentable, al fomentar entre otros aspectos, la abundancia y diversidad de los enemigos naturales de las plagas, facilitando el control biológico total o parcial y disminuir el número de tratamientos fitosanitarios. Al mismo tiempo, este modelo permitiría producir una fruta de calidad diferenciada para el consumidor en los mercados, saludable y rentable, valorada por las grandes cadenas agroalimentarias y por los consumidores. Por consiguiente, consideramos clave la identificación y cuantificación de los enemigos naturales de las plagas en un momento delicado para la economía productiva del cultivo que hace peligrar seriamente su continuidad con los factores productivos actuales.

Este trabajo fin de máster tiene como objeto comparar dos sistemas de producción de acuerdo con el Real Decreto 1311/2012 de 14 de septiembre, por el que se establece marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios: un sistema estándar de producción integrada (PI) con un nuevo sistema de producción

sostenible denominado *Food Chain Partnership* patentado por la empresa Bayer CropScience S.L, ambos sistemas gestionados de acuerdo a las Normas Técnicas del Reglamento de Producción Integrada en cítricos en el ámbito de la Comunitat Valenciana, con la finalidad de comparar la abundancia y diversidad de las diferentes especies de enemigos naturales presentes en los cítricos valencianos, y al mismo tiempo, estudiar su evolución estacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos experimentales se desarrollaron desde mayo a septiembre de 2013, en cinco fincas citrícolas en régimen de explotación comercial y en pleno rendimiento productivo: Torrespinar perteneciente a la empresa Torrespinar S.C.P., Rincón de Gausa vinculada a la empresa Fontestad S.A., Frutas Bollo 'Faura' y Frutas Bollo 'Vall' correspondientes a la empresa Bollo International Fruits S.L. y Mas de Moya perteneciente a la empresa Agrícola Martinavarro Ballester (Agrimarba) S.A. Estas fincas están ubicadas en las siguientes comarcas, dos en la comarca *El Camp de Morvedre*, una en *La Plana Baixa* y dos en *El Camp del Turia* de la Comunitat Valenciana (Figura 1). De cada finca se seleccionaron dos parcelas para comparar los tratamientos. Estas parcelas se seleccionaron por ser de la misma especie y variedad de cítrico, por su similitud en climatología y prácticas de cultivo, así como por no haberse liberado previamente enemigos naturales en ellas. En todos los casos se seleccionó la especie mandarino clementino (*Citrus reticulata* (Blanco)) variedad 'Clemenules'. Una de las dos parcelas fue gestionada con el sistema *Food Chain Partnership*, mientras que la otra manejada como estándar fue gestionada siguiendo las Normas Técnicas del Reglamento de Producción Integrada de cítricos en el ámbito de la Comunitat Valenciana (Tabla 1).



Figura 1. Mapa de la Comunitat Valenciana, se indica con una estrella la localización geográfica de las parcelas experimentales.

Tabla 1. Finca, ubicación y superficie de las parcelas experimentales correspondiente a cada uno de los tratamientos.

Finca	Comarca	Localidad	SUPERFICIE DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES	
			FCP	Control
Torrespinar	<i>El Camp del Turia</i>	Llíria	37,5 ha	1 ha
Mas de Moya	<i>El Camp del Turia</i>	Llíria	1,18 ha	7 ha
Rincón de Gausa	<i>El Camp de Morvedre</i>	Sagunto	16,5 ha	11 ha
F. Bollo (Faura)	<i>El Camp de Morvedre</i>	Faura	21,6 ha	1 ha
F. Bollo (Vall)	<i>La Plana Baixa</i>	La Vall d'Uixó	26,25 ha	1 ha

Para determinar la abundancia y diversidad de las diferentes superfamilias, familias, géneros y especies de enemigos naturales, se utilizaron dos tipos de trampas, una trampa cromática pegajosa de color amarillo intenso (10 x 20 cm), fabricada por la empresa Sanidad Agrícola Econex S.L., y otra de color blanco (13 x 7,5 cm), fabricada por la empresa Trècè Incorporated. Las trampas se colocaron verticalmente en una rama exterior del árbol orientada hacia el Sur-Este y a una altura de 1,5 metros. En cada una de las parcelas experimentales se colocaron cuatro trampas, dos trampas de color amarillo y dos de color blanco. La separación entre ellas fue de 5 filas, en la fila quinta se contaron 5 árboles hacia la derecha y en la fila décima 5 árboles hacia la izquierda (bloques de árboles diferentes), colocando en cada bloque una trampa amarilla junto a otra blanca. Con una cadencia semanal se procedió a la identificación y cuantificación de los enemigos naturales y a su sustitución. Para la identificación se utilizó un binocular (40x) y las claves taxonómicas elaboradas por expertos de la Universidad Politécnica de Valencia (2013, no publicadas), y con la corroboración de mi director experimental. En el anejo 2 se presenta una recopilación de algunos enemigos naturales identificados.



Foto 1. Trampas cromáticas encoladas utilizadas para la captura de los enemigos naturales de las plagas.

Los productos utilizados en el sistema estándar para el control de plagas se seleccionaron a partir de las materias activas aprobadas por las Normas Técnicas del Reglamento de Producción Integrada en cítricos en el ámbito de la Comunitat Valenciana (DOGV, 2008). Las materias activas utilizadas fueron los insecticidas clorpirifos,

piriproxifen, así como acaricidas, abamectina, etoxazol, espiroclorfen, hexitiazox, clofentezin y tebufenpirad.

En el sistema *Food Chain Partnership* los productos fitosanitarios para el control de plagas se seleccionaron teniendo en cuenta la toxicidad para el aplicador y el medioambiente, el riesgo de contaminación del suelo y aguas freáticas, la compatibilidad con los enemigos naturales de las plagas y finalmente, la curva de disipación para asegurar mínimos residuos en fruta. En este sentido, la base fundamental para la compatibilidad con los enemigos naturales fueron los productos Envidor[®] 24 SC (espiroclorfen) y Movento[®] 150 OD (espirotetramat).

Envidor[®] 24 SC es un acaricida formulado con el 24% de espiroclorfen. Actúa interfiriendo la actividad del complejo enzimático Acetil Co-A Carboxilasa, precursor de la síntesis de los ácidos grasos en la ruta metabólica de la formación de lípidos. Su actividad es por contacto sobre huevos y estadios juveniles, disminuyendo en adultos la fecundidad de las hembras. Debido a su mecanismo de acción no presenta resistencias cruzadas con otros productos, al estar clasificada por la IRAC en el grupo 23 como única sustancia. El registro oficial del producto permite realizar en cítricos un solo tratamiento a la dosis de 0,02% siendo su plazo de seguridad de 14 días.

Movento[®] 150 OD es un nuevo insecticida que contiene el 15% de espirotetramat, formulado mediante una original dispersión oleosa patentada por Bayer CropScience S.L (Dispersión OD[®]). Es el único insecticida con una sistemía bidireccional (traslocación acrópeta por el xilema y basípeta por el floema) confiriéndole al vegetal una protección frente a fitófagos chupadores, incluso en zonas del vegetal no tratadas. Espirotetramat actúa por ingestión sobre estadios juveniles y adultos. Su actividad es idéntica a Envidor inhibiendo la biosíntesis de lípidos, impidiendo a estadios juveniles, desarrollar procesos de muda y a las hembras adultas reduciendo drásticamente su fecundidad. El registro oficial del producto permite realizar dos tratamientos espaciados en 21 días, sin sobrepasar 1,5 L ha⁻¹ y a la dosis de 0,03 a 0,05%, siendo su plazo de seguridad de 14 días.

El sistema de producción sostenible *Food Chain Partnership* está descrito en bibliografía interna de la empresa y no es público. La persona que desea acogerse a este sistema establece una relación contractual con la empresa y los técnicos de ésta se encargan de la gestión de plagas a lo largo del ciclo del cultivo. En líneas generales el sistema *Food Chain Partnership* consiste en adoptar como base las normas de Producción Integrada de la administración y complementarlas con criterios exigidos por las grandes cadenas agroalimentarias o *retailers* de comercialización y distribución. Los criterios más exigentes establecidos por estos *retailers* limitan a 1/3 los límites de residuos oficiales, establecen como máximo la presencia de residuos de cuatro materias activas en cítricos y no superar el 80 % acumulado de ocupación de la ARfD (dosis de referencia aguda).

En el anejo 3 se presentan las tablas indicándose la fecha de intervención, la materia activa y la dosis empleada para el control de las plagas en cada una de las cinco fincas de este trabajo. Se observa que el número de tratamientos ha sido siempre mayor en el sistema estándar que en *Food Chain Partnership*. Ello es debido a que el control de las plagas, que se realiza en ambos sistemas cuando se alcanzan los mismos umbrales de intervención, ha sido más eficaz con los productos empleados en el sistema *Food Chain Partnership*, con lo que no ha sido necesario realizar tantos tratamientos como en el sistema estándar.

1. ANÁLISIS DE DATOS

Al desarrollar el trabajo experimental en grandes superficies se analizaron los datos de las cinco fincas como muestras pareadas de cinco pares de parcelas, una parcela con el tratamiento *Food Chain Partnership* y otra parcela estándar. El diseño por tanto es una distribución muestral de medias para datos pareados, en los que se comparan dos tratamientos con cinco repeticiones, analizados con un Análisis de Varianza (ANOVA).

Las medias de la abundancia poblacional de enemigos naturales se compararon mediante un Análisis de Varianza multifactorial con dos factores, el factor sistema de cultivo a dos niveles y el factor color de las trampas a dos niveles, previa transformación de los datos en la función $\log(x+1)$. Los valores de las medias se compararon cuando era necesario mediante el test LSD ($P < 0,05$).

Para analizar la estructura poblacional de los enemigos naturales presentes en el cultivo cítrico se han calculado los índices S (riqueza de especies), F (índice de uniformidad de Hill) y H (índice de diversidad de Shannon). El índice de diversidad de Shannon se calculó como $H = -\sum(p_i \log_e p_i)$ donde p_i es la proporción de individuos de cada especie capturados durante el periodo experimental. Se utilizará la potencia e^H para representar el índice de diversidad, así $e^H = S$ cuando $F = 1$ (uniformidad máxima). Esta uniformidad se ha calculado con la fórmula $F = ((1/\sum p_i^2) - 1)/(e^H - 1)$ la cual mide la homogeneidad entre la abundancia de las especies, adquiriendo valores entre cero cuando hay una sola especie y logaritmo S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Cerdá *et al.*, 2009). Los resultados obtenidos se analizaron mediante un Análisis de Varianza comparando en caso necesario las medias mediante el test LSD ($P < 0,05$).

Para el análisis estadístico se utilizó el software Statgraphics Centurion XVI.

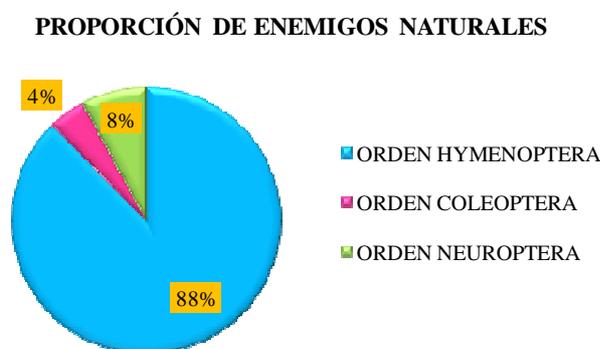
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se exponen de acuerdo con la siguiente estructura: En primer lugar los concernientes a la abundancia poblacional de los enemigos naturales de las plagas, en segundo lugar se establecen los diferentes índices de biodiversidad, y finalmente, se presenta la evolución estacional de las especies más abundantes. En cada apartado se comparan los sistemas de producción estándar con el sostenible *Food Chain Partnership* y al mismo tiempo, la cromaticidad de las trampas empleadas.

1. ABUNDANCIA POBLACIONAL

En el periodo experimental se capturaron, contabilizaron e identificaron 15.805 enemigos naturales en las parcelas experimentales. Los especímenes parasitoides pertenecen al orden Hymenoptera y los depredadores a los órdenes Coleoptera y Neuroptera. Se identificaron 13.859 parasitoides y 1.946 depredadores.

En la gráfica 1 se observa la proporción de los órdenes Hymenoptera, Coleoptera y Neuroptera capturados. Los parasitoides representan el 88% del total de capturas, son los más abundantes entre los capturados, del orden de siete veces más que los depredadores (12%). Los resultados son comparables a los obtenidos en los trabajos realizados por Soler (2000), Alonso (2004) y Laborda (2012): 86% parasitoides y 14% depredadores; 91% y 9%; 86% y 14%, respectivamente. Dentro de los depredadores el orden Neuroptera es el doble abundante que Coleoptera. La abundancia de estos especímenes se detalla hasta nivel de especie en el anejo 4, también diferenciando las capturas por sistema de cultivo y por cromaticidad de las trampas.



Gráfica 1. Porcentaje de capturas de enemigos naturales a nivel taxonómico de orden.

Se identificaron 7 superfamilias y 16 familias dentro del orden Hymenoptera, destacando por su abundancia las superfamilias Chalcidoidea (57%), Ichneumonoidea (18%) y Platygastroidea (13%). Entre las familias, destaca como la más abundante Encyrtidae, representando el 33% del total de las familias capturadas, tal como se observa en la tabla 1. Estos resultados son similares a los encontrados por Laborda (2012). Sin embargo son diferentes de los encontrados por Soler (2000) y Alonso (2004). Estos últimos autores encuentran una muy elevada proporción de afelínidos, debido a una sola especie, *Cales noacki*, que fue extraordinariamente abundante en sus muestreos y que en los realizados en los últimos años aparece en mucha menor proporción, debido probablemente a que la plaga a la que ataca, la mosca blanca algodonosa *Aleurothrixus floccosus*, es

también mucho menos abundante. Se observa también un cambio de las especies de braconídeos afidiinos, aumentando *Trioxys angelicae* y disminuyendo *Lisiphlebus testaceipes*. Mientras Soler (2000) captura en trampas de color amarillo, un 44% más *T. angelicae* que *L. testaceipes*, en este trabajo y en el de Alonso (2004) ocurre lo contrario, capturándose un 84% y 68% más, respectivamente, *L. testaceipes* que *T. angelicae*.

Tabla 1. Porcentaje de las familias de parasitoides capturados en trampas cromáticas de color amarillo, en parcelas de cítricos. Datos de Soler (13 parcelas), Alonso (9 parcelas), Laborda (15 parcelas) y Datos del actual trabajo (10 parcelas).

PORCENTAJE DE PARASITOIDES CAPTURADOS					
SUPERFAMILIA	FAMILIA	Soler, 2000	Alonso, 2003	Laborda, 2012	Datos del actual trabajo
Chalcidoidea	Encyrtidae	5	7	30	33
Ichneumonoidea	Braconidae	2	1	sd*	15
Platygastroidea	Scelionidae	1	3	sd*	13
Chalcidoidea	Eulophidae	1	1	2	9
	Aphelinidae	89	87	27	6

*sd: sin datos.

Se identificaron 3 superfamilias y 3 familias de depredadores. El 36% de los depredadores capturados pertenecen al orden Coleoptera, superfamilia Cucujoidea, familia Coccinellidae, mientras que el 64% pertenece a Neuroptera. La familia más abundante de los neurópteros corresponde a los Coniopterygidae, con un 37% más de capturas que Chrysopidae. Resultados similares obtiene Soler (2000) y Alonso (2004) como se observa en la tabla 2.

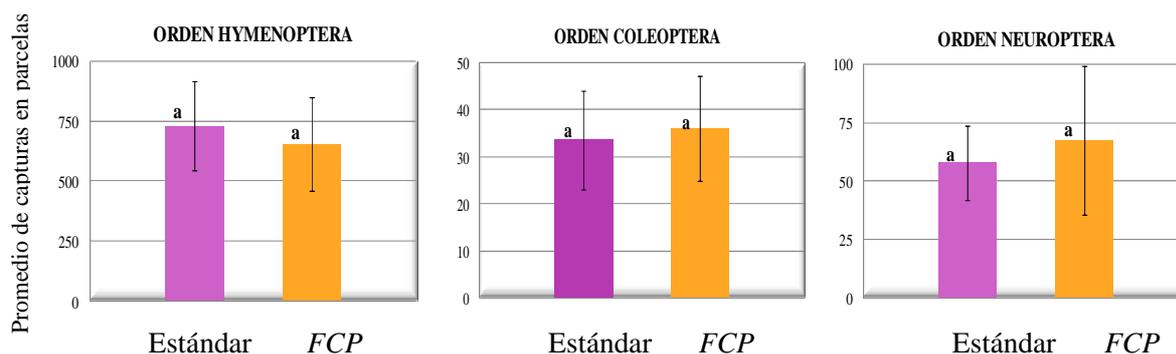
Tabla 2. Porcentaje de depredadores capturados en trampas cromáticas de color amarillo, en parcelas de cítricos. Datos de Soler (13 parcelas), Alonso (9 parcelas), Laborda (15 parcelas) y Datos del actual trabajo (10 parcelas).

PORCENTAJE DE DEPREDAADORES CAPTURADOS					
SUPERFAMILIA	FAMILIA	Soler, 2000	Alonso, 2003	Laborda, 2012	Datos del actual trabajo
Cucujoidea	Coccinellidae	29	30	29	36
Coniopterygoidea	Coniopterygidae	56	63	36	50
Hemerobioidea	Chrysopidae	15	6		14

1.1 ABUNDANCIA POBLACIONAL COMPARANDO LOS DOS SISTEMAS DE CULTIVO

En general, las poblaciones de enemigos naturales capturados muestran una abundancia similar entre los sistemas de producción comparados. Se identificó un 12% más de parasitoides en el sistema estándar, y por el contrario, un 13% más de depredadores en *Food Chain Partnership* (anejo 4), coincidiendo con los resultados de Laborda (2012).

La gráfica 2 refleja el promedio de enemigos naturales capturados a nivel taxonómico de orden para cada sistema de cultivo con su error estándar. Los órdenes Hymenoptera, Coleoptera y Neuroptera, no muestran diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los sistemas comparados, tal y como se observa en la tabla 3. Resultados diferentes obtiene Laborda (2012) observando mayores capturas a nivel de orden Hymenoptera ($F = 1,99$; $gl = 2$; $p = 0,00$), Coleoptera ($F = 17,72$; $gl = 2$; $p = 0,00$) y Neuroptera ($F = 1,36$; $gl = 2$; $p = 0,00$), en el sistema de producción ecológico, teniendo en cuenta tres cultivos: caqui, cítricos y nectarinas.

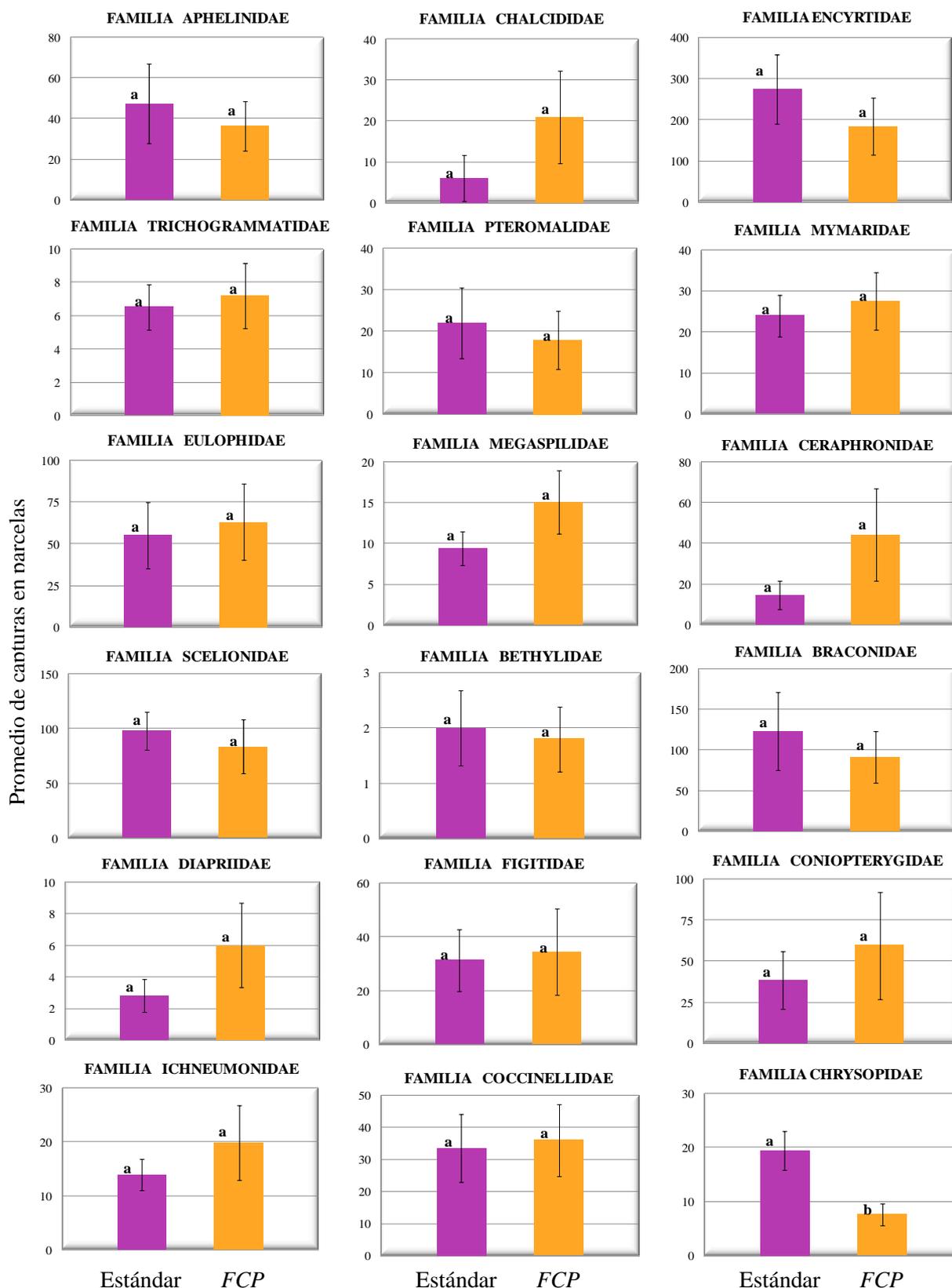


Gráfica 2. Promedio de capturas de enemigos naturales a nivel taxonómico de orden en los sistemas de producción estándar y FCP. Las barras verticales corresponden al error estándar y subíndices iguales indican que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$).

Tabla 3. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón orden comparando los sistema de cultivo a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas ($P < 0,05$).

ENEMIGOS NATURALES TAXÓN ORDEN	RESULTADOS ANOVA		
	F	g.l.	P
HYMENOPTERA	2,30	1, 4	0,204
COLEOPTERA	0,08	1, 4	0,790
NEUROPTERA	0,34	1, 4	0,590

La gráfica 3 refleja el promedio de las capturas a nivel taxonómico de familia para cada sistema de cultivo, exponiendo las más abundantes con su error estándar. La familia Chalcididae es mayormente capturada ($P < 0,05$) en parcelas con el sistema estándar (Tabla 4). Las demás familias presentan abundancias similares en ambos sistemas de producción. No obstante, las familias Chalcididae, Ceraphronidae y Diapriidae muestran una tendencia de mayores capturas en el sistema *Food Chain Partnership*. Resultados similares obtiene Laborda (2012), observando además, mayor abundancia de las familias Coccinellidae ($F = 16,26$; $gl = 1$; $p = 0,00$) y Mymaridae ($F = 12,07$; $gl = 1$; $p = 0,001$) en el sistema ecológico.

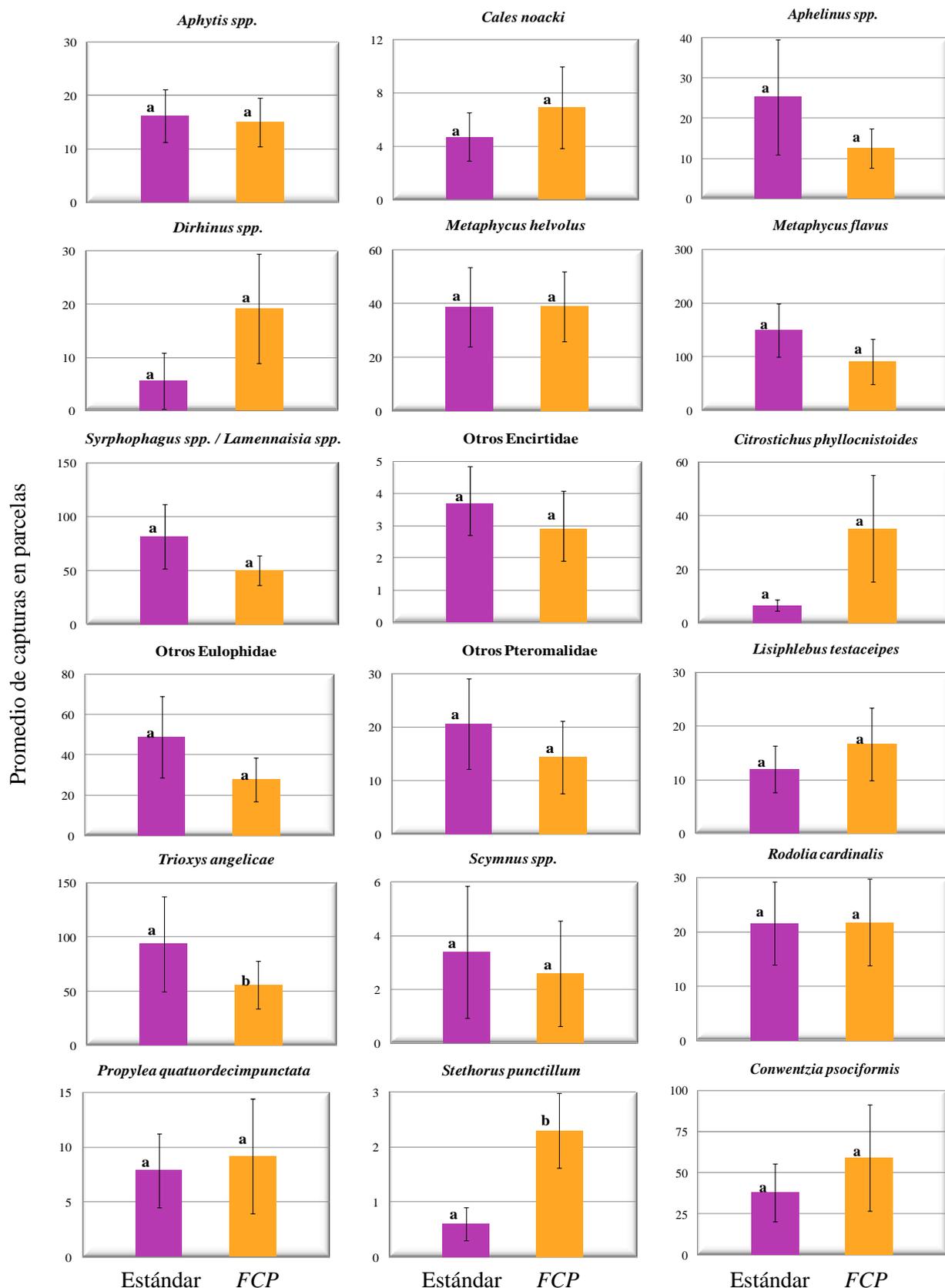


Gráfica 3. Promedio de los individuos capturados correspondientes a las familias comparando los sistemas de producción estándar y FCP. Las barras verticales corresponden al error estándar y subíndices iguales indican que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$).

Tabla 4. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón familia comparando los sistema de cultivo a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas (P<0,05).

ENEMIGOS NATURALES	RESULTADOS ANOVA		
TAXÓN ORDEN	F	g.l.	P
TOTAL PARÁSITOS			
APHELINIDAE	0,45	1, 4	0,540
CHALCIDIDAE	4,56	1, 4	0,100
ENCYRTIDAE	7,33	1, 4	0,054
EULOPHIDAE	0,00	1, 4	0,992
PTEROMALIDAE	0,32	1, 4	0,600
MYMARIDAE	0,18	1, 4	0,691
TRICHOGRAMMATIDAE	0,21	1, 4	0,673
DIAPRIIDAE	6,82	1, 4	0,059
BETHYLIDAE	0,03	1, 4	0,862
CHRYSIDIDAE	0,11	1, 4	0,762
FIGITIDAE	0,34	1, 4	0,592
SCELIONIDAE	1,94	1, 4	0,236
CERAPHRONIDAE	2,96	1, 4	0,160
MEGASPILIDAE	6,00	1, 4	0,070
ICHNEUMONIDAE	0,56	1, 4	0,497
BRACONIDAE	2,73	1, 4	0,174
TOTAL DEPREDADORES			
COCCINELLIDAE	0,08	1, 4	0,790
CONIOPTERYGIDAE	0,20	1, 4	0,676
CHRYSOPIDAE*	16,62	1, 4	0,015

La gráfica 4 refleja el promedio de las capturas a nivel taxonómico de especie para cada sistema de cultivo, exponiendo las más abundantes con su error estándar. La especie *Trioxys angelicae* es mayormente capturada (P<0,05) en parcelas con el sistema estándar y por el contrario, el coccinélido *Stethorus punctillum* en el sistema *Food Chain Partnership* (Tabla 5). El resto de las especies presentan abundancias similares en ambos sistemas de producción. No obstante, las especies *Dihrinus spp.* y *Citrostichus phyllocnistoides* muestran una tendencia de mayores capturas en el sistema *Food Chain Partnership* y por el contrario, *Aphelinus spp.* en el estándar. Laborda (2012) coincide para *S. punctillum* (F= 4,24; gl= 1; p= 0,040), aunque en sistemas convencionales. Además, observa mayores diferencias para *Scymnus spp.* (F= 14,54; gl= 1; p= 0,00), *Cryptolaemus mountrouzieri* (F= 8,32; gl= 1; p= 0,004) y *Aphytis hispanicus* (F= 4,27; gl= 1; p= 0,040) en ecológicos.



Gráfica 4. Promedio de individuos capturados a nivel de especie comparando los sistemas de producción estándar y FCP. Las barras verticales corresponden al error estándar y subíndices iguales indican que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$).

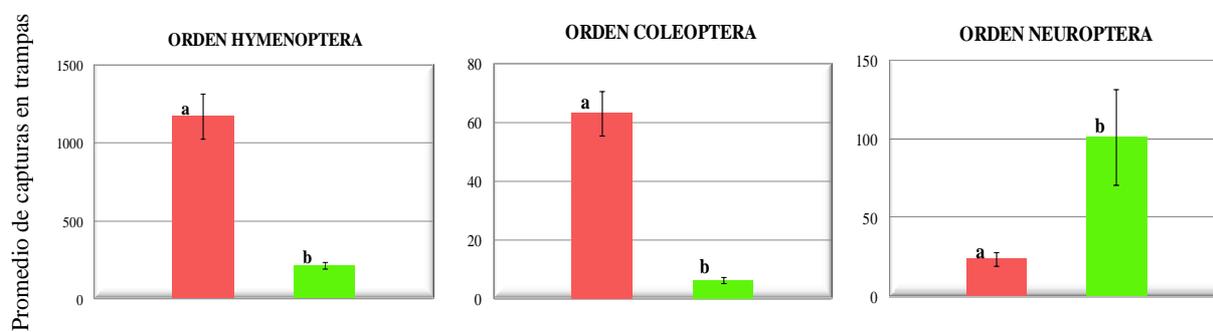
Tabla 5. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón especie comparando los sistema de cultivo a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas (P<0,05).

ENEMIGOS NATURALES	RESULTADOS ANOVA		
TAXÓN ORDEN	F	g.l.	P
TOTAL PARÁSITOS			
<i>Aphytis spp.</i>	0,10	1, 4	0,768
<i>Cales noacki</i>	0,11	1, 4	0,755
<i>Encarsia spp.</i>	1,70	1, 4	0,263
<i>Aphelinus spp.</i>	1,24	1, 4	0,327
<i>Coccophagus lycimnia</i>	5,31	1, 4	0,082
<i>Dirhinus spp.</i>	3,26	1, 4	0,145
<i>Anagyrus spp.</i>	0,00	1, 4	1,000
<i>Metaphycus total</i>	4,71	1, 4	0,096
<i>Metaphycus flavus</i>	5,46	1, 4	0,080
<i>Metaphycus helvolus</i>	0,05	1, 4	0,834
<i>Microterys spp.</i>	4,06	1, 4	0,114
<i>Syrphophagus aphidivorus</i>	2,87	1, 4	0,166
Otros Encirtidae	1,10	1, 4	0,353
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	0,55	1, 4	0,499
Otros Eulophidae	1,11	1, 4	0,351
<i>Scutellista caerulea</i>	1,59	1, 4	0,276
<i>Pachyneuron spp.</i>	0,45	1, 4	0,538
<i>Proctotrupidae spp.</i>	1,00	1, 4	0,374
Otros Pteromalidae	0,97	1, 4	0,380
<i>Choeras semele (Microgastrinae)</i>	0,05	1, 4	0,827
<i>Praon volucre</i>	1,00	1, 4	0,374
<i>Lisiphlebus spp.</i>	0,55	1, 4	0,499
<i>Trioxys angelicae*</i>	12,77	1, 4	0,023
<i>Ephedrus persicae</i>	5,46	1, 4	0,080
<i>Aphidius spp.</i>	1,88	1, 4	0,242
TOTAL DEPREDADORES			
<i>Scymnus spp.</i>	4,00	1, 4	0,116
<i>Rodolia cardinalis</i>	0,03	1, 4	0,868
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	0,47	1, 4	0,532
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	1,00	1, 4	0,374
<i>Stethorus punctillum*</i>	11,14	1, 4	0,029
<i>Clitostethus arcuatus</i>	1,00	1, 4	0,374
<i>Conwentzia psociformis</i>	0,21	1, 4	0,668
<i>Semidalis aleyrodiformis</i>	0,30	1, 4	0,612

1.2 ABUNDANCIA POBLACIONAL COMPARANDO LA CROMATICIDAD DE LAS TRAMPAS

En general, las poblaciones de enemigos naturales capturados muestran mucha mayor atracción hacia los dispositivos encolados de color amarillo, capturando casi cuatro veces más que los de color blanco. En trampas amarillas se identificaron 12.581 individuos y en blancas 3.224 (anejo 4).

La gráfica 5 refleja el promedio de enemigos naturales capturados a nivel taxonómico de orden para cada trampa cromática con su error estándar. Los órdenes Hymenoptera y Coleoptera presentan mucha mayor preferencia hacia el color amarillo capturando cinco y diez veces más, respectivamente y por el contrario, el orden Neuroptera es casi cinco veces más atraído por los dispositivos blancos. Todos los órdenes muestran diferencias significativas ($P < 0,05$), tal como se observa en la tabla 6.

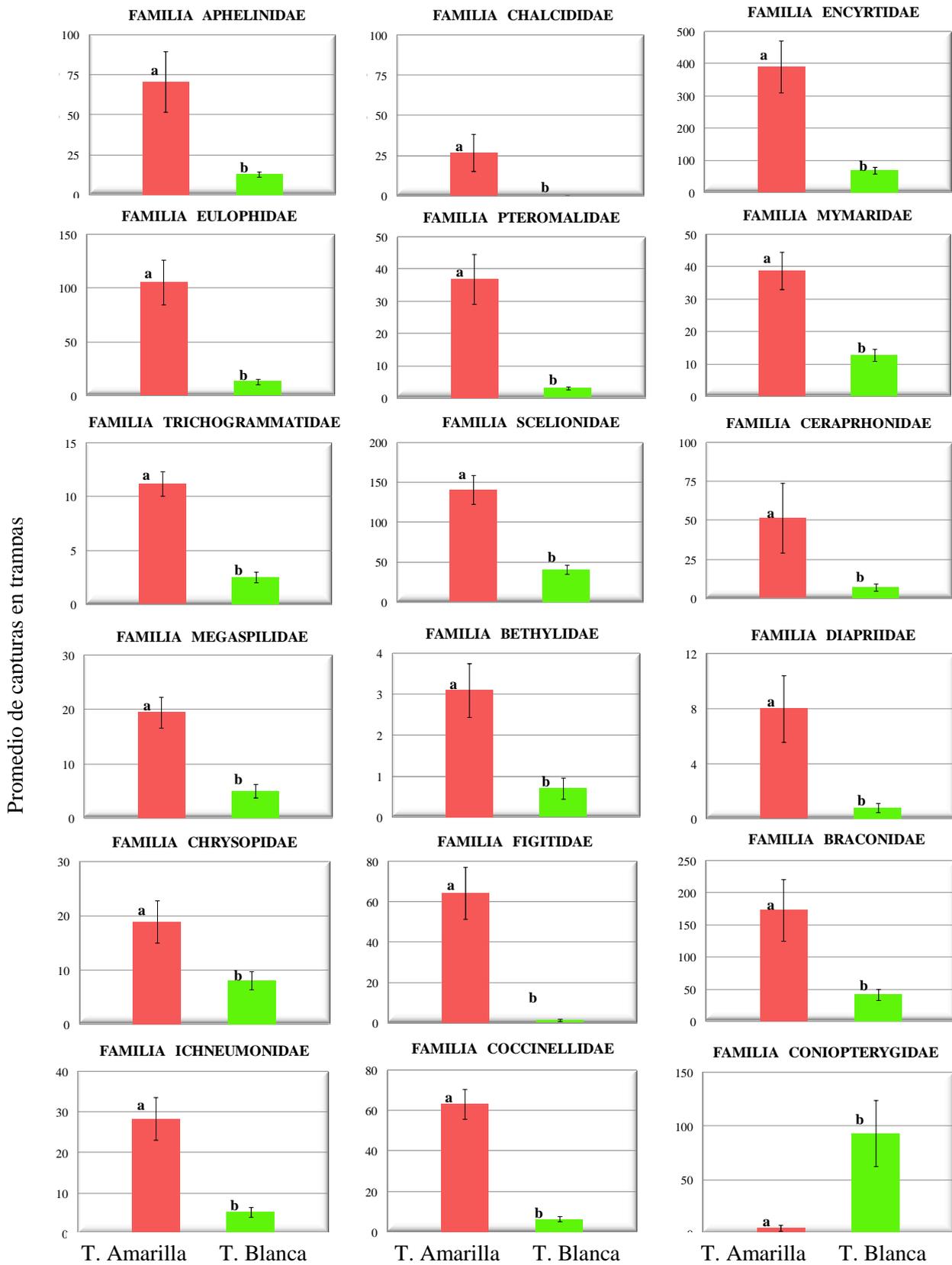


Gráfica 5. Promedio de individuos capturados a nivel de orden con trampas cromáticas. Las barras verticales indican el error estándar y subíndices diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Tabla 6. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón orden comparando las trampas cromáticas a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas ($P < 0,05$).

ENEMIGOS NATURALES	RESULTADOS ANOVA		
TAXÓN ORDEN	F	g.l.	P
HYMENOPTERA	233,16	1, 14	0,000
COLEOPTERA	84,85	1, 14	0,000
NEUROPTERA	7,22	1, 14	0,018

La gráfica 6 refleja el promedio de individuos capturados, exponiendo las familias más abundantes con su error estándar. A excepción de la familia Coniopterygidae, el resto se capturan en mayor número en trampas amarillas, como se observa también en la figura 1. De las 19 familias identificadas el 95% presentan diferencias significativas ($P < 0,05$) (Tabla 7). La especie de entre los coniopterígididos mayormente atraída por el color blanco corresponde a *Conwentzia psociformis*, tal y como se observa en la figura 2 y gráfica 7.



Gráfica 6. Promedio de individuos capturados a nivel de familia con trampas cromáticas. Las barras verticales corresponden al error estándar y subíndices diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

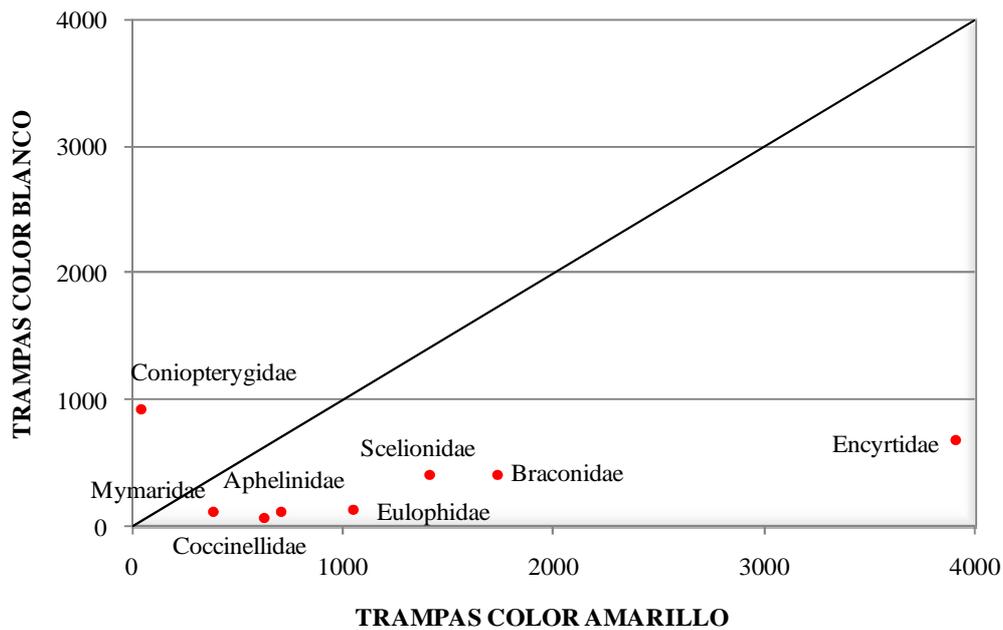


Figura 1. Enemigos naturales identificados a nivel de familia, capturados en trampas encoladas de color amarillo y blanco durante el periodo experimental.

Tabla 7. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón familia comparando las trampas cromáticas a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas ($P < 0,05$).

ENEMIGOS NATURALES	RESULTADOS ANOVA		
TAXÓN ORDEN	F	g.l.	P
TOTAL PARÁSITOS			
APHELINIDAE*	31,06	1, 14	0,000
CHALCIDIDAE*	10,12	1, 14	0,007
ENCYRTIDAE*	57,41	1, 14	0,000
EULOPHIDAE*	34,50	1, 14	0,000
PTEROMALIDAE*	69,66	1, 14	0,000
MYMARIDAE*	71,97	1, 14	0,000
TRICHOGRAMMATIDAE*	43,47	1, 14	0,000
DIAPRIIDAE*	20,47	1, 14	0,001
BETHYLIDAE*	13,66	1, 14	0,002
CHRYSIDIDAE*	3,49	1, 14	0,083
FIGITIDAE*	167,10	1, 14	0,000
SCELIONIDAE*	66,66	1, 14	0,000
CERAPHRONIDAE*	11,99	1, 14	0,004
MEGASPILIDAE*	56,33	1, 14	0,000
ICHNEUMONIDAE*	47,53	1, 14	0,000
BRACONIDAE*	44,73	1, 14	0,000
TOTAL DEPREDADORES			
COCCINELLIDAE*	84,85	1, 14	0,000
CONIOPTERYGIDAE*	22,92	1, 14	0,000
CHRYSOPIDAE*	6,73	1, 14	0,021

La gráfica 7 refleja el promedio de individuos capturados, exponiendo las especies más abundantes con su error estándar. A excepción de la especie *Conwentzia psociformis* las demás, se capturan mayormente en trampas amarillas, como se observa también en la figura 2. De las 33 especies identificadas el 75% presentan diferencias significativas ($P < 0,05$) (Tabla 8).

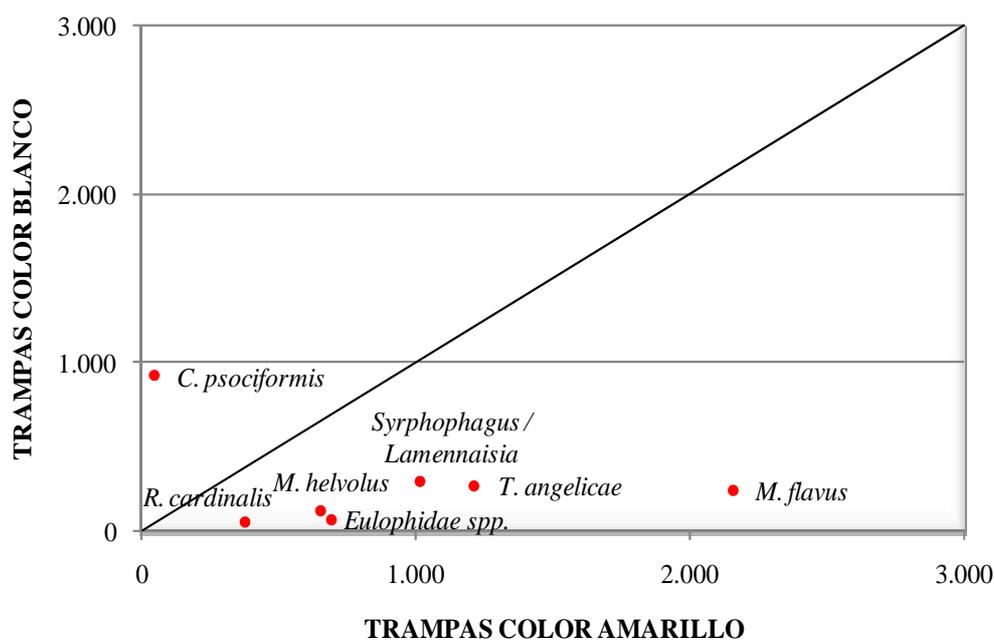
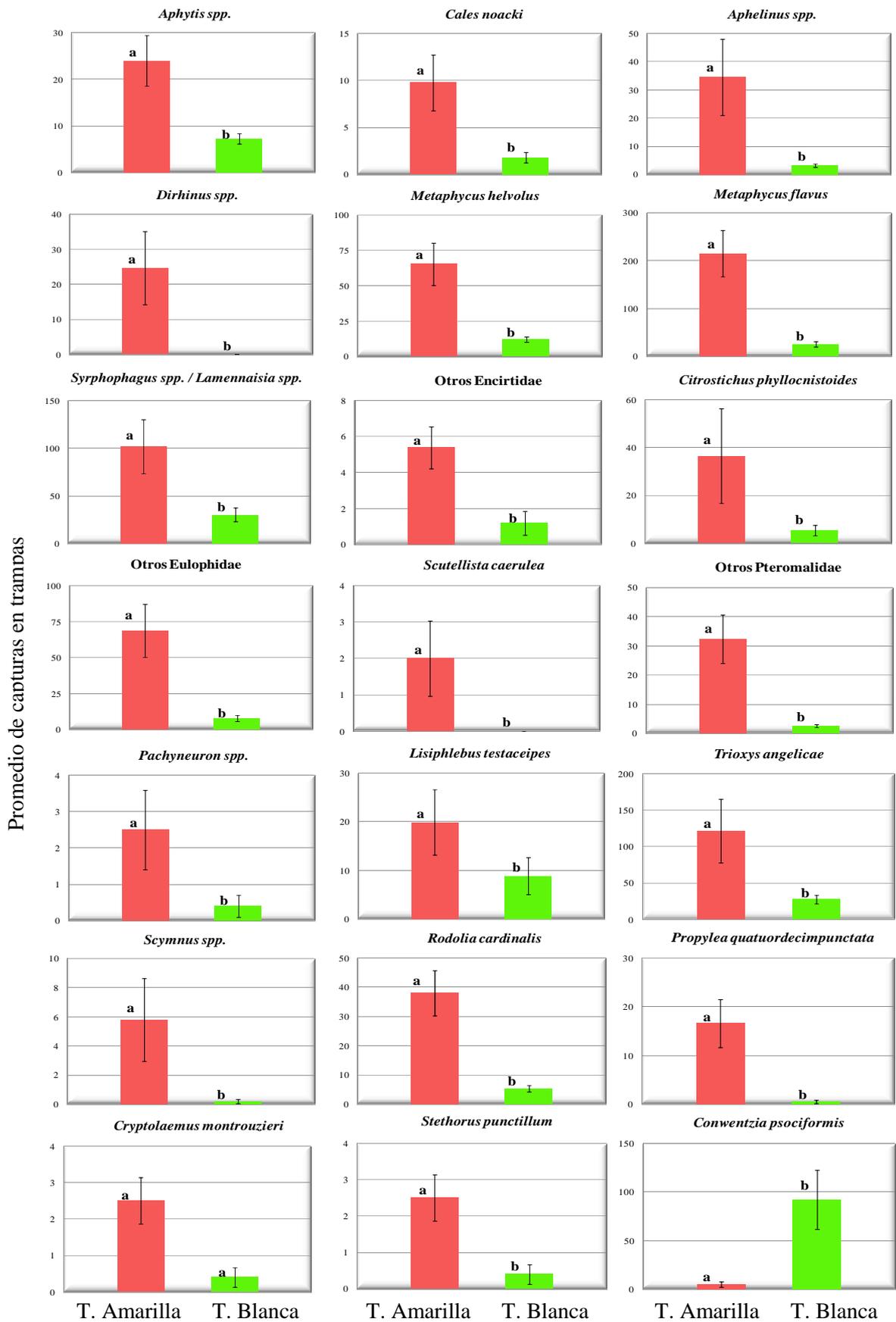


Figura 2. Enemigos naturales identificados a nivel de especie, capturados en trampas encoladas de color amarillo y blanco durante el periodo experimental.

Tabla 8. Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), estudiando el taxón especie comparando las trampas cromáticas a dos niveles. Se ha representado con (*) cuando existen diferencias significativas ($P < 0,05$).

ENEMIGOS NATURALES	RESULTADOS ANOVA		
TAXÓN ORDEN	F	g.l.	P
TOTAL PARÁSITOS			
<i>Aphytis spp.*</i>	14,42	1, 14	0,002
<i>Cales noacki*</i>	17,87	1, 14	0,001
<i>Encarsia spp.*</i>	54,22	1, 14	0,000
<i>Aphelinus spp.*</i>	15,85	1, 14	0,001
<i>Coccophagus lycimnia</i>	0,32	1, 14	0,582
<i>Dirhinus spp.*</i>	10,11	1, 14	0,007
<i>Anagyrus spp.*</i>	5,29	1, 14	0,037
<i>Metaphycus total*</i>	50,53	1, 14	0,000
<i>Metaphycus flavus*</i>	31,83	1, 14	0,000
<i>Metaphycus helvolus*</i>	42,14	1, 14	0,000
<i>Microterys spp.*</i>	8,06	1, 14	0,013
<i>Syrphophagus aphidivorus*</i>	16,30	1, 14	0,001
Otros Encirtidae*	16,30	1, 14	0,001
<i>Citrostichus phyllocnistoides*</i>	9,44	1, 14	0,008
Otros Eulophidae*	37,79	1, 14	0,000
<i>Scutellista caerulea*</i>	5,09	1, 14	0,041
<i>Pachyneuron spp.*</i>	7,06	1, 14	0,019
<i>Proctotrupidae spp.*</i>	52,49	1, 14	0,000
Otros Pteromalidae	3,50	1, 14	0,082
<i>Choeras semele (Microgastrinae)</i>	3,73	1, 14	0,074
<i>Praon volucre</i>	1,00	1, 14	0,334
<i>Lisiphlebus spp.*</i>	19,70	1, 14	0,001
<i>Trioxys angelicae*</i>	24,19	1, 14	0,000
<i>Ephedrus persicae</i>	3,34	1, 14	0,089
<i>Aphidius spp.*</i>	10,77	1, 14	0,006
TOTAL DEPREDADORES			
<i>Scymnus spp.*</i>	16,95	1, 14	0,001
<i>Rodolia cardinalis*</i>	22,60	1, 14	0,000
<i>Propylea quatuordecimpunctata*</i>	31,66	1, 14	0,000
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	1,00	1, 14	0,336
<i>Stethorus punctillum*</i>	11,27	1, 14	0,005
<i>Clitostethus arcuatus</i>	1,00	1, 14	0,334
<i>Conwentzia psociformis*</i>	23,15	1, 14	0,000
<i>Semidalis aleyrodiformis</i>	2,73	1, 14	0,121



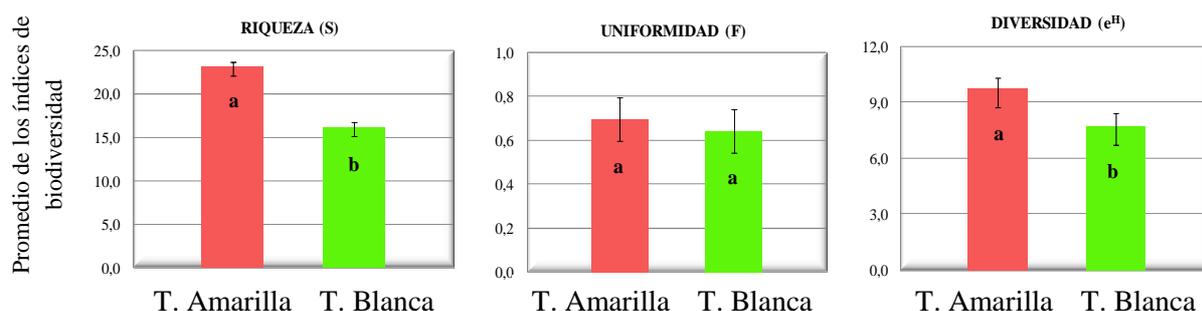
Gráfica 7. Promedio de enemigos naturales capturados a nivel de especie con trampas cromáticas. Las barras verticales corresponden al error estándar y subíndices diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

2. ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD

El índice S representa la riqueza, es decir el número de taxones capturados, la uniformidad de Hill (F) determina la homogeneidad de la abundancia de las distintas especies y el índice de Shannon ($H=e^H$), la diversidad de enemigos naturales.

Los índices de biodiversidad (S, F y H) se calcularon a partir de los enemigos naturales identificados y clasificados según taxón, familia o especie, capturados en ambos sistemas de producción y mediante las trampas cromáticas, tal y como se observa en la tabla 9. No obstante, la biodiversidad se estudió en función del taxón especie para tener una mejor percepción de la riqueza y diversidad de los enemigos naturales en los cultivos cítricos.

En primer lugar, se comparó el promedio de cada uno de los índices de biodiversidad (S, F y e^H) con los dispositivos cromáticos (Gráfica 8). Las barras verticales indican el error estándar. Del mismo modo que se observaron mayores capturas de especies ($P<0,05$) en trampas de color amarillo (apartado 1.2), los índices de biodiversidad, muestran mayor riqueza ($F= 414$; g.l.= 1, 4; $P= 0,00$) y diversidad ($F= 12,83$; g.l.= 1,4 ; $P= 0,0231$), con estas trampas. En cambio, la uniformidad es similar en ambos dispositivos comparados ($F= 1,44$; g.l.= 1, 4; $P= 2,96$).

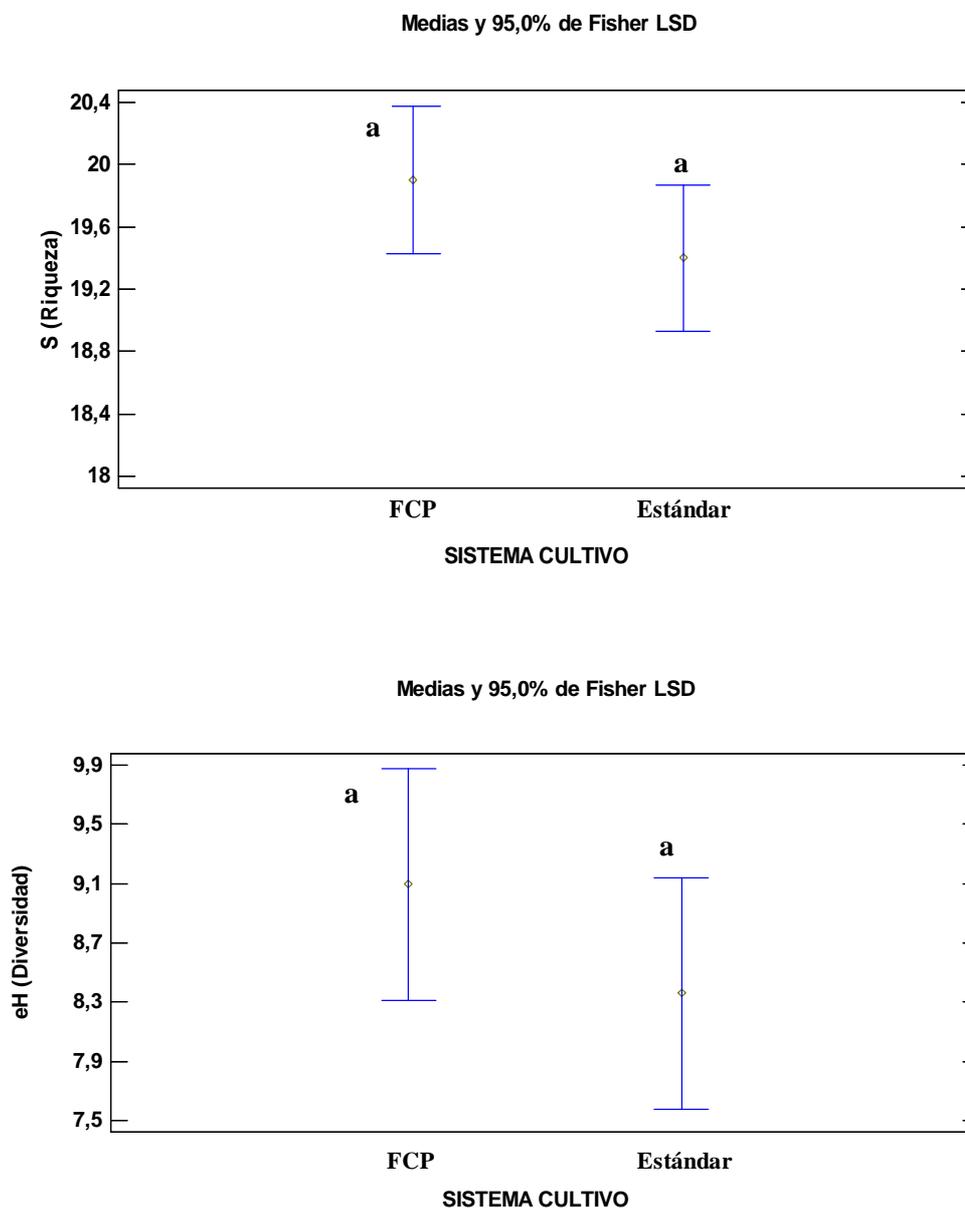


Gráfica 8. Promedio de los índices de biodiversidad (S, F y e^H) comparando el taxón especie con las trampas cromáticas utilizadas. Las barras verticales corresponden al error estándar y letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($P>0,05$).

Tabla 9. Valores de los índices de biodiversidad S (Riqueza), F (Uniformidad) y e^H (Diversidad) de los taxones identificados a nivel de familia y especie capturadas en ambos sistemas de cultivo y en las trampas cromáticas encoladas empleadas durante el periodo experimental.

			ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD					
			FAMILIA			ESPECIE		
Color Trampas	Sistema cultivo	Finca	S (Riqueza)	F (Uniformidad)	e ^H (Diversidad)	S (Riqueza)	F (Uniformidad)	e ^H (Diversidad)
T. Amarilla	FCP	Torrespinar	17	0,80	11,55	24	0,75	12,64
T. Amarilla	FCP	Mas de Moya	18	0,56	7,32	25	0,60	8,50
T. Amarilla	FCP	Rincón de Gausa	18	0,76	10,77	27	0,74	12,13
T. Amarilla	FCP	F. Bollo 'Faura'	18	0,70	10,47	22	0,75	10,11
T. Amarilla	FCP	F. Bollo 'Vall'	18	0,75	11,26	22	0,73	11,50
T. Amarilla	Estándar	Torrespinar	18	0,77	10,95	24	0,68	10,73
T. Amarilla	Estándar	Mas de Moya	15	0,51	6,43	23	0,68	7,70
T. Amarilla	Estándar	Rincón de Gausa	17	0,59	6,78	22	0,70	7,93
T. Amarilla	Estándar	F. Bollo 'Faura'	18	0,57	7,27	22	0,61	7,30
T. Amarilla	Estándar	F. Bollo 'Vall'	17	0,72	9,77	20	0,72	8,81
T. Blanca	FCP	Torrespinar	15	0,50	5,51	16	0,44	5,55
T. Blanca	FCP	Mas de Moya	14	0,72	7,46	18	0,78	9,60
T. Blanca	FCP	Rincón de Gausa	17	0,64	7,88	16	0,76	8,66
T. Blanca	FCP	F. Bollo 'Faura'	15	0,38	4,05	16	0,35	3,30
T. Blanca	FCP	F. Bollo 'Vall'	15	0,81	10,89	13	0,65	8,95
T. Blanca	Estándar	Torrespinar	16	0,69	7,89	18	0,68	7,84
T. Blanca	Estándar	Mas de Moya	15	0,66	6,97	17	0,66	8,27
T. Blanca	Estándar	Rincón de Gausa	15	0,74	8,29	16	0,83	10,51
T. Blanca	Estándar	F. Bollo 'Faura'	17	0,53	5,88	18	0,48	5,32
T. Blanca	Estándar	F. Bollo 'Vall'	14	0,70	8,42	14	0,79	9,20

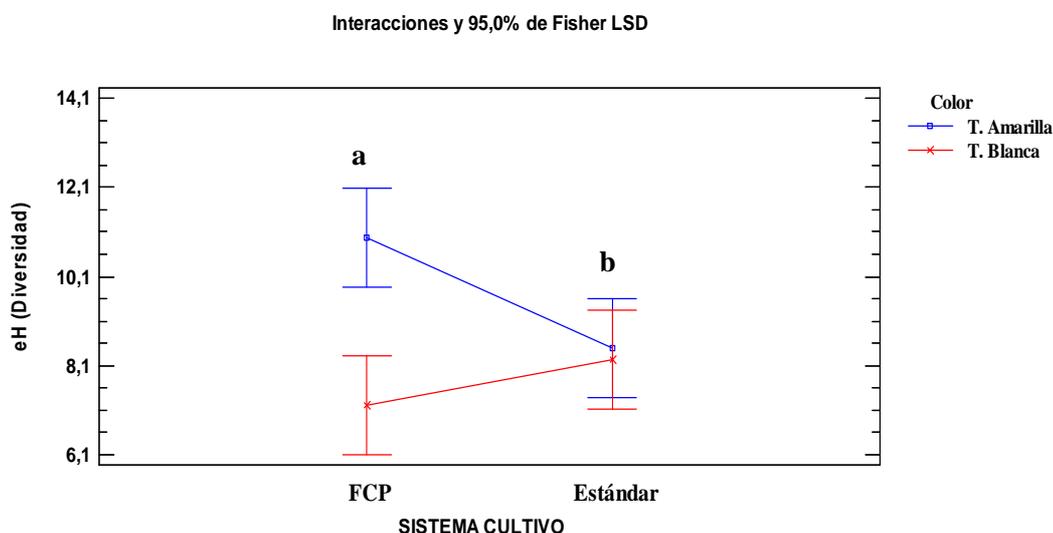
A continuación, se compararon los valores de los índices S y e^H con los sistemas de producción. Aunque sin mostrar diferencias significativas ($P > 0,05$), la riqueza ($F = 2,17$; g.l. = 1, 4; $P = 0,214$) y diversidad ($F = 1,70$; g.l. = 1, 4; $P = 0,263$) de especies, tiende a ser mayor con el sistema *Food Chain Partnership* que con estándar, tal y como se observa en la gráfica 9.



Gráfica 9. Índices S (riqueza) y e^H (diversidad) para el taxón especie, comparando los sistemas de cultivo. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$), Las barras verticales indican el intervalo LSD de Fisher (95%).

En cuanto a las interacciones, en la gráfica 10 se ha comparado el índice de diversidad (e^H) en función del taxón especie, con las trampas cromáticas y los sistemas de producción. Resultados muestran que existe mayor diversidad ($P < 0,05$) de enemigos naturales, en

trampas de color amarillo con el sistema *Food Chain Partnership* ($F= 9,67$; g.l.= 1, 4; $P= 0,036$), e indistinto con estándar.



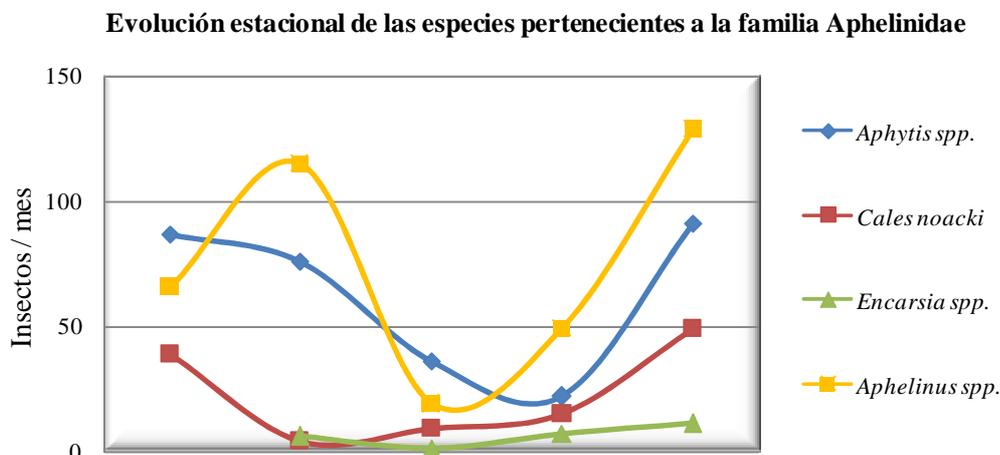
Gráfica 10. Índice de diversidad (e^H) en el que se comparan la cromaticidad de las trampas con los sistemas de cultivo (interacción). Letras diferentes indican que existen diferencias significativas ($P<0,05$). Las barras verticales indican el intervalo LSD de Fisher (95%).

3. EVOLUCIÓN ESTACIONAL

Los resultados de la evolución estacional de los enemigos naturales más abundantes a lo largo del periodo experimental, se representan a continuación en gráficas. Estas muestran el total de los individuos capturados por mes en las trampas de ambos sistemas de producción. La comparación de los resultados con los de otros autores Soler (2002), Alonso (2004), Laborda (2012) y García-Marí (2012) es relativa, puesto que estos autores citados estudian la evolución estacional en cultivos de cítricos en un periodo largo, entre tres y cuatro años. Se representan las ocho familias más relevantes por sus especies: Aphelinidae, Chalcididae, Encyrtidae, Eulophidae, Pteromalidae, Braconidae, Coccinellidae y Coniopterygidae.

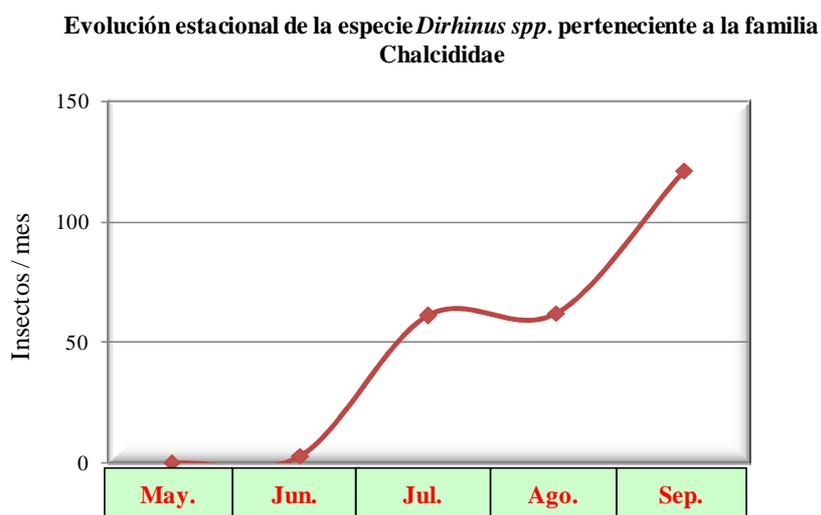
La gráfica 11 representa la evolución estacional de las especies de afelínidos, *Aphytis spp.*, *Cales noacki*, *Encarsia spp.* y *Aphelinus spp.* El género *Aphytis* muestra dos máximos poblacionales, en junio su abundancia coincide con la primera generación de piojo rojo de California, desciende al inicio de verano y vuelve a aumentar al final de verano e inicio de otoño. Resultados coinciden con Soler (2002), Alonso (2004) y Laborda (2012), aunque García-Marí (2012) observa que su abundancia se encuentra distribuida a lo largo del año. *Cales noacki* muestra dos máximos, abunda en primavera, desciende en verano y aumenta al inicio del otoño. En cambio, Soler (2002), Alonso (2004), Laborda (2012) y García-Marí (2012) observan que esta especie predomina más de julio a octubre. El género *Encarsia* abunda en junio, coincidiendo los resultados de García-Marí (2012), y a partir de agosto, coincidiendo con Laborda (2012), aunque Soler (2002) observa mayor abundancia durante la primavera coincidiendo con la primera generación de piojo rojo de California. El género *Aphelinus* presenta dos máximos, en junio y otro en septiembre coincidiendo con las

poblaciones de pulgones. Resultados similares obtienen Soler (2002) y Laborda (2012) discrepando con Alonso (2004) quien observa su máximo en abril y García-Marí (2012) en mayo.



Gráfica 11. Evolución estacional de las especies *Aphytis spp.*, *Cales noacki*, *Encarsia spp.* y *Aphelinus spp.* pertenecientes a la familia Aphelinidae. Se representa el total de individuos capturados por mes.

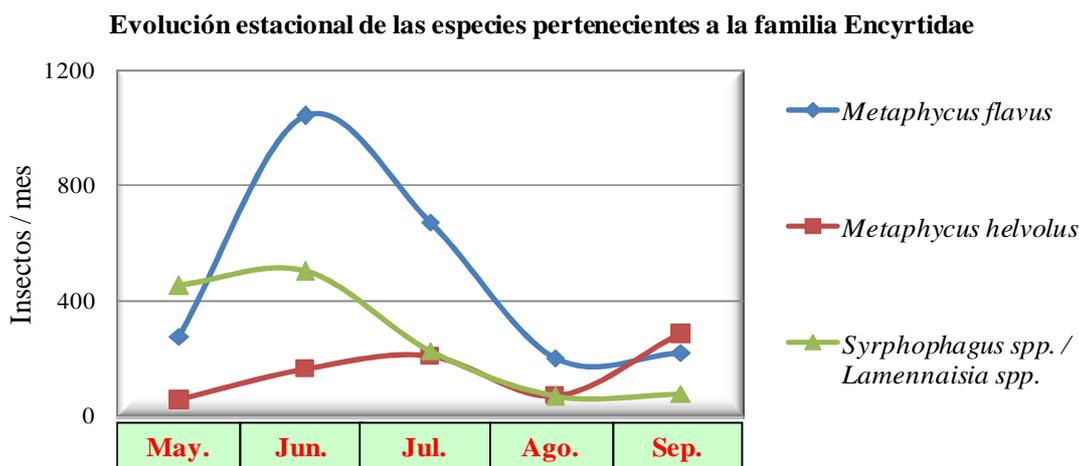
La gráfica 12 representa la evolución de la especie *Dirhinus spp.* perteneciente a la familia Chalcididae. Se observa que su abundancia poblacional aumenta desde verano hasta el inicio de otoño.



Gráfica 12. Evolución estacional de la especie *Dirhinus spp.* perteneciente a la familia Chalcididae. Se representa el total de individuos capturados por mes.

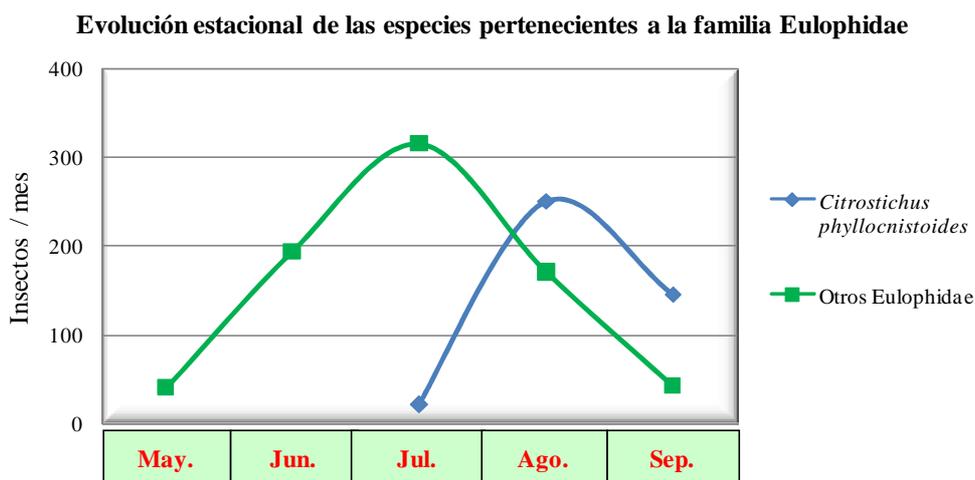
La gráfica 13 representa la evolución estacional de las especies de encártidos, *Metaphycus flavus*, *Metaphycus helvolus* y *Syrphophagus spp.* / *Lamennaisia spp.* En

primavera e inicio del verano *M. flavus* y los géneros *Syrphophagus* / *Lamennaisia* muestran mayor abundancia poblacional, coincidiendo con los resultados de Laborda (2012) para la primera especie, pero no para la segunda, que en su caso sucede en otoño. García-Marí (2012) observa la abundancia de *M. flavus* en primavera y otoño. La abundancia de *M. helvolus* se extiende desde mayo hasta agosto, coincidiendo con Laborda (2012). En cambio Soler (2002) y Alonso (2004), observan el género *Metaphycus* durante casi todo el año con dos máximos, en primavera coincidiendo con García-Marí (2012), y otoño.



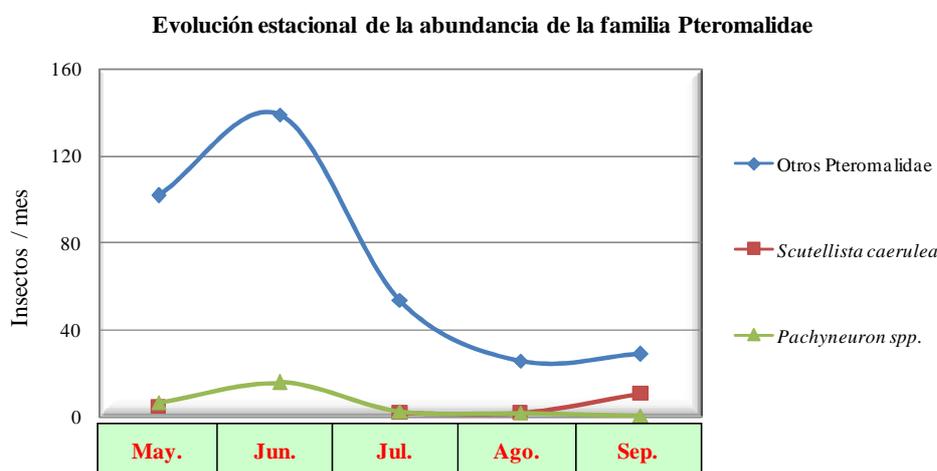
Gráfica 13. Evolución estacional de las especies *Metaphycus flavus*, *Metaphycus helvolus* y *Syrphophagus spp. / Lamennaisia spp.* pertenecientes a la familia Encyrtidae. Se representa el total de individuos capturados por mes.

La gráfica 14 representa la evolución de las especies de eulófidos, *Citrostichus phyllocnistoides* y otros Eulophidae. *C. phyllocnistoides* presenta su máximo poblacional en agosto coincidiendo con los resultados de García-Marí (2012), la abundancia de este parasitoide se encuentra condicionada por la presencia de su huésped, el minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*). Resultados diferentes obtiene Laborda (2012) observando su abundancia desde septiembre hasta diciembre. Otros Eulophidae representa a morfoespecies de eulófidos no identificados, se encuentran presentes en campo desde mayo hasta septiembre observándose el máximo poblacional en julio coincidiendo con Laborda (2012) y Alonso (2004).



Gráfica 14. Evolución estacional de las especies *Citrostichus phyllocnistoides* y *Eulophidae spp.* pertenecientes a la familia Eulophidae. *Eulophidae spp.* representa morfoespecies de Eulófidos no identificados. Se representa el total de individuos capturados por mes.

La gráfica 15 representa la evolución de las especies de pteromálidos, *Scutellista caerulea* y *Pachyneuron spp.* y *Pteromalidae spp.* *Scutellista caerulea* no se observa en primavera, pero sí en verano. Otros Pteromalidae representa morfoespecies de pteromálidos no identificados, mostrando un máximo poblacional al inicio del verano. El género *Pachyneuron* presenta un máximo en junio coincidiendo con Laborda (2012). Su abundancia coincide con la abundancia de parasitoides de pulgón, como especies de la familia Braconidae al comportarse como hiperparasitoides, observándose en la gráfica 16.



Gráfica 15. Evolución estacional de las especies *Pteromalidae spp.*, *Scutellista caerulea* y *Pachyneuron spp.* pertenecientes a la familia Pteromalidae. *Pteromalidae spp.* representa morfoespecies de Pteromálidos no identificados. Se representa el total de individuos capturados por mes.

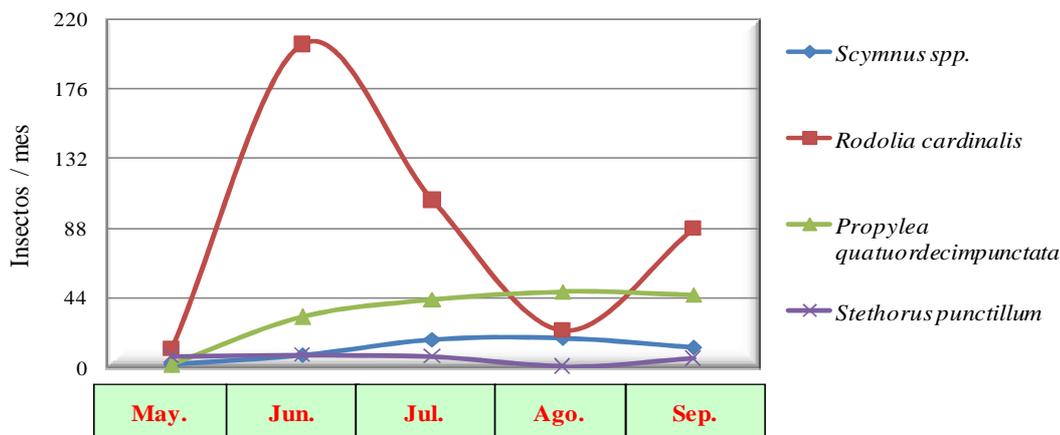
La gráfica 16 representa la evolución de las especies de braconídeos, *Lisiphlebus testaceipes* y *Trioxys angelicae*. Según Soler (2002) esta familia tiene tres máximos poblacionales a lo largo del año, enero-febrero, abril-mayo y octubre-noviembre, García-Marí (2012) observa dos máximos en mayo-junio y noviembre-diciembre, mientras que Alonso (2004) sólo observa un máximo que sucede en abril, coincidiendo con las brotaciones del árbol y poblaciones de pulgón. *Lisiphlebus testaceipes* tienen poblaciones elevadas durante mayo y junio. *T. angelicae* alcanza su máximo poblacional en mayo, disminuyendo en verano y remontando en septiembre. El máximo de los parasitoides de pulgones coinciden en primavera-inicio de verano.



Gráfica 16. Evolución estacional de las especies *Lisiphlebus testaceipes* y *Trioxys angelicae* pertenecientes a familia Braconidae. Se representa el total de individuos capturados por mes.

La gráfica 17 representa la evolución de las especies de coccinélidos, *Scymnus spp.*, *Rodolia cardinalis*, *Propylea quatordecimpunctata* y *Stethorus punctillum*. La abundancia del género *Scymnus* se produce desde mayo hasta agosto. Resultados similares obtiene Soler (2002) y García-Marí (2012), aunque Soler (2002) afirma que su primer máximo sucede entre febrero y marzo, y García-Marí (2012) observa un segundo máximo en octubre. Resultados diferentes observan Laborda (2012) y Alonso (2004) que alegan que la mayor abundancia sucede desde abril hasta junio (Laborda, 2012) y hasta septiembre (Alonso, 2004). *R. cardinalis* muestra un máximo poblacional en junio coincidiendo con Soler (2002), Alonso (2004), Laborda (2012) y García-Marí (2012), y otro en septiembre observándolo Soler (2002) un mes antes, y García-Marí (2012) un mes después. *P. 14-decimpunctata* mantiene su población constante desde mayo hasta septiembre coincidiendo con los resultados de Laborda (2012). En cambio, García-Marí (2012) observa tres máximos en mayo, agosto y octubre. *S. punctillum* abunda desde mayo hasta julio, disminuyendo en agosto y remontando en septiembre, Laborda (2012) afirma que el máximo sucede en septiembre. Por otra parte, García-Marí (2012) observa una abundancia estabilizada de marzo a septiembre, produciéndose el máximo en octubre.

Evolución estacional de las especies pertenecientes a la familia Coccinellidae



Gráfica 17. Evolución estacional de las especies *Scymnus spp.*, *Rodolia cardinalis*, *Propylea quatuordecimpunctata* y *Stethorus punctillum* pertenecientes a la familia Coccinellidae. Se representan los individuos capturados por mes.

La gráfica 18 representa la evolución de la especie *Conwentzia psociformis* perteneciente a la familia Coniopterygidae. La abundancia poblacional de esta especie es mayor en primavera coincidiendo con Soler (2002), Alonso (2004) y García-Marí (2012). No obstante, Soler (2002) obtiene otros máximos en verano al igual que Alonso (2004), y en otoño al igual que García-Marí (2012).

Evolución estacional de la especie *Conwentzia psociformis* perteneciente a la familia Coniopterygidae



Gráfica 18. Evolución estacional de la especie *Conwentzia psociformis* perteneciente a la familia Coniopterygidae. Se representa el total de individuos capturados por mes.

La tabla 10 resume por estaciones la evolución poblacional de los enemigos naturales más abundantes en el cultivo de cítricos, durante el periodo experimental.

PARASITOIDES	Primavera	Verano	Inicio Otoño
<i>Aphytis spp.</i>			
<i>Cales noacki</i>			
<i>Encarsia spp.</i>			
<i>Aphelinus spp.</i>			
<i>Dirhinus spp.</i>			
<i>Metaphycus flavus</i>			
<i>Metaphycus helvolus</i>			
<i>Syrphophagus/Lamennaisia</i>			
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i>			
<i>Eulophidae spp.</i>			
<i>Pteromalidae spp.</i>			
<i>Scutellista caerulea</i>			
<i>Pachyneuron spp.</i>			
<i>Lisiphlebus testaceipes</i>			
<i>Trioxys angelicae</i>			

DEPREDADORES	Primavera	Verano	Inicio Otoño
<i>Scymnus spp.</i>			
<i>Rodolia cardinalis</i>			
<i>Propylea 14-decimpunctata</i>			
<i>Stethorus punctillum</i>			
<i>Conwentzia psociformis</i>			

Tabla 10. Evolución estacional de los enemigos naturales más abundantes en el cultivo de los cítricos durante el periodo experimental.

CONCLUSIONES

- Ambos sistemas de producción muestran abundancias muy similares a todos los niveles taxonómicos estudiados.
- La especie *Stethorus punctillum* fue significativamente más abundante en el sistema de producción *Food Chain Partnership* y por el contrario, la familia Chrysopidae y la especie *Trioxys angelicae* en estándar.
- A todos los niveles taxonómicos las trampas amarillas capturan en general muchos más enemigos naturales que las blancas. Las trampas encoladas amarillas capturaron 12.581 enemigos naturales y las blancas 3.224.
- El neuróptero coniopterígido *Conwentzia psociformis* fue la única especie que se capturó en mayor proporción en las trampas blancas.
- Se observa más riqueza (S) y diversidad (e^H) de las especies de enemigos naturales en parcelas gestionadas por el sistema de producción sostenible *Food Chain Partnership*, cuando se comparan las trampas de color amarillo. No se encuentran diferencias al compara las trampas de color blanco.
- Se ha constatado que la mayor abundancia de los enemigos naturales de las plagas de los cítricos se produce en primavera y al inicio de otoño, disminuyendo sus poblaciones en muchos de los casos en verano.

ANEJOS**1. ACCIÓN Y EFICACIA DE LOS ENEMIGOS NATURALES****Tabla 11. Acción y eficacia de los enemigos naturales sobre las plagas presentes en el cultivo cítrícola (Llorens-Climent, 2000).**

ENEMIGO NATURAL		% EFICACIA	
Acción Fundamental:	Plaga		
<i>Rodolia Cardinalis</i> Muls.	Cochinilla acanalada	100	
Acción muy importante:	Plaga	70-90	
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Muls.	Cotonet		
<i>Cales noacki</i> How.	Mosca blanca algodonosa		
<i>Euseius stipulatus</i> (Att.-Hen). <i>Encarsia elongata</i> Dozier.	Ácaro rojo y Araña roja Serpeta fina		
Acción importante	Plaga	50-70	
<i>Metaphycus</i> spp. <i>Encyrtus</i> spp. <i>Isodromus</i> spp.	Cóccidos		
<i>Aphelinus</i> spp. Braconidae Coccinelidae <i>Scymnus</i> spp.	Pulgones		
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i> (Narayan)	Minador		
Acción interesante	Plaga		20-50
<i>Aphytis chrysomphali</i> (Mercet) <i>Aphytis melinus</i> De Bach <i>Encarsia</i> spp. <i>Rhyzobius lophanthae</i> Blaisd.	Piojo rojo de California		
<i>Aphytis hispanicus</i> (Mercet) <i>Encarsia</i> spp. <i>Lepidosaphes</i> spp.	Piojo gris		
<i>Aphytis lepidosaphes</i> Comp.	Serpeta gruesa		
<i>Eretmocerus debachi</i> Rose & Rosen	Mosca blanca japonesa		

2. ALGUNOS ENEMIGOS NATURALES IDENTIFICADOS



Foto 2. A) Chrysopidae. B) *Microterys* spp. C) Mymaridae. D) *Scutellista caerulea*. E) Chrysoidea. F) *Encarsia* spp. G) *Citrostichus phyllocnistoides*. H) Megaspilidae. I) Bethylidae.



Foto 3. A) *Metaphycus helvolus* (macho). B) Eulophidae. C) *Pachyneuron* spp. D) *Metaphycus helvolus* (hembra). E) *Dirhinus* spp. F) Scelionidae. G) *Cales noacki* (macho), Fuente: Soler, 2012 H) *Encyrtus aurantii*. I) Trichogrammatidae.

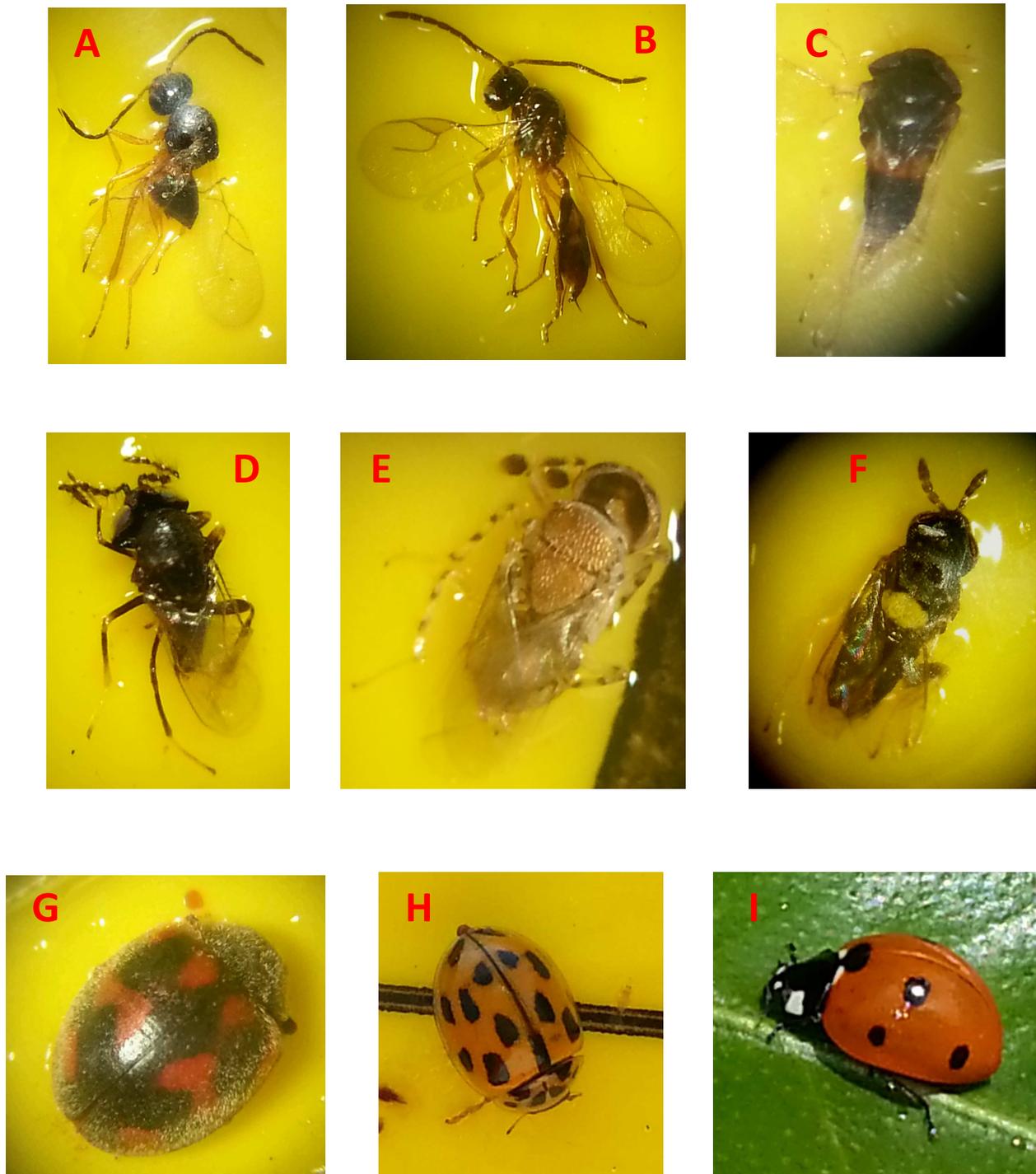


Foto 4. A) Figitidae. B) *Trioxys angelicae*. C) *Aphelinus mali*. D) *Lamennaisia* spp. E) *Metaphycus lounsburyi*. F) *Coccophagus semicircularis*. G) *Rodolia cardinalis*. H) *Propylea 14-punctata*. I) *Coccinella 7-punctata*.

3. TRATAMIENTOS EFECTUADOS PARA EL CONTROL DE PLAGAS

Tabla 12. Registro de tratamientos que se realizaron durante el periodo experimental en la finca Mas de Moya.

<i>FOOD CHAIN PARTNERSHIP</i>				ESTÁNDAR		
FINCA	FECHA	MATERIA ACTIVA	DOSIS (%)	FECHA	MATERIA ACTIVA	DOSIS (%)
Mas de Moya	16/05/2013	Espirotetramat	0,06	10/05/2013	Espirotetramat	0,06
	12/06/2013	Espirotetramat	0,03	22/06/2013	Espirotetramat	0,03
				03/04/2013	Etoxazol	0,023
	18/05/2013	Tebufenpirad	0,65	12/06/2013	Espirotetramat	0,03
	24/07/2013	Etoxazol	0,023		Clofentezin	0,025
	04/09/2013	Espiroadiclofén	0,03	24/07/2013	Etoxazol	0,023
					Abamectina	0,1
	12/08/2013	Espiroadiclofén	0,023	12/08/2013	Espiroadiclofén	0,023
					Abamectina	0,1
	11/09/2013	Etoxazol	0,023	11/09/2013	Etoxazol	0,023
Abamectina					0,1	

Tabla 13. Registro de tratamientos que se realizaron durante el periodo experimental en las fincas Torrespinar y Rincón de Gausa.

<i>FOOD CHAIN PARTNERSHIP</i>				ESTÁNDAR		
FINCA	FECHA	MATERIA ACTIVA	DOSIS (%)	FECHA	MATERIA ACTIVA	DOSIS (%)
Torrespinar	24/03/2013	Dimetoato	0,13	24/03/2013	Dimetoato	0,13
		Aceite de parafina	0,26		Aceite de parafina	0,26
		Ácido Nítrico	0,01		Piriproxifen	0,05
	03/06/2013	Espirotetramat	0,03	07/06/2013	Clorpirifos	0,15
		Espirodiclofén	0,03		Abamectina	0,1
	19/08/2013	Espirotetramat	0,04	19/08/2013	Clorpirifos	0,15
		Etoxazol	0,023		Abamectina	0,1
	14/10/2013	Spinosad	33	30/08/2013	Aceite de parafina	0,2
	25/10/2013				Etoxazol	0,02
						14/10/2013
				25/10/2013		
	<i>FOOD CHAIN PARTNERSHIP</i>				ESTÁNDAR	
FINCA	FECHA	MATERIA ACTIVA	DOSIS (%)	FECHA	MATERIA ACTIVA	DOSIS (%)
Rincón de Gausa	19/04/2013	Acetamiprid	0,025	22/04/2013	Acetamiprid	0,025
	03/06/2013	Espirotetramat	0,03	06/06/2013	Atominal	0,05
		Etoxazol	0,0125		Etoxazol	0,0125
	12/07/2013	Extracto de Canela	0,25		Clorpirifos	0,1
		Aceite de parafina	1		Aceite de parafina	1
	23/08/2013	Espirodiclofén	0,02	16/07/2013	Extracto de Canela	0,25
		Aceite de parafina	0,3		Aceite de parafina	1
	01/09/2013	Decis Trapp	50	22/08/2013	Espirodiclofén	0,03
	03/10/2013	Spinosad	33		Aceite de parafina	0,3
	14/10/2013			01/09/2013	Decis Trapp	50
	25/10/2013			03/10/2013	Spinosad	33
	06/11/2013			14/10/2013		
25/10/2013						
	06/11/2013					

Tabla 14. Registro de tratamientos que se realizaron durante el periodo experimental en las fincas Frutas Bollo.

<i>FOOD CHAIN PARTNERSHIP</i>				<i>ESTÁNDAR</i>		
FINCA	FECHA	MATERIA ACTIVA	DOSIS (%)	FECHA	MATERIA ACTIVA	DOSIS (%)
F. Bollo Faura	18/04/2013	Espirotetramat	0,03	18/04/2013	Acetamiprid	0,04
	09/06/2013	Espirotetramat	0,03	10/05/2013	Clorpirifos	0,15
		Espirodiclofén	0,02		Dimetoato	0,1
	30/08/2013	Etoxazol	0,03	12/06/2013	Clorpirifos	0,15
		Abamectina	0,1		Piriproxifen	0,075
		Aceite de parafina	1		Tebufenpirad	0,05
				30/08/2013	Espirodiclofén	0,02
					Aceite de parafina	1

<i>FOOD CHAIN PARTNERSHIP</i>				<i>ESTÁNDAR</i>		
FINCA	FECHA	MATERIA ACTIVA	DOSIS (%)	FECHA	MATERIA ACTIVA	DOSIS (%)
F. Bollo Vall	17/04/2013	Espirotetramat	0,03	16/04/2013	Acetamiprid	0,04
	04/05/2013	Dimetoato	0,1	04/05/2013	Dimetoato	0,1
		Metil-clorpirifos	0,4		Metil-clorpirifos	0,4
	13/06/2013	Espirotetramat	0,03	12/06/2013	Clorpirifos	0,15
		Espirodiclofén	0,02		Piriproxifen	0,075
	10/08/2013	Metil-clorpirifos	0,3		Tebufenpirad	0,05
		Aceite de parafina	1	Metil-clorpirifos	0,3	
		Hexitiazox	0,03	Aceite de parafina	1	
	27/07/2013	Abamectina	0,1	10/08/2013	Hexitiazox	0,03
	03/09/2013	Etoxazol	0,03	27/07/2013	Abamectina	0,1
		Abamectina	0,1	03/09/2013	Espirodiclofén	0,03
	02/10/2013	Tebufenpirad	0,06	03/09/2013	Aceite de parafina	1
				10/10/2013	Etoxazol	0,03
					Abamectina	0,1

4. INVENTARIOS ENTOMOLÓGICOS

Tabla 15. Número total de enemigos naturales capturados durante el periodo de mayo a septiembre de 2013 en 10 parcelas de cítricos de la Comunitat Valenciana.

ENEMIGOS NATURALES	
TOTAL PARÁSITOS	13.859
ORDEN HYMENOPTERA	13.859
SUPERFAMILIA CHALCIDOIDEA	7.932
FAMILIA APHELINIDAE	836
<i>Aphytis spp.</i>	312
<i>Cales noacki</i>	116
<i>Encarsia spp.</i>	25
<i>Aphelinus spp.</i>	378
<i>Coccophagus lycimnia</i>	5
FAMILIA CHALCIDIDAE	269
<i>Dirhinus spp.</i>	247
FAMILIA ENCYRTIDAE	4.593
<i>Anagyrus pseudococci</i>	15
<i>Metaphycus spp.</i>	3.184
<i>Metaphycus flavus</i>	2.405
<i>Metaphycus helvolus</i>	779
<i>Microterys spp.</i>	12
<i>Syrphophagus aphidivorus</i>	1.316
Otros Encirtidos	66
FAMILIA EULOPHIDAE	1.183
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	418
<i>Eulophidae spp.</i>	765
FAMILIA PTEROMALIDAE	399
<i>Scutellista caerulea</i>	20
<i>Pachyneuron spp.</i>	29
Otros Pteromalidae	350
FAMILIA MYMARIDAE	516
FAMILIA TRICHOGRAMMATIDAE	137
SUPERFAMILIA PROCTOTRUPOIDEA	93
FAMILIA DIAPRIIDAE	88
<i>Proctotrupidae spp.</i>	5
SUPERFAMILIA CHRYSIDOIDEA	51
FAMILIA BETHYLIDAE	38
FAMILIA CHRYSIDIDAE	13
SUPERFAMILIA CYNIPOIDEA	657
FAMILIA FIGITIDAE	657
SUPERFAMILIA PLATYGASTROIDEA	1.814
FAMILIA SCELIONIDAE	1.814
SUPERFAMILIA CERAPHRONOIDEA	831
FAMILIA CERAPHRONIDAE	586
FAMILIA MEGASPILIDAE	245
SUPERFAMILIA ICHNEUMONOIDEA	2.480
FAMILIA ICHNEUMONIDAE	337
FAMILIA BRACONIDAE	2.143
<i>Choeras semele (Microgastrinae)</i>	33
<i>Praon volucre</i>	1
<i>Lisiphlebus spp.</i>	287
<i>Trioxys angelicae</i>	1.490
<i>Ephedrus persicae</i>	5
<i>Aphidius spp.</i>	15

ENEMIGOS NATURALES	
TOTAL DEPREDADORES	1.946
ORDEN COLEOPTERA	696
SUPERFAMILIA CUCUJOIDEA	696
FAMILIA COCCINELLIDAE	696
<i>Scymnus spp.</i>	60
<i>Rodolia cardinalis</i>	434
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	171
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	1
<i>Stethorus punctillum</i>	29
<i>Clitostethus arcuatus</i>	1
ORDEN NEUROPTERA	1.250
SUPERFAMILIA CONIOPTERYGOIDEA	980
FAMILIA CONIOPTERYGIDAE	980
<i>Conwentzia psociformis</i>	971
<i>Semidalis aleyrodiformis</i>	9
SUPERFAMILIA HEMEROBIOIDEA	270
FAMILIA CHRYSOPIDAE	270
TOTAL ENEMIGOS NATURALES	15.805

Tabla 16. Enemigos naturales capturados en los sistemas de producción, estándar y *Food Chain Partnership* (FCP) y por las trampas encoladas cromáticas comparadas, durante el periodo de mayo a septiembre de 2013 en 10 parcelas de cítricos de la Comunitat Valenciana.

ENEMIGOS NATURALES	TRAMPA AMARILLA		TRAMPA BLANCA	
	FCP	Estándar	FCP	Estándar
TOTAL PARÁSITOS	5.586	6.125	960	1.188
ORDEN HYMENOPTERA	5.586	6.125	960	1.188
SUPERFAMILIA CHALCIDOIDEA	3.083	3.722	495	632
FAMILIA APHELINIDAE	295	413	67	61
<i>Aphytis spp.</i>	115	125	35	37
<i>Cales noacki</i>	59	39	10	8
<i>Encarsia spp.</i>	12	9	2	2
<i>Aphelinus spp.</i>	107	239	18	14
<i>Coccophagus lycimnia</i>	2	1	2	0
FAMILIA CHALCIDIDAE	209	60	0	0
<i>Dirhinus spp.</i>	191	56	0	0
FAMILIA ENCYRTIDAE	1.573	2.332	271	417
<i>Anagyrus</i>	7	5	0	3
<i>Metaphycus</i>	1.143	1.668	156	217
<i>Metaphycus flavus</i>	818	1.338	92	157
<i>Metaphycus helvolus</i>	325	330	64	60
<i>Microterys spp.</i>	8	3	1	0
<i>Syrphophagus aphidivorus</i>	388	629	112	187
Otros Encirtidos	27	27	2	10
FAMILIA EULOPHIDAE	562	492	69	60
<i>Citrostichus phyllocnistoides</i>	318	47	35	18
<i>Eulophidae</i>	244	445	34	42
FAMILIA PTEROMALIDAE	166	203	13	17
<i>Scutellista caerulea</i>	18	2	0	0
<i>Pachyneuron spp.</i>	14	11	3	1
Otros Pteromalidae	134	190	10	16
FAMILIA MYMARIDAE	212	177	64	63
FAMILIA TRICHOGRAMMATIDAE	63	49	9	16
SUPERFAMILIA PROCTOTRUPOIDEA	60	25	4	4
FAMILIA DIAPRIIDAE	56	24	4	4
<i>Proctotrupidae</i>	4	1	0	0
SUPERFAMILIA CHRYSIDOIDEA	19	22	5	5
FAMILIA BETHYLIDAE	15	16	3	4
FAMILIA CHRYSIDIDAE	4	6	2	1
SUPERFAMILIA CYNIPOIDEA	335	309	9	4
FAMILIA FIGITIDAE	335	309	9	4
SUPERFAMILIA PLATYGASTROIDEA	676	734	160	244
FAMILIA SCELIONIDAE	676	734	160	244
SUPERFAMILIA CERAPHRONOIDEA	509	201	84	37
FAMILIA CERAPHRONIDAE	390	125	52	19
FAMILIA MEGASPILIDAE	119	76	32	18
SUPERFAMILIA ICHNEUMONOIDEA	907	1.108	205	260
FAMILIA ICHNEUMONIDAE	176	108	22	31
FAMILIA BRACONIDAE	731	1.000	183	229
<i>Choeras semele (Microgastrinae)</i>	5	7	10	11
<i>Praon volucre</i>	0	0	0	1
<i>Lisiphlebus spp.</i>	119	80	48	40
<i>Trioxys angelicae</i>	441	775	115	159
<i>Ephedrus persicae</i>	5	0	0	0
<i>Aphidius spp.</i>	12	3	0	0

ENEMIGOS NATURALES	TRAMPA AMARILLA		TRAMPA BLANCA	
	FCP	Estándar	FCP	Estándar
TOTAL DEPREDADORES	396	474	636	440
ORDEN COLEOPTERA	323	309	37	27
SUPERFAMILIA CUCUJOIDEA	323	309	37	27
FAMILIA COCCINELLIDAE	323	309	37	27
<i>Scymnus spp.</i>	25	33	1	1
<i>Rodolia cardinalis</i>	190	191	28	25
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	88	78	4	1
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	1	0	0	0
<i>Stethorus punctillum</i>	19	6	4	0
<i>Clitostethus arcuatus</i>	0	1	0	0
ORDEN NEUROPTERA	73	165	599	413
SUPERFAMILIA CONIOPTERYGOIDEA	18	31	578	353
FAMILIA CONIOPTERYGIDAE	18	31	578	353
<i>Conwentzia psociformis</i>	18	30	574	349
<i>Semidalis aleyrodiformis</i>	0	1	4	4
SUPERFAMILIA HEMEROBIOIDEA	55	134	21	60
FAMILIA CHRYSOPIDAE	55	134	21	60
TOTAL ENEMIGOS NATURALES	5.982	6.599	1.596	1.628

BIBLIOGRAFÍA

- Adán, A. (2005).** Organismos autóctonos, alóctonos y exóticos en el control biológico de plagas. Asociación Española de Fabricantes Agronutrientes (AEFA). Jornadas Técnicas MDF (Medios de Defensa Fitosanitaria). <http://aefa-agronutrientes.org/control-biologico-de-plagas>. Entrada: Julio de 2014.
- Alonso, D. (2004).** La mosca de la fruta *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) en parcelas de cítricos: Evolución estacional, distribución espacial y posibilidad de control mediante trampeo masivo. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Universitat Politècnica de València, 187 pp.
- Alvis, L. (2003).** Identificación y abundancia de artrópodos depredadores en los cultivos de cítricos Valencianos. Tesis Doctoral. Departamento Ecosistemas Agroforestales. Universitat Politècnica de València, 188 pp.
- Biaggini, M., Paggetti, E., Corti, C., Dellacasa, M., Consorti, R. y Dapporto, L. (2007).** The taxonomic level order as a possible tool for rapid assessment of Arthropod diversity in agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122: 183-191.
- Cardoso, P., Silva, I., de Oliveira N., y Serrano A. (2004).** Higher taxa surrogates of spider (Araneae) diversity and their efficiency in conservation. *Biological Conservation*, 117: 453-459.
- Cerdá, X., Palacios, R. y Retana, J. (2009).** Ant Community Structure in Citrus Orchards in the Mediterranean Basin: Impoverishment as a Consequence of Habitat Homogeneity. *Environ. Entomol.*, 38(2): 317-324.
- DOGV (Diari Oficial de la Generalitat Valenciana) (2008).** Resolución de 20 de octubre de 2008, del director general de Investigación y Tecnología Agroalimentaria, por la que establecen las normas para la Producción Integrada en cítricos, en el ámbito de la Comunitat Valenciana. Número 5901 (de 26 noviembre): 88055-88096.
- García-Marí, F. (2012).** Plagas de los cítricos. Gestión Integrada en países de clima mediterráneo, 556 pp. Ed. *Phytoma*.
- Heong K.L., Aquino G.B. y Barrion A.T. (1991).** Arthropod community structures of rice ecosystems in the Philippines. *Bulletin of Entom. Research*. 81 (4): 407-416.
- Hoback, W.W., Higley, L.G., Spomer S.M. y Svatos, T.M. (1999).** Trap color and placement affects estimates of insect family-level abundance and diversity in a Nebraska salt marsh. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 91: 393-402.
- Jensen, P.B. (1997).** The influence of unspraying on diversity of soil-related hymenopteran parasitoids in cereal fields. *Journal of Applied Entomology*, 121: 417-424.
- 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. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Universitat Politècnica de València, 174 pp.
- Llorens-Climent, J.M. (2000).** Biología de los enemigos naturales de las plagas de

cítricos y efectos de los productos fitosanitarios, 35-41. En: Dossiers Agraris ICEA-
Enemics naturals de plagues en diferents cultius a Catalunya.

Martínez-Ferrer, M.T. (2005). Control biológico en cítricos. Institut de Recerca i
Tecnología Agroalimentàries (IRTA). 7 pp.

Mouillot, D. y Leprêtre, A. (1999). A comparison of species diversity estimators.
Researches on Population Ecology, 41: 203-215.

Soler, J.M. (2000). Control de artrópodos fitófagos en cítricos con aldicarb y efectos sobre
la entomofauna auxiliar. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Agronómica y del Medio Natural. Universitat Politècnica de València, 280 pp.

Soler, J.M. (2014). Identificação dos inimigos naturais das pragas dos citrinos:
Parasioídes. Seminário Entomologia dos Citrinos em Faro, Algarve, Portugal.

Soler, J.M., García-Marí, F., Alonso, D. (2002). Evolución estacional de la entomofauna
auxiliar en cítricos. Bol. San. Veg. Plagas, 28: 133-149.