



Facultad de Ciencias Naturales y Museo
Universidad Nacional de La Plata
Tesis Doctoral



Coleopterofauna epigea de importancia agrícola en cultivos de
lechuga (*Lactuca sativa* L.) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.),
con diferente manejo sanitario,
en el Cinturón Florí-Hortícola Platense



Lic. Julia Rouaux

Directoras

Dra. Nora Cabrera y Dra. M. Gabriela Luna

2015

Facultad de Ciencias Naturales y Museo
Universidad Nacional de La Plata

Tesis para la obtención del título de
Doctor en Ciencias Naturales

**Coleopteroфаuna epígea de importancia agrícola en cultivos de lechuga
(*Lactuca sativa* L.) y tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.),
con diferente manejo sanitario,
en el Cinturón Flori-Hortícola Platense**

Lic. Julia Rouaux

Directoras:

Dras. Nora C. Cabrera y M. Gabriela Luna

2015

A mi madre

*Quien en las buenas y en las malas, ha
constituido el pilar sobre el que siempre
me apoyé. Quien ofreció sus oídos cuando
necesité ser escuchada, así como sus
palabras cargadas de consejos y aliento
incondicional. Por ello, mi más profundo
agradecimiento y la dedicación de todo el
esfuerzo que encierra esta tesis.*

Agradecimientos

Así como dicen que muchos se identifican con su objeto de estudio, llevar a cabo esta tesis doctoral, implicó una metamorfosis en mi vida, no sólo a nivel académico, sino también personal. Durante todos estos años, han sido muchas las personas que merecen unas palabras de agradecimiento. Sin duda, esta tarea, no hubiera llegado a buen puerto de no haber contado con la colaboración y el apoyo de todos ellos.

Por ello, quiero agradecer:

A mis padres, por transmitirme el amor por la naturaleza, por darme la oportunidad de estudiar, por la ayuda, acompañamiento e incentivo constantes.

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), por otorgarme las becas para llevar a cabo este trabajo. A la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM-UNLP) por la formación académica y al Museo de La Plata por brindar el lugar de trabajo para realizar esta Tesis.

A mis directoras, Nora Cabrera y Gabriela Luna, por su enorme confianza, apoyo y paciencia en el trabajo de estos años. Gracias por darme la libertad para volar, pero con los límites necesarios para no perder el camino.

A los productores, Susana Parrillo, Franco y Francisco Petix, Norma Olivera, Raúl López, Marcelo Maita y a todos los integrantes de “Colectivo Orgánico” por su buena predisposición y colaboración en mis tareas de campo.

A los profesionales del CEPAVE, especialmente a Guillermo Reboredo por su ayuda incondicional en cada uno de los muestreos de campo, A Graciela Minardi por los consejos estadísticos y a Vivina, por su gran apoyo, compañerismo y amistad, compartidos en las largas horas de muestreo.

A Sergio Roig-Juñent, por guiarme en los primeros pasos con los carábidos, por su ayuda desinteresada y su gran humildad. A Mariana Chani Posse y Analía Lanteri por salvarme de morir ahogada en un mar de morfoespecies!!

A los evaluadores, Ana Salazar Martínez, M. Laura de Wysiecki y Fernando Momo, por sus valiosos aportes que ayudaron a mejorar este manuscrito.

A las “chicas del museo”, Ceci, Silvana, Fabi, Sonia, Lili y Paulina, por hacer de la rutina algo diferente, por compartir alegrías y por contenerme en los malos momentos, no hubiera sido lo mismo sin uds. Gracias, además, a Sonia por las correcciones, a Ceci Gorretta por las fotografías de los bichos y a Cecilia Morgan por la ayuda con el abstract.

A Eri, Ana y Andrea, por escucharme, aconsejarme y ayudarme con unas cuantas cosas, evitando que colapsara en más de una ocasión. Gracias por la paz transmitida.

A Popy, amiga, compañera y mentora, por estar siempre, en todo sentido.

A mis amigos del alma, Manne, Eri, Maru, Mariana, Meli, Viole, Lu, Eli, Paulis y Fabri, por toda su contención, consejos y ayuda de siempre, aún estando lejos.

A mi familia, especialmente a Marta, Abraham, Tina, Vivi, hermanos, cuñas y al solcito de Joaquín. Y a mis abuelos, Adela y Juan Martín que, aunque ya no están, siempre me acompañan...

INDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	10
ORGANIZACIÓN DE LA TESIS	14
SECCION A	
CAPÍTULO I: Planteo del problema	17
1.1. Introducción	17
1. 2. Objetivos	23
1. 2. 1. Objetivo general	23
1. 3. 2. Objetivos específicos	24
1. 3. Hipótesis y predicciones	24
CAPITULO II: Fauna edáfica	25
1. Aspectos biológicos y ecológicos	25
2.1.1. Clasificación de la fauna edáfica	25
2.2. El Orden Coleoptera como componente relevante de la macrofauna epigea	28

CAPITULO III: Contexto ecológico y productivo del área de estudio	30
3. 1. La horticultura en la Argentina	30
3.2. Cultivo de Lechuga	38
3. 3. Cultivo de Tomate	43
CAPITULO IV: Marco metodológico	48
4. 1. Sitios de muestreo	48
4.1.1. Cultivo de Lechuga	49
4.1.2. Cultivos de Tomate	53
4.2. Métodos de colecta de coleópteros epigeos. Trampas <i>pitfall</i>	57
4.3. Procesamiento de las muestras y determinación Taxonómica de individuos del Orden Coleoptera	59
4.4. Determinación Taxonómica de las arvenses encontradas	59
SECCIÓN B	
CAPITULO V: Diversidad de los ensambles coleopterológicos epigeos en cultivos de lechuga y tomate del CFHP	62
5.1. Introducción	62
5.2. Materiales y métodos	63
5.2.1. Recolecciones	63

5.2.2. Determinación taxonómica de los individuos del Orden Coleoptera	64
5.2.3. El uso de taxa superiores como medida de la diversidad biológica.	65
5.2.4. Índices de Diversidad	66
5.2.5. Análisis estadísticos	68
5.3. Resultados.....	69
5.3.1. Abundancia de coleópteros epigeos	69
5.3.1.1. Cultivo de Lechuga	70
5.3.1.2. Cultivo de Tomate	72
5.3.2. Composición Taxonómica	75
5.3.2.1. Cultivo de Lechuga	77
5.3.2.2. Cultivo de Tomate	83
5.3.3. Índices de Diversidad	89
5.3.3.1. Cultivo de Lechuga	89
5.3.3.2. Cultivo de Tomate	93
5.4. Discusión	97
CAPITULO VI: Grupos funcionales	106
6.1. Introducción.....	106
6.2. Materiales y métodos	108

6.2.1. Determinación de los grupos funcionales	108
6.2.2. Análisis estadísticos	109
6.3. Resultados	110
6.3.1. Cultivo de Lechuga.....	113
6.3.2. Cultivo de Tomate	119
6.4. Discusión	125
CAPITULO VII: Análisis de la composición de las Familias Dominantes	133
7.1. Introducción	133
7.2. Materiales y métodos	134
7.2.1. Composición Taxonómica	134
7.2.2. Abundancia y Dominancia	133
7.2.3. Análisis de similitud.....	135
7.3. Resultados	137
7.3.1. Composición Taxonómica.....	137
7.3.2. Estructura de Dominancia.....	142
7.3.2.1. Cultivo de Lechuga	142
7.3.2.2. Cultivo de Tomate	146
7.3.3. Análisis de similitud.....	151
7.4. Discusión	153

SECCIÓN C

CAPITULO VIII: Consideraciones finales.....	164
ANEXO I: Lista de arvenses registradas.....	171
ANEXO II: Diagnosis de las familias registradas.	175
ANEXO III: Particularidades de los taxones dominantes	190
REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS.....	198

Resumen

El Cinturón Flori-Hortícola Platense (CFHP) (NE prov. Buenos Aires) representa la región más importante de la Argentina en la producción de hortalizas. La producción hortícola convencional implica el cultivo de especies de ciclos en general cortos y repetitivos, la práctica de laboreos intensivos y la aplicación de agroquímicos de síntesis (plaguicidas, herbicidas y fertilizantes). El elevado uso de estos últimos compuestos es visto como un problema socio-ambiental. Como alternativa de producción se plantea un manejo más racional del sistema, a través de la Agricultura Orgánica, que implica la valoración de la agrobiodiversidad, tanto por su uso productivo como por su rol funcional en el sistema. En este contexto, uno de los aspectos fundamentales para el diseño de agroecosistemas sustentables, es contar con conocimientos sobre sus componentes, interacciones y funciones. En este sentido, la utilización de la fauna edáfica y, específicamente, de los coleópteros epigeos, como indicadora de disturbios, constituye una de las herramientas más útiles para tal fin.

El objetivo principal de esta Tesis fue realizar estudios taxonómicos, biológicos y ecológicos sobre los ensambles coleopterológicos epigeos, presentes en dos importantes cultivos hortícolas del CFHP: el de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y el de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), considerando prácticas agrícolas con diferente manejo sanitario: convencional y orgánico. La estructura de los ensambles se analizó en este estudio a través de tres enfoques: la diversidad de familias, la composición funcional y la estructura de dominancia de las especies pertenecientes a las familias dominantes (abundancia superior al 10% del total de individuos colectados durante todo el estudio y para ambos cultivos). Por último, se planteó establecer el rol trófico de las principales especies/morfoespecies de las familias dominantes, con el fin de evaluar su potencial importancia como plagas o enemigos naturales en los cultivos de lechuga y tomate.

Como hipótesis de trabajo para esta investigación se postuló que, tratándose los coleópteros de uno de los grupos de insectos más ubicuos y con reconocidas funciones en el agroecosistema, sus comunidades estarán bien representadas en los cultivos hortícolas del

CFHP, difiriendo su estructura según el manejo sanitario, la etapa del ciclo del cultivo y la estación.

Para llevar adelante la investigación, se seleccionaron trece fincas con cultivos de lechuga y de tomate a cielo abierto con manejo convencional (MC) y manejo orgánico (MO), ubicadas en las localidades de Colonia Urquiza, Los Hornos y Lisandro Olmos. Los coleópteros fueron capturados con trampas de caída revisadas quincenalmente, siguiendo el ciclo de cada cultivo. La clasificación de los individuos adultos del Orden Coleoptera, se realizó a nivel de familia y, en el caso de las familias dominantes, a nivel específico, cuando fuera posible. Las diferencias en el número de individuos por trampa, la riqueza de familias y los valores del índice de Pielou (equitabilidad, J') para cada tipo de cultivo, se analizaron por medio de ANOVA de dos vías y t test (o sus equivalentes no paramétricos). Asimismo, se testeó la significancia del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') mediante el test de Hutcheson (1970). Los individuos capturados se categorizaron en seis grupos funcionales: fitófagos, depredadores, parasitoides, fungívoros, saprófagos y coprófagos. Con esta información se evaluó la estructura de los grupos funcionales de coleópteros presentes en los cultivos, con todas sus variantes. Teniendo en cuenta la abundancia relativa de las especies de las familias dominantes, se estableció la estructura de dominancia a través de cuatro categorías de especies: 1) dominantes ($\geq 5\%$); 2) codominantes o accesorias (4,9 a 2%) y raras (de 0 a 1,9%). Asimismo, se evaluó su ajuste a los distintos modelos de distribución de rango-abundancia (serie geométrica, logarítmica, log-normal y del bastón roto). La similitud de los taxa que integraron los ensambles de las familias dominantes (Curculionidae, Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae) se analizó por medio de un análisis de clusters, el cual fue elaborado a partir de los coeficientes de similitud de Sørensen cuantitativo, teniendo en cuenta seis situaciones: lechuga otoño-invierno, lechuga primavera-verano y tomate primavera-verano, para los dos tipos de manejo (orgánico y convencional).

Se colectó un total de 2.372 individuos de coleópteros adultos (909 en lechuga y 1463 en tomate), pertenecientes a 21 familias. En general, el promedio de individuos recolectados en el cultivo de lechuga, respondió a los manejos mientras que la diversidad, a la temporada de muestreo. En el caso del cultivo de tomate, no se encontró relación entre el

número de individuos ni la diversidad respecto al manejo. No se observaron tendencias o patrones en cuanto a la temporalidad de la abundancia de las familias representantes de los ensambles de coleópteros epigeos en relación al crecimiento del cultivo, teniendo los ensambles de cada sitio en particular, comportamientos diferentes.

En lechuga, para el MO, las familias más abundantes fueron Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae, mientras que en los sitios con MC, lo fueron las familias Curculionidae, Staphylinidae y Carabidae. En tomate, las familias dominantes fueron, principalmente, Elateridae en MC y Curculionidae y Scarabaeidae en MO. Para ambos manejos, se encontraron representantes de la familia Staphylinidae en todos los sitios. Estas familias se citan como comunes para los agroecosistemas, tanto del CFHP como de otros países.

Con respecto a los grupos funcionales, en el cultivo de lechuga predominaron los depredadores (más abundantes en el MO), seguidos por los saprófagos, fitófagos, parasitoides y coprófagos. Para ambos manejos y temporadas, la abundancia de los depredadores, en general, fue aumentando a lo largo del ciclo del cultivo. En el cultivo de tomate, se observó una mayor riqueza en cuanto al número de familias representadas en cada grupo trófico. Este cultivo proveería condiciones microambientales más favorables en cuanto a humedad relativa, arquitectura de la vegetación (cobertura del suelo) y cantidad de materia orgánica, que beneficiarían tanto a los fitófagos (que constituyeron el grupo más abundante), a los depredadores (debido a una mayor disponibilidad de presas y de recursos alternativos), a los saprófagos, coprófagos y fungívoros (que dependen directamente de la hojarasca como recurso). Los fitófagos y los depredadores fueron más abundantes en sitios con MO.

En general, la relación rango-abundancia de las especies para las familias dominantes (Curculionidae, Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae) se ajustó mejor al modelo log-normal, mostrando una estructura de dominancia representada por unas pocas especies dominantes, un grupo pequeño de especies codominantes y un gran número de especies raras.

El análisis de clusters mostró dos grupos marcados, uno para cada cultivo. Además, en los cultivos de lechuga, se observó un efecto estacional en la composición de las especies, que predominó sobre el efecto del manejo sanitario (MC vs. MO), dado que los ensamblajes de este cultivo se separaron de acuerdo a la temporada de muestreo.

Dentro de la coleopteroфаuna depredadora epigea registrada, las familias Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae, jugarían un rol relevante en el control biológico. La gran mayoría de las especies halladas para la familia Carabidae, perteneció al grupo de los depredadores, dominando las especies: *Pachymorphus striatulus*, *Scarites* (*Scarites*) *anthracinus*, *Parypathes* (*Paranortes*) *cordicollis* y *Parypathes* (*Argutoridius*) *bonariensis*, que se alimentan, en general, de larvas de lepidópteros, de curculiónidos y de otros insectos del suelo. Entre los Staphylinidae encontrados, aproximadamente la mitad correspondió al grupo de los enemigos naturales, incluyendo formas depredadoras y parasitoides. Se registraron, en ambos cultivos, numerosos individuos del género *Aleochara*, conocidos por su importancia en el control de muchas especies de dípteros plaga. La única especie registrada para Coccinellidae, *Eriopis connexa*, se encontró en todos los sitios, siendo la especie depredadora dominante en muchos de ellos. Tanto en estado larval como adulto, son activas predadoras de pulgones, cochinillas, ácaros, trips, moscas blancas, desoves y primeros estadios larvales de Lepidópteros en cultivos agrícolas. Para ambos cultivos, la mayoría de las especies fitófagas perteneció a la familia Curculionidae, con *Phyrdenus muriceus* como especie dominante.

En los agroecosistemas estudiados, los coleópteros epigeos constituyen un componente clave de la fauna del suelo, ya que al pertenecer a diferentes grupos funcionales, participan en la producción de numerosos procesos ecosistémicos tales como el control de especies fitófagas, el reciclaje de nutrientes y el mejoramiento de la estructura del suelo. Además, se demostró que su abundancia y diversidad, así como la proporción de grupos funcionales, se ven afectados no solo por el tipo de manejo sanitario, sino también por la estación del año y la estructura y diversidad de la vegetación (cultivo y arvenses).

Abstract

The Horticultural-Floricultural Belt of La Plata (HFBLP) (NE of Buenos Aires province) is the most prominent region of Argentina in terms of vegetable crop production. Conventional horticultural production includes growing of species in short repetitive cycles, intensive tilling and application of synthesis agrochemicals (plaguicides, herbicides and fertilizers). Intensive use of such chemical substances is considered as a social-environmental problem. More rational pest managements are currently proposed as alternative production systems in the region such as the Organic Agriculture, which involve the valorization of agrobiodiversity, not only for its productive value, but also because of its functional role in the agroecosystem. In this context, one of the fundamental aspects for the design of sustainable agroecosystems is the availability of information about their components, interactions and functions. In this sense, the use of soil fauna, and more specifically, epigean beetles, as indicator of disturbances, is one of the most useful tools.

The main goal of this thesis was to perform taxonomic, biological and ecological studies of the assemblages of epigean beetles in two major horticultural crops of the HFBLP: lettuce (*Lactuca sativa* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), encompassing agricultural practices with different sanitary management: conventional and organic. In the present study, the structure of the assemblages was analysed through three different approaches: family diversity, functional composition and dominance structure of the species belonging to the most abundant families (abundance higher than 10% of the total number of individuals collected during the whole study in both kinds of crops). Finally, it was proposed to establish the trophic role of the main species/morphospecies of the most dominant families aiming to assess their potential relevance as pest or natural enemies in lettuce and tomato crops.

The hypotheses for this research was that, given that coleopterans are among the most ubiquitous insect groups and perform valuable ecological function, their communities will be well represented in horticultural crops of HFBLP and will show different structure according to type of sanitary management, stage of the crop cycle and the season.

Thirteen horticultural establishments with open-air lettuce and tomato crops with conventional and organic management (CM and OM, respectively), sited in the localities Colonia Urquiza, Los Hornos and Lisandro Olmos were chosen to perform this study. Beetles were captured using pitfall traps that were checked every two weeks, according to the cycle of each crop. Adults belonging to order Coleoptera were identified at family level, and for the dominant families, at species level whenever possible. Possible differences in mean number of individuals per trap, the family richness and Pielou's equitability index values were analysed using two-way ANOVA and *t* test (or their non-parametric equivalents). Likewise, the significance of the Shannon-Wiener index (*H'*) values was assessed with the Hutcheson test (1970). Captured individuals were categorized into six functional groups: phytophages, predators, parasitoids, fungivores, saproфаges and coprophages. This information was used to analyse the structure of functional groups of coleopterans in the crops, with all their variations. Based on the relative abundance of the most abundant families, the dominance structure was established the structure of dominance through four species categories: 1) dominant ($\geq 5\%$); 2) co-dominant (4,9 a 2%) and rare (de 0 a 1,9%) and too adjustment was assessed at distalong with its adjustment to different models of rank-abundance (geometric, log-series, log-normal and broken stick). The similarity of taxa in the assemblages of dominant families (Curculionidae, Carabidae, Staphylinidae and Coccinellidae) was assessed using the similarity coefficients of the quantitative Sørensen considering six situations: autumn-winter lettuce, spring-summer lettuce and spring-summer tomato, for both kind of sanitary managements (OM and CM).

A total 2,372 specimens of adult beetles (909 in lettuce and 1463 in tomato), belonging to 21 families, were collected. In general, the mean number of individuals collected in the lettuce crop varied according to the management, whereas diversity varied according to sampling season. In the case of the tomato crop, no relationship between the number of individuals and the diversity were observed with respect to the type of management. No trends or patterns were observed regarding the temporal abundance of the representative families of epigean coleopteran assemblages along with the crop cycle; the assemblages at each particular site showed different behaviors.

In the lettuce crops, under OM, the most abundant families were Carabidae, Staphylinidae and Coccinellidae, while in sites under MC, the most abundant were the Curculionidae, Staphylinidae and Carabidae. In tomato crops, the dominant families were mainly Elateridae under CM, and Curculionidae and Scarabaeidae under OM. For both management types, representatives of family Staphylinidae were found at all sites. These families are commonly cited for agroecosystems of the HFBLP as well as of other countries.

Regarding functional groups, in the lettuce crops predators were predominant (more abundant under MO), followed by saprophages, phytophages, parasitoids and coprophages forms. For both management types and seasons, predator abundance generally increased during the crop cycle. The tomato crop presented greater richness of the number of families represented in each trophic group. This crop would provide more favorable microenvironmental conditions in terms of relative humidity, vegetation architecture (ground cover) and amount of organic matter, which would benefit the phytophages (the most abundant group), as well as the predators (due to greater availability of prey and alternative resources), the saprophages, coprophages and fungivores (which depend directly on litter as resource). The phytophages and predators were more abundant in sites under OM.

In general, the rank-abundance of species of the dominant families (Curculionidae, Carabidae, Staphylinidae and Coccinellidae) exhibited a better adjustment to the log-normal model, showing a dominance structure with a few dominant species, a small group of codominant species and a high number of rare species. Cluster analysis showed two marked groups, one for each crop. Moreover, in crops of lettuce, a seasonal effect was observed in the composition of species, since assemblages were clustered according to sampling season.

Within the predatory epigean coleopterans recorded, the families Carabidae, Staphylinidae and Coccinellidae, would have a relevant role for biological control. Most of the species found belonging to the Carabidae were predators, with the following dominant species: *Pachymorphus striatulus*, *Scarites (Scarites) anthracinus*, *Parypathes (Paranortes)*

cordicollis and *Parypathes (Argutoridius) bonariensis*, which generally feed on larvae of lepidopterans, curculionids and other soil insects. Among the Staphylinidae, almost half of the species found corresponded to the group of natural enemies, including predatory and parasitoid forms. In both crops, numerous individuals of genus *Aleochara* were recorded; these are known by their importance for the control of many species of pest dipterans. The only species of Coccinellidae recorded, *Eriopis connexa*, occurred at all sites, and was the dominant predatory species in many of them. Both as larva and as adult, this species is an active predator of aphids, scale insects, acari, thrips, whiteflies, as well as eggs and early larval stages of lepidopterans in agricultural crops. For both crops, most phytophagous species belonged to family Curculionidae, being *Phyrdenus muriceus* the dominant species.

In the agroecosystems studied here, epigean coleopterans represent a key component of the soil fauna, since belonging to different functional groups, they participate in numerous ecosystem processes such as control of phytophagous species, nutrient recycling and improvement of soil structure. Furthermore, it was demonstrated that both their abundance and diversity, and the proportion of functional groups, can be modified by the type of management, the season and the structure and diversity of the vegetation (crop and accompanying weeds).

ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

El presente trabajo de Tesis se divide en tres secciones:

Sección A

En el Capítulo I se realiza una introducción general y se plantean el problema, los objetivos, hipótesis y predicciones.

En el Capítulo II, se aborda el marco teórico, donde se describe la fauna edáfica, su composición y funciones reconocidas en el agroecosistema. Se centra, particularmente, en el Orden Coleoptera, como principal componente de la misma.

En el capítulo III, se describe el contexto ecológico y productivo del área de estudio, específicamente del Cinturón Flori-Hortícola Platense (CFHP), detallándose características agronómicas, variedades, requerimientos edafoclimáticos y principales plagas de los cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* Linneus, 1748) y tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller 1768).

El Capítulo IV corresponde a los materiales y métodos aplicados para el desarrollo del estudio. Contiene la descripción de los distintos sitios de muestreo. Se describen también la metodología de muestreo (trampas pitfall), la determinación taxonómica y los análisis estadísticos.

Sección B

En el Capítulo V, se realiza la descripción de la estructura de los ensamblajes¹ de coleópteros epigeos en los cultivos de lechuga y tomate del CFHP, en términos de la composición y diversidad de sus comunidades a nivel de familias.

En el capítulo VI, se realiza la descripción de los mencionados ensamblajes a través del análisis funcional, por medio de la identificación y estudio de los grupos funcionales

¹ Los ensamblajes son grupos de especies relacionadas taxonómicamente, de un hábitat o área geográfica específica.

encontrados. En todos los casos se tienen en cuenta los diferentes cultivos y manejos a los que están sometidos los mismos.

En el capítulo VII, se realiza el estudio de las principales familias de coleópteros epigeos de interés agrícola halladas para los cultivos de lechuga y tomate del CFHP, a través de la descripción en términos de composición y estructura de dominancia.

Sección C

Por último, el Capítulo VIII contiene las consideraciones finales sobre los resultados obtenidos.



SECCIÓN A

Introducción
y
Marco Metodológico



CAPITULO I

Planteo del problema

1.1. Introducción

Agroecosistemas

La agroecología es una disciplina que sintetiza conceptos provenientes de la ecología y la agronomía, considerando los principales componentes del agroecosistema (suelo, cultivos, arvenses, plagas y fauna benéfica) y cómo estos se enlazan en interacciones bióticas. Tiene como objetivo conocer los elementos y procesos clave que regulan el funcionamiento de los sistemas agrícolas de modo de desarrollar una agricultura más sustentable (Altieri 1992, 1994; INTA 2006; Gliessman *et al.* 2007).

Un sistema de producción agrícola es considerado, desde el punto de vista agroecológico, como un agroecosistema integrado por la *biodiversidad productiva o planificada*, es decir, aquella compuesta por las plantas cultivadas y animales de cría, y la *biodiversidad asociada*, que incluye la vegetación no cultivada (“arvenses”) y la fauna espontánea, que colonizan al agroecosistema desde los ambientes circundantes (Vandermeer & Perfecto 1995). Como en todo sistema natural, se establecen relaciones y funciones complementarias entre los organismos intervinientes y su medio, las que determinan cualidades emergentes como la regulación poblacional, el ciclaje de nutrientes, la producción de biomasa y la formación de materia orgánica (Altieri 1992; Gliessman 2000; Reichelderfer & Bender 2012).

Sin embargo, en un agroecosistema los flujos energéticos y el reciclaje de nutrientes están alterados por la intervención humana, debido a que no existe reserva de biomasa, sino

que la misma es extraída en cada período de cosecha, por lo que se precisa el aporte constante de diferentes fuentes de energía (Altieri 1992, 2002; Gliessman *et al.* 2007; Sarandón 2002).

Por otro lado, entre los organismos que componen un agroecosistema se pueden diferenciar, en base a los daños o beneficios económicos que producen, aquellas especies que son *plagas* (ocasionan perjuicio al cultivo), *auxiliares* (o especies asociadas benéficas) y *neutrales espontáneas* (Altieri 1992; Moonen & Barberi 2008).

Particularidades de las prácticas de manejo y problemáticas en la producción hortícola en el CFHP

En la Argentina, la actividad hortícola se caracteriza por su amplia distribución geográfica y por la diversidad de especies que produce. Las regiones productivas comúnmente se concentran en territorios que rodean a las grandes ciudades, formando los llamados “cinturones verdes” (Fernández Lozano 2012). Si bien las principales características de la producción hortícola serán descritas en el Capítulo III de esta tesis, cabe mencionar que la presente investigación se centró en la región más importante del país en la producción de hortalizas y flores de corte bajo cubierta, el Cinturón Flori-Hortícola Platense (CFHP), en la periferia de la ciudad de La Plata, NE de la Prov. de Buenos Aires.

Dentro de las hortalizas más cultivadas y consumidas de la Argentina, se encuentran la lechuga (*Lactuca sativa* L.) y el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Se estima que la superficie dedicada al cultivo de lechuga en el CFHP y en el Gran Buenos Aires, es de 2.632 ha, con una producción de 33.581 t anuales (García 2012). Para el tomate, la superficie cultivada abarca 2.608 ha, con una producción 70.000 t anuales (Nieves 2012).

Convencionalmente la producción hortícola implica el cultivo de especies de ciclos en general cortos (unos pocos meses) y repetitivos, la práctica de laboreos intensivos y la aplicación de distintas sustancias químicas de síntesis, como fertilizantes, herbicidas, fungicidas y plaguicidas (Hole *et al.* 2005). Actualmente se reconoce que el alto uso de

agroquímicos y fertilizantes constituye uno de los problemas socio-ambientales más importantes en la horticultura bonaerense (Strassera 2009b; Sarandón *et al.* 2015).

La problemática sanitaria es una de las principales limitantes productivas del sector hortícola. En el CFHP, el manejo de plagas está basado predominantemente en el enfoque terapéutico, mediante el uso casi exclusivo del control químico con aplicaciones sistemáticas de pesticidas por calendario, con escaso o nulo nivel de diagnóstico (Sarandón *et al.* 2015). Sin embargo, a pesar de que el control químico puede ser considerado una técnica útil y de acción rápida, el uso intensivo de plaguicidas trae aparejadas consecuencias negativas para el ambiente y el hombre. La mayoría de estos productos pierden efectividad después de un tiempo regular de uso, debido a que las plagas tienen capacidad para desarrollar resistencia (Rogg 2000; Nicholls Estrada 2008; Strassera 2009b). Inclusive, la aplicación de ciertos plaguicidas en dosis subletales, favorecen la multiplicación de ciertas plagas, incrementando su vitalidad (fenómeno de trofobiosis) o estimulando su reproducción (fenómeno de hormologosis) (Bocero 2002).

Por otro lado, la mayor parte de los plaguicidas eliminan no sólo a las plagas, sino también a sus enemigos naturales, impactando negativamente sobre la biodiversidad y reduciendo el control biológico natural, calculado en millones de dólares al año (Altieri 1994; Costanza *et al.* 1997; Gliessman *et al.* 2007). En ausencia de enemigos naturales, las plagas se recuperan con gran rapidez pudiendo alcanzar, inclusive, niveles poblacionales mayores que los previos a la aplicación. Del mismo modo, otras especies de insectos fitófagos, que se mantenían en poblaciones por debajo del daño económico, se incrementan y algunas llegan a alcanzar niveles de plaga, denominándose *plagas secundarias* (Bocero 2002; Van Lenteren 2012).

Búsqueda de alternativas y herramientas en la producción hortícola

Una alternativa al manejo convencional es la agricultura orgánica, en la que se llevan adelante técnicas que favorecen la biodiversidad y los procesos biológicos del ecosistema, en particular los ciclos de nutrientes y la actividad biológica, sin la utilización de agroquímicos de síntesis. La agrobiodiversidad es valorada, no sólo por su uso productivo, sino también por su rol funcional en el sistema, tal como la regulación biótica derivada de las interacciones entre la diversidad vegetal y animal (Altieri & Nicholls 2007). Esta función constituye una importante herramienta de control, sobre todo para agricultores familiares. Otros objetivos de la agricultura orgánica son la reducción de los costos y la protección de la salud humana (trabajadores rurales y consumidores finales) y la del ambiente (Sarandón 2002). En el CFHP se practica, aunque en menor medida, la agricultura orgánica, especialmente en la producción de hortalizas y frutas.

Una de las herramientas más útiles para evaluar el efecto que ocasionan los diferentes disturbios en los agroecosistemas, se basa en la observación de las fluctuaciones de la abundancia y composición de organismos “clave” considerados como indicadores ambientales, ecológicos y de biodiversidad (Büchs *et al.* 2003).

Uno de los mayores cambios que ocurren cuando un ecosistema natural es modificado para desarrollar actividades agrícolas se produce en las propiedades del suelo y en la abundancia, biomasa y diversidad de su biota (Brown *et al.* 2001). Dentro de la macrofauna (diámetro corporal mayor a 2 mm), se destacan los insectos coleópteros, que constituyen un grupo numeroso y diverso de especies, que unidas en complejas redes tróficas participan, directa o indirectamente, en numerosos procesos ecosistémicos, tales como el control de especies fitófagas, la descomposición, la regulación del ciclo de nutrientes, la reducción de la erosión, el aporte de recursos genéticos, la polinización y la producción de biomasa. Asimismo por su gran amplitud de nicho asociada a sus distintas etapas de desarrollo, conectan las redes hipógeas y epigeas, favoreciendo la dinámica de la transferencia de materia y energía (Sabatté 2011).

Antecedentes de estudio sobre coleopterofauna, con énfasis en agroecosistemas

Existe bibliografía general para el Orden Coleoptera en la que se realiza una caracterización detallada de las distintas familias del orden, describiendo su morfología, biología general, hábitos y diversidad (Da Costa Lima 1952; Borror *et al.* 1989; Lawrence & Britton 1994). Para la Argentina, en el libro “Biodiversidad de artrópodos argentinos: una perspectiva biotaxonomica” (Morrone & Coscarón 1998), diferentes autores realizaron revisiones de algunas familias de coleópteros, donde se tratan temas como la taxonomía, biología y ecología de las mismas. En algunos casos también se encara la fisiología, filogenia y biogeografía. Existen, además, catálogos con listas de especies de coleópteros y sus plantas asociadas (Morrone & Roig-Juñent 1995; Lanteri *et al.* 2002; Cordo *et al.* 2004).

El estudio de la coleopterofauna epigea en los agroecosistemas se ha orientado a conocer la diversidad (taxonómica y ecológica), importancia, distribución y efecto que tienen los diferentes disturbios generados por las prácticas agrícolas (sistemas de labranza, diversidad de cultivos, manejo sanitario) sobre la misma. En muchos casos, dichas investigaciones se limitaron a determinados grupos de especies plagas o depredadoras, entre los que se pueden citar estudios tanto en gramíneas (trigo: Marasas 2002; maíz: Beviacqua *et al.* 1984; Marasas *et al.* 1997, 2001; Carmona *et al.* 2002), leguminosas (maní: Boito *et al.* 2009; soja: Molinari *et al.* 1995; Weyland 2005; Lietti *et al.* 1993, 2008; alfalfa: Zerbino 2005), viñedos (Paleologos 2012) como en cultivos hortícolas (Zalazar & Salvo 2007; Gizzi *et al.* 2009; Baloriani *et al.* 2009; Paleologos *et al.* 2008; Marasas *et al.* 2011).

Numerosos trabajos muestran que la composición taxonómica y la abundancia relativa de la coleopterofauna y de sus grupos funcionales, varían de acuerdo a distintos sistemas de manejo. En general, aquellos sistemas con una mayor homogeneidad del ambiente, debido a prácticas de monocultivo, labranza mecanizada, erradicación de arvenses, entre otras, muestran una simplificación de la estructura de los ensambles, siendo las formas generalistas las menos afectadas. Contrariamente, aquellos sistemas más heterogéneos, con sitios que pueden actuar de refugios, como la vegetación intra e intercultivo, poseen una

mayor diversidad de coleópteros, tanto taxonómica como funcional, promoviendo además la presencia de enemigos naturales de posibles plagas (Fournier *et al.* 1998; Fournier & Loreau 1999; Magura *et al.* 2001; Weyland 2005; Marasas *et al.* 2011).

Con respecto al manejo sanitario, en la mayoría de los casos, se observa que la riqueza de especies y su abundancia total y por grupo funcional fue mayor en cultivos orgánicos. Por otra parte, se ha registrado una marcada similitud en los complejos de especies de predios convencionales, mientras que en los orgánicos dichos complejos fueron diferentes a los anteriores pero también diferentes entre sí. Además, la práctica de manejo orgánica incrementa la diversidad de especies, particularmente la de enemigos naturales, encontrándose comunidades más ricas, diversas y equitativas (Zerbino 2005; Zalazar & Salvo 2007).

Una de las familias más estudiadas en agroecosistemas es la Carabidae. Estos trabajos se centran, particularmente, en su diversidad e interacción con procesos biológicos y estructurales del suelo en distintos sistemas y ambientes circundantes (trigo: Marasas 2002; Cicchino *et al.* 2003, 2005; cultivos hortícolas: Paleologos *et al.* 2008), para algunas regiones del país. Más en general, en algunos casos se ha reportado, además, su valor como bioindicadores de variables microambientales y del estado de deterioro o recupero del ambiente (Lovei & Sunderland 1996; Luff 1996; Ribera & Foster 1997; Desender *et al.* 1998; Niemelä 2001).

Sobre la base de los antecedentes anteriormente mencionados se desprende que la información sobre la coleopterofauna epigea asociada a cultivos hortícolas de lechuga y tomate en la Argentina, y en particular en el CFHP es casi inexistente. Por todo lo expuesto, y dada la relevancia de la producción hortícola en la región de estudio y a su potencial impacto sobre la biodiversidad regional, se propone analizar la diversidad taxonómica y de los grupos funcionales presentes. Esta información contribuirá a generar herramientas para diseñar sistemas agrícolas que potencien el control natural de herbívoros y otros procesos ecosistémicos como la descomposición, la regulación del ciclo de nutrientes, que favorezcan el crecimiento del cultivo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Realizar estudios taxonómicos, biológicos y ecológicos sobre los ensambles coleopterológicos epigeos, presentes en dos importantes cultivos hortícolas del CFHP, el de lechuga y el de tomate, considerando prácticas agrícolas con diferente manejo sanitario: convencional y orgánico.

1.2.2. Objetivos específicos:

1. Establecer la composición taxonómica de los ensambles de coleópteros epigeos presentes en dichos cultivos.
2. Estimar la abundancia relativa, riqueza y diversidad de los ensambles.
3. Identificar los grupos funcionales presentes en los ensambles sobre la base de la información publicada.
4. Comparar la estructura de los ensambles (composición taxonómica y funcional, abundancia, riqueza y diversidad) entre cultivos y tipos de manejo.
5. Examinar la variación temporal de la misma a lo largo del ciclo del cultivo.
6. Analizar la composición específica y estructura de dominancia, al menor nivel taxonómico posible, de las familias cuya abundancia supere el 10% del total de individuos colectados durante todo el estudio y para ambos cultivos.
7. Establecer el rol trófico de las principales especies/morfoespecies de las familias dominantes, con el fin de evaluar su potencial importancia como plagas o enemigos naturales en los cultivos de lechuga y tomate.

1.3. Hipótesis y predicciones:

Como **Hipótesis de trabajo** para esta investigación se postula que, tratándose los coleópteros de uno de los grupos de insectos más ubicuos y con reconocidas funciones en el agroecosistema, sus comunidades estarán bien representadas en los cultivos de lechuga y tomate del CFHP, difiriendo su estructura según el manejo sanitario (convencional u orgánico), la etapa del ciclo del cultivo (temprana o final) y la estación (primavera-verano u otoño-invierno).

Como **predicciones** se plantea que:

- 1) La estructura de los ensambles coleopterológicos es más diversa, en términos de grupos taxonómicos y funcionales, y estructura de dominancia, en los cultivos con manejo orgánico.
- 2) La diversidad es mayor hacia fines del cultivo.
- 3) Los ensambles coleopterológicos edáficos son más diversos en primavera-verano.
- 4) En lo que respecta a la composición de los grupos funcionales de coleópteros epigeos, existe una proporción de depredadores *versus* fitófagos mayor en los cultivos con manejo orgánico.

CAPITULO II

Fauna edáfica

2.1. Aspectos biológicos y ecológicos

El suelo es un sistema en el cual la mayoría de sus propiedades físicas y químicas, y los procesos que en él ocurren son mediados por la biota que lo habita. Las especies allí presentes constituyen intrincados ensamblajes y variadas comunidades que colectivamente contribuyen con un amplio rango de servicios esenciales para el funcionamiento sustentable de los ecosistemas (Lavelle *et al.* 1994).

En particular, la fauna edáfica está constituida por una gran variedad de organismos que pasan toda o una parte de su vida sobre la superficie o debajo del suelo, con características morfológicas, biológicas y ecológicas muy diferentes, especialmente en cuanto a la movilidad y modo de alimentación, lo que determina la manera en la que pueden influir en los procesos del suelo (Linden *et al.* 1994; Price 1997).

2.1.1. Clasificación de la fauna edáfica

Existen diferentes clasificaciones para distinguir la variedad de organismos que forman la fauna edáfica. Entre los criterios utilizados se pueden mencionar los *morfológicos*, que hacen referencia al largo, ancho y/o forma general del cuerpo, y los *ecológicos*, que tienen en cuenta la preferencia por el hábitat y las actividades que realizan. Swift *et al.* (1979) propusieron una clasificación sobre la base del diámetro corporal, según

la cual se puede dividir a la fauna del suelo en *microfauna*, *mesofauna* y *macrofauna* (Fig. 2.1).

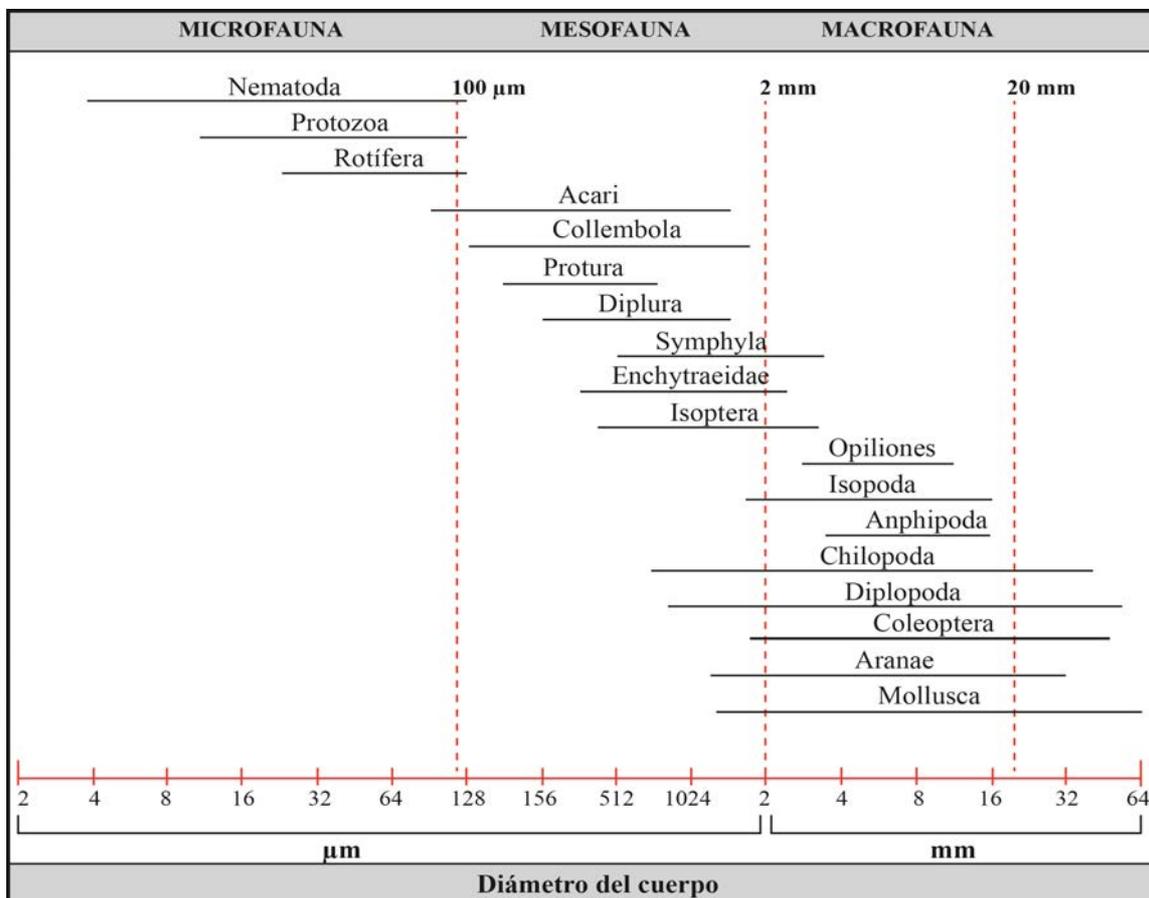


Figura 2.1. Clasificación de la fauna edáfica sobre la base del diámetro corporal (Fuente: Swift *et al.* 1979).

El criterio considerado en esta clasificación refleja la relación existente entre el diámetro corporal y la utilización, por parte de la fauna edáfica, de los diferentes hábitats disponibles en el suelo. A continuación se describen brevemente las categorías:

Microfauna: constituida por los invertebrados que viven en el agua que está sobre y entre las partículas del suelo. Generalmente se alimentan de microflora, aunque también pueden ser depredadores de microorganismos y de mesofauna, o consumidores de raíces,

como los nematodos fitoparásitos (Lavelle 1997). Son importantes en el ciclo de nutrientes de la rizósfera. Sus efectos directos en los ciclos biogeoquímicos ocurren, principalmente, a través del consumo y asimilación de tejidos microbianos y por la excreción de nutrientes minerales (Correia 2002).

Mesofauna: poseen una capacidad limitada para excavar el suelo, sin embargo modifican su porosidad. Son organismos confinados a los macroporos del suelo o al interior de los residuos orgánicos, como la hojarasca. Se alimentan de restos orgánicos, microflora, microfauna y otros invertebrados de su tamaño (Coleman *et al.* 2004). Afectan directamente los ciclos biogeoquímicos a través del procesamiento geofágico de materia orgánica y de la modificación del tamaño de los poros, lo que influye en el transporte de solutos y la disponibilidad de oxígeno (Correia 2002).

Macrofauna: algunos son depredadores de meso y macrofauna edáfica, y otros actúan como fragmentadores de materia orgánica. Transportan y mezclan materia orgánica a través de sus movimientos y comportamiento alimenticio, creando diversas estructuras (galerías y bioporos), modificando la infiltración de agua y la humificación y mineralización de la materia orgánica. Todo esto tiene, a su vez, efecto en el crecimiento y nutrición de las plantas y en la disponibilidad de hábitats para animales (Curry & Good 1992; Linden *et al.* 1994).

Por otro lado, Lavelle & Spain (2001), proponen una clasificación en base al tamaño, hábito alimenticio y distribución en el perfil del suelo, separando la fauna en especies *epígeas*, *anélicas* y *endógenas*:

Especies epígeas: asociadas a la superficie del suelo (hábitos edafo-epígeos específicos). Incluye una variedad de artrópodos (arácnidos, miriápodos, coleópteros, ortópteros, etc.) que forman parte de un ensamble claramente diferenciable, en términos de actividad forrajera, desplazamientos, oferta trófica, comportamiento reproductivo y conductas circadianas (Pizarro-Araya *et al.* 2008; Moreira *et al.* 2012). La mayor parte son saprófagos, otros fitófagos, y un tercer grupo depredadores (Brown *et al.* 2001; Moreira *et al.* 2012).

Especies anécicas: representadas por algunos anélidos oligoquetos, termes, hormigas y algunos arácnidos. Viven en galerías verticales semipermanentes, lo que les permite alimentarse en la superficie de los residuos superficiales, retirando la hojarasca, y utilizar el suelo como refugio (Brown *et al.* 2001; Lavelle & Spain, 2001; Moreira *et al.* 2012).

Especies endógenas: representadas principalmente por anélidos oligoquetos y termes. Están concentradas en la capa superior del suelo, hasta los 10 cm de profundidad, y viven en galerías horizontales o subhorizontales no permanentes alrededor de las raíces (Lavelle & Spain 2001). Se alimentan de material vegetal en descomposición, raíces y materia orgánica del suelo (Pizarro-Arraya *et al.* 2008).

2.2. El Orden Coleoptera como componente relevante de la macrofauna epigea

Los Coleópteros constituyen el grupo más numeroso de insectos, en el que se han descrito cerca de 400.000 especies, que corresponden aproximadamente al 40% de los Hexapoda. Representan aproximadamente el 25% de todos los animales y plantas descriptas, que los convierte en el principal componente de la biodiversidad de la tierra. En la región Neotropical se conocen alrededor de 75.000 especies de coleópteros y se estima que en la Argentina existen aproximadamente unas 10.000 especies (Morrone & Coscarón 1998). El grado de conocimiento de los distintos grupos de coleópteros de la Argentina es muy variable, calculándose que sólo se conoce un 3,7 % de las especies presentes en el país Claps *et al.* (2008). Ocupan prácticamente todos los ecosistemas excepto el mar abierto, desde cuevas y ambientes endógenos hasta alturas de 4.000 m y su diversidad, tanto morfológica como ecológica, es extraordinaria. Su nombre alude a la presencia de élitros (*koleon*: estuche, *pteros*: alas) que protege al segundo par de alas membranoso. Su éxito evolutivo se debe a poseen el cuerpo compacto y fuertemente esclerotizado lo que los protege de las condiciones ambientales extremas, traumas físicos, depredación de otros

animales. Asimismo, les ha permitido conquistar hábitats subterráneos (Lawrence & Britton 1994; Daly *et al.* 1998; Grimaldi & Engel 2005).

Existen grupos asociados a los medios edáficos y a la materia orgánica en descomposición que se encuentra en el suelo, otros en árboles, arbustos o diversas plantas herbáceas. Algunas familias son acuáticas, otras incluyen formas semiacuáticas (Lawrence & Britton 1994).

La mayoría de sus miembros son herbívoros (sólo las superfamilias Curculionoidea y Chrysomeloidea poseen 150.000 especies), llegando a constituir, en numerosas ocasiones, importantes plagas agrícolas, siendo las larvas las principales causantes de daños (Artigas 1994). Contrariamente, las especies depredadoras (p.ej. integrantes de las familias Carabidae y Staphylinidae) juegan un papel importante en la regulación de especies fitófagas (Symondson *et al.* 2002) y son consideradas *benéficas*, al ser utilizadas como agentes de control biológico (Daly *et al.* 1998). Las formas detritívoras (p.ej. Scarabaeidae), colaboran en la reincorporación de nutrientes a través de actividades físicas como la fragmentación de la hojarasca y la construcción de estructuras y galerías, que modifican la estructura, aireación e infiltración del suelo, teniendo una acción directa en la fertilidad del mismo y, por lo tanto, en la composición de la vegetación (Girón-Vanderhuck *et. al* 2010).

Son, además, sensibles al estado de perturbación del suelo, en particular a los cambios en la cantidad de materia orgánica, agregación, temperatura y *pH*, lo que produce una variación de la composición taxonómica, abundancia y diversidad de las comunidades que conforman (Pearce & Venier 2006). A su vez, cambios en su composición o abundancia, pueden afectar el normal funcionamiento del ecosistema, impactando en la dinámica del suelo, la productividad y en el control de plagas (Parisi *et. al* 2005). Por este motivo pueden ser usados como indicadores ecológicos, sirviendo tanto para monitorear variaciones en el ambiente como para identificar disturbios y colaborar en la planificación del manejo en los agroecosistemas (Carmona & Landis 1999; Miñarro & Dapena 2003; Zaviezo *et al.* 2004; Pearce & Venier 2006; Marasas *et al.* 2011; Paleologos 2012).

CAPITULO III

Contexto ecológico y productivo del área de estudio

3.1. La horticultura en la Argentina

La horticultura argentina, estimada en 10.500.000 t anuales, se caracteriza por su amplia distribución geográfica y por la diversidad de especies que produce. Ocupa una superficie de 450 a 500.000 ha (incluyendo la producción de legumbres), de las cuales 235.000 ha son a “cielo abierto” y 2.900 ha bajo algún tipo de protección (túneles, invernáculos, etc.). En la Provincia de Buenos Aires se concentra el 20% del total producido, cuyo destino principal es el mercado interno (Colamarino *et al.* 2006).

Las regiones productivas rodean, en general, a las grandes ciudades formando los llamados “cinturones verdes”. Su mínima unidad de producción es la “quinta” o “huerta familiar”, que se caracteriza por ser una explotación pequeña o mediana (hasta 40 ha), en la cual los productores aplican tecnologías sencillas y una gran inversión en mano de obra (Barbetti & Russo Guarnera 2005; Fernández Lozano 2012). Se producen, por lo general, hortalizas de hoja (lechuga, acelga y espinaca) y verduras de estación (tomate, pimiento, berenjena, chaucha, zapallito, pepino, etc.) (García 2012). En el país se destacan los cinturones hortícolas del área metropolitana de las ciudades de Buenos Aires, La Plata, Rosario, Córdoba, Mar del Plata, Mendoza y Tucumán (Fernández Lozano 2012).

Cinturón Flori-Hortícola Platense (CFHP)

El CFHP es el área hortícola de mayor envergadura del país (Maldonado 2014). Comprende la zona sur del Cinturón Verde Bonaerense, abarcando los partidos de Berazategui, Florencio Varela y La Plata, en el noreste de la Provincia de Buenos Aires. Se concentra en las localidades de Colonia Urquiza, Los Hornos, Abasto, Lisandro Olmos, Etcheverry, La Plata y El Peligro (Fig. 3.1).

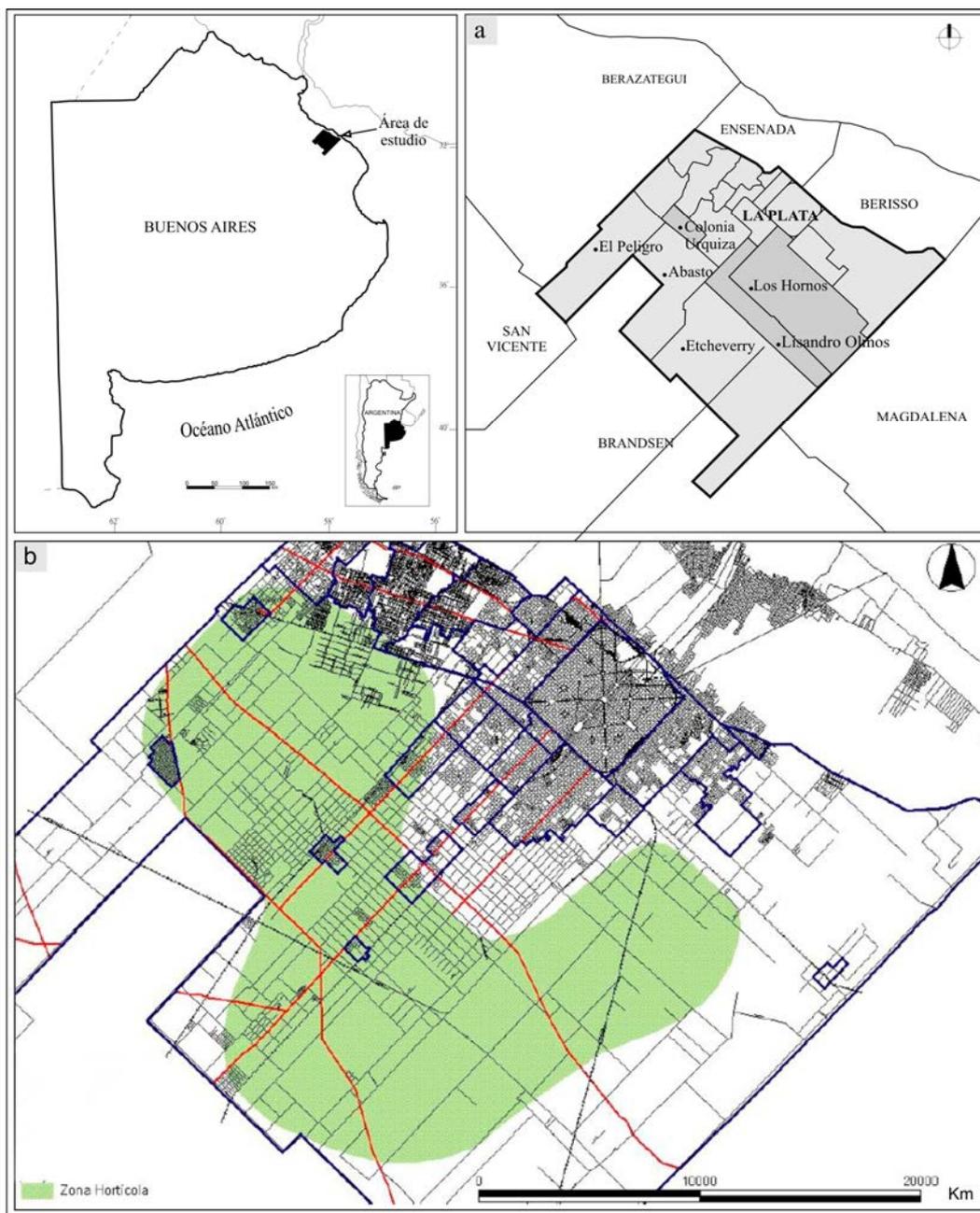


Figura 3.1. a) Ubicación del Partido de La Plata y de sus localidades (Colonia Urquiza, Los Hornos, Abasto, Lisandro Olmos, Etcheverry y El Peligro); b) Plano del Partido de La Plata donde se muestra, en verde, la ubicación de las áreas dedicadas a la horticultura (Fuente: Frediani 2010).

Características climáticas y de suelo

A nivel regional, el clima es templado, con una temperatura media anual de 16,3 °C y precipitaciones medias anuales de 1023 mm. La humedad relativa media anual es de 77,6 %. Predominan los vientos provenientes del Este, Noreste y Suroeste, con una intensidad media anual de 12 km/h (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional). Durante el período de estudio, tanto los promedios de temperatura como los de humedad, se mantuvieron normales para la región.

Biogeográficamente pertenece a la provincia fitogeográfica pampeana, del Dominio Chaqueño (Cabrera & Willink 1980), siendo una llanura con ondulaciones leves, del orden de los 30 metros s.n.m. Los suelos, correspondientes al suelo de pradera, son de textura limosa y composición mineralógica rica en nutrientes, aptos para actividades agrícolas (Morrás *et al.* 2010). Son suelos minerales con un horizonte superficial de color oscuro, formados generalmente bajo una vegetación herbácea, con predominancia de gramíneas. Son ricos en bases y adquieren una buena estructura con alta porosidad, lo que les da una consistencia blanda (molisoles: *mollis*=blando).

Producción

Los cultivos se realizan a cielo abierto, bajo cubierta o con ambas modalidades (situaciones mixtas). La superficie promedio utilizada para cada cultivo a cielo abierto es de 5,5 ha y de 2,4 ha bajo cubierta (Hang *et al.* 2010; Stupino *et al.* 2012). Se calcula un área cultivada total de 4.500 ha. De ellas, el 70% corresponde a la actividad hortícola, mientras que el 27% son establecimientos florícolas y el 3 % son horti-florícolas (Strassera 2009b; Stupino *et al.* 2012).

Si bien el cultivo que ocupa la mayor superficie plantada es el de lechuga, seguido por los de tomate, alcaucil, acelga y espinaca, los establecimientos hortícolas de esta región son, en general, muy diversificados. Producen alrededor de 30 tipos de hortalizas anualmente, entre ellas: apio, pimiento, frutilla, berenjena, choclo, chaucha, remolacha,

zapallito y verduras de hoja (Del Río *et al.* 2007; Garat *et al.* 2009; INET 2010; Lozano 2012). Entre la producción florícola se destacan las flores de corte como crisantemo, rosa y clavel (Martínez Quintana & Balcaza 2008).

Prácticas de manejo

En la horticultura platense se emplean distintas prácticas de manejo, que se pueden clasificar según, según el uso de insumos químicos en manejo *convencional* y *orgánico*. Además, existen en la zona fincas que integran un gradiente de intensidad de manejo intermedio, denominados *convencionales de bajos insumos* (Stupino *et al.* 2012). A continuación se caracterizan estos tres tipos principales de manejo:

1) Convencional Intensivo (MCI): se trata de quintas altamente tecnificadas, de gran superficie (> de 20 ha), donde se realiza un uso intensivo de la tierra y se produce una menor diversidad de cultivos. En general presentan una baja frecuencia de rotaciones y de descanso del suelo. Requieren de un alto uso de insumos químicos, principalmente fertilizantes sintéticos, herbicidas y plaguicidas.

2) Orgánico (MO): se realiza en establecimientos que siguen las normativas del IFOAM (International Federation Organic Agriculture Movement). Según esta Institución, se entiende por *orgánico* a todo sistema de producción sustentable en el tiempo mediante el manejo racional de los recursos naturales y sin la utilización de productos de síntesis química, y que brinda alimentos sanos y abundantes, a la vez que mantiene o incrementa la fertilidad del suelo y la diversidad biológica. Las quintas orgánicas presentan una mayor diversidad de cultivos, con rotaciones y períodos de descanso, sin el uso de agroquímicos de síntesis y contemplando la presencia de vegetación espontánea como hábitat alternativo de organismos benéficos (Stupino *et al.* 2012).

3) Convencional de Bajos Insumos (MCBI): en este manejo es practicado en quintas de menor tamaño (< 10 ha), donde se cultiva de forma intensiva, aunque el uso de insumos químicos es limitado. Se asemejan, al MO en cuanto a la diversidad de cultivos

presentes en el predio y a al MCI por el uso selectivo de insumos químicos, y de técnicas tradicionales como el riego por surco o el desmalezamiento físico.

En los últimos 20 años, la actividad hortícola del CFHP se ha visto transformada por el incremento de la tecnificación de la agricultura, a partir del aumento de superficie cultivada bajo cubierta, el uso de semillas híbridas, mayor utilización de insumos químicos, logrando aumentar no sólo los rendimientos sino también el número de ciclos de cultivo por año (predios MCI y MCBI). Por otra parte, algunos pequeños productores familiares han decidido convertirse a un sistema de producción sin uso de agroquímicos (MO) (Del Río *et al.* 2007; Marasas *et al.* 2011; García 2012). En la Tabla 3.1. se presenta una comparación de las prácticas más comunes realizadas en quintas con manejo MCBI¹ y MO en el CFHP.

Tabla 3.1. Resumen de las prácticas de manejo utilizadas en quintas con manejo convencional de bajos insumos (MC) y manejo orgánico (MO) en el CFHP (Fuente: Cappello & Fortunato 2008; Moya *et al.* 2008, 2009; Ibáñez & Zoppolo 2008; Zoppolo *et al.* 2008; Souza Casadinho *et al.* 2009; Strassera 2009; INET 2010; y datos relevados en entrevistas con los productores).

	MC	MO
Manejo del suelo	Labranza mecanizada, invirtiendo capas del suelo. Retiro total de raíces de arvenses.	Labranza no mecanizada, hasta 25-30 cm, sin voltear el suelo. Se dejan las raíces.
Riego	Riego por goteo: suministra agua de manera lenta y uniforme a baja presión a través de mangueras de plástico instaladas dentro o cerca de la zona radicular de las plantas.	Riego por surcos o por gravedad: el agua se traslada por gravedad por pequeñas zanjas o surcos formados entre las hileras del cultivo.
Fertilizantes	Fertilizantes de síntesis química, con	Biofertilizantes: preparados líquidos, obtenidos de la fermentación biológica de

¹ Para facilitar su denominación a lo largo de este trabajo, se utilizará el término Manejo Convencional (MC) para referir al MCBI.

	<p>nitrogeno, fósforo y potasio.</p> <p>En muchos casos se aplica fertirriego.</p> <p>“Cama de pollo” (compost gallinaza).</p>	<p>materiales orgánicos como estiércol de vaca, caballos, cerdos y “cama de pollo”. Se aplican directamente al suelo incorporándolos con implementos de labraza, o bien se compostan² antes de la aplicación.</p>
Herbicidas	<p>Trifluralina, Paraquat, Gifosato, Metolacoloro, Dinitramina.</p>	
Fungicidas	<p>Uso generalizado: Penconazol, Macozeb, Productos cúpricos, Zineb, Azoxistrobina,</p> <p>Menos frecuentes: Captan, Carbendazin, Primicimidone, Propamocarb, Tebuconazole.</p>	<p>Aplicación de preparados caseros o “purines” (fermentados) de cebolla, ajo, ortiga, salvia y otras especies vegetales silvestres o cultivadas.</p> <p>Preparados comerciales, como caldo bordelés, oxiclóruo de cobre, sulfato de cobre, azufre en polvo y cenizas provenientes de la quema de vegetales, aplicadas solas o en purines.</p>
Diversidad	<p>En general pocos cultivos, incluso, monocultivos en grandes extensiones.</p>	<p>Se promueve la diversidad vegetal, utilizando policultivos e incluyendo, en ocasiones, intercultivos de aromáticas, flores y algunas arvenses.</p> <p>Rotación de cultivos.</p>

² En este caso se mezcla el estiércol con restos de hojas y tierra y se lo mantiene en aboneras durante un período de tiempo a fin de favorecer la descomposición y transformación en humus.

Manejo de plagas		
	CONVENCIONAL	ORGANICO
General	Enfoque terapéutico: control químico con aplicaciones sistemáticas de pesticidas por calendario, con escaso o nulo nivel de diagnóstico.	Prácticas para favorecer la resistencia interna de los vegetales (uso de variedades resistentes) o la actividad biológica de las plantas (uso de purines ³ de ortiga y diente de león). Promoción de la conservación de <i>enemigos naturales</i> .
Nematodes (atacan las raíces de los cultivos)	Bromuro de metilo ⁴ , metam sodio y dazomet.	Biofumigación: se generan sustancias volátiles naturales provenientes de la descomposición de plantas de la familia Brassicaceae.
Moluscos (babosas)	Molusquicida: metaldehído.	Control cultural
Insectos	Más utilizados: Clorfenapir (contra pulgones, trips y <i>Tuta absoluta</i>), Malation (contra ácaros y pulgones), Carbofuran (contra <i>Tuta absoluta</i>), Imidacloprid (control de mosca blanca y pulgones), Deltametrina, Endosulfan ⁵ , Lambdacialotrina, Metamidofox, Abemectina, Aldicarb, Clorpirifox y Dimetoato. Menos frecuentes: Acetamiprid,	Bioinsecticidas: Purín de ortiga (<i>Urtica</i> spp.): para el control de pulgones o crisomélidos y, aplicado al suelo, repele gusanos. Purín de ají picante (<i>Capsicum</i> spp.): para control de pulgones, hormigas y gusanos en general. Purín de paraíso (<i>Melia azedarach</i> L.): para control de mosca blanca, pulgones y

³ Se denomina purín a una maceración del vegetal en agua, luego se filtra y aplica sobre los vegetales cultivados.

⁴ Actualmente el uso del bromuro de metilo está en proceso de reducción, estando prohibidas las fumigaciones que contengan más del 70% de dicha sustancia activa (SENASA, Resolución 77/2006).

⁵ A partir del 1 de julio del 2013, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) prohíbe la elaboración, formulación, comercialización y uso de los productos que contengan el principio activo Endosulfán.

	Buprofenin, Cartap, Carbaril.	larvas de lepidópteros. Soluciones jabonosas: aplicado al follaje controla pulgones, trips y mosca blanca. Productos de origen mineral: aceites emulsionables o hipoclorito de sodio (lavandina). Tierra de diatomeas
--	-------------------------------	--

3.2. Cultivo de Lechuga

Características generales

La lechuga, *Lactuca sativa* Linneus, 1478, es originaria de las costas del sur y sureste del Mar Mediterráneo, desde Egipto hasta Asia Menor (Granval de Millán & Gaviola 1991; Zoppolo *et al.* 2008).

Es una planta herbácea anual o bianual, autógena, perteneciente a la familia de las Asteraceae (= Compositae). Presenta raíz pivotante, corta, con ramificaciones laterales que se desarrollan en la capa superficial del suelo (en los primeros 30 cm). Los tallos son muy cortos durante la etapa “comercial”, pero en la etapa reproductiva, puede llegar a medir de 1 a 1,20 m. Las hojas basales son arrosietadas, desplegadas al principio, aunque en algunos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde puede ser liso, ondulado o dentado-crenado, verde claro, verde oscuro e incluso rojizo y púrpura, dependiendo de la variedad. Las flores forman inflorescencias compuestas, agrupadas en capítulos pequeños, amarillentos, compuestos por 10 a 20 floretes, rodeados por brácteas imbricadas (Parodi 1964; Granval de Millán & Gaviola 1991).

Las variedades cultivadas en la Argentina, provienen de hibridaciones de diferentes especies. Se caracterizan principalmente por la formación del cogollo o brote, y las características del borde de las hojas. Entre ellas se pueden citar (Parodi 1964; Granval de Millán & Gaviola 1991): **Romana** (*Lactuca sativa* var. *longifolia*), **Acogollada o común** (*Lactuca sativa* var. *capitata*) y **De cortar o de hojas sueltas** (*Lactuca sativa* var. *crispa*).

Requerimientos agroclimáticos y condiciones del cultivo

Se desarrolla bien en climas templados, siendo más tolerante a las temperaturas bajas (hasta -6 °C) que a las elevadas (hasta los 30 °C) (Goites 2008; Theodoracopoulos *et al.* 2009). Requiere suelos con alto contenido de materia orgánica, de buen drenaje y con alta capacidad de retención de humedad (la humedad relativa ideal es del 60 al 80%). Su

pH óptimo fluctúa entre 5,5 y 6,5, por lo que, en la mayoría de las zonas, los suelos requerirán enmiendas de *pH* (Goites 2008).

Se puede cultivar todo el año en la huerta, aunque deben evitarse los meses más calurosos de verano y los de mayor rigor invernal (Goites 2008). En general se siembran en almácigos para luego ser transplantadas (Scaglia *et al.* 2004; Zoppolo *et al.* 2008). El momento de la cosecha está determinado por el tamaño de la cabeza y, dependiendo de la época del año, puede variar entre 30 y 80 días después del trasplante. Se realiza antes del comienzo de la floración (Zoppolo *et al.* 2008).

Fenología del cultivo

En el cultivo de lechuga, se pueden distinguir las siguientes etapas (Enz & Dachler. 1998; García Zumel 2013).

- **Plántula (7 a 14 días):** desde que la germinación a la formación de las primeras hojas y el sistema de la raíz.
- **Crecimiento vegetativo (30 a 45 días):** formación de las primeras hojas "verdaderas", donde se desarrollan las partes cosechables. Incluye la *etapa de roseta*, donde aparecen nuevas hojas y disminuye la relación largo-ancho de folíolos y de *formación de la cabeza* (cogollo), donde las hojas son más anchas que largas, curvadas por el eje de la nervadura central.
- **Floración y maduración:** posterior a la cosecha para consumo. Se produce la elongación del tallo central y emisión de las inflorescencias.

Fauna asociada

Entre la fauna asociada al cultivo reportada para la República Argentina se pueden distinguir especies polífagas con numerosas plantas hospederas alternativas, como el tomate, pimiento, berenjena y muchas arvenses (Mareggiani & Pelicano 2008, Strassera 2013) (Figura 3.2. y Tabla 3.2.). Algunas pueden ocasionar daños directos e indirectos en los cultivos que atacan. Los primeros se producen debido a la alimentación de las hojas, a la extracción de la savia y a la inoculación de saliva tóxica, provocando marchitamiento, clorosis, manchas, disminución en los rendimientos y hasta la muerte de las plantas. Entre los daños indirectos se encuentra la transmisión de virus o vectores.

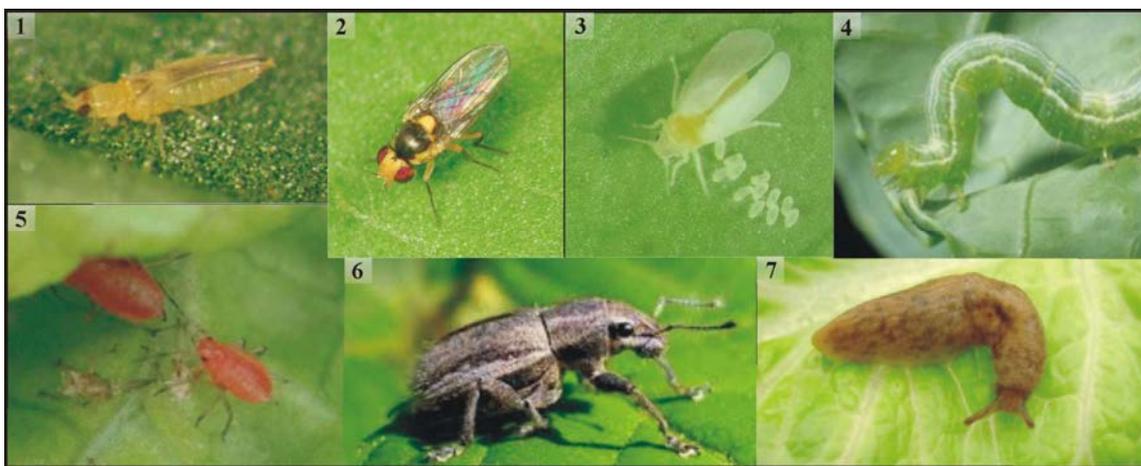


Figura 3.2. Imágenes de algunas especies de la fauna fitófaga asociada al cultivo de lechuga: **1)** Trips (*Nasonovia ribisnigri*); **2)** Mosca minadora (*Liriomyza* sp.); **3)** Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*); **4)** Oruga medidora (*Trichoplusia ni*); **5)** Pulgones; **6)** Gorgojo (*Naupactus leucoloma*); **7)** Babosa gris grande (*Deroceras reticulatum*).

Tabla 3.2: Fauna fitófaga asociada al cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la Argentina (Fuente: Alford 1999; Cordo *et al.* 2004; Baduino *et al.* 2007, Mareggiani & Pellicano 2008).

Orden	Familia	Especie	Nombre vulgar
Tylenchida	Heteroderidae	<i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White, 1919)	Nematodo del nudo
	Meloidogynidae	<i>Meloidogyne hapla</i> Chitwood, 1949	Nematodo fitófago
Pulmonata	Agriolimacidae	<i>Deroceras reticulatum</i> (Müller, 1774)	Babosa gris grande
		<i>Deroceras laeve</i> (Müller, 1774)	Babosa gris chica
Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande, 1895)	Trips de las flores
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood, 1856)	Mosca blanca de los invernáculos
		<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889)	Mosca blanca del tabaco
	Aphididae	<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	Pulgón del algodónero
		<i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus, 1758)	Pulgón de la lechuga
		<i>Nasonovia ribisnigri</i> (Mosley, 1841)	Pulgón de la lechuga
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	Pulgón verde del duraznero		
Coleoptera	Curculionidae	<i>Naupactus leucoloma</i> Boheman, 1840	Gorgojos
		<i>Listroderes costirostris</i> Schönherr, 1826	
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Trichoplusia ni</i> Hübner (1803)	Oruga medidora
Diptera	Agromizidae	<i>Liriomyza huidobrensis</i> (Blanchard, 1926)	Mosca minadora

Los trips pueden ser vectores de enfermedades virósicas como la “peste negra” (*Tospovirus*), muy problemática en el CFHP (Strassera 2013). Los pulgones pueden ser transmisores de enfermedades, por ej. *H. lactucae*, que es vector de aproximadamente 12 virus no persistentes, como el “virus del mosaico de la lechuga” y otros persistentes, como el “amarillamiento necrótico de la lechuga”. La especie *M. persicae* puede actuar como vector en la transmisión del “virus del mosaico” (cucumber mosaic virus, CMV) y el “virus de la papa” (PVY) (Larraín *et al.* 2008). Otro daño indirecto que causa esta plaga se debe a que, durante su alimentación, eliminan un melado que favorece la aparición de fumagina, que se debe al crecimiento de un hongo (*Capnodium* sp.) que interfiere en la circulación del aire por los estomas e impide la absorción de luz, afectando la fotosíntesis. Asimismo, estas sustancias pueden atraer hormigas (Granval de Millán & Gaviola 1991; Dughetti 1997; Baudino *et al.* 2007). Las babosas producen daños a partir de los primeros días después de la siembra, cortando las plántulas al ras del suelo (Carmona & Tulli 2006; Córdoba-Vargas & León Sicard 2010). Otras plagas de menor importancia mencionadas para el cultivo de lechuga son las “moscas blancas”, la mosca minadora y la oruga medidora (Granval de Millán & Gaviola 1991) (Tabla 3.2.).

Con respecto a la fauna edáfica, se mencionan como insectos plagas algunas larvas de escarabeidos, que se alimentan de las raíces, y gorgojos cuyas larvas, consideradas plagas ocasionales, se alimentan de raíces u hojas, y los adultos son defoliadores. (Lanteri *et al.* 2002; Baduino *et al.* 2007).

3.3. Cultivo de Tomate

Características generales

El tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller, 1768, es originario de la costa de Perú, habiendo sido posteriormente domesticado en México (Argerich & Gaviola 2011).

Es una planta herbácea, anual, ramificada, erecta o decumbente, perteneciente a la familia de las solanáceas. De altura muy variable según las variedades (de 0,50-1,50 m de altura), pubescente (Parodi 1964). La raíz se extiende superficialmente sobre un diámetro de 1,5 m y alcanza más de 0,5 m de profundidad (Pérez *et al.* 2002). Las hojas son alternas, imparipinadas, de 14-45 cm de largo, compuestas de 5-9 folíolos aovados u oblongos, dentados. Sus flores son amarillas, péndulas y hermafroditas. El fruto es de forma variable, generalmente sub-esférica, globosa o alargada, rojo, con 2 o más lóculos. Semillas numerosas, pequeñas, aplanadas, amarillentas (Parodi 1964).

Las distintas variedades de tomate se diferencian, básicamente, por el tamaño general de la planta, las hojas y la forma de los frutos. Entre ellas se pueden citar (Parodi 1964; Goites 2008): **Tomate cherry** (*L. esculentum* var. *cerasiforme*), **Tomate perita** (*L. esculentum* var. *pyriforme*), **Tomate común** (*L. esculentum* var. *commune*) (en este grupo de encuentra la variedad *Platense*, emblemática del CFHP) (Ahumada *et al.* 2011).

Requerimientos agroclimáticos y condiciones del cultivo

Las temperaturas óptimas del cultivo se encuentran entre 21-30° C para el día y 16-21 °C durante la noche (Jones 1998; Pérez *et al.* 2002). Es un cultivo poco exigente en cuanto a la calidad de los suelos y tolerante a la presencia de sales y acidez. El *pH* ideal varía entre 6,5 a 7,8. Sin embargo, los rendimientos son mayores cuando los suelos son bien drenados (humedad relativa óptima entre 60% y 80%) y sin impedimentos físicos que reduzcan la profundización radical (Argerich & Gaviola 2011).

La siembra se realiza en almácigos, para proteger las plantas del frío (Ahumada *et al.* 2011). La preparación del suelo para el trasplante es una práctica importante para el desarrollo de las plantas y la producción de tomate. Entre ellas se encuentran el arado, que consiste en remover la capa superficial del suelo a profundidades que alcanzan los 40 cm y la fertilización, ya sea química u orgánica. Cuando alcanzan 30-40 cm se realiza el tutorado (Pérez *et al.* 2002).

Fenología del cultivo

Por su hábito de crecimiento, las variedades de tomate pueden ser de crecimiento o hábito *indeterminado* o *determinado*. En las plantas de tipo *indeterminado*, el tallo producido a partir de la penúltima yema empuja a la inflorescencia terminal hacia afuera, de tal manera que el tallo lateral parece continuación del tallo principal que le dio origen. Estos cultivares son ideales para establecer plantaciones en invernáculo. Las plantas de crecimiento *determinado* tienen forma de arbusto, las ramas laterales son de crecimiento limitado, y la producción se obtiene en un período relativamente corto. Esta característica es muy importante porque permite concentrar la cosecha en un período determinado según sea la necesidad del mercado (Pérez *et al.* 2002).

Con respecto a la fenología, en el cultivo de tomate, se pueden distinguir las siguientes etapas (Enz & Dachler 1998; Dogliotti 2002; Pérez *et al.* 2002):

- **Inicial (hasta 21 días):** se desarrolla la plántula.
- **Crecimiento vegetativo (25 a 30 días):** hojas y ramas en crecimiento y expansión.
- **Floración (50 y 80 días).**
- **Fructificación y maduración:** primera cosecha: entre los 75 a 80 días después del trasplante para variedades de crecimiento determinado y entre 85 y 90 días para variedades indeterminadas (Goites 2008).

Fauna asociada

El cultivo de tomate en la Argentina tiene un complejo de plagas clave, conformado por las moscas blancas, al igual que para otros cultivos hortícolas, y particularmente una especie de origen Neotropical, el microlepidóptero denominado “polilla del tomate”, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidopera: Gelechiidae) (Fig. 3.3 y Tabla 3.3).



Figura 3.3. Imágenes de algunas especies de la fauna fitófaga asociada al cultivo de tomate: **1)** Larva y adulto de la Polilla del tomate (*Tuta absoluta*); **2)** *Diabrotica* sp.; **3)** Gorgojo del tomate (*Phyrdenus muriceus*); **4)** Arañuela roja (*Tetranychus urticae*); **5)** Chinche verde (*Nezara viridula*).

Tabla 3.3. Fauna fitófaga asociada al cultivo de tomate en la Argentina (Fuente: Granval de Millán & Gaviola 1991; Lanteri *et al.* 2002; Mareggiani & Pelicano 2008, Polack & Mitidieri 2012).

Orden	Familia	Especie	Nombre vulgar
Tylenchida	Heteroceridae	<i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White, 1919)	Nematodo del nudo
	Pratylenchidae	<i>Nacobbus aberrans</i> Thorne & Allen, 1944	Falso nematodo del nudo
Prostigmata	Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i> Koch, 1835	Arañuela roja
	Eriophyidae	<i>Aculops lycopersici</i> (Tryon, 1917)	Ácaro del bronceado
Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande, 1895)	Trips californiano de las flores
		<i>Frankliniella schultzei</i> (Trybom, 1910)	Trips de las flores
		<i>Thrips tabaci</i> Lindemann, 1888	
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood, 1856)	Mosca blanca de los invernáculos
		<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889)	
	Aphididae	<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	Pulgón del algodónero
		<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878)	Pulgón verde de la papa
		<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	Pulgón verde del duraznero
Heteroptera	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)	
		<i>Edessa meditabunda</i> (Fabricius, 1794)	Chinches verdes
		<i>Arvelius albopunctatus</i> (De Geer, 1773)	
Coleoptera	Curculionidae	<i>Phyrdenus muriceus</i> (Germar, 1824)	Gorgojo del tomate
		<i>Listroderes</i> sp.	
		<i>Naupactus xanthographus</i> (Germar, 1824)	Gorgojo rayado
	Chrysomelidae	<i>Disonychodes exclamationis</i> (Boheman, 1859)	Pulguilla
		<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824)	Vaquita de San Antonio
		<i>Epitrix argentinensis</i> Bryant, 1940	Pulguilla de la papa
		<i>Systema</i> spp. <i>Chaetocnema</i> spp.	
	Elateridae	<i>Conoderus rufangulus</i> (Gyllenhal, 1817)	Salta perico o gusano alambre
Lepidoptera	Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917)	Polilla del tomate

Las moscas blancas y pulgones transmiten diferentes enfermedades virales (Pérez *et al.* 2002; Quintanilla 1979; Saini & Alvarado 2001), y los trips causan es la transmisión del virus del “bronceado del tomate” o “peste negra”, cuyos efectos pueden llevar a pérdidas totales de este cultivo (Granval de Millán & Gaviola 1991; Scaglia *et al.* 2004; Cañedo *et al.* 2011).

Como plagas secundarias se han reportado algunas chinches (Heteroptera: Pentatomidae), hormigas, otras especies de lepidópteros, el díptero agromícido *L. huidobrensis*, grillos, nematodos meloidogyne, caracoles y babosas (Mareggiani & Pelicano 2008).

Como coleópteros plaga de la planta de tomate se pueden mencionar a los gorgojos (Coleoptera: Curculionidae) y a las “pulguillas” (Chrysomelidae) como plagas ocasionales. En ambos casos, las larvas se introducen en el suelo hasta llegar a las raíces y los adultos, que también pueden migrar desde cultivos o arvenses cercanos, atacan principalmente los brotes tiernos del follaje, flores y yemas, pueden desfoliar las plántulas (Bosq 1942; Cordo *et al.* 2004). Las larvas del gusano alambre (Coleoptera: Elateridae) forman galerías en el cuello de plántulas de tomate, a las que les provocan el vuelco. Los adultos se alimentan de hojas y flores de distintas arvenses (Cañedo *et al.* 2011).

El ataque de insectos del suelo es considerado un factor limitante durante los primeros días después del trasplante, ya que cuando las poblaciones son elevadas, se alimentan del sistema radicular, ocasionando pérdidas hasta de un 80% de las plantas (Pérez *et al.* 2002).

CAPITULO IV

Marco metodológico

4.1. Sitios de muestreo

En este trabajo se seleccionaron fincas con cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) a cielo abierto, con manejo convencional de bajos insumos (MC) y con manejo orgánico (MO) (ver más adelante), ubicadas en las localidades de Colonia Urquiza ($34^{\circ}56'36,76''$ S, $58^{\circ}05'20,24''$ W), Los Hornos ($34^{\circ}58'55,77''$ S $57^{\circ}59'02,01''$ O) y Lisandro Olmos ($35^{\circ}00'20,48''$ S, $58^{\circ}01'59,89''$ W) (Fig. 4.1).



Figura 4.1. Vista Satelital de las localidades seleccionadas para el estudio y su ubicación en la zona Hortícola Platense.

4.1.1. Cultivos de Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Se seleccionaron dos establecimientos con diferente manejo (MC y MO). La variedad muestreada fue lechuga “mantecosa”. En la Tabla 4.1 se muestran los sitios de muestreo y la temporada a la que corresponde cada uno.

Establecimiento A: Colonia Urquiza (MC). Dedicado a la producción de distintas variedades de lechuga (morada, mantecosa, criolla, entre otras) bajo cubierta y a cielo abierto. Las prácticas convencionales incluyeron: aplicación por calendario de chlorfenapyr y malatión contra ácaros, pulgones y trips, y penconazol como fungicida. Se aplicó fertirriego (Sitio 1) o riego por gravedad (Sitios 3 y 6). Las parcelas fueron seleccionadas dentro de un monocultivo de lechuga. Sitios: 1, 3 y 6.

Establecimiento B: Lisandro Olmos (MO). Esporádicamente, se realizaron aplicaciones de extractos botánicos (“paraíso”, *Melia azedarach* L.) y tierra de diatomeas para el control de plagas. El riego se realizó por gravedad. Las parcelas se encontraban rodeados de otros cultivos a cielo abierto, principalmente otras verduras de hoja y frutales. Sitios: 2, 4, 5 y 7.

En ambos casos, si bien al momento de la colocación de los plantines, no se registraron arvenses en las parcelas, se permitió el desarrollo de las mismas a lo largo del ciclo del cultivo.

Tabla 4.1. Sitios de muestreo, localidad, tipo de manejo (MC=manejo convencional, MO=manejo orgánico) y temporada a la que corresponde cada uno.

Sitio n°	Localidad	Manejo	Período de muestreo	Temporada
Sitio 1	Colonia Urquiza	MC	mayo-julio	Otoño-Invierno 2010
Sitio 2	Lisandro Olmos	MO	junio-agosto	Otoño-Invierno 2010
Sitio 3	Colonia Urquiza	MC	diciembre-febrero	Primavera-Verano 2010
Sitio 4	Lisandro Olmos	MO	noviembre-enero	Primavera-Verano 2010
Sitio 5	Lisandro Olmos	MO	mayo-julio	Otoño-Invierno 2011
Sitio 6	Colonia Urquiza	MC	noviembre-diciembre	Primavera-Verano 2011
Sitio 7	Lisandro Olmos	MO	noviembre-diciembre	Primavera-Verano 2011

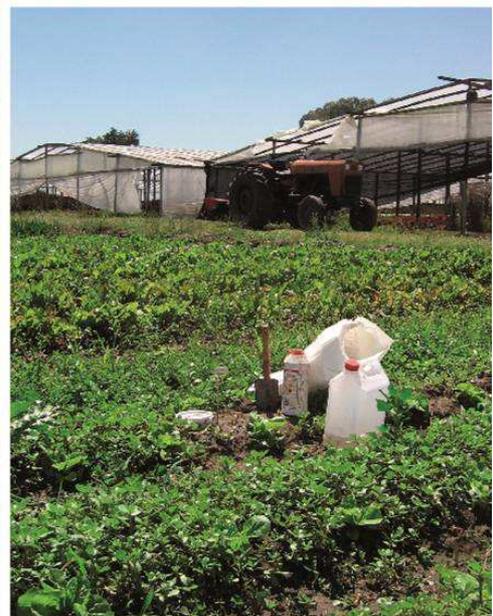
MC. Otoño-Invierno 2010
Sitio 1



MO. Otoño-Invierno 2010
Sitio 2



MC. Primavera-Verano 2011
Sitio 3



MO. Primavera-Verano 2011
Sitio 4



MO. Otoño-Invierno 2011
Sitio 5



MC. Primavera-Verano 2011
Sitio 6



MO. Primavera-Verano 2011
Sitio 7



Figura 4.2. Fotografías de los diferentes sitios de muestreo a lo largo del ciclo del cultivo de lechuga.

4.1.2. Cultivos de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Se seleccionaron cuatro establecimientos, con diferente manejo (MC y MO). Las prácticas convencionales incluyeron aplicación por calendario (en general semanalmente) de agroquímicos: penconazol como fungicida, chlorfenapyr, malatión, carbofuran e imidacloprid contra ácaros, pulgones, trips, moscas blancas y la polilla del tomate. En todos se aplicó fertirriego. En el caso del MC, las parcelas seleccionadas se encontraban rodeadas de invernáculos con tomate, pimiento, u otras parcelas con tomate a cielo abierto. En la Tabla 4.2 se muestran los sitios de muestreo y la temporada a la que corresponden. En el caso del MO, se realizaron, cuando fue necesario, aplicaciones de extractos botánicos (*Melia azederach* L.) y tierra de diatomeas para el control de plagas. Circundando las parcelas se encontraban otros cultivos hortícolas (repollo, maíz, tomate, etc), arvenses e invernáculos con tomate y flores de corte. Las variedades muestreadas fueron tomate “Platense” y “Marglobe”.

En todos los casos, al igual que en el cultivo de lechuga, no se realizó mayormente un control de arvenses una vez avanzado el cultivo.

Establecimiento A (el mismo que en el cultivo de lechuga): Lisandro Olmos (MO). Los cultivos de tomate se encontraban rodeados de otros cultivos hortícolas bajo cubierta y a cielo abierto, principalmente pimiento, verduras de hoja, apio, berenjena y pequeños lotes de maíz. Variedad: “Platense”. Sitios 9 y 11.

Establecimiento C: Colonia Urquiza (MC). Dedicado a la producción de numerosos cultivos hortícolas, principalmente bajo cubierta, entre los que se pueden citar tomate, pimiento, berenjena y cultivos de acelga a cielo abierto. Variedad: “Marglobe”. Sitio 8.

Establecimiento D: Lisandro Olmos (MC). Gran extensión de cultivos de tomate a cielo abierto y bajo cubierta. Variedad: “Marglobe”. Sitio 10.

Establecimiento E: Colonia Urquiza (MO). Flanqueado por un cultivo de vid bajo cubierta por un costado y por uno de espinaca a cielo abierto, por el otro. Variedad: “Platense”. Sitio 12.

Establecimiento F: Los Hornos (MC). Parcela de girasoles aproximadamente a 30 mts. Sobre el margen posterior se encuentra una calle rural. Variedad: "Platense". Sitio 13.

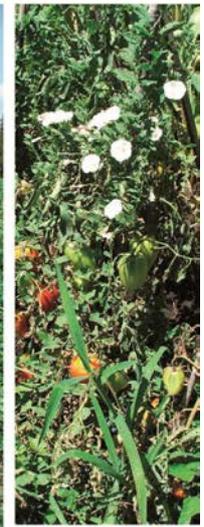
Tabla 4.2. Sitios de muestreo, localidad, tipo de manejo (MC=manejo convencional, MO=manejo orgánico) y temporada a la que corresponde cada uno.

Sitio nº	Localidad	Manejo	Período de muestreo	Temporada
Sitio 8	Colonia Urquiza	MC	diciembre-febrero	Primavera-Verano 2010-2011
Sitio 9	Lisandro Olmos	MO	noviembre-enero	Primavera-Verano 2010-2011
Sitio 10	Lisandro Olmos	MC	diciembre-enero	Primavera-Verano 2011-2012
Sitio 11	Lisandro Olmos	MO	diciembre-enero	Primavera-Verano 2011-2012
Sitio 12	Colonia Urquiza	MO	diciembre-febrero	Primavera-Verano 2011-2012
Sitio 13	Los Hornos	MC	diciembre-enero	Primavera-Verano 2012-2013

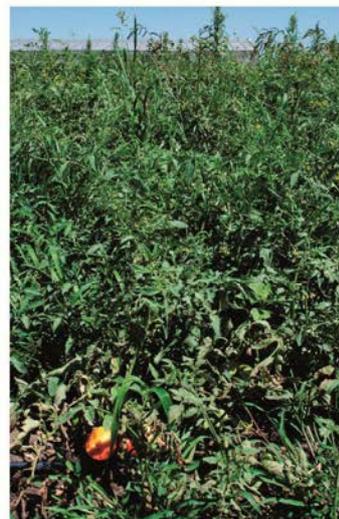
MC. Verano 2010-2011
Sitio 8



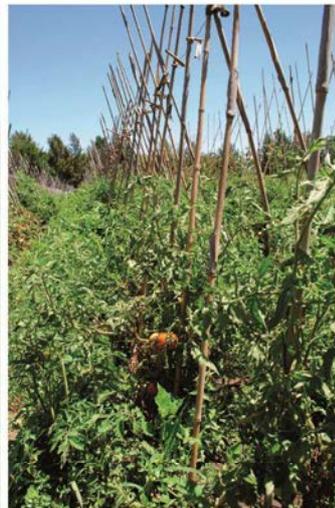
MO. Verano 2010-2011
Sitio 9



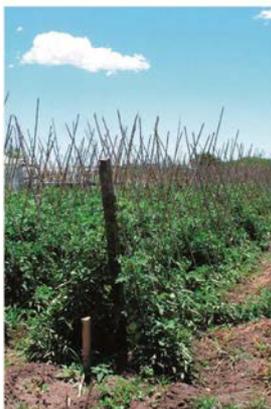
MC. Verano 2011-2012
Sitio 10



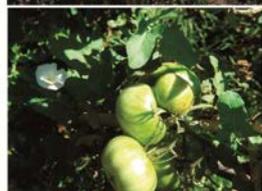
MO. Verano 2011-2012
Sitio 11



MO. Verano 2011-2012
Sitio 12



MC. Verano 2012-2013
Sitio 13



4.2. Métodos de colecta de coleópteros epigeos. Trampas *pitfall*

Las trampas de intercepción, de caída, “pitfall traps” o trampas Barber son ampliamente utilizadas para estudios de diversidad de artrópodos de hábito caminador. Las mismas son de fácil instalación, han demostrado ser efectivas para la captura de organismos y pueden ser empleadas en diferentes ecosistemas (Boito *et al.* 2009). Este método de colecta se basa en el supuesto de que cada especie tiene la misma probabilidad de ser capturada (Halsall & Wratten 1988), aunque en la práctica existen numerosos factores relacionados al comportamiento, tamaño y densidad de los insectos, que influyen en tales capturas (Luff 1975; Baars 1979; Niemälä *et al.* 1990). El número de individuos capturados con este tipo de trampa dependerá de la densidad poblacional y del grado de movilidad de los individuos de las especies de artrópodos, por lo que resultan más efectivas para coleccionar aquellas de hábito activo (Spence & Niemälä 1994). No obstante, cuando el objetivo del estudio es comparar la estructura de los ensambles de la fauna edáfica según distintas condiciones del cultivo (p.ej. manejo sanitario, cultural ó temporadas del año) se ha comprobado que el uso de estas trampas es adecuado (Scudder 2000). Mediante esta metodología de muestreo se puede obtener información apropiada sobre la fenología u ocurrencia estacional de las especies y patrones de distribución espacial. Es útil para comparar la abundancia relativa y riqueza específica de la artropodofauna del suelo en diferentes hábitats, así como establecer los efectos que distintos factores ambientales y bióticos pueden tener sobre la diversidad biológica (Ruiz 2010; Cheli & Corley 2010; Cepeda-Pizarro *et al.* 2013).

Para determinar la estructura de los ensambles de coleópteros epigeos adultos¹ de cultivos de lechuga y tomate del CFHP, se adoptó la metodología propuesta por Swift y Bignell (2001). Para ello, se seleccionó en cada sitio (Tablas 4.1. y 4.2) un lote de 150 m², donde se colocaron, 11 trampas pitfall, ubicadas de manera equidistante, a lo largo de las hileras cultivadas (Fig. 4.4). Cada trampa de caída consistió en un recipiente de plástico

¹ Se optó por trabajar solamente con individuos adultos debido a que la mayoría de los trabajos revisados describen la sistemática y biología de los mismos, habiéndose realizado pocos estudios relacionados a las larvas de los coleópteros, probablemente vinculado a la dificultad para su identificación y asociación con los adultos.

(800 ml, 12 cm de altura y 10 cm de diámetro superior) en el cual, a 1 cm de la boca, se realizaron tres orificios laterales de 3 cm de alto x 9 cm de ancho. Las trampas fueron enterradas hasta que el borde inferior de los orificios quedó 1 cm por debajo de la superficie del suelo. La boca de la trampa fue cubierta con una tapa plástica. Se colocaron en su interior aproximadamente 350 ml de una solución no atrayente de NaHCl3 saturada, agua y trazas de detergente como tensoactivo. La adición de detergente se utiliza para reducir la tensión superficial, evitando que los insectos capturados escapen de la trampa, y decanten en el fondo.

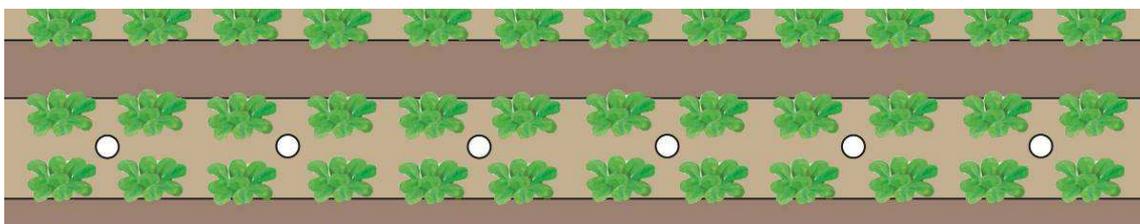


Fig. 4.4. Ubicación de las trampas de caída (trampas pitfall) dentro de la parcela cultivada, en cultivos de lechuga. Las zonas claras corresponden a los “camellones”, las zonas oscuras a los surcos. En el caso del tomate, se siguió la misma distribución.

Las trampas se revisaron *in situ* cada 15 días, siendo el contenido trasvasado a bolsas plásticas con cierre hermético, etiquetados con datos de fecha, sitio y número de trampa, para su posterior análisis en el laboratorio. El contenido fue reemplazado por nueva solución preservante. El muestreo concluyó al final de cada ciclo de cultivo. En la Fig. 4.5 se muestra la trampa colocada en el suelo, así como su posterior revisión y recolección del material.



Figura 4.5. 1) Trampa de caída colocada en el suelo; 2) Revisión de la trampa; 3) Recolección del material.

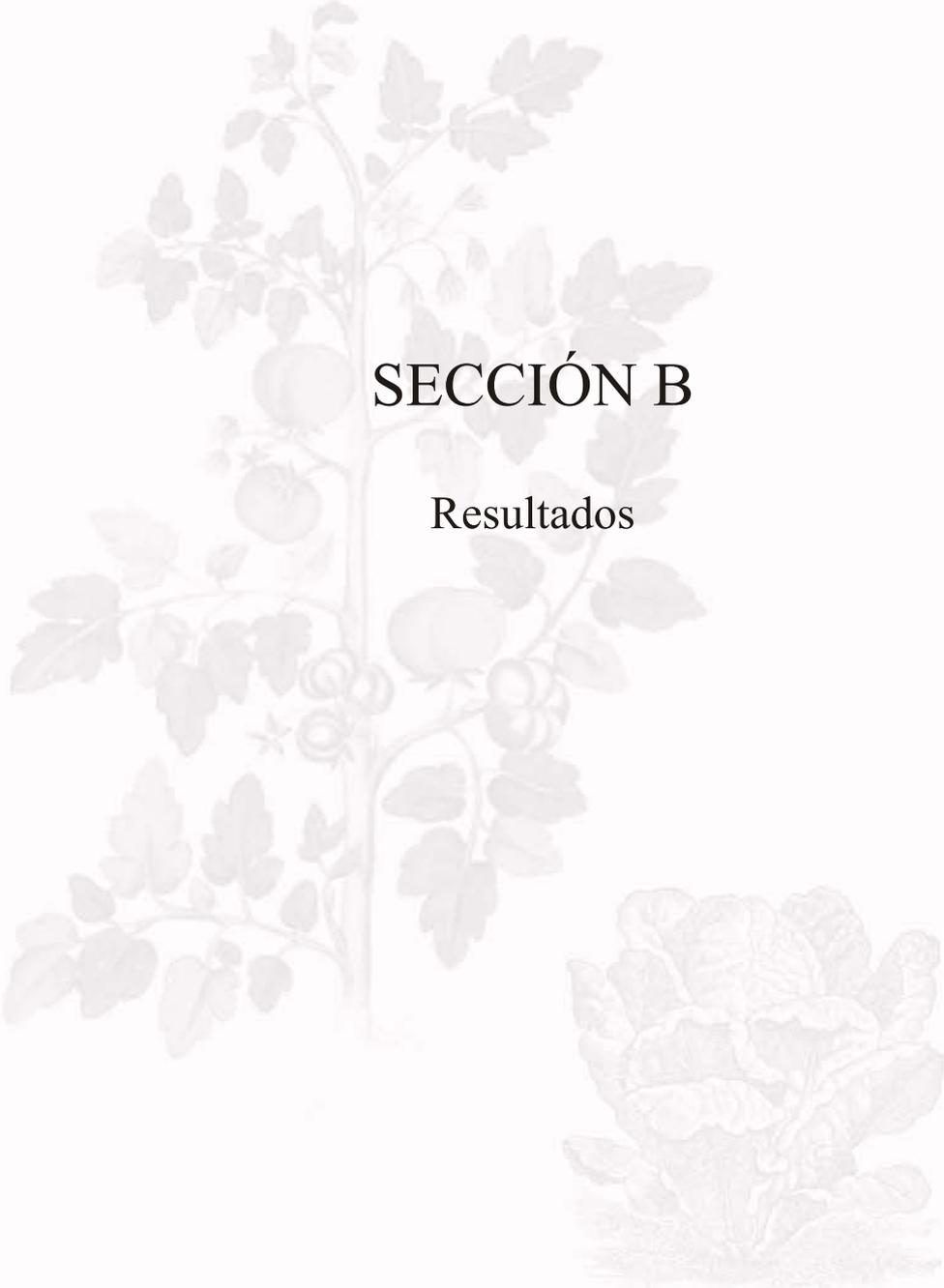
4.3. Procesamiento de las muestras y determinación taxonómica de individuos del Orden Coleoptera

La separación del material recolectado se realizó por medio del lavado con agua corriente, filtrándose su contenido a través de un tamiz de malla de 1 mm de diámetro. Todos los individuos que quedaron retenidos fueron separados y colocados en frascos con etanol diluido al 70%, para su conservación hasta el momento de su determinación. Los individuos de cada muestra se separaron en frascos de plástico de 30 ml rotulados y se clasificaron en Orden Coleoptera, Araneae y “otros artrópodos”. El material que no perteneció al Orden Coleoptera, se guardó para futuros estudios (Museo de La Plata y CEPAVE). La metodología aplicada para la identificación de los individuos pertenecientes al Orden Coleoptera se detalla en el Cap. V.

4.4. Determinación taxonómica de las arvenses encontradas

En este estudio, todos los productores permitieron el crecimiento de arvenses en sus cultivos, aunque sin un manejo específico de las mismas. Como consecuencia, tanto los agroecosistemas con MC como con MO, mantuvieron una importante heterogeneidad vegetal (cultivo más arvenses).

Con el fin de completar la descripción de los sitios muestreados, se realizó una identificación taxonómica, a partir de series de fotografías, de las principales especies herbáceas que crecieron espontáneamente en los predios hortícolas estudiados. La identificación fue realizada por la Dra. Laura B. Gurini (INTA, EEA Delta del Paraná). Una lista de las mismas se presenta en el Anexo I.



SECCIÓN B

Resultados



CAPITULO V

Diversidad de los ensambles coleopterológicos en cultivos de lechuga y tomate del CFHP

5.1. Introducción

Los estudios ecológicos se caracterizan en general por tener un objeto de estudio específico delimitado por un determinado nivel de organización (población, comunidad, etc.) en una escala específica (microhábitat, local, regional, etc.) (Begon *et al.* 2006). Una *comunidad* puede definirse como un conjunto de especies que habitan un lugar determinado, donde ocurren interacciones ecológicas. Por otra parte, un *ensamble* se define como un grupo de especies relacionadas taxonómicamente, pertenecientes a un hábitat o área geográfica específica, que pueden o no cumplir funciones ecosistémicas similares (Begon *et al.* 1996; Lincoln *et al.* 1998; Moreno *et al.* 2007, ver Cap. VI).

En este capítulo, el estudio de los ensambles de coleópteros epigeos se realizó por medio de dos enfoques metodológicos:

1) la identificación de las taxocenosis características de los cultivos de lechuga y tomate del CFHP, expresadas como listas de familias

2) el estudio de la diversidad de los grupos taxonómicos presentes en esos cultivos, a través de la estimación de los índices más comúnmente utilizados

Cabe mencionar que estas dos perspectivas de estudio se consideran complementarias para el análisis de los ensambles, ya que brindan diferente tipo de información sobre el número e identidad de las especies, su abundancia relativa, grupos funcionales y dominancia, entre otros (Penev 1996). También permiten visualizar la existencia de patrones de abundancia y riqueza que pueden estar influenciados por factores tanto bióticos como abióticos (Morin 1999).

5.2. Materiales y métodos

5.2.1. Recolecciones

Cultivo de Lechuga

En este cultivo se realizaron muestreos en siete de los ocho sitios planificados originalmente ya que, durante la temporada de Otoño-Invierno 2011, el productor del establecimiento con MC decidió no realizar el cultivo a cielo abierto por el pronóstico de condiciones climáticas adversas para esta actividad. Durante todo el período de estudio, se instaló un total de 319 trampas. La primera colecta se realizó quince días después del trasplante de los plantines de lechuga. El ciclo del cultivo duró como máximo diez semanas dependiendo, la siembra y la cosecha, de las condiciones climáticas particulares de la temporada. Debido a esto, el número de recolecciones varió entre 3 y 5, dependiendo del sitio. En la Fig.5.1 se muestran, a modo ilustrativo, las distintas etapas de crecimiento del cultivo (ver Cap.III) y las recolecciones asociadas a las mismas.

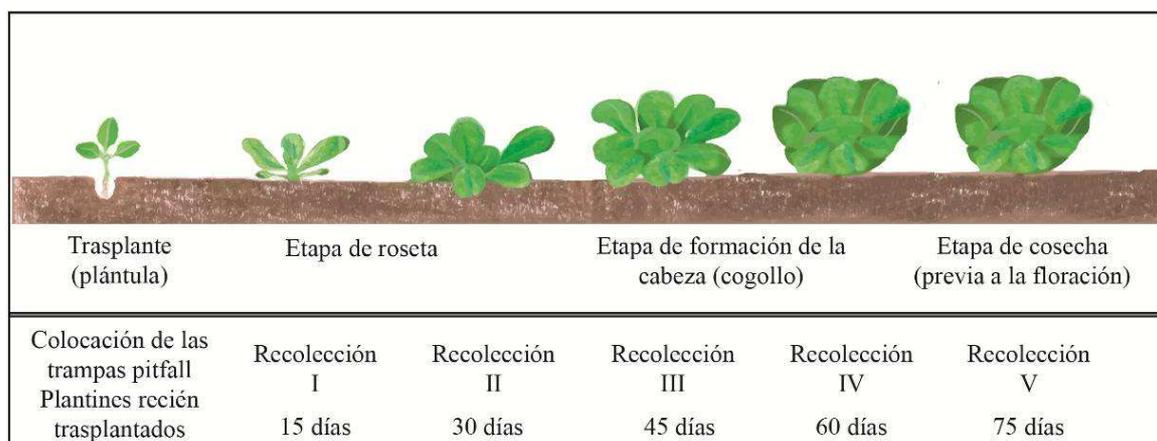


Figura 5.1. Etapas del cultivo de lechuga donde se muestran las recolecciones a lo largo del tiempo.

Cultivo de Tomate

Se llevaron a cabo seis ciclos de muestreos, correspondientes a las temporadas de primavera-verano, durante tres años consecutivos (2010, 2011 y 2012). Durante todo el período de estudio, se instaló un total de 319 trampas. La primera colecta se realizó a partir del momento en que los plantines de tomate tenían una altura aproximada de 25-30 cm. El período de muestreo duró entre 10 y 13 semanas. En la Fig.5.2 se muestran, a modo ilustrativo, las distintas etapas de crecimiento del cultivo (ver Cap.III) y las recolecciones asociadas a las mismas.

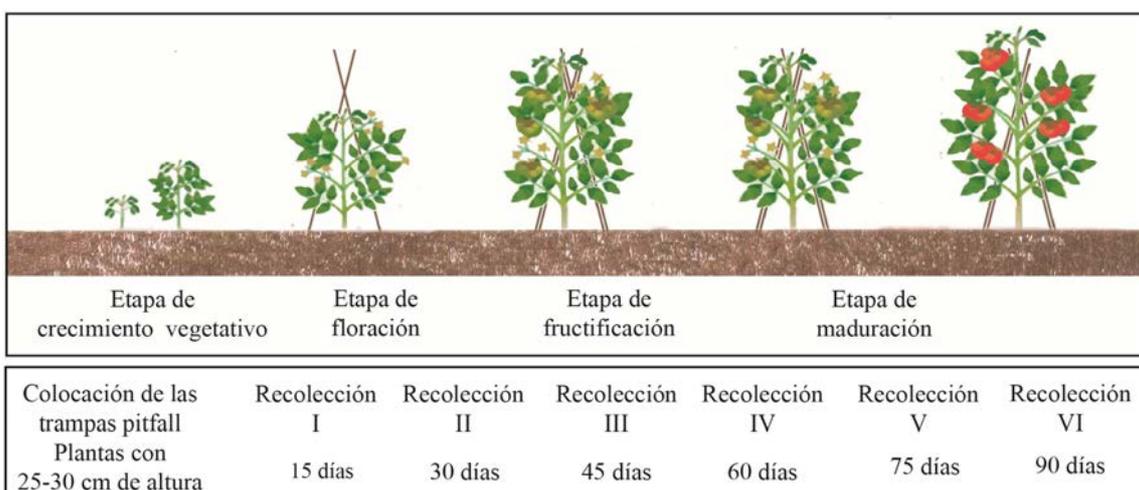


Figura 5.2. Etapas del cultivo de tomate donde se muestran las recolecciones a lo largo del tiempo.

5.2.2. Determinación taxonómica de los individuos del Orden Coleoptera

Los coleópteros fueron determinados y clasificados, en primera instancia, hasta el nivel de familia, utilizando diferentes fuentes: claves y diagnosis de numerosos textos y publicaciones (Crowson 1981; Borror *et al.* 1989; Britton & Mackerras 1991; Artigas 1994; Lawrence & Britton 1994; White 1998; Arnett & Thomas 2001; Arnett *et al.* 2002) y material de referencia depositado en la colección entomológica del Museo de La Plata, una de las más completas del país para este orden. Es importante aclarar que sólo se estudiaron

los ejemplares adultos. Previamente a su determinación, los ejemplares fueron preparados siguiendo las técnicas entomológicas habituales para su observación con una lupa binocular estereoscópica (S8APO, Leica Microsystems Inc., EE.UU.). Asimismo, algunos individuos fueron fotografiados (microscopio estereoscópico Nikon SMZ1000, con cámara digital Micrometrics 391CU, 3.2 m).

Se confeccionaron matrices básicas de datos para cada cultivo (lechuga/tomate), con la información de la identidad de las familias y niveles taxonómicos menores, cuando fue posible, así como el número de individuos correspondientes a cada uno, además del manejo sanitario del sitio (convencional/orgánico), fecha de muestreo y trampa.

5.2.3. El uso de taxa superiores como medida de la diversidad biológica

En el sentido ecológico más estricto, la diversidad es una medida de la heterogeneidad del sistema, es decir, de la cantidad y proporción de los diferentes elementos que contiene. Dado que la diversidad en una comunidad es una expresión del reparto de recursos y energía, su estudio es una de las aproximaciones más útiles en el análisis, descripción y comparación de las comunidades ecológicas (Piera 1999).

En este estudio, el análisis de la diversidad se llevó a cabo a nivel de familia siguiendo el criterio de suficiencia taxonómica, que consiste en la identificación de los organismos a un nivel de resolución taxonómica conveniente para cumplir con los objetivos propuestos (Pik *et al.* 1999). El uso de taxa superiores (familia, tribu, género) como medida de la diversidad biológica puede ser una medida válida como sustituto del número de especies (Gaston 2000; Giraldo Mendoza & Arellano Cruz 2002). Este concepto supone que los cambios en las comunidades a nivel de especie, también se pueden observar en los niveles taxonómicos superiores, tales como familia, tribu y género (Pik *et al.* 1999; Nakamura *et al.* 2007; Timms *et al.* 2012). En este trabajo de tesis se consideró que las familias de coleópteros fueron representativas de un amplio rango de condiciones ambientales y de diferentes roles tróficos (ver Cap.VI), permitiendo el análisis de la diversidad a través de este nivel taxonómico.

5.2.4. Índices de Diversidad

El **índice de riqueza específica** S tiene en cuenta el número total de entidades diferentes presentes (Morin 2005). En este estudio se estimó como el número total de familias registradas en los ensambles (Begon *et al.* 2006). Se calculó para cada sitio de muestreo y a lo largo del ciclo del cultivo, de modo de analizar posibles patrones espaciales y temporales de riqueza de los grupos de coleópteros epigeos.

Además se consideraron otros dos índices de diversidad ampliamente utilizados, el de Shannon-Wiener (H') y el de Pielou (J'), que incorporan en un solo valor la riqueza específica y la equitabilidad (grado de reparto de los individuos entre las entidades diferentes) (Begon *et al.* 1996; Moreno 2001).

El **Índice de Shannon-Wiener** (H') mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué familia pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra de S especies y N individuos (Peet 1974; Magurran 1988; Moreno 2001). Asume que los individuos fueron muestreados aleatoriamente y que la mayoría de las especies que conforman un ensamble están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el \ln de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, o sea, cuando el ensamble tiene una distribución perfectamente equitativa (Magurran 1988). Se calculó mediante la siguiente fórmula:

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

En esta investigación se calcularon sobre la base de la información del número de familias registradas.

Donde:

S = número de familias

p_i = es la proporción de individuos representados por la familia i .

En teoría, H puede alcanzar valores muy grandes sin embargo, para comunidades biológicas, comúnmente suele hallarse entre 1,5 y 3,5, y raramente sobrepasa 4,5 (Bravo Núñez 1991; Badii *et al.* 2008).

El **Índice de Equidad de Pielou (J')** mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Tiene un rango de valores entre 0 y 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Pielou 1975; Magurran 1988). El cálculo se realizó según la siguiente expresión:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde:

H' = medida logarítmica de la diversidad

$H'_{\max} = \ln(S)$

S = número de familias en el ensamble

Todos los índices mencionados se calcularon utilizando el programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

5.2.5. Análisis estadísticos

Para cada cultivo y fecha de muestreo, se estimó la media y error estándar (ESM) de la riqueza (S) y abundancia de los coleópteros (número de individuos / trampa) sobre la base del número de familias. Con estas dos variables, se realizó primero un análisis exploratorio de los datos. Por medio de la confección de gráficos de distribución de frecuencias relativas de la riqueza y abundancia de los grupos a lo largo del período de muestreo se evaluó tanto la variación espacial como la temporal o fenología (Ellison 2001).

Para analizar diferencias entre los promedios de las variables mencionadas anteriormente (número promedio de individuos por trampa, por recolección y por sitio) y para el índice de equitabilidad de Pielou (J') entre tipo de manejo (MC *versus* MO) y temporada de muestreo (otoño-invierno *vs.* primavera-verano) se aplicó análisis de la varianza (ANOVA) de dos vías. Cuando las diferencias propuestas en los ANOVA resultaron significativamente menores al 5%, se realizaron pruebas a *posteriori* (Holm-Sidak). En especial para el cultivo de tomate, dado que todos los muestreos se realizaron en la misma temporada (primavera-verano), se analizaron posibles diferencias de los promedios entre tipos de manejo por medio de pruebas de t . En los casos en que los supuestos de normalidad u homogeneidad de varianza no se cumplieron, se utilizaron pruebas equivalentes no paramétricas (como Mann-Whitney). Para ello se utilizó el programa Sigma Stat 3.5 ® (Systat Software Inc., EE.UU./Canadá). El nivel de significancia utilizado para todas las pruebas estadísticas fue del 5% (Sokal & Rohlf 1995).

En el caso del índice H' , para detectar diferencias significativas entre los diferentes sitios de muestreo, se realizó la prueba de t de Hutcheson (1970) (Zar 1996). Para ello se utilizó el programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

Por otro lado, a través de técnicas de correlación, se indagó por posibles relaciones de la abundancia (promedio de individuos/trampa) y diversidad (H') de los ensambles coleopterológicos, considerando los dos cultivos y temporadas (otoño-invierno y primavera-verano) con la temperatura promedio y la precipitación acumulada en periodos quincenales. La información meteorológica fue obtenida de bases de datos del Servicio

Meteorológico Nacional (www.smn.gov.ar) y del Aeródromo de La Plata (http://www.tutiempo.net/clima/La_Plata_Aerodrome/875930.htm). El análisis se realizó con Sigma Stat 3.5, con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

5.3. Resultados

Durante todo el período de estudio, se colectó para ambos cultivos, un total de 2.372 individuos de coleópteros adultos, pertenecientes a 21 familias. El material que no perteneció al Orden Coleoptera se guardó para futuros estudios (Museo de La Plata y CEPAVE).

5.3.1. Abundancia de coleópteros epigeos

5.3.1.1. Cultivo de Lechuga

Considerando los siete sitios, se colectó un total de 909 individuos de coleópteros adultos. Como abundancia general para los siete sitios, se obtuvo un valor de aproximadamente 3 individuos por trampa. Por otra parte, la abundancia calculada por sitio varió entre $1,60 \pm 0,37$ (Sitio 1, MC, otoño-invierno) y $5,24 \pm 0,92$ (Sitio 7, MO, primavera-verano) individuos por trampa (Fig. 5.3).

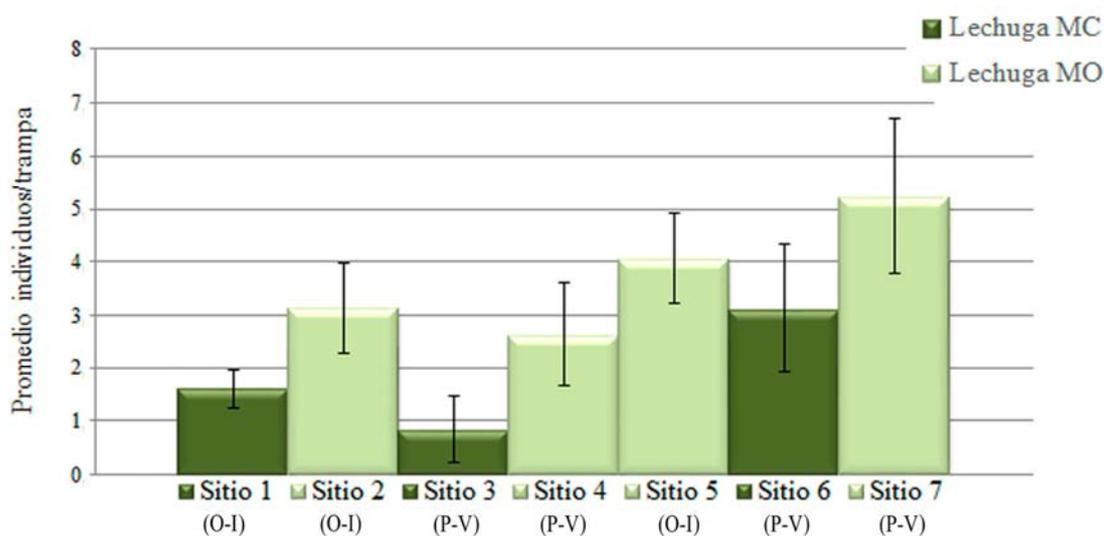


Figura 5. 3. Promedio de individuos por trampa (\pm ES), para cada sitio de muestreo, en el cultivo de lechuga.

El promedio de individuos por trampa no mostró interacción entre las temporadas y tipos de manejo (ANOVA de dos vías; $F_{1,28} = 0,001$; $P = 0,975$). La abundancia de coleópteros epigeos en este cultivo no difirió estadísticamente en relación a la temporada de muestreo ($F_{1,28} = 0,136$; $P = 0,715$). Sin embargo, se observaron diferencias significativas de la abundancia según el manejo ($F_{1,28} = 10,068$; $P = 0,004$), encontrándose un número mayor de individuos por trampa en los sitios con manejo orgánico (media $\pm ES = 3,75 \pm 0,46$) en relación a los registrados para los cultivos convencionales (media $\pm ES = 1,73 \pm 0,34$).

Con respecto a la variación temporal, independientemente del manejo, el promedio de individuos recolectados por trampa (abundancia) respecto al comienzo del cultivo, fue menor a finales del mismo. Sin embargo, no se observaron patrones marcados a medida que avanzó el ciclo del cultivo (Fig. 5.4 y 55.). Así, en algunos casos (Sitio 3, MC, Sitio 5 y Sitio 7, MO) se registró una tendencia decreciente del promedio a partir del primer muestreo, en otros (Sitios 2, MO, Sitio 4, MO y 6, MC) un segundo incremento en la abundancia en la mitad del ciclo del cultivo, mientras que en un solo sitio (Sitio1, MC) se verificó un aumento y luego una disminución.

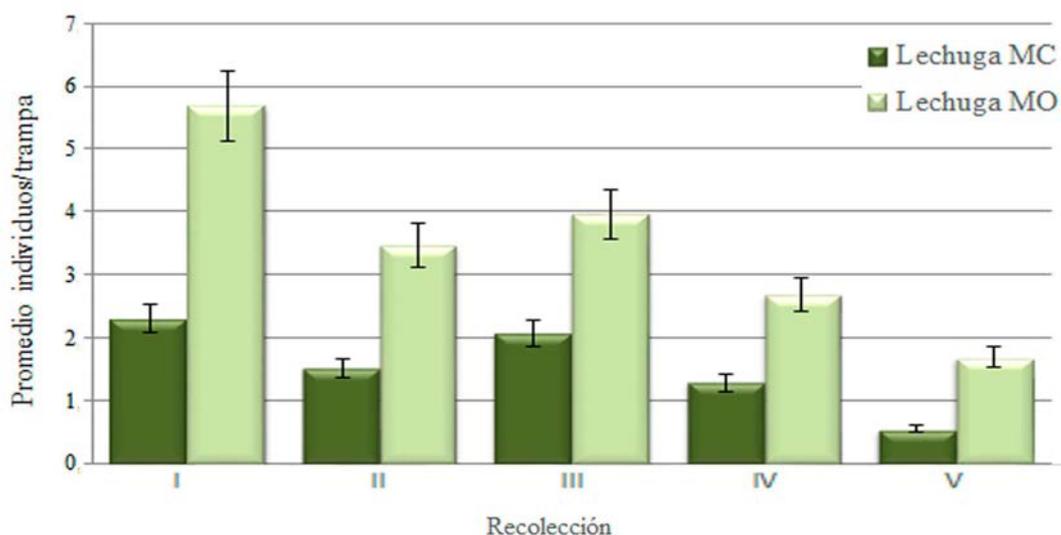


Figura 5.4. Promedio de individuos por trampa, para cada recolección, en cultivos de lechuga con manejo convencional y manejo orgánico.

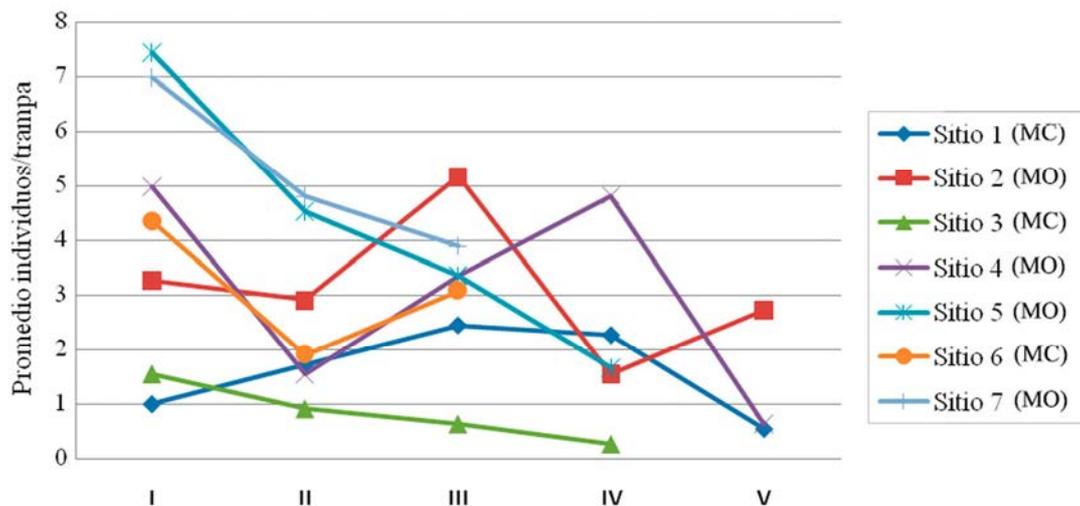


Figura 5.5. Promedio de individuos por trampa, para cada recolección, en los diferentes sitios de estudio para el cultivo de lechuga.

Por último, se encontró que el promedio de individuos por trampa estuvo relacionado significativamente con la temperatura promedio quincenal. La correlación fue positiva para dicha variable dependiente en los cultivos de otoño-invierno ($r = 0,67$; $p < 0,05$), mientras que fue negativa en primavera-verano ($r = -0,77$; $p < 0,05$). Por otro lado, la relación del promedio de individuos por trampa respecto a las precipitaciones acumuladas quincenales no fue significativa.

5.3.1.2. Cultivo de Tomate

En este cultivo se colectaron en total 1.463 individuos de coleópteros adultos en los seis sitios muestreados. Esto arrojó un promedio general de aproximadamente 4,2 individuos por trampa. La abundancia calculada por ciclo completo de muestreo varió entre $1,84 \pm 1,17$ (Sitio 10, MC) y $10,9 \pm 0,95$ (Sitio 11, MO) individuos colectados por trampa (Fig. 5.6).

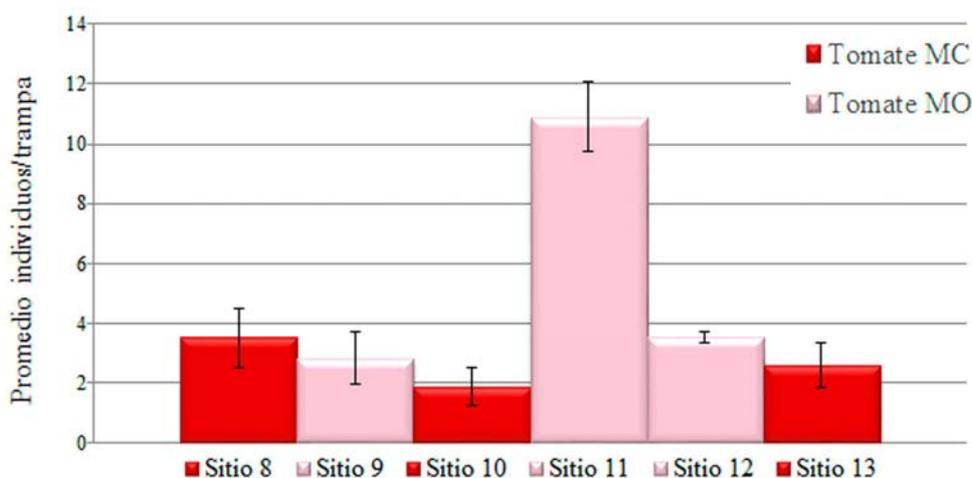


Figura 5.6. Promedio de individuos por trampa (\pm ES), para cada sitio de muestreo, en el cultivo de tomate.

Los promedios de individuos por trampa, fueron significativamente mayores en el Sitio 11, en el que se capturó el mismo número de individuos que la suma de todos los demás sitios. El resto de los sitios no difirió entre sí en cuanto a la abundancia de individuos de coleópteros edáficos colectados por trampa (U Mann Whitney = 54,5; P= 0,534).

Respecto a la variación temporal, sin tener en cuenta el Sitio 11(MO), no se observaron patrones marcados a lo largo del ciclo del cultivo. En este sitio la abundancia aumentó a lo largo del mismo. El Sitio 8 (MC) presentó un aumento en la abundancia en la segunda recolección, sin embargo, la misma disminuyó a lo largo del ciclo del cultivo. En

los sitios 9 (MO) y 13 (MC), se observaron aumentos y disminuciones sucesivas de la abundancia a lo largo del tiempo. En el Sitio 12 (MO), la abundancia aumentó en las sucesivas recolecciones; contrariamente a lo ocurrido en el Sitio 10 (MC) (Fig. 5.7 y 5.8).

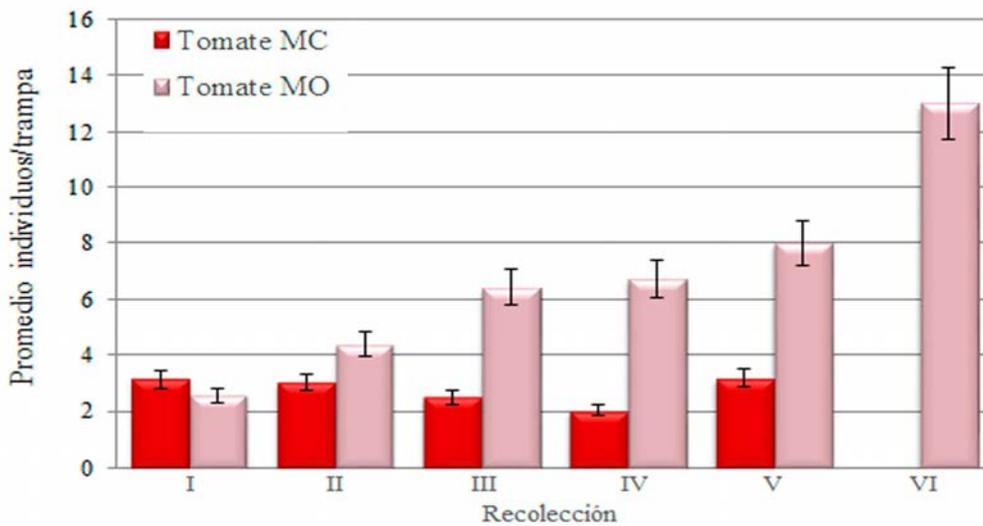


Figura 5.7. Promedio de individuos por trampa, para cada recolección, en los cultivos de tomate con manejo convencional y manejo orgánico.

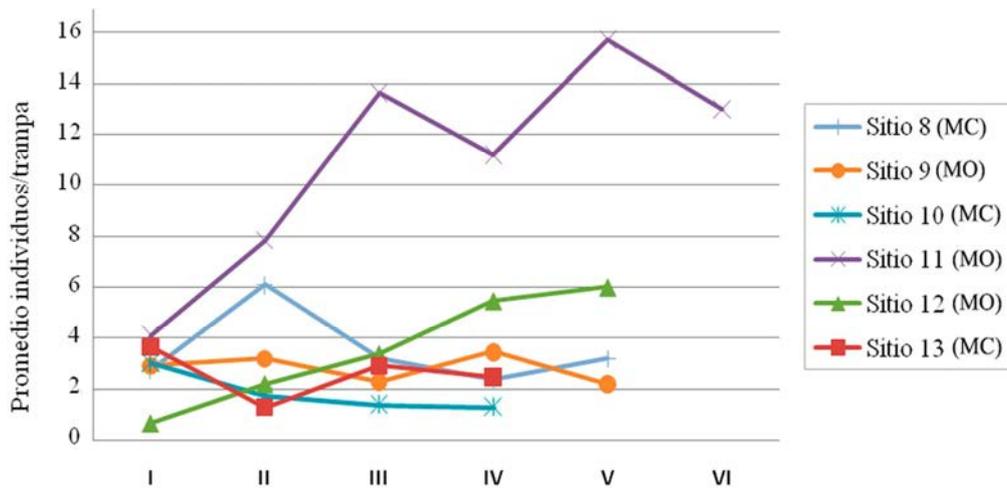


Figura 5. 8. Promedio de individuos por trampa, para cada recolección, en los diferentes sitios de estudio en el cultivo de tomate.

Por último, no se encontró una correlación significativa entre el promedio de individuos por trampa con la temperatura promedio quincenal ($r = -0,1$; $p > 0,05$), ni con las precipitaciones acumuladas quincenales ($r = 0,08$; $p > 0,05$).

5.3.2. Composición Taxonómica

Las familias más representativas, en cuanto a su abundancia relativa, fueron: Curculionidae (19,44%), Carabidae (16,10%), Staphylinidae (15,18%) y Coccinellidae (10,54%). Las familias restantes fueron: Elateridae (8,22%), Scydmaenidae (4,89%), Chrysomelidae (4,72%), Scarabaeidae (3,92%), Nitidulidae (3,63%), Tenebrionidae (2,99%), Anthicidae (2,19%), Lathridiidae (1,94%), Cantharidae (1,73%), Histeridae (1,26%), Corylophidae (1,01%), Silvanidae (0,67%), Cryptophagidae (0,55%), Meloidae (0,42%), Lampyridae (0,25%), Scirtidae (0,17%) y Mycetophagidae (0,17%). En la Tabla 5.1 se presenta un listado con el total de las familias registradas y el número de individuos colectados para cada una, en cada sitio de muestreo. Por otro lado, en el Anexo II se realiza una breve diagnosis de cada una de las familias encontradas.

Debido a que las familias Curculionidae, Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae, presentaron abundancias relativas mayores al 10%, según lo planteado anteriormente, se procedió, a determinar a los individuos a nivel de género y/o especie. El listado y análisis de las mismas se realiza en el Cap.VII.

Tabla 5.1. Número de individuos de coleópteros adultos colectados, por cada familia, en cada sitio de muestreo del CFHP, durante el período de estudio.

ORDEN COLEOPTERA			LECHUGA							TOMATE						Total individuos	
Suborden	Serie	Familia	Sitio1	Sitio2	Sitio3	Sitio4	Sitio5	Sitio6	Sitio7	Sitio8	Sitio9	Sitio10	Sitio11	Sitio12	Sitio13		
Adephaga		Carabidae	57	99	4	39	44	30	35	3	18	2	41	5	5	382	
Polyphaga	Staphyliniformia	Histeridae	-	-	-	2	-	2	4	-	1	3	16	1	1	30	
		Staphylinidae	19	56	12	28	15	13	20	32	32	22	74	27	10	360	
		Scydmaenidae	-	1	-	6	1	1	-	-	2	5	-	98	1	1	116
	Scarabaeiformia	Scarabaeidae	-	-	4	1	6	3	-	-	13	4	4	15	40	3	93
		Scirtidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4
	Elateriformia	Elateridae	-	-	2	7	1	12	14	34	4	25	42	20	34	195	
		Lampyridae	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	1	-	2	6	
		Cantharidae	-	-	1	11	2	4	23	-	-	-	-	-	-	41	
		Nitidulidae	3	2	1	-	-	-	-	1	33	5	-	19	20	2	86
	Cucujiformia	Silvanidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	12	16	
		Cryptophagidae	5	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	6	-	13	
		Coccinellidae	-	2	7	30	68	5	44	2	5	8	74	4	1	250	
		Corylophidae	-	-	-	-	-	-	-	-	22	2	-	-	-	24	
		Lathridiidae	-	-	1	2	1	-	7	14	5	3	6	5	2	46	
		Tenebrionidae	-	1	2	-	4	3	4	2	-	-	49	4	2	71	
		Meloidae	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	7	-	-	10	
		Anthicidae	-	1	-	-	10	4	3	6	1	8	13	3	3	52	
		Mycetophagidae	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	1	-	4	
		Chrysomelidae	1	-	6	2	13	3	9	6	33	1	15	12	11	112	
Curculionidae		3	9	9	17	14	21	6	24	35	5	245	41	32	461		
Total individuos por sitio			88	172	49	145	179	103	173	193	154	81	720	194	121	2372	
N° de familias registradas			6	9	11	11	12	13	14	13	15	10	17	16	15	21	
Unidades muestrales			55	55	44	55	44	33	33	55	55	44	66	55	44	638	

5.3.2.1. Cultivo de Lechuga

Se registraron 17 familias, en orden decreciente según su abundancia relativa fueron: Carabidae (33,88%), Staphylinidae (17,93%), Coccinellidae (17,16%) y Curculionidae (8,69%), las que representaron el 77,67% del total de individuos. El resto de las familias, cuyas abundancias relativas no alcanzaron el 5%, fueron: Cantharidae, Elateridae, Chrysomelidae, Anthicidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae, Lathridiidae, Scydmaenidae, Histeridae, Nitidulidae, Cryptophagidae, Lampyridae y Mycetophagidae (Fig. 5.9 y Tabla 5.2).

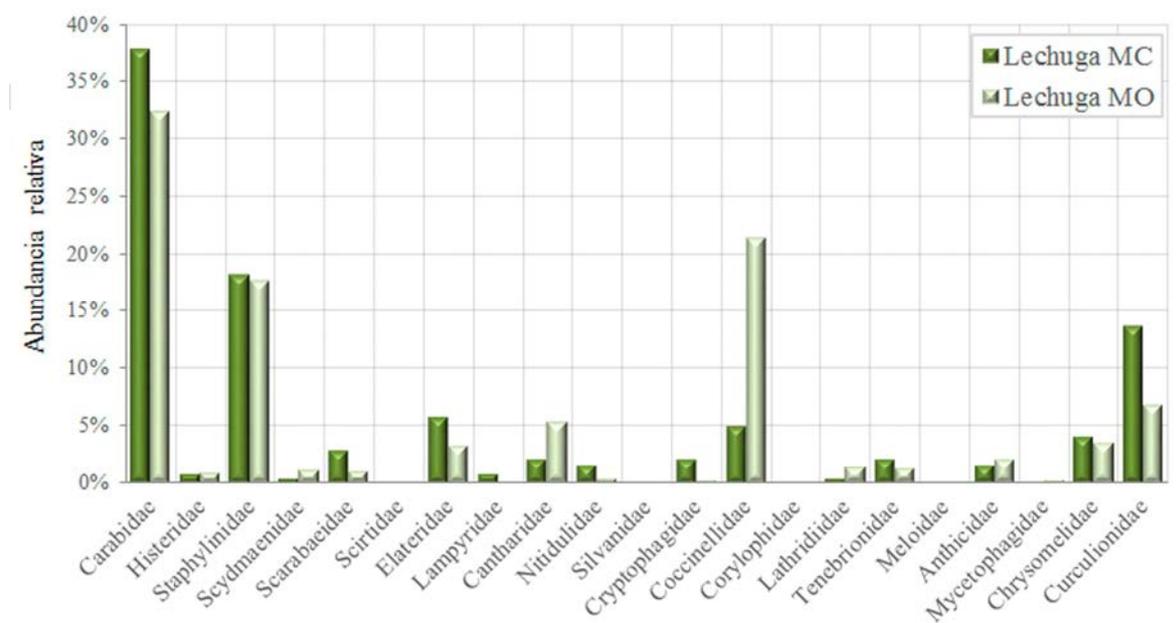


Figura 5.9. Abundancia relativa (%) de las familias de coleópteros presentes en los cultivos de lechuga con manejo convencional y orgánico durante todo el período de muestreo.

Tabla 5.2. Abundancia relativa (%) de cada familia de coleópteros, por período completo de recolección, en los diferentes sitios de estudio. OI: otoño-invierno; PV: primavera-verano; MC: manejo convencional; MO: manejo orgánico.

Familia	Sitio 1 OI MC	Sitio 2 OI MO	Sitio 3 PV MC	Sitio 4 PV MO	Sitio 5 OI MO	Sitio 6 PV MC	Sitio 7 PV MO	Total
<i>Carabidae</i>	64,77	57,56	8,16	26,90	24,58	29,13	20,23	33,88
<i>Histeridae</i>	-	-	-	1,38	-	1,94	2,31	0,88
<i>Staphylinidae</i>	21,59	32,56	24,49	19,31	8,38	12,62	11,56	17,93
<i>Scydmaenidae</i>	-	0,58	-	4,14	0,56	0,97	-	0,99
<i>Scarabaeidae</i>	-	-	8,16	0,69	3,35	2,91	-	1,54
<i>Elateridae</i>	-	-	4,08	4,83	0,56	11,65	8,09	3,96
<i>Lampyridae</i>	-	-	-	-	-	1,94	-	0,22
<i>Cantharidae</i>	-	-	2,04	7,59	1,12	3,88	13,29	4,51
<i>Nitidulidae</i>	3,41	1,16	2,04	-	-	-	0,58	0,77
<i>Cryptophagidae</i>	5,68	0,58	-	-	-	-	0,58	0,77
<i>Coccinellidae</i>	-	1,16	14,29	20,69	37,99	4,85	25,43	17,16
<i>Lathridiidae</i>	-	-	2,04	1,38	0,56	-	4,05	1,21
<i>Tenebrionidae</i>	-	0,58	4,08	-	2,23	2,91	2,31	1,54
<i>Anthicidae</i>	-	0,58	-	-	5,59	3,88	1,73	1,98
<i>Mycetophagidae</i>	-	-	-	-	-	-	1,16	0,22
<i>Chrysomelidae</i>	1,14	-	12,24	1,38	7,26	2,91	5,20	3,74
<i>Curculionidae</i>	3,41	5,23	18,37	11,72	7,82	20,39	3,47	8,69

Se observó, además, una variación en los valores de abundancia relativa de las familias a lo largo del tiempo (Fig. 5.10 y 5.11), aunque no se observó ninguna tendencia marcada en esta variación según la temporada del cultivo (otoño/invierno y primavera/verano) ni el manejo sanitario (cultivos convencionales y orgánicos).

Se encontraron representantes de las familias Carabidae y Staphylinidae a lo largo de todo el ciclo del cultivo, mientras que Curculionidae, se encontró en la gran mayoría de las recolecciones. Respecto a la temporalidad, se observó que la familia Carabidae, presentó en general un aumento de su abundancia relativa con el crecimiento del cultivo. Contrariamente, las familias Coccinellidae, Curculionidae y Chrysomelidae registraron, en

general, abundancias relativas mayores a comienzos del cultivo. El resto de las familias tuvo una presencia esporádica en los distintos estados de desarrollo del cultivo.

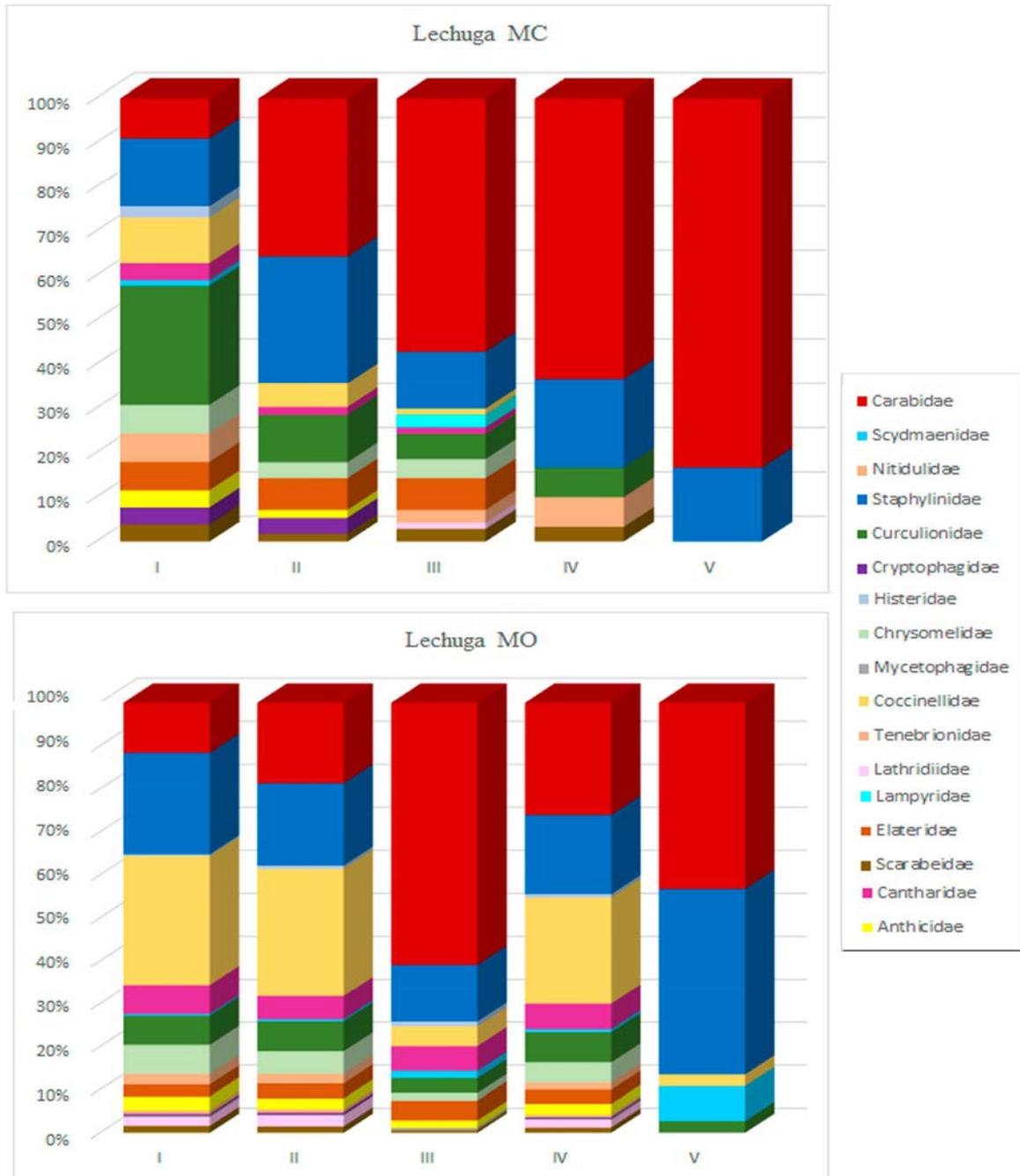


Figura 5.10. Abundancia relativa (%) de cada familia de coleópteros en el cultivo de lechuga, por recolección, en cultivos con manejo convencional y orgánico.

A continuación se realiza una caracterización de la diversidad taxonómica de familias de coleópteros epigeos por sitio:

En el Sitio 1 (MC) (Fig.5.11a), la mayor diversidad de familias se registró hacia la mitad del ciclo del cultivo. La familia Carabidae fue la más abundante en todas las recolecciones, seguida de la familia Staphylinidae. Les sigue en orden de importancia la familia Cryptohagidae, aunque sólo estuvo presente al inicio del cultivo.

En el Sitio 2 (MO) (Fig.5.11b), el mayor número de familias se registró a principios del ciclo del cultivo. Las familias Carabidae y Staphylinidae fueron claramente dominantes en todos los estados fenológicos.

En el Sitio 3 (MC) (Fig.5.11c), se observó una presencia de familias con abundancias relativas similares. Así, los Staphylinidae fueron los más abundantes, seguidos por Curculionidae, Coccinellidae y Chrysomelidae, variando sus abundancias a lo largo del ciclo del cultivo. La familia Lathridiidae se encontró en las primeras recolecciones y la fam. Scarabaeidae tuvo mayor representación en las etapas finales del cultivo. La familia Carabidae, sólo alcanzó una elevada abundancia al final del mismo.

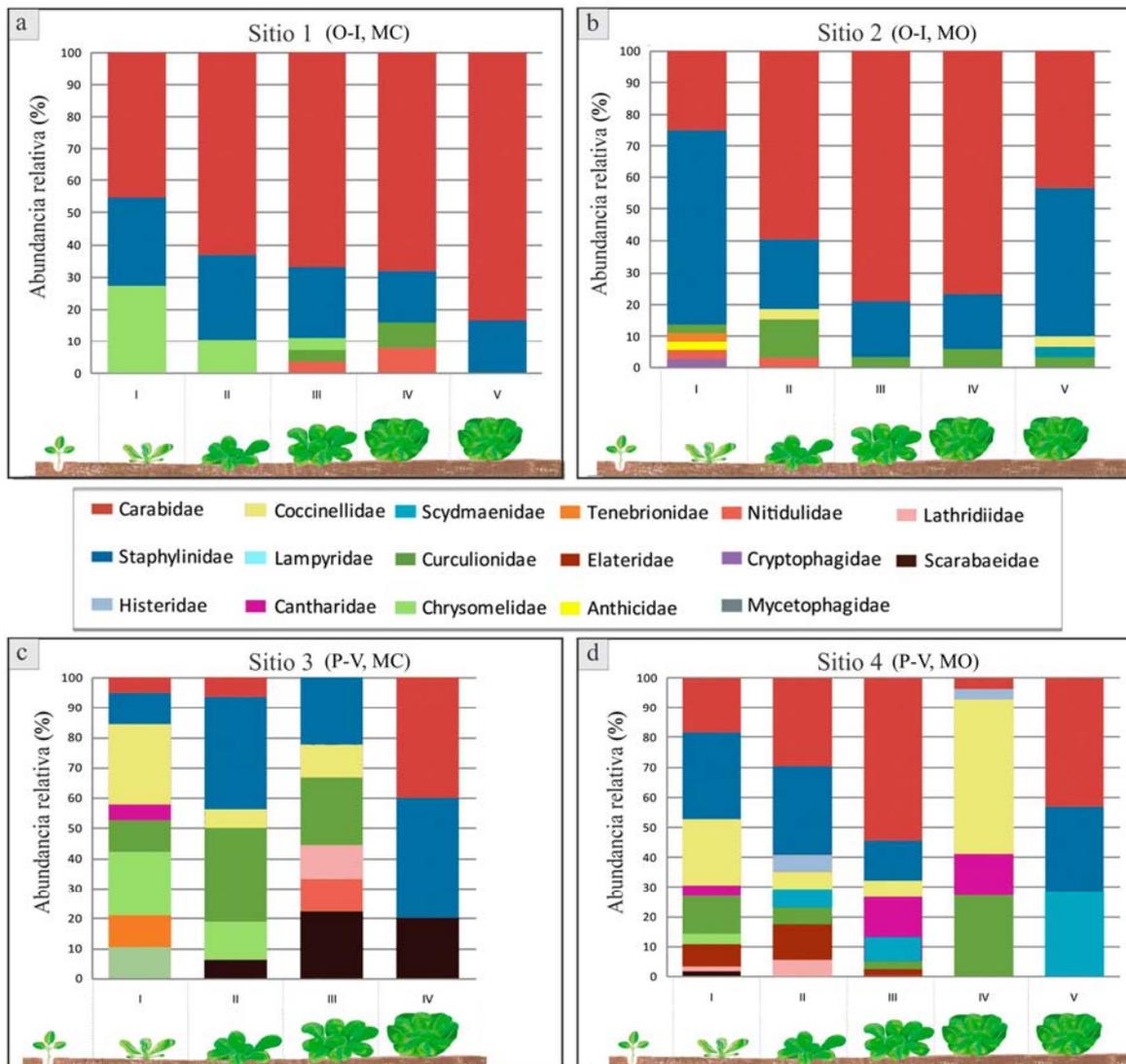
En el Sitio 4 (MO) (Fig.5.11d), el mayor número de familias se registró en las dos primeras recolecciones. Nuevamente, los Carabidae, Coccinellidae y Staphylinidae fueron los más abundantes en todo el ciclo, sin embargo la fam. Staphylinidae no se encontró en la cuarta recolección. Scarabaeidae fue importante al final del cultivo.

En el Sitio 5 (MO) (Fig.5.11e), se observó una marcada disminución del número de familias a lo largo del ciclo del cultivo. Las familias Coccinellidae y Carabidae fueron las más abundantes, seguidas por la fam. Curculionidae, que fue más abundante hacia el final del cultivo.

En el Sitio 6 (MC) (Fig.5.11f), se registró un número similar de familias presentes a lo largo de todo el ciclo del cultivo. Las familias Carabidae y Curculionidae presentaron los mayores valores de abundancia relativa, tanto al inicio como al final del cultivo,

respectivamente. En orden de importancia, las familias Staphylinidae y Elateridae también fueron abundantes.

En el Sitio 7 (MO) (Fig.5.11g), la diversidad taxonómica de familias fue mayor a principios del cultivo, siendo éste el sitio con mayor número de familias registradas. Las familias Coccinellidae y Carabidae fueron las más abundantes, siendo sus valores de abundancias mayores al principio y final del ciclo respectivamente. También, en orden de importancia, se pueden mencionar a los Cantharidae y Staphylinidae. Les sigue en importancia la familia Staphylinidae.



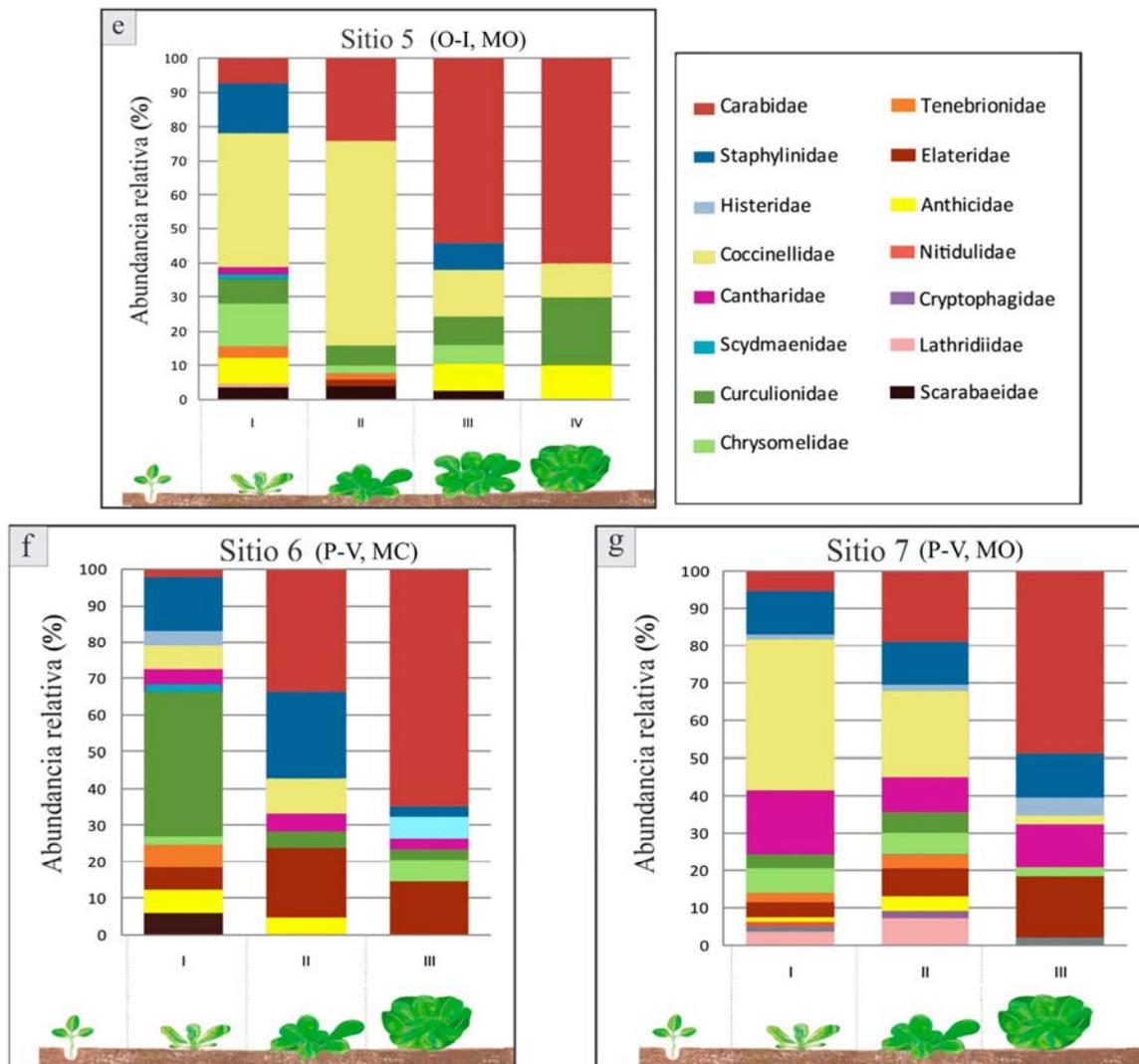


Figura 5.11. Abundancia relativa (%) de cada familia de coleópteros en el cultivo de lechuga, por recolección en las diferentes localidades y temporadas. a) Sitio 1: Colonia Urquiza (MC), Otoño-Invierno 2010; b) Sitio 2: Lisandro Olmos (MO), Otoño-Invierno 2010; c) Sitio 3: Colonia Urquiza (MC), Primavera-Verano 2010; d) Sitio 4: Lisandro Olmos (MO), Primavera-Verano 2010; Lisandro Olmos (MO), Otoño-Invierno 2011; f) Sitio 6: Colonia Urquiza (MC), Primavera-Verano 2011; g) Sitio 7: Lisandro Olmos (MO), en la temporada de Primavera-Verano 2011.

5.3.2.2. Cultivo de Tomate

Se registraron 20 familias, las más importantes en orden decreciente de abundancia relativa, fueron: Curculionidae (26,11%), Staphylinidae (17,16%), Elateridae (10,87%), Scydmaenidae (7,31%), Coccinellidae (6,43%), Scarabaeidae (5,40%), Nitidulidae (5,40%), Chrysomelidae (5,33%) y Carabidae (5,06%). Las restantes familias mostraron abundancias menores al 5%: Tenebrionidae, Lathridiidae, Anthicidae, Corylophidae, Histeridae, Silvanidae, Meloidae, Cryptophagidae, Scirtidae, Lampyridae y Mycetophagidae (Fig. 5.12 y Tabla 5.3).

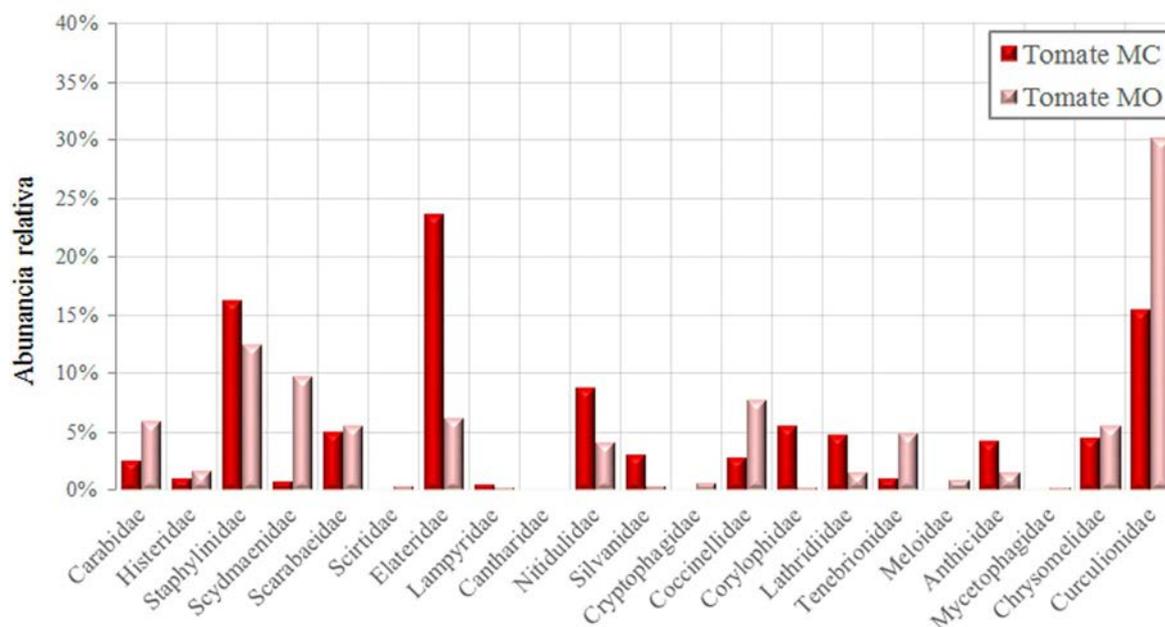


Figura 5.12. Abundancia relativa (%) de las familias de coleópteros presentes en los cultivos de tomate con manejo convencional y orgánico, durante todo el período de muestreo.

Tabla 5.3. Abundancia relativa (%) de cada familia de coleópteros, por período completo de recolección, en los diferentes sitios de estudio. MC: manejo convencional; MO: manejo orgánico.

Familia	Sitio 8 MC	Sitio 9 MO	Sitio 10 MC	Sitio 11 MO	Sitio 12 MO	Sitio 13 MC	Total
<i>Carabidae</i>	1,55	11,69	2,47	5,69	2,58	4,13	5,06
<i>Histeridae</i>	-	0,65	3,70	2,22	0,52	0,83	1,50
<i>Staphylinidae</i>	16,58	20,78	27,16	10,28	13,92	8,26	13,47
<i>Scydmaenidae</i>	1,04	3,25	-	13,61	0,52	0,83	7,31
<i>Scarabaeidae</i>	6,74	2,60	4,94	2,08	20,62	2,48	5,40
<i>Scirtidae</i>	-	-	-	0,56	-	-	0,27
<i>Elateridae</i>	17,62	2,60	30,86	5,83	10,31	28,10	10,87
<i>Lampyridae</i>	-	0,65	-	0,14	-	1,65	0,27
<i>Nitidulidae</i>	17,10	3,25	-	2,64	10,31	1,65	5,40
<i>Silvanidae</i>	-	-	-	-	2,06	9,92	1,09
<i>Cryptophagidae</i>	-	-	-	-	3,09	-	0,41
<i>Coccinellidae</i>	1,04	3,25	9,88	10,28	2,06	0,83	6,43
<i>Corylophidae</i>	11,40	1,30	-	-	-	-	1,64
<i>Lathridiidae</i>	7,25	3,25	3,70	0,83	2,58	1,65	2,39
<i>Tenebrionidae</i>	1,04	-	-	6,81	2,06	1,65	3,90
<i>Meloidae</i>	-	1,95	-	0,97	-	-	0,68
<i>Anthicidae</i>	3,11	0,65	9,88	1,81	1,55	2,48	2,32
<i>Mycetophagidae</i>	-	-	-	0,14	0,52	-	0,14
<i>Chrysomelidae</i>	3,11	21,43	1,23	2,08	6,19	9,09	5,33
<i>Curculionidae</i>	12,44	22,73	6,17	34,03	21,13	26,45	26,11

Se encontraron representantes de las familias Curculionidae, Staphylinidae, Carabidae y Elateridae en todos los sitios. El resto de las familias tuvo presencia esporádica en los distintos sitios. Respecto a la temporalidad, se observaron variaciones de los valores de las abundancias relativas a lo largo del ciclo del cultivo, sin embargo, no se pudo establecer ninguna tendencia respecto a la misma. Encontrando situaciones particulares en cada sitio, a lo largo del tiempo.

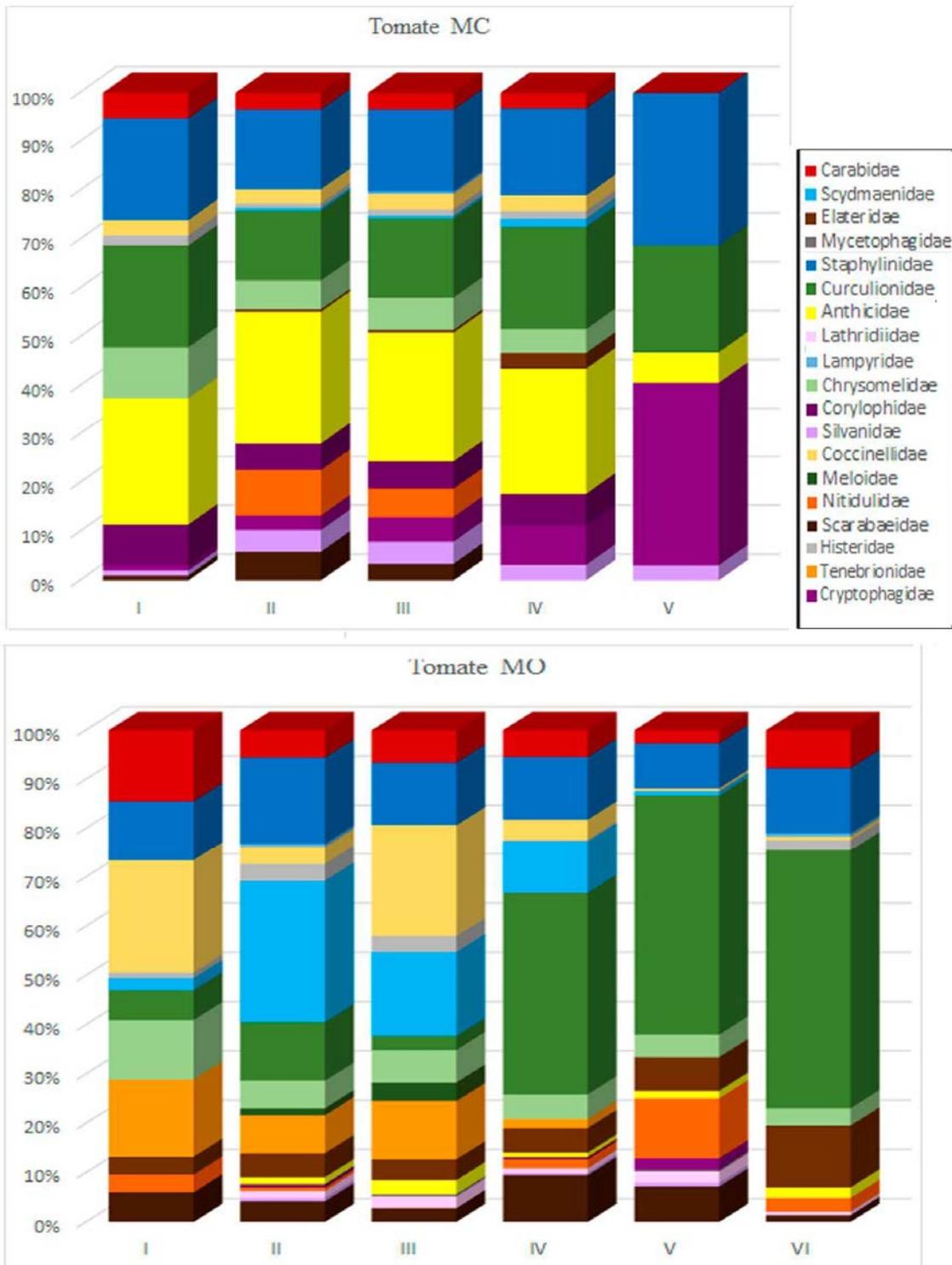


Figura 5.13. Abundancia relativa (%) de cada familia de coleópteros en el cultivo de lechuga, por recolección, en cultivos con manejo convencional y orgánico.

A continuación se realiza una caracterización de la diversidad taxonómica de familias de coleópteros epígeos por sitio:

En el Sitio 8 (MC) (Fig.5.14a), se observó una disminución del número de familias a lo largo del ciclo del cultivo. Las familias más abundantes; en orden de importancia, fueron Elateridae, Nitidulidae y Staphylinidae. Curculionidae fue la familia más representada hacia el final del cultivo.

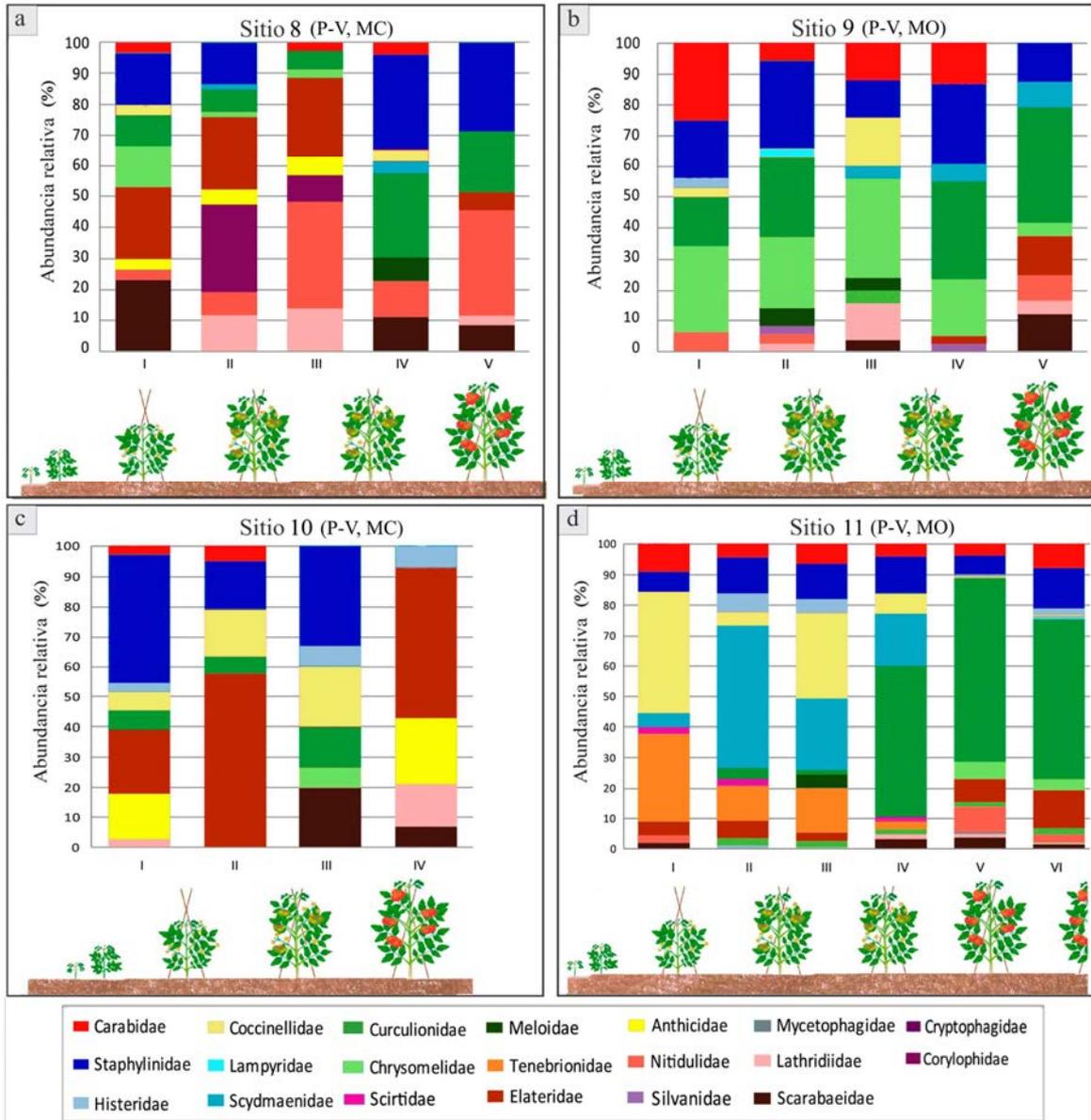
En el Sitio 9 (MO) (Fig.5.14b), el número de familias registradas fue similar (entre 7 y 8) en todas las recolecciones. Predominaron las familias Curculionidae (aunque no se encontró en la tercera recolección), Chrysomelidae y Staphylinidae.

En el Sitio 10 (MC) (Fig.5.14c), el número de familias registradas fue también similar a lo largo del cultivo (entre 5 y 8), siendo ligeramente mayor en la primera recolección. Las familias Elateridae y Staphylinidae dominaron ampliamente en todo el período de muestreo. Les siguieron en importancia según su abundancia relativa las familias Coccinellidae y Anthicidae.

En el Sitio 11 (MO) (Fig.5.14d), el número de familias registradas fue similar a lo largo de todo el ciclo del cultivo (entre 9 y 11). La familia Curculionidae fue claramente dominante en las últimas etapas. Le siguen en importancia las familias Scydmaenidae, Staphylinidae y Coccinellidae. La familia Tenebrionidae fue abundante hasta mediados del ciclo.

En el Sitio 12 (MO) (Fig.5.14e), se observó, una similitud en el número de familias presentes en todas las recolecciones a excepción de la primera, donde fue mucho menor (entre 4 y 11). Las más abundantes fueron Curculionidae, a excepción de la primera recolección, Scarabaeidae, con una marcada dominancia en la primera recolección, y Staphylinidae.

En el Sitio 13 (MC) (Fig.5.14f), el número de familias registradas aumentó a lo largo del ciclo del cultivo. Las familias Elateridae y Curculionidae fueron las más abundantes. La familia Silvanidae tuvo una importante representación en la segunda recolección.



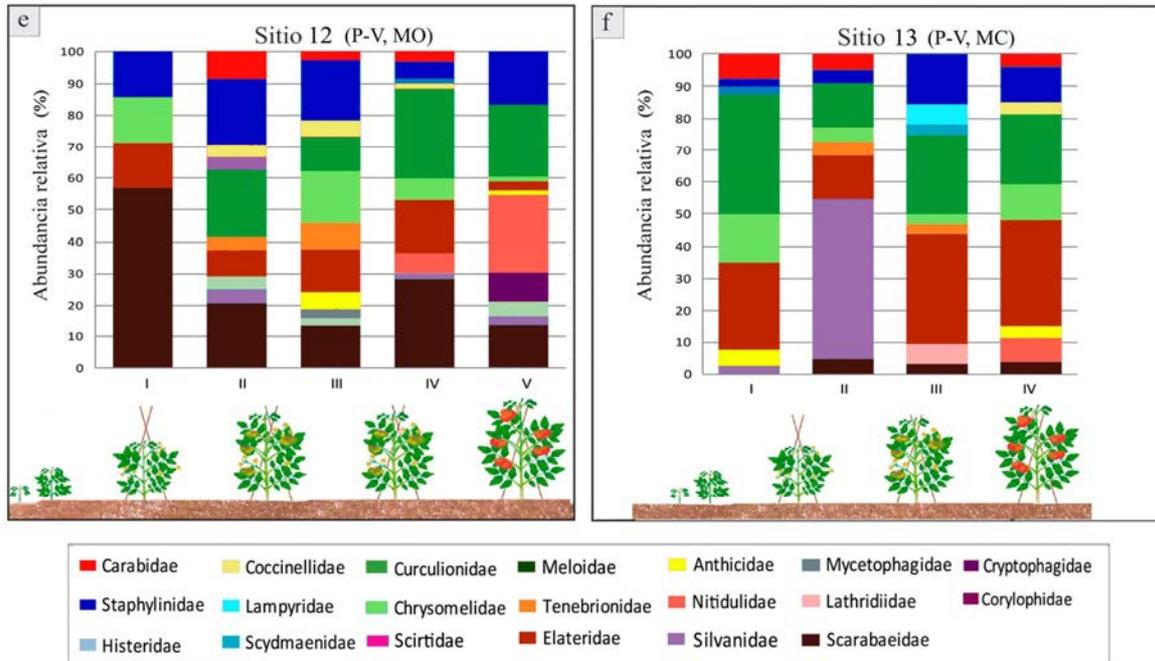


Figura 5.14. Abundancia relativa (%) de cada familia de coleópteros en el cultivo de tomate, por recolección en las diferentes localidades y temporadas. a) Sitio 8: Colonia Urquiza (MC), Primavera-Verano 2010-2011; b) Sitio 9: Lisandro Olmos (MO), Primavera-Verano 2010-2011; c) Sitio 10: Lisandro Olmos (MC), Primavera-Verano 2011-2012; e) Sitio 12: Colonia Urquiza (MO), Primavera-Verano 2011-2012; Sitio 13: Los Hornos (MC), Primavera-Verano 2012-2013.

5.3.3. Índices de Diversidad

5.3.3.1. Cultivo de Lechuga

Como ya se mencionó anteriormente, el análisis de la estructura de los ensambles a nivel de familia reveló un índice S de 17 para todo el estudio, en cultivos de lechuga del CFHP. El rango de S registrado para este cultivo varió entre 6 (Sitio 1, MC, otoño-invierno) y 14 (Sitio 7, MO, primavera-verano).

El análisis de los índices de diversidad de Shannon (H') y equidad de Pielou (J'), mostró que los ensambles con menor diversidad y equitabilidad ocurrieron durante las temporadas de otoño-invierno, para ambos años (H' entre 1,06 y 1,81; J' entre 0,48 y 0,73). Los sitios con mayor dominancia fueron los Sitios 1 (MC) y 2 (MO), ambos de otoño-invierno, donde las familias Carabidae y Staphylinidae fueron las responsables de dichos valores. Por otro lado, los sitios con mayor diversidad y equitabilidad ocurrieron durante la temporada de primavera-verano, para ambos años (H' entre 1,93 y 2,15; J' entre 0,81 y 0,88). En la Tabla 5.4 se muestran los índices de diversidad calculados para la coleopterofauna epigea, en cada sitio de estudio.

Tabla 5.4. Valores de riqueza (S), abundancia (número de individuos), diversidad de Shannon-Wiener (H') y equitabilidad de Pielou (J'), calculados para los diferentes sitios de estudio del cultivo de lechuga. OI: otoño-invierno; PV: primavera-verano; MC: manejo convencional; MO: manejo orgánico.

	Sitio 1 OI MC	Sitio 2 OI MO	Sitio 3 PV MC	Sitio 4 PV MO	Sitio 5 OI MO	Sitio 6 PV MC	Sitio 7 PV MO
Riqueza (S)	6	9	11	11	12	13	14
Abundancia (A)	88	172	49	145	179	103	173
Shannon (H')	1,06	1,06	2,10	1,93	1,81	2,10	2,15
Pielou (J')	0,59	0,48	0,88	0,81	0,73	0,82	0,81

Los valores de los índices S y J' no mostraron interacción entre las temporadas y los tipos de manejo, (ANOVA de dos vías; S : $F_{1,28} = 0,38$; $P = 0,542$; J' : $F_{1,28} = 0,17$; $P = 0,683$). Dichos índices no mostraron diferencias significativas en cuanto al tipo de manejo (S : $F_{1,28} = 2,98$; $P = 0,097$; J' : $F_{1,28} = 1,63$; $P = 0,21$). Sin embargo, sí se observaron diferencias para las distintas temporadas (S : $F_{1,28} = 8,598$; $P = 0,007$; J' : $F_{1,28} = 10,10$; $P = 0,004$), siendo, en todos los casos, mayores en primavera-verano (J' : $0,83 \pm 0,02$) que en otoño-invierno (J' : $0,60 \pm 0,07$). Es decir, la diversidad de coleópteros edáficos presentes en cultivos de lechuga aumentó a medida que avanzó la estación estival, incrementándose también la equitatividad en los ensambles.

Los valores de diversidad H' de los Sitios 1 (MC) y 2 (MO) difirieron del resto, pero no entre sí, siendo los menos diversos (Tabla 5.5). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre el resto de los sitios, a excepción de los Sitios 5 y 7 (ambos MO) donde sí existieron diferencias, siendo el Sitio 7 el más diverso de todo el período de estudio.

Tabla 5.5. Valores de t obtenidos con el test de Hutcheson (1970) entre valores de H' en los distintos sitios del cultivo de lechuga con manejo convencional y orgánico.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6
Sitio 1						
Sitio 2	t= -0,073 n/s					
Sitio 3	t= -6,353 *	t= -7,223 *				
Sitio 4	t= -6,906 *	t= -8,497 *	t= 0,776 n/s			
Sitio 5	t= -5,740 *	t= -6,928 *	t= 1,684 n/s	t= 1,235 n/s		
Sitio 6	t= -7,218 *	t= -8,453 *	t= -0,324 n/s	t= -1,285 n/s	t= -2,278 n/s	
Sitio 7	t= -8,599 *	t= -10,612 *	t= 0,896 n/s	t= -2,275 N/s	t= -3,381 *	t= -0,604 n/s

* $p < 0,05$ indican diferencias significativas entre pares de valores de H'

Por otro lado, también se analizó la posible existencia de patrones de variación para algunos índices de diversidad estimados para la coleopterofauna epigea colectada en los diferentes sitios de estudio, según la etapa de crecimiento del cultivo. Así, se encontró que los valores de H' más altos correspondieron a las primeras etapas del cultivo (recolectaciones I y II), independientemente de la temporada y el manejo (Fig.5.15). En la mayoría de los casos, a excepción del Sitio 2, los menores valores de H' se registraron al momento de la cosecha (previo a la floración).

Contrariamente a lo observado para el índice de Shannon-Wiener, no se registraron tendencias en los valores del índice J' calculados a lo largo del ciclo del cultivo (Fig. 5.16).

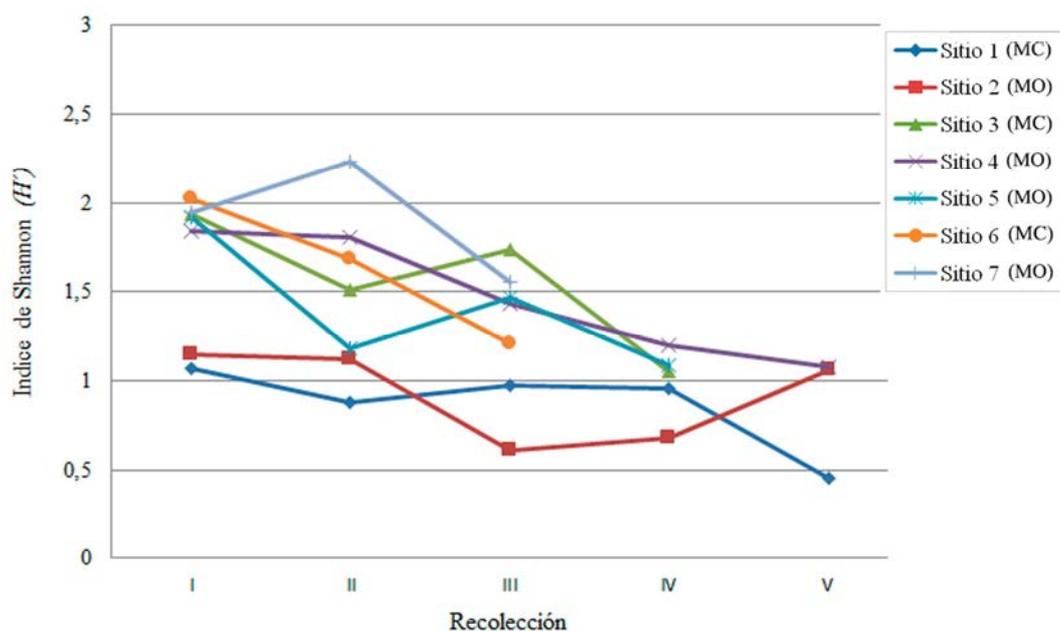


Figura 5.15. Índices de Diversidad de Shannon (H') calculados para cada recolección, en los diferentes sitios de estudio.

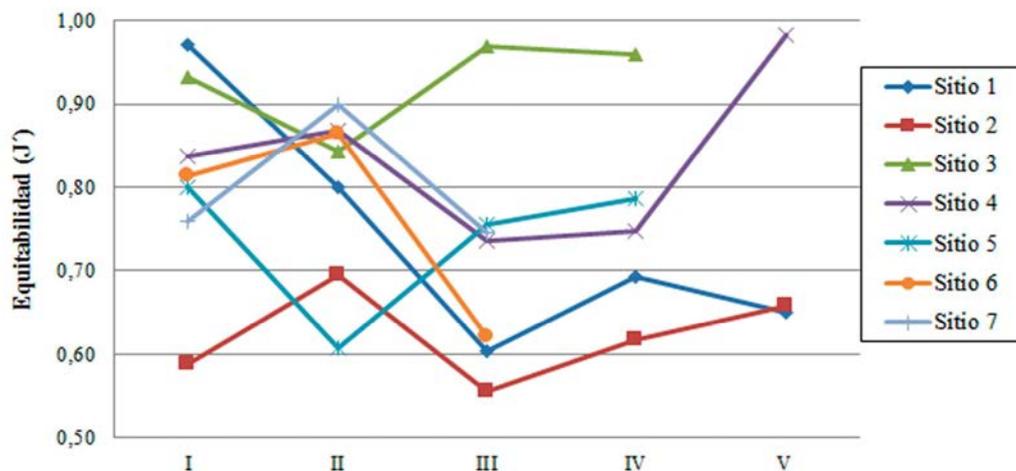


Figura 5.16. Índices de equitabilidad de Pielou (J') calculados, en cada recolección, para los diferentes sitios de estudio.

Por último, se encontró que los valores calculados para el índice H' , estuvieron relacionados significativamente con la temperatura promedio quincenal. La correlación fue positiva para dicha variable dependiente en los cultivos de otoño-invierno ($r=0,75$; $p<0,05$), mientras que fue negativa en primavera-verano ($r=-0,74$; $p<0,05$). Por otro lado, la relación de dicho índice respecto a las precipitaciones acumuladas quincenales no fue significativa.

5.3.3.2. Cultivo de Tomate

Como ya fue mencionado, el análisis de la estructura de los ensambles, a nivel de familia, reveló un índice S de 21 para todo el estudio, en cultivos de tomate del CFHP. La riqueza de familias fue en general mayor a la hallada en el cultivo de lechuga, a lo largo de todo el ciclo del mismo. El rango de S registrado para este cultivo varió entre 10 (Sitio 10, primavera-verano 2011-2012, MC) y 17 (Sitio 11, primavera-verano 2011-2012, MO).

Según el índice de diversidad de Shannon (H'), el sitio 10 (MC) resultó ser el menos diverso ($H'=1,88$). Contrariamente, el sitio 12 (MO), resultó ser el más diverso y con una equitabilidad alta ($H'=2,25$ y $J'=0,81$), principalmente definida por las familias Curculionidae y Scarabaeidae. El sitio 8 (MC) presentó la mayor equitabilidad ($J'=0,86$) y también una diversidad elevada ($H'=2,21$). En la Tabla 5.6 se muestran los índices de diversidad calculados para la coleopterofauna epigea, en cada sitio de estudio.

Tabla 5.6. Valores de riqueza (S), abundancia (número de individuos), diversidad de Shannon (H') y equitabilidad de Pielou (J'), calculados para los diferentes sitios de estudio del cultivo de tomate. MC: manejo convencional; MO: manejo orgánico.

	Sitio 8 MC	Sitio 9 MO	Sitio 10 MC	Sitio 11 MO	Sitio 12 MO	Sitio 13 MC
<i>Riqueza (S)</i>	13	15	10	17	16	15
<i>Abundancia (A)</i>	193	154	81	720	194	121
<i>Shannon (H')</i>	2,21	2,11	1,88	2,16	2,25	2,07
<i>Equitabilidad (J')</i>	0,86	0,78	0,82	0,76	0,81	0,76

El análisis del índice S mostró que los sitios con manejo orgánico resultaron significativamente más abundantes en cuanto al número de familias registradas (mediana=10; n= 16) que aquellos convencionales (mediana=8; n= 13) (U Mann Whitney =164,5; P=0,008). Contrariamente, el análisis de los índices J' , no mostró diferencias significativas entre los sitios (J' : $t_{1,28} = 0,908$; P= 0,372).

Con respecto al índice H' , el Sitio 10 (MC) resultó ser significativamente menos diverso que los sitios 8 (MC), 11 (MO) y 12 (MO). Asimismo, no se encontraron diferencias significativas entre el resto de los sitios entre sí durante el período de muestreo (Tabla 5.7).

Tabla 5.7. Valores de t obtenidos con el test de Hutcheson (1970) entre valores de H' en los distintos sitios del cultivo de tomate con manejo convencional y orgánico.

	Sitio 8	Sitio 9	Sitio 10	Sitio 11	Sitio 12
Sitio 8					
Sitio 9	t= 1,209 n/s				
Sitio 10	t= 3,181 *	t= 1,901 n/s			
Sitio 11	t= 0,366 n/s	t= -1,031 n/s	t= -3,124 *		
Sitio 12	t= 0,653 n/s	t= -1,485 n/s	t= -3,322 *	t= -0,811 n/s	
Sitio 13	t= 0,117 n/s	t= 0,462 n/s	t= -1,340 n/s	t= 1,432 n/s	t= 1,807 n/s

* $p < 0,05$ indican diferencias significativas entre pares de valores de H'

Respecto a la posible existencia de patrones o tendencias de variación según el estado de crecimiento del cultivo, para los índices H' estimados para la coleopteroфаuna epigea colectada en los diferentes sitios de estudio, reveló que los valores más altos del índice H' correspondieron a la tercera y cuarta recolección, independientemente del manejo (Fig. 5.17). La única excepción se dio en el Sitio 8, donde H' fue mayor en las dos primeras recolecciones.

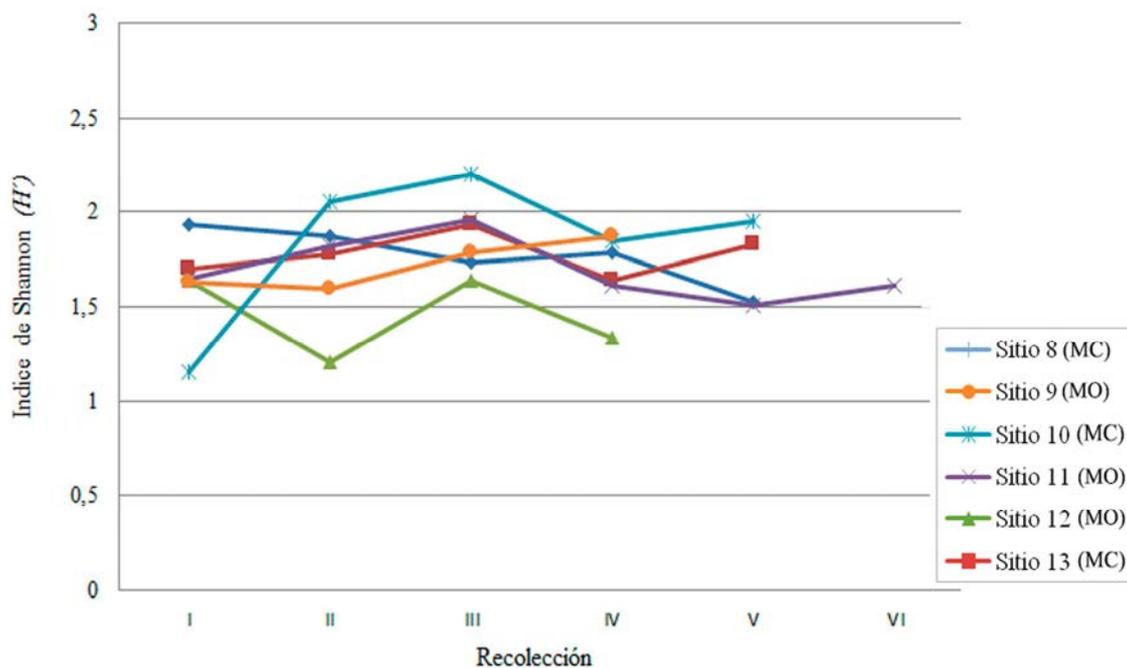


Figura 5.17. Índice de Diversidad de Shannon-Weanner (H') calculado, para cada recolección, en los diferentes sitios de estudio.

Con respecto a los índices J' , se observó una variación sucesiva y alternada de valores menores y mayores respecto a la primera recolección, a excepción del Sitio 12 donde descendieron recién en la cuarta recolección (Fig.5.18).

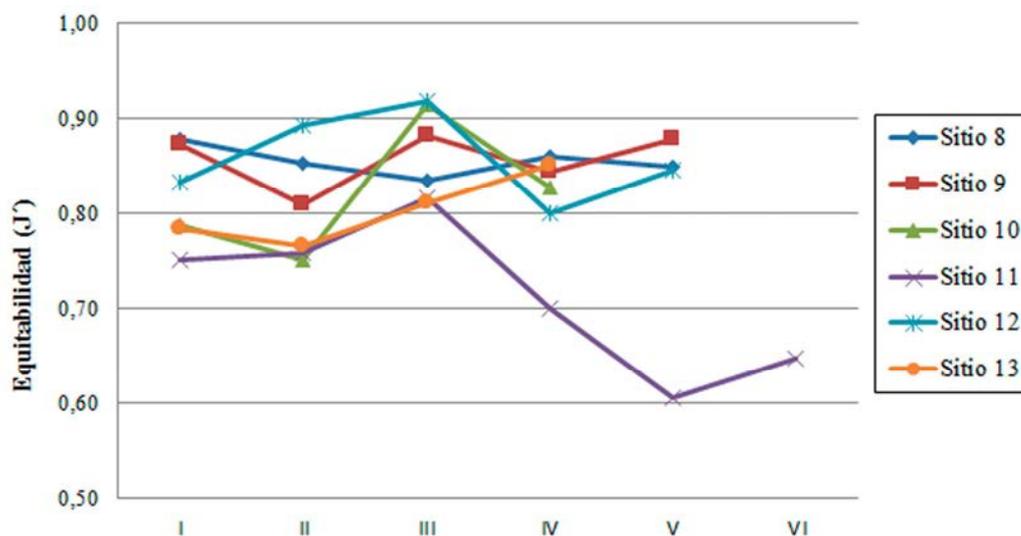


Figura 5.18. Indices de equitabilidad de Pielou (J') calculados, en cada recolección, para los diferentes sitios de estudio.

Por último, no se encontró una correlación significativa entre los valores calculados para el índice H' con la temperatura promedio quincenal ($r= 0,17$; $p> 0,05$), ni con las precipitaciones acumuladas quincenales ($r= 0,13$; $p> 0,05$).

5.4. Discusión

En este trabajo se describen por primera vez los ensambles de coleópteros epigeos en cultivos de lechuga y tomate presentes en el CFHP (NE de la prov. de Buenos Aires, Argentina), importantes componentes de la fauna de los suelos agrícolas. Se brinda información novedosa sobre su composición, abundancia y diversidad en estos agroecosistemas, para los cuales no existían prácticamente antecedentes. Además se presentan evidencias acerca de los cambios estructurales que experimentan dichos ensambles sobre las tres variables mencionadas, condicionados por las prácticas agrícolas más comunes llevadas a cabo por los productores, como lo son el manejo convencional y el orgánico.

Una contribución relevante de este trabajo de Tesis es la colección del material entomológico obtenida, que mostró que la diversidad de coleópteros epigeos en cultivos hortícolas puede ser mucho mayor que el reportado para este hábitat. Así, en muchos estudios afines se ha puesto el foco en algunas pocas familias (Carabidae, por ej.), mientras que la mayoría han sido soslayadas (Marasas 2002; Cicchino *et al.* 2003, 2005; Paleologos *et al.* 2008)). Por lo tanto, el material colectado forma parte de una base de información importante para profundizar su estudio a nivel taxonómico y funcional.

En particular se desea destacar que en todos los sitios de estudio para ambos cultivos se registró la presencia de arvenses, independientemente del manejo (Anexo I). Éstas pertenecieron a las familias Asteraceae, Amaranthaceae, Convolvulaceae (en verano), Portulacaceae y Urticaceae (en otoño-invierno), y han sido señaladas como importantes en los agroecosistemas (Marshall & Moonen 2002; Altieri & Nicholls 2007). Su presencia generaría una mayor heterogeneidad ambiental, oferta de recursos y microhábitats para la coleopterofauna. Numerosos autores refuerzan la idea de que la heterogeneidad del ambiente puede disminuir los efectos de los distintos disturbios ocasionados por las prácticas de manejo en los ecosistemas, inclusive la aplicación de insecticidas (Siemann *et al.* 1998; Fournier & Loreau 1999; Magura *et al.* 2001; Weyland 2005; Marasas *et al.* 2011).

Abundancia

La abundancia de coleópteros epigeos capturados varió, en el cultivo de lechuga, entre 1,5 y 5 individuos por trampa. En tomate los valores fueron algo menores, entre 2 y 3 individuos por trampa, con excepción del Sitio 11 que fue particularmente abundante. La comparación de los valores de abundancia de coleopterofauna de este trabajo con los reportados para otros cultivos resulta dificultosa por la disparidad de los objetivos de estudio (cultivos extensivos, tipos de labranzas en un mismo cultivo, efectos de la fertilización de suelos, comparación entre cultivos y áreas naturales, etc.) y por razones metodológicas (tipo de trampeo, tiempo en que están activas las trampas, análisis de los datos, etc.) (Zalazar & Salvo 2007; Gizzi *et al.* 2009; Baloriani *et al.* 2009; Paleologos *et al.* 2008; Marasas *et al.* 2011).

La abundancia de los ensambles en el cultivo de *lechuga* resultó ser sensible al manejo, registrándose valores menores en aquellos sitios con manejo convencional. Contrariamente, en los sitios orgánicos se manifestó una mayor abundancia, que alcanzó casi el doble en algunos casos. Estos resultados refuerzan la idea de que el uso de plaguicidas afecta la fauna edáfica, ya sea directamente por medio de la contaminación, o indirectamente por la reducción de sus presas. A su vez, como efecto subletal de los insecticidas, la tasa de reproducción puede reducirse (Decäens *et al.* 2001; Bocero 2002; Gliessman 2006; Fogel 2012; van Lenteren 2012). Un manejo sanitario más conservativo de la fauna permitiría una mayor posibilidad de desarrollo de los coleópteros epigeos.

En el cultivo de *tomate*, la abundancia no se vió afectada por el tipo de manejo, a excepción del Sitio 11 (MO) donde se capturó el mismo número de individuos que la suma de todos los demás sitios de este cultivo. Esta elevada abundancia no pudo asociarse a un factor determinado, al menos no de los considerados en este estudio.

En cuanto a la temporalidad relacionada al crecimiento del cultivo, en *lechuga* se observó una tendencia decreciente de la abundancia total a medida que avanzó el ciclo. Cuando se analiza la variación de la abundancia en cada sitio por separado, no se pudo establecer ninguna tendencia del mismo, teniendo los ensambles de cada predio en particular, comportamientos diferentes. Por otra parte, los valores de la abundancia total de

coleópteros epigeos en *tomate* se mantuvieron a lo largo del ciclo del cultivo en los predios convencionales e incluso aumentó en los orgánicos.

Composición Taxonómica

Más del 60 % de los individuos colectados pertenecieron a cuatro de las 21 familias registradas en todo el estudio y para ambos cultivos hortícolas: Curculionidae, Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae. La abundancia de individuos de las distintas familias reflejó, por lo tanto, un fuerte patrón de dominancia. Estos resultados concuerdan con los hallados por diversos autores en otros cultivos hortícolas del CFHP (Marasas *et al.* 1997; Baloriani *et al.* 2009; Paleologos *et al.* 2008; Marasas *et al.* 2011; Paleologos 2012).

Es interesante destacar la captura en trampas de intercepción de individuos pertenecientes a las familias Chrysomelidae y Curculionidae, cuyo hábito está más asociado al follaje y flores de las plantas. Su presencia se debería a que éstas recurren al suelo para cumplir una parte de su ciclo de vida, depositando huevos, buscando sitios para empupar e incluso refugiarse para hibernar de manera subterránea (Elgueta & Arriagada 1989; Arnett *et al.* 2002).

Con respecto al manejo, se observó que en el cultivo de *lechuga* con manejo convencional, las familias más abundantes fueron Carabidae, Staphylinidae y Curculionidae (en orden decreciente de importancia). Por otro lado, en los sitios orgánicos, lo fueron las familias Carabidae, Coccinellidae y Staphylinidae. Estos resultados coinciden con los obtenidos por investigadores de otros países para este cultivo, destacándose a las familias Carabidae, Coccinellidae y Staphylinidae (depredadores) y Curculionidae (fitófagos) como las más importantes (Symondson 1993; Sengonca *et al.* 2002; Lucas *et al.* 2007; Smith *et al.* 2008). Estas familias están ampliamente distribuidas por todo el mundo y son encontradas en una gran variedad de tipos de hábitats ya sean naturales, seminaturales o influenciados por el hombre (Lovei & Sunderland 1996; Bohac 1999).

En el cultivo de *tomate*, las familias con mayor abundancia relativa en los sitios con manejo convencional fueron Elateridae, Staphylinidae y Curculionidae (en orden decreciente de importancia). Con respecto a los sitios orgánicos, lo fueron las familias Curculionidae y Staphylinidae. Otros autores registraron a las familias Coccinellidae y Staphylinidae (depredadores) y Curculionidae (fitófagos) como las más importantes para este cultivo (Schuller & Sánchez 2003; Cordo *et al.* 2004; Polack & Mitidieri 2012). La elevada abundancia de la familia Elateridae estaría relacionada al tipo de fertilización, riego y caída de hojarasca, que proveerían mayores contenidos de restos vegetales y materia orgánica en el suelo, en relación al cultivo de lechuga. Otra familia importante para este cultivo fue Scarabaeidae, que junto a Staphylinidae, también se relacionan con mayores contenidos de materia orgánica en el suelo. El resto de las familias tuvo presencia esporádica en los distintos sitios. La familia Scydmaenidae, poco representada en el cultivo de lechuga, cobró importancia en el cultivo de tomate, probablemente debido la preferencia por ambientes con mayor humedad y contenido orgánico en el suelo (Borror *et al.* 1989).

Cabe destacar que la importancia relativa de las familias Carabidae y Staphylinidae se invirtió respecto al cultivo de lechuga. Los carábidos, a pesar de encontrarse en todos los sitios, tuvieron una representación mucho menor en lechuga, probablemente asociada a las diferentes condiciones del suelo y a la cobertura vegetal (cultivo y arvenses). En general, los carábidos predominantes en el cultivo de lechuga fueron formas cursoriales con tamaños entre 5-15 mm, con patas finas y adaptadas para correr, en cambio, en el cultivo de tomate, predominaron las formas de mayor tamaño (entre 9-21 mm) de hábito fosor, con patas más cortas (ver Cap. VII).

Si bien en el Cap. VI se avanzará en el análisis de los grupos funcionales representados por los coleópteros epigeos hortícolas registrados, es importante aquí señalar algunos aspectos importantes de los hábitos de las principales familias. Carabidae, Coccinellidae y Staphylinidae debido a su hábito preferentemente depredador, actuarían como potenciales controladores de plagas agrícolas, jugando un rol relevante en los agroecosistemas. Los carábidos tienen un elevado grado de polifagia y los estafilínidos suelen ser más especializados alimentándose principalmente de huevos y larvas de dípteros, siendo incluso algunas especies parasitoides (Monzó *et al.* 2005; Chani Posse & Thayer

2008; Nicholls Estrada 2008). Marasas *et al.* (1997) señalan que la abundancia de Staphylinidae responde a un mayor número y calidad de presas disponibles, dada la selectividad de dicha familia por la elección de su alimento. Por otro lado, numerosos trabajos muestran que la abundancia de Carabidae, está mayormente asociada a factores microambientales, como la cobertura, humedad y *pH* del suelo (Cicchino *et al.* 2005; Paleologos *et al.* 2008; Zalazar 2008). Los coccinélidos son conocidos principalmente por su papel como depredadores de pulgones y cochinillas (plagas localizadas en partes aéreas de la planta). Por otro lado, tanto larvas como adultos de la familia Curculionidae son importantes componentes de los agroecosistemas, tanto el cultivo como las arvenses registradas en todos los sitios, proveerían alimento y refugio. Algunos de sus integrantes viven en la superficie, con vegetación baja, mientras que otros son subterráneos durante toda o parte de su ciclo de vida (Cabrera *et al.* 1997; Lanteri *et al.* 2002; Cabrera Walsh 2005; Polack & Mitidieri 2012).

Respecto a las tendencias de variación temporal de las abundancias relativas, en el cultivo de *lechuga* la Familia Carabidae mostró un claro aumento hacia finales del ciclo del cultivo, mientras que los Curculionidae exhibieron una tendencia decreciente. Para el cultivo de *tomate* no se observaron variaciones tan marcadas de los valores de abundancia relativa de las distintas familias presentes a lo largo del ciclo productivo. Esta multiplicidad de respuestas sugiere que los factores que influyen sobre el comportamiento de la fauna epigea, afectan de diferente manera a las distintas familias de coleópteros.

Índices de Diversidad

Como patrón general se observó que la práctica de manejo orgánica incrementó la diversidad de especies de los ensambles coleopterológicos epigeos en los cultivos de lechuga y tomate del CFHP, particularmente la de enemigos naturales, encontrándose comunidades más ricas, diversas y equitativas (Zerbino 2005; Zalazar & Salvo 2007).

En particular en el cultivo de *lechuga*, se observó un aumento de la diversidad de los coleópteros del suelo según la temporada del cultivo. Así, se registraron ensambles con mayor diversidad y equitabilidad durante las temporadas de primavera-verano, independientemente del manejo. Esto se puede estar asociado patrones de actividad circadianos y estacionales de la coleopterofauna, que dependen en gran medida de las características de la vegetación (Cepeda- Pizarro 1989), así como de las condiciones climáticas, siendo más abundante y diversa en las estaciones más cálidas. Se sabe en el invierno, los insectos mantienen su estado de diapausa o se encuentran en estado larvario poco activo o como pupa (Grez *et al.* 2003). Es necesario aclarar que debido a que en esta tesis se emplearon trampas de caída, las cuales miden la densidad y actividad de poblaciones de insectos adultos, la colecta de invierno podría ser menor a lo esperado, soslayando la captura de individuos de esas poblaciones con reducida actividad.

En el caso del cultivo de *tomate*, sólo uno de los sitios resultó ser significativamente menos diverso (Sitio 10, MC), donde particularmente se observó la mayor intensidad de utilización de insecticidas y de control de arvenses. Para el resto de los sitios se registraron índices de diversidad similares. En relación a este resultado, si bien muchos trabajos arrojan mayores valores en los sistemas orgánicos (Gliessman 2000; Paoletti & Cantarino 2000; Weyland 2005; Altieri & Nicholls 2007; Zalazar & Salvo 2007; Marasas *et al.* 2011; Palelogos 2012), otros citan que, en ocasiones, el manejo orgánico puede tener efectos neutrales e incluso negativos sobre la biodiversidad en los agroecosistemas (Hole *et al.* 2005; Zhang *et al.* 2011). En el caso de estudio, esto podría atribuirse, por un lado, a que este cultivo se realiza sólo en la temporada de primavera-verano, donde las condiciones ambientales resultan más favorables para los coleópteros, tal como se observó en los cultivos de lechuga estivales. Por otro lado, se podría asociar al crecimiento de vegetación

espontánea intracultivo (arvenses), tanto en los sitios con MC como MO, que proporcionarían refugio y alimento alternativo y amortiguaría las consecuencias negativas de la aplicación de agroquímicos en el caso del MC (Lee 2003; Purtauf *et al.* 2005).

Con respecto a las variaciones de los índices de diversidad a lo largo del cultivo, en *lechuga* se encontró que los valores de H' más altos correspondieron a las primeras etapas del mismo, independientemente de la temporada y del manejo. Al igual que la abundancia, su valor fue menor al momento de la cosecha del cultivo, respecto a la primera recolección. Esto podría deberse a que, a comienzos del cultivo se produce una migración de especies desde áreas lindantes, que poblarían el cultivo recién implantado. Luego, a medida que comienzan a establecerse relaciones entre los distintos componentes de la biota, la diversidad en los ensamblajes tiende a estabilizarse en niveles algo inferiores. Según Schowalter (2006), los patrones de colonización de artrópodos hacia nuevos hábitats suelen representar una sucesión relativamente corta. Con respecto a las variaciones del índice J' , los valores fueron semejantes pero fluctuantes en el tiempo, no respondiendo a ningún patrón determinado.

Para el cultivo de *tomate*, tanto los valores de H' como los de J' , fluctuaron a lo largo del ciclo, pero sin mostrar tendencias marcadas entre las diferentes etapas.

Relación entre la estructura de los ensamblajes de coleópteros epigeos con factores ambientales

La ausencia de relación de la precipitación acumulada quincenal, con la abundancia (promedio de individuos por trampa) y el índice de diversidad H' podría deberse a que en todos los sitios para ambos cultivos se llevó a cabo riego, ya sea por goteo o por gravedad, lo que podría atemperar los efectos de períodos más secos o más calurosos.

En el caso del cultivo de *lechuga*, ambas variables sí se relacionaron con las temperaturas medias quincenales. En los cultivos pertenecientes a la temporada de otoño-invierno, con valores de temperaturas que oscilaron entre los 7,8° y los 19,6 °C, la relación

fue positiva. Es decir que la coleopteroфаuna se vería beneficiada, aumentando su actividad, a medida que aumentan las temperaturas. Es sabido que la temperatura afecta el desarrollo, determina la actividad reproductiva de los adultos, la movilidad e incluso la depredación. Asimismo, muchas especies se ven afectadas por las temperaturas bajas, respondiendo a ellas con la inactividad, ocultamiento en galerías subterráneas hechas bajo piedras, o latencia (Wolda 1988; Torres & Marcano 2007).

Por otro lado, en los cultivos pertenecientes a la temporada de primavera-verano, con temperaturas promedio quincenales que oscilaron entre los 16,1° y 25,3°C, la relación fue negativa. Este resultado podría deberse a que el cultivo de lechuga, al menos en sus primeras etapas, provee escaso refugio frente a la insolación, lo que se asociaría a una menor actividad de la coleopteroфаuna en períodos de elevadas temperaturas. Debido a que, como se menciona anteriormente, las trampas de caída, miden la densidad y actividad de poblaciones de insectos adultos, esto pudo haber ocasionado una colecta menor en situaciones de elevadas temperaturas.

En el cultivo de *tomate*, no se observó una relación entre las temperaturas promedio quincenales, que oscilaron entre 25,4° y 26,3°C, ni con el promedio de individuos por trampa, ni como del índice H' . Esto podría deberse, por un lado, a que el rango de temperaturas se encontraría dentro de las temperaturas óptimas para la fauna asociada al cultivo de tomate, y por otro lado a que dicho cultivo provee una mayor cobertura y refugio frente a la insolación.

Como *corolario*, se desprende que los datos obtenidos soportan la hipótesis general, pudiéndose aceptar la predicción de que los distintos cultivos y manejos afectan la composición taxonómica de los ensambles de coleópteros epigeos en cultivos de lechuga y tomate del CFHP. Esto se asocia al hecho de que los coleópteros son sensibles a los cambios en las condiciones microambientales, las que se ven afectadas por las condiciones ambientales, las prácticas de manejo y la cobertura vegetal.

La predicción que establece que la abundancia es mayor en los sistemas con MO se cumplió parcialmente. En general, los cultivos de lechuga con MO presentaron los mayores valores de riqueza y abundancia; sin embargo, las diferencias entre los manejos para el cultivo de tomate, sólo se registraron para un sitio con MO, siendo similar en el resto de los sitios.

Con respecto a la diversidad de coleópteros epigeos, este estudio no permite aceptar la hipótesis de que habría diferencias entre manejos, dado que los índices de diversidad y en particular H' , que pueden ser usados como bioindicadores del uso de agroquímicos, fueron similares en los distintos manejos. Sin embargo, los datos confirman la predicción sobre la estacionalidad, mostrando que en la mayoría de los casos, los cultivos de primavera-verano son más diversos, especialmente los cultivos de tomate con MO.

En cuanto a la hipótesis relacionada a la fenología del cultivo, no se detectaron patrones de abundancia, diversidad, ni composición de los ensambles a medida que avanzó el ciclo productivo, siendo variables en los diferentes sitios de muestreo.

CAPITULO VI

Grupos funcionales

6.1. Introducción

La estructura de un ensamble puede ser estudiada analizando la diversidad ecológica o composición funcional, que trasciende el nivel taxonómico de las especies, para alcanzar otro más acorde con una visión holística de los ecosistemas (Schluter & Ricklefs 1993). Las especies se agrupan, en el grado posible, en clases con características similares o que se comportan de forma similar. Es así como surge el concepto de “*grupo funcional*”, que se define como un grupo de especies, temporales o permanentes, que desarrollan un mismo proceso en el ecosistema (Blondel 2003; Blaum *et al.* 2011).

Este enfoque facilita el estudio comparativo entre comunidades que pueden o no compartir los mismos taxa, a través del análisis de posibles cambios en la estructura y predecir futuros patrones de ocurrencia, abundancia y diversidad, frente a diferentes condiciones o disturbios (Speight *et al.* 1999; Belaoussoff *et al.* 2003; Schowalter 2006; Moreno *et al.* 2007).

En este trabajo se tuvieron en cuenta seis grupos funcionales de coleópteros, según el rol que cumplen en el flujo energético y en el ciclaje de nutrientes en los agroecosistemas:

Fitófagos: consumen y explotan tejidos vegetales, tanto aéreos (tejido foliar, tallos, flores, semillas y brotes) como subterráneos (raíces) y subproductos vegetales (néctar y polen) (Martínez Ramos 2008). Algunos viven en la superficie y sobre la vegetación baja, mientras que otros son subterráneos durante toda o parte de su ciclo de vida. Dentro de este grupo, se pueden citar especies pertenecientes a las familias Curculionidae, Chrysomelidae, Cerambycidae, Meloidae y Scirtidae (Curry 1987; Moore *et al.* 2004). Dentro del

ecosistema, constituyen un nexo importante entre el subsistema vegetal y el de los descomponedores (Speigth *et al.* 1999).

Depredadores: se alimentan de presas vivas, a las cuales capturan y matan de forma inmediata (Martínez Ramos 2008). En la mayoría de los casos, tanto los estados inmaduros como los adultos pueden ser depredadores. Suelen ser polífagos, aunque algunos están más especializados y se alimentan de una o pocas especies estrechamente relacionadas. Sus presas incluyen colémbolos, dípteros, homópteros, ácaros e incluso otros coleópteros (Jacas & Urbaneja 2008; Bentancourt & Scatoni 2001). Dentro de este grupo, se pueden citar especies pertenecientes a las familias Staphylinidae, Carabidae, Coccinellidae, Cantharidae, Histeridae, Scydmaenidae y Lampyridae, entre otras. Constituyen uno de los grupos más importantes de enemigos naturales.

Parasitoides: son insectos cuyo estado larval es parásito, y vive a expensas de otros artrópodos. La larva del parasitoide se alimenta de los tejidos de su hospedador y acaba matándolo, pudiendo hacerlo de forma inmediata o no. Los adultos son depredadores activos de vida libre o fitófagos, alimentándose de polen y néctar. A pesar del número tan elevado de especies dentro del orden Coleoptera, tan sólo un pequeño número de familias contiene especies parasitoides; entre ellas se pueden citar a las familias Staphylinidae y Carabidae. La mayoría son ectoparasitoides de insectos que viven en el suelo (Jacas & Urbaneja 2008; Chani Posse & Thayer 2008). Constituyen otro de los grupos más importantes de enemigos naturales, de gran interés en agricultura.

Fungívoros: también llamados micetófagos, se alimentan de micelios y esporas de hongos que se desarrollan en sitios húmedos, con gran cantidad de materia orgánica en descomposición (pastos, madera descompuesta, compost, estiércol, etc.). Se pueden mencionar las familias: Lathridiidae, Cryptophagidae y Mycetophagidae (Lavelle & Spain 2001).

Saprófagos: se alimentan de cuerpos o tejidos muertos, o bien de residuos orgánicos, producto del metabolismo de otros organismos, digiriéndolos internamente. Se

incluyen: Anthicidae, Elateridae, Nitidulidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae y Silphidae (Martínez Ramos 2008).

Coprófagos: se alimentan de excrementos de vertebrados e invertebrados. Desgajan, reparten y entierran las heces, acelerando extraordinariamente el proceso de degradación de la materia orgánica. En los *pellets* fecales se desarrolla además importante actividad microbiana (Lavelle & Spain 2001). La principal familia coprófaga es Scarabaeidae, especialmente las subfamilias Scarabaeinae y Aphodiinae (Curry 1987).

Tanto los fungívoros y los saprófagos como los coprófagos, juegan un rol importante como “detritívoros” en el ciclo de nutrientes durante el proceso de descomposición, al producir excrementos con mayor relación área-superficie y mayor capacidad de retención de humedad que la materia orgánica original (hojarasca, excrementos de otros organismos, etc.), haciéndola más accesible para los descomponedores o favoreciendo el crecimiento microbiano de excretas en forma de gránulos (Moreira *et al.* 2012).

6.2. Materiales y métodos

6.2.1. Determinación de los Grupos Funcionales

La asignación de grupos funcionales de los coleópteros recolectados se basó en la revisión de la historia de vida y del tipo de alimentación primaria del adulto reportada para la familia en la bibliografía. En el caso que se hallaran representantes de familias para las cuales existe más de un grupo funcional definido, se asignó cada una a un grupo en función de los hábitos alimentarios de la mayoría de las especies que la componen (Lawrence & Britton 1994). En el caso particular de los parasitoides se consideró el ciclo de vida completo. Se identificaron así, los seis grupos funcionales arriba mencionados (Borrór *et al.* 1989; Jaillier 1999; Barberena & Aide 2003; Álvarez-Duarte & Barrera-Cataño 2007).

La información sobre la identidad de los grupos funcionales presentes, así como el número de individuos correspondientes a cada uno, sumada a la registrada sobre manejo sanitario (convencional/orgánico), fecha de muestreo y trampa, fue sintetizada en matrices básicas de datos, para cada cultivo (lechuga/tomate).

6.2.2. Análisis estadísticos

Para analizar la representatividad de los grupos en todo el estudio y por cultivo, se analizaron posibles diferencias entre los promedios de individuos por trampa, por grupo funcional, mediante análisis de la varianza (ANOVA) de dos vías (para el cultivo de lechuga) o pruebas de t (para el cultivo de tomate). En los casos en que los supuestos de normalidad u homogeneidad de varianza no se cumplieron, se utilizaron pruebas equivalentes no paramétricas. Para ello se utilizó el programa Sigma Stat 3.5 ® (Systat Software Inc., EE.UU./Canadá). El nivel de significancia utilizado para todas las pruebas estadísticas fue del 5% (Sokal & Rohlf 1995).

6.3. Resultados:

En relación a la organización funcional de los coleópteros recolectados, se pudieron reconocer, en ambos cultivos, las seis categorías funcionales previamente descriptas.

En el caso de la familia Staphylinidae, los géneros y especies identificados, se asignaron a tres grupos funcionales, considerándose a la subfamilia Aleocharinae dentro del gremio de los parasitoides, a Oxytelinae dentro de los saprófagos y al resto, Paederinae, Staphylininae y Trachyporinae, dentro de los depredadores, en base a referencias bibliográficas (Briggs 1965; Baars 1979; Acorn & Ball 1991; Desender & Vanden Bussche 1998; French & Elliot 1999; Chani Posse 2002; Marasas 2002; Barberena & Aide 2003; Cicchino *et al.* 2005; Chani Posse & Thayer 2008).

En el caso de la familia Carabidae, si bien se consideran como depredadores polífagos, la alimentación principal a partir de semillas u otras partes de la planta se ha desarrollado evolutivamente en dos tribus: Zabryini y Harpalini (Kotze *et al.* 2011). Dentro de la segunda, algunas especies del género *Bradycellus* Erichson, serían primariamente fitófagas en primavera, pero adoptarían un comportamiento zoófago el resto del año (Castro *et al.* 2012). Por este motivo, en este estudio, se incluyó a todas las especies de la tribu Harpalini dentro del gremio de los fitófagos, a excepción de *Bradycellus* spp., los cuales se incluyeron dentro del gremio de los depredadores. El resto de las especies se consideró dentro del gremio de los depredadores.

La familia Nitidulidae, se consideró dentro del grupo de los fungívoros, no obstante se registraron individuos pertenecientes a *Lobiopa insularis* (Castelnau, 1840), fitófago generalista, en el cultivo de tomate, para los sitios con manejo orgánico. Representando el 8% de esta familia.

La representatividad de las diferentes familias en los grupos funcionales hallados, se muestra en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1. Grupos funcionales registrados y composición de los mismos (número de individuos de cada familia) en los cultivos de lechuga y tomate, durante todo el período de estudio.

Grupo funcional	Familias	Lechuga	Tomate
<i>Fitófagos</i>	<i>Carabidae</i>	2	7
	<i>Scirtidae</i>	-	4
	<i>Meloidae</i>	-	10
	<i>Chrysomelidae</i>	34	78
	<i>Curculionidae</i>	79	382
<i>Depredadores</i>	<i>Carabidae</i>	306	67
	<i>Histeridae</i>	8	22
	<i>Staphylinidae</i>	17	71
	<i>Scydmaenidae</i>	9	107
	<i>Lampyridae</i>	-	4
	<i>Cantharidae</i>	41	-
	<i>Coccinellidae</i>	156	94
<i>Parasitoides</i>	<i>Staphylinidae</i>	94	59
<i>Fungívoros</i>	<i>Nitidulidae</i>	7	79
	<i>Silvanidae</i>	-	16
	<i>Cryptophagidae</i>	7	6
	<i>Corylophidae</i>	-	28
	<i>Lathridiidae</i>	11	35
	<i>Mycetophagidae</i>	2	2
<i>Saprófagos</i>	<i>Staphylinidae</i>	51	70
	<i>Elateridae</i>	36	159
	<i>Tenebrionidae</i>	14	57
	<i>Anthicidae</i>	18	34
<i>Coprófagos</i>	<i>Scarabaeidae</i>	14	79

Respecto a la abundancia de los grupos, en todos los sitios de muestreo, para todo el periodo de estudio, se observó que el grupo más abundante fue el de los depredadores

(38,39%), seguido por el de los fitófagos (24,68%), saprófagos (18,46%), fungívoros (7,95%), parasitoides (6,60%) y coprófagos (3,91%).

En los siguientes apartados se analiza comparativamente la estructura de los grupos funcionales de los coleópteros epigeos presentes en los cultivos de lechuga y tomate.

6.3.1. Cultivo de Lechuga

La estimación de la abundancia relativa de los grupos funcionales conformados por coleópteros epigeos, para todo el período de muestreo, mostró como grupo más abundante al de los depredadores (59,52%), seguido por los saprófagos (12,98%), fitófagos (12,43%), parasitoides (10,56%), fungívoros (2,97%) y coprófagos (1,54%).

Considerando el manejo, la abundancia de los depredadores fue mayor en los sitios con manejo orgánico, ocurriendo lo contrario con los fitófagos, saprófagos, fungívoros y coprófagos. Por otro lado, los parasitoides tuvieron abundancias similares en ambos manejos (Fig.6.1).

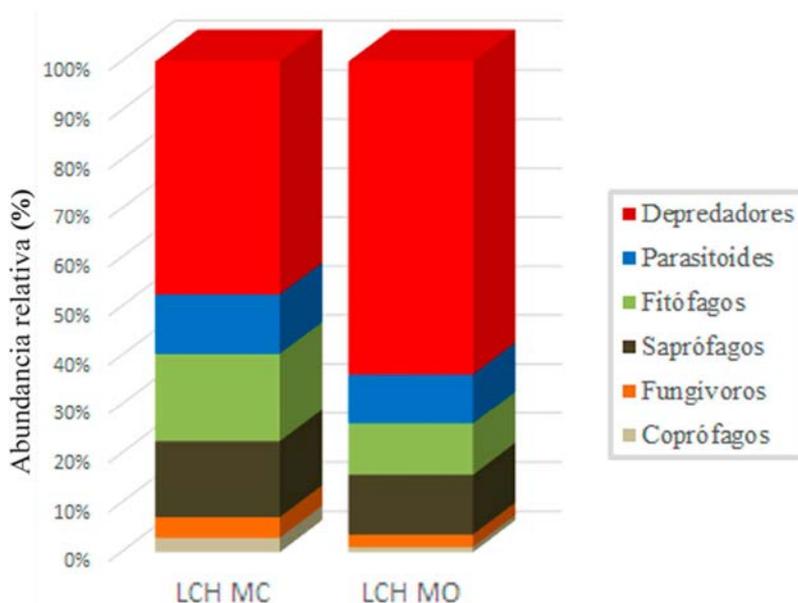


Figura 6.1. Abundancia relativa (%) de cada grupo funcional, en cultivos de lechuga con manejo convencional y orgánico, durante todo el período de estudio.

Teniendo en cuenta los diferentes sitios de muestreo, en términos generales se observó la misma tendencia hacia la mayor representatividad de los depredadores. Para el resto de los grupos funcionales no se observó ningún patrón en cuanto a sus abundancias relativas. Cabe mencionar que tanto fungívoros como coprófagos presentaron los menores

valores de abundancia, no registrándose éstos últimos en los sitios 1 (MC), 2 (MO) y 7 (MO) (Tabla 6.2).

Tabla 6.2. Abundancia relativa (%) de cada grupo funcional de coleópteros, por período completo de recolección, en los diferentes sitios de estudio. OI: otoño-invierno; PV: primavera-verano; MC: manejo convencional; MO: manejo orgánico.

Grupo funcional	Sitio 1 OI MC	Sitio 2 OI MO	Sitio 3 PV MC	Sitio 4 PV MO	Sitio 5 OI MO	Sitio 6 PV MC	Sitio 7 PV MO
<i>Fitófagos</i>	4,55	5,23	30,61	13,10	15,08	23,30	8,67
<i>Depredadores</i>	64,77	60,47	26,53	64,14	66,48	42,72	64,16
<i>Parasitoides</i>	13,64	16,86	20,41	10,34	4,47	6,80	8,67
<i>Fungívoros</i>	9,09	1,74	4,08	1,38	0,56	-	6,36
<i>Saprófagos</i>	7,95	15,70	10,20	10,34	10,06	24,27	12,14
<i>Coprófagos</i>	-	-	8,16	0,69	3,35	2,91	-

El análisis del promedio de individuos por trampa, para los depredadores, no mostró interacción entre las temporadas y tipos de manejo (ANOVA de dos vías; $F_{1,28} = 0,246$; $P=0,624$). La abundancia de este grupo en el cultivo de lechuga no difirió estadísticamente en relación a la temporada de muestreo ($F_{1,28} = 0,0122$; $P= 0,915$). Sin embargo, se observaron diferencias significativas de la abundancia según el manejo ($F_{1,28} = 8,310$; $P= 0,008$), encontrándose un número mayor de individuos por trampa en los sitios con manejo orgánico (media \pm ES= $2,23 \pm 0,29$) en relación a los registrados para los cultivos convencionales (media \pm ES= $0,92 \pm 0,35$).

Para el resto de los grupos: fitófagos (*fit*), parasitoides (*par*), fungívoros (*fun*), saprófagos (*sap*) y coprífagos (*cop*), no se encontraron diferencias significativas ni en cuanto a la temporada de muestreo (*fit*: $F_{1,28} = 1,972$; $P= 0,173$; *par*: $F_{1,28} = 0,211$; $P= 0,650$;

fun: $F_{1,28} = 0,0173$; $P = 0,897$; *sap*: $F_{1,28} = 0,339$; $P = 0,566$; *cop*: $F_{1,28} = 0,481$; $P = 0,495$) ni al manejo (*fit*: $F_{1,28} = 0,234$; $P = 0,633$; *par*: $F_{1,28} = 1,142$; $P = 0,295$; *fun*: $F_{1,28} = 0,0326$; $P = 0,858$; *sap*: $F_{1,28} = 1,233$; $P = 0,277$; *cop*: $F_{1,28} = 0,0993$; $P = 0,755$).

Con respecto a las variaciones a lo largo del ciclo del cultivo, teniendo en cuenta el manejo, se observó que en los sitios con MC, tanto los depredadores como los parasitoides aumentaron a lo largo del desarrollo del mismo, ocurriendo lo contrario con las formas fitófagas. En aquellos con MO, la mayor abundancia relativa de depredadores se observó en las etapas intermedias. En estos sitios, tanto el comportamiento de los parasitoides como el de los fitófagos, no mostró un patrón claro. Por último, las formas detritívoras (saprófagos, fungívoros y coprófagos) fueron en general más abundantes a comienzos del cultivo, para ambos manejos (Fig. 6.2).

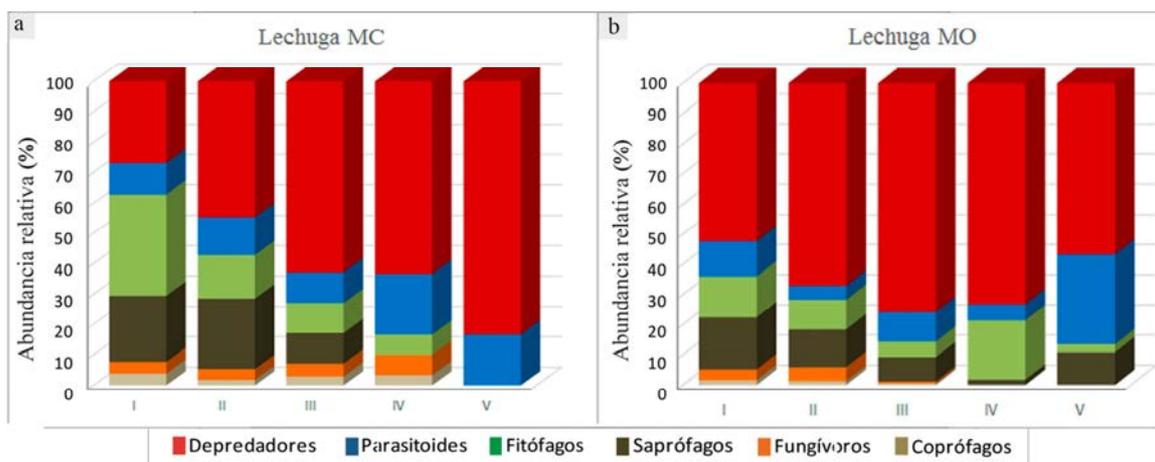


Figura 6.2. Abundancia relativa (%) de cada grupo funcional en el cultivo de lechuga, por recolección, en cultivos con manejo convencional (a) y orgánico (b).

El análisis más pormenorizado de las abundancias relativas de los distintos grupos según cada sitio de muestreo y a lo largo del ciclo del cultivo, mostró variaciones espaciales y temporales en la representatividad de cada grupo.

Así, en el Sitio 1 (MC) (Fig.6.3a.), existió una clara dominancia de los depredadores, cuya abundancia fue aumentando a lo largo del ciclo del cultivo. En orden de

importancia decreciente, los parasitoides también estuvieron presentes en todas las fechas de muestreo. Los fungívoros y saprófagos fueron abundantes sólo en las primeras etapas del cultivo. Los fitófagos fueron hallados en etapas intermedias. No se registraron coprófagos.

En el Sitio 2 (MO) (Fig. 6.3b), el grupo más abundante fue también el de los depredadores, seguido de los parasitoides. Los saprófagos, mostraron una elevada abundancia sólo al principio de la estación del cultivo. Los fungívoros se encontraron también al comienzo del cultivo. No se registraron representantes de los coprófagos.

En el Sitio 3 (MC) (Fig. 6.3c), tuvieron una mayor preponderancia los coleópteros fitófagos, aunque no se registraron al final del cultivo. Le siguieron en importancia los parasitoides y luego los depredadores. Sólo se registraron fungívoros a mediados del ciclo. Los coprófagos aumentaron su abundancia hacia el final del cultivo.

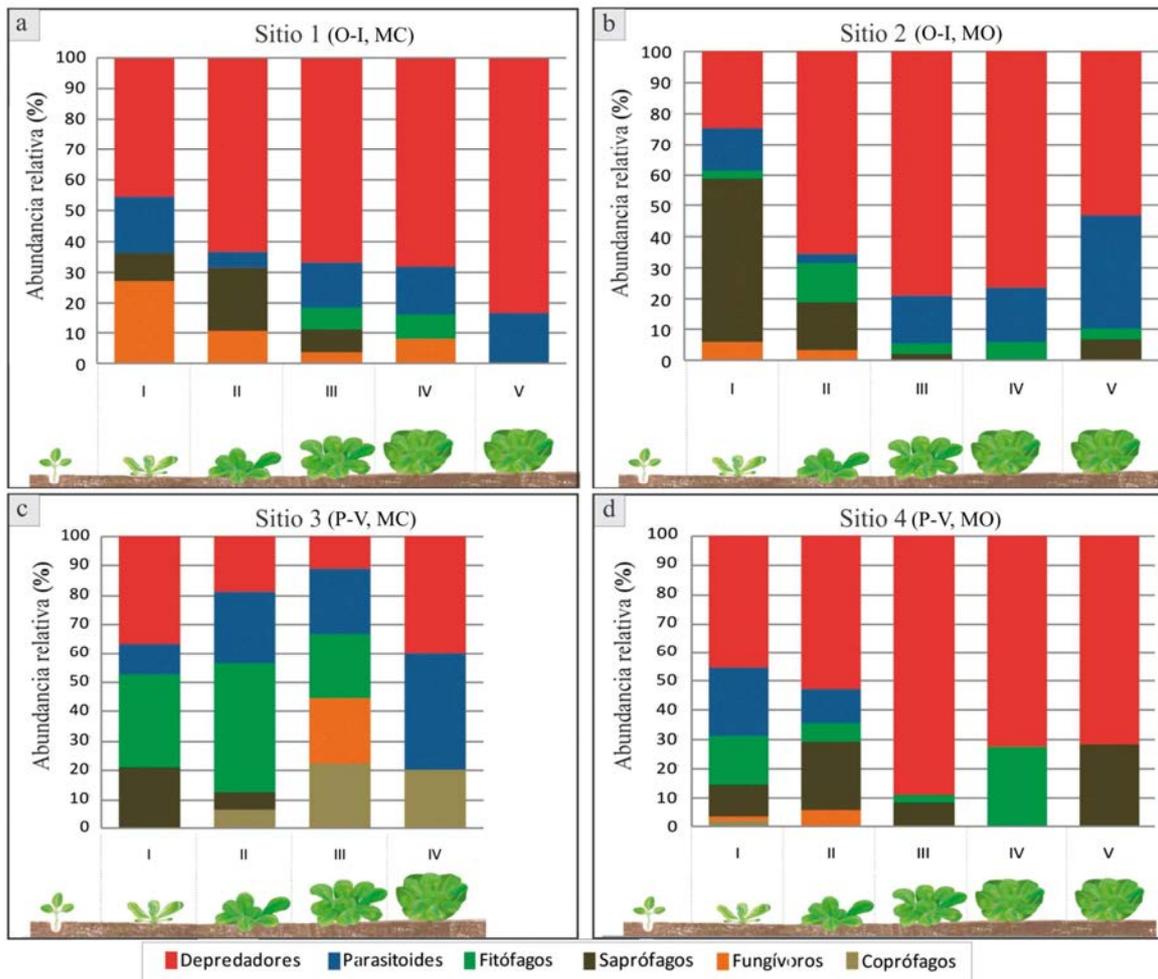
En el Sitio 4 (MO) (Fig. 6.3d), dominaron claramente los depredadores. Le siguen en importancia los fitófagos, parasitoides y saprófagos. Los fungívoros se registraron en las primeras recolecciones. Los coprófagos sólo se encontraron, en pequeña proporción, en la primera recolección.

En el Sitio 5 (MO) (Fig. 6.3e), dominaron ampliamente, en todas las etapas del cultivo. Le siguieron en importancia los fitófagos y, en menor número, los saprófagos. No se encontraron representantes del grupo de los coprófagos hacia el fin del ciclo del cultivo.

En el Sitio 6 (MC) (Fig. 6.3f), los depredadores exhibieron la mayor abundancia relativa, observándose un incremento en su número a lo largo del ciclo del cultivo. En orden de importancia, los saprófagos fueron más abundantes en etapas intermedias del ciclo del cultivo. Los fitófagos fueron muy abundantes a principios del cultivo. No se registraron fungívoros en este sitio.

En el Sitio 7 (MO) (Fig. 6.3g), al igual que en la mayoría de los anteriores, dominaron los depredadores, mostrando altos valores de abundancia relativa a lo largo de todo el ciclo de muestreo. En orden decreciente de valores de abundancia, estuvieron representados los saprófagos y los fitófagos. No se registraron coprófagos.

En síntesis, el número de grupos presentes por muestreo en todos los sitios donde se cultivó lechuga varió entre 2 y 6. También, en general se observó, en todos los sitios, una disminución del número de grupos presentes según avanzó el ciclo del cultivo.



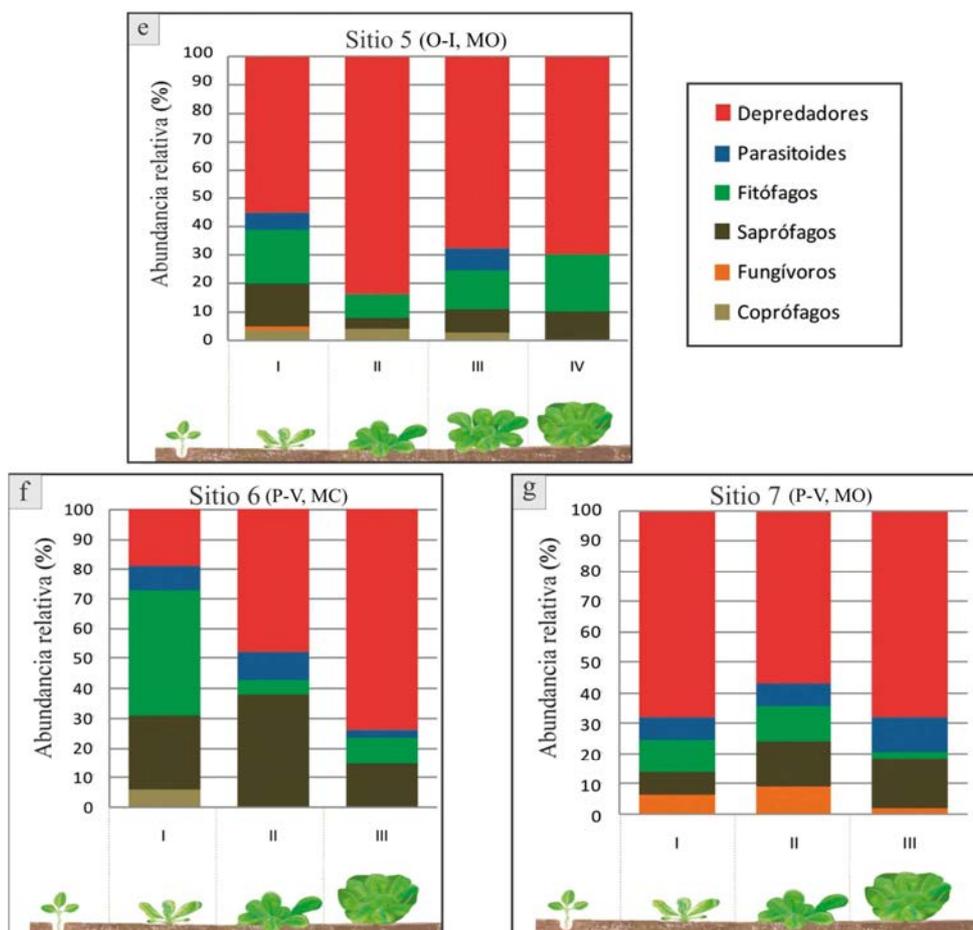


Figura 6.3. Abundancia relativa (%) de cada grupo funcional en el cultivo de lechuga, por recolección, en las diferentes localidades y temporadas. a) Sitio 1: Colonia Urquiza (MC), Otoño-Invierno 2010; b) Sitio 2: Lisandro Olmos (MO), Otoño-Invierno 2010; c) Sitio 3: Colonia Urquiza (MC), Primavera-Verano 2010; d) Sitio 4: Lisandro Olmos (MO), Primavera-Verano 2010; e) Sitio 5: Lisandro Olmos (MO), Otoño-Invierno 2011; f) Sitio 6: Colonia Urquiza (MC), Primavera-Verano 2011; g) Sitio 7: Lisandro Olmos (MO), en la temporada de Primavera-Verano 2011.

6.3.2. Cultivo de Tomate

La estimación de la abundancia relativa de los grupos funcionales conformados por coleópteros edáficos y por sitio de muestreo en este cultivo mostró que el más numeroso fue el de los fitófagos (32,27%), seguido por los depredadores (25,32%), saprófagos (21,85%), fungívoros (11,03%), coprófagos (5,38%) y parasitoides (4,15%).

Considerando el manejo, la abundancia de los fitófagos y depredadores fue notablemente mayor en los sitios con manejo orgánico, ocurriendo lo contrario con los parasitoides, fungívoros y saprófagos. Por otro lado, los coprófagos tuvieron abundancias similares en ambos manejos (Fig.6.4).

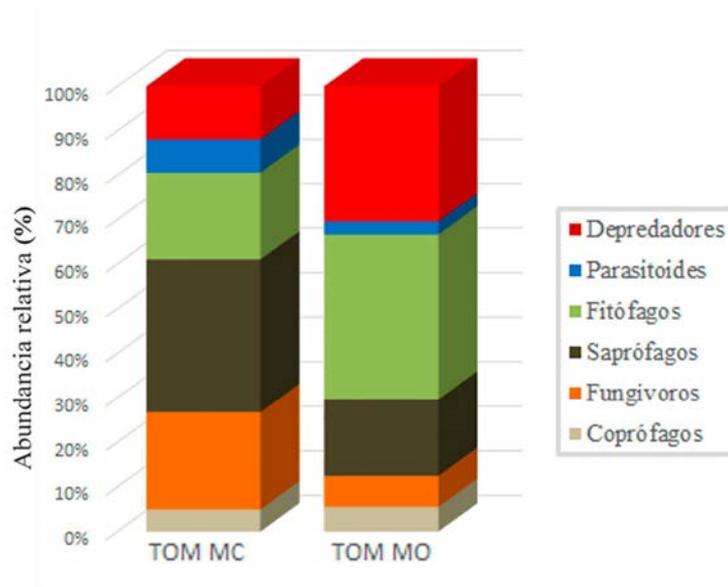


Figura 6.4. Abundancia relativa (%) de cada grupo funcional, en cultivos de lechuga con manejo convencional y orgánico, durante todo el período de estudio.

En términos generales, no existió un patrón en cuanto a las abundancias relativas de cada grupo funcional por sitio de muestreo (Tabla 6.3). Los fitófagos, depredadores, parasitoides y saprófagos se registraron en todos los sitios. En casos particulares, los fungívoros y coprófagos tuvieron los mayores valores de abundancias en relación a la totalidad de coleópteros capturados (Sitios 8 y 12, respectivamente).

Tabla 6.3. Abundancia relativa (%) de cada grupo funcional de coleópteros, por período completo de recolección, en los diferentes sitios de estudio. OI: otoño-invierno; PV: primavera-verano; MC: manejo convencional; MO: manejo orgánico.

Grupo	Sitio 8 MC	Sitio 9 MO	Sitio 10 MC	Sitio 11 MO	Sitio 12 MO	Sitio 13 MC
<i>Fitófagos</i>	14,93	47,02	7,41	37,64	27,18	35,54
<i>Depredadores</i>	8,46	34,44	19,75	34,17	13,33	12,40
<i>Parasitoides</i>	10,95	1,99	8,64	2,50	5,13	0,83
<i>Fungívoros</i>	34,33	7,95	3,70	3,61	18,46	13,22
<i>Saprófagos</i>	24,88	5,96	55,56	20,00	15,38	35,54
<i>Coprófagos</i>	6,47	2,65	4,94	2,08	20,51	2,48

El análisis del promedio de individuos por trampa, tanto para fitófagos como para depredadores, mostró que en los sitios con manejo orgánico fueron significativamente más abundantes (*fit*: mediana=1,091; n=16; *dep*: mediana=1,045; n=16) que en aquellos con manejo convencional (*dep*: mediana=0,364; n=13; *fit*: mediana= 0,545; n=13) (*dep*: U Mann Whitney =173,5; P=0,002; *fit*: U Mann Whitney = 160,50; P= 0,014). Para parasitoides, saprófagos, fungívoros y coprífagos no se encontraron diferencias significativas para el promedio de individuos por trampa, para los diferentes manejos (*par*: U Mann-Witney= 100,50; P= 0,893; *sap*: $t_{1,28} = -0,231$; P= 0,819; *fun*: U Mann-Whitney= 105,00; P= 0,982; *cop*: U Mann-Whitney= 137,00; P= 0,144).

Con respecto a las variaciones a lo largo del ciclo del cultivo, teniendo en cuenta el manejo, se observó que en los sitios con MC, las abundancias relativas fueron similares a lo largo del desarrollo del mismo, observándose una gran preponderancia de las formas coprífagas y fungívoras. Por otro lado, en aquellos sitios con MO, la mayor abundancia relativa de depredadores se observó en las primeras etapas, contrariamente a lo sucedido con los fitófagos. En estos sitios, saprófagos, fungívoros y coprífagos, mantuvieron abundancias relativas similares a lo largo de las diferentes etapas del cultivo (Fig. 6.5).

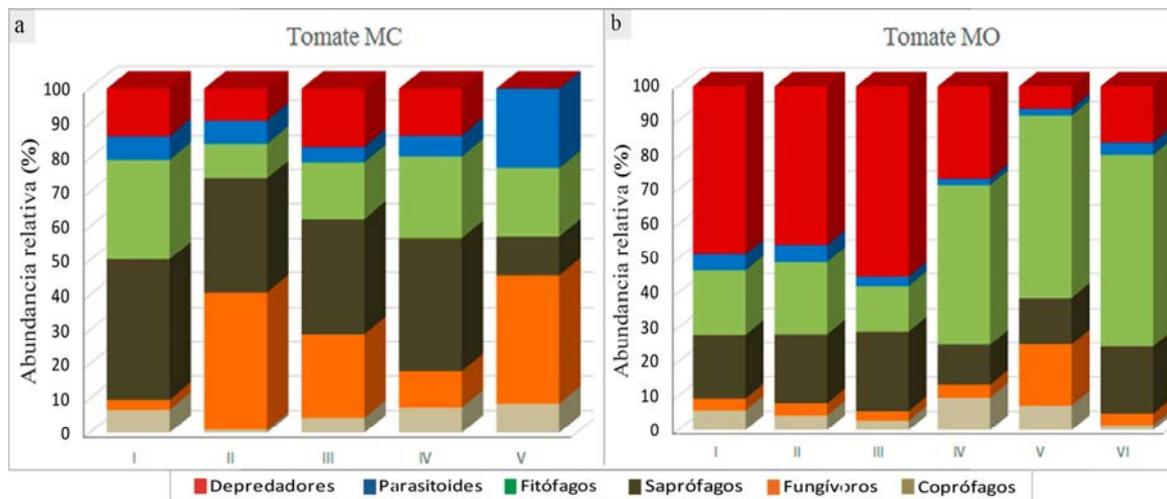


Figura 6.5. Abundancia relativa (%) de cada grupo funcional en el cultivo de tomate, por recolección, en cultivos con manejo convencional (a) y orgánico (b).

El análisis más pormenorizado de las abundancias relativas de los distintos grupos según cada sitio de muestreo y a lo largo del ciclo del cultivo, mostró variabilidad espacial y temporal en la representación de cada grupo. En el Sitio 8 (MC) (Fig. 6.5a), los fungívoros fueron los más abundantes, y presentes en todo el ciclo del cultivo. Un patrón similar mostraron los saprófagos y, en menor medida, los fitófagos. Los depredadores estuvieron presentes casi todo el ciclo del cultivo, con excepción del último muestreo.

En el Sitio 9 (MO) (Fig. 6.5b), fueron los fitófagos los más abundantes. En orden de importancia, los depredadores tuvieron valores de abundancia altos y presencia en todo el ciclo del cultivo. Los fungívoros también estuvieron presentes durante todo el cultivo aunque con valores de abundancia bajos. Los saprófagos fueron hallados en menor número desde la mitad hacia finales del cultivo. Se relevaron coprófagos en baja cantidad, los que aumentaron su abundancia a fines del ciclo. Los parasitoides se registraron a principios y finales del cultivo con abundancias muy bajas.

En el Sitio 10 (MC) (Fig. 6.5c), dominaron ampliamente los saprófagos. Le siguieron en orden de importancia, los depredadores. Tanto los fitófagos como los parasitoides, no se registraron en la última recolección. Los coprófagos fueron más

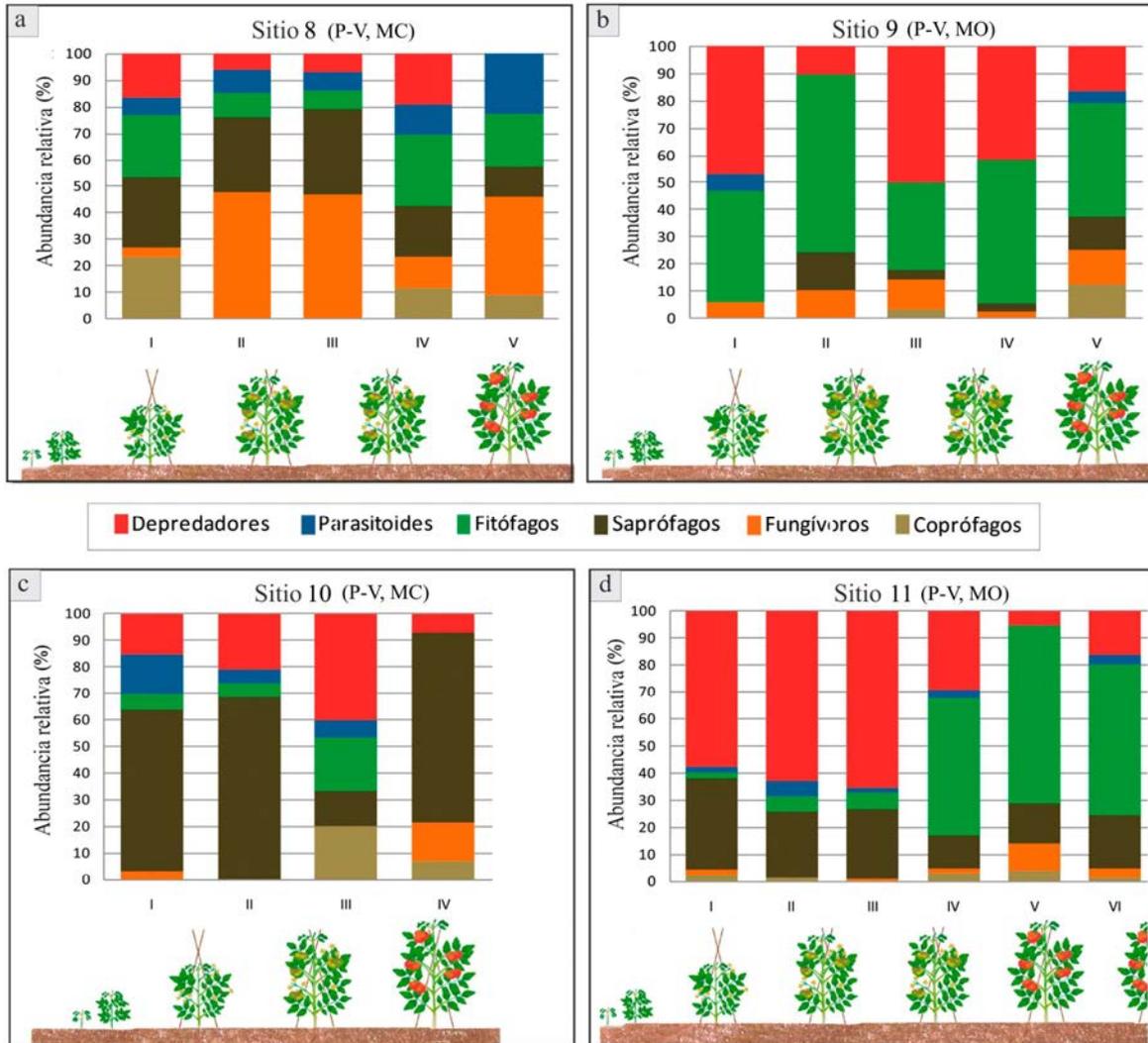
importantes a finales del ciclo del cultivo. Los fungívoros se registraron sólo en la primera y última recolección.

En el Sitio 11 (MO) (Fig. 6.5d), los fitófagos se registraron durante todo el ciclo del cultivo, aunque su abundancia aumentó significativamente en las últimas etapas del mismo. Los depredadores, también colectados todo el ciclo, mostraron un patrón contrario al de los fitófagos, siendo más importantes en las primeras recolecciones. Los saprófagos tuvieron abundancias intermedias a lo largo de todo el ciclo. Los fungívoros presentaron abundancias relativamente bajas. Coprófagos y parasitoides estuvieron pobremente representados en todo el período de estudio.

En el Sitio 12 (MO) (Fig. 6.5e), los fitófagos fueron, al igual que los Sitios 9, 10 y 11, los de mayor abundancia relativa, manteniendo sus valores a lo largo de todo el ciclo del cultivo. En orden de importancia los coprófagos fueron el segundo grupo más abundante, fundamentalmente a comienzos del ciclo. Por el contrario, los fungívoros abundaron al final de la estación. El grupo de los depredadores se registró desde mediados del cultivo. Los saprófagos también estuvieron presentes durante todo el cultivo.

Finalmente en el Sitio 13 (MC) (Fig. 6.5f), predominaron también los fitófagos y junto con los saprófagos, representaron entre el 35 y 87 % de la abundancia relativa de coleópteros en todo el ciclo del cultivo. Los fungívoros presentaron una elevada abundancia en la segunda recolección. Los depredadores tuvieron abundancias relativamente bajas en todo el ciclo. Los coprófagos fueron muy poco abundantes, y los parasitoides fueron registrados solamente al final del ciclo del cultivo.

En síntesis, el número de grupos presentes por muestreo en todos los predios hortícolas de tomate varió entre 4 y 6.



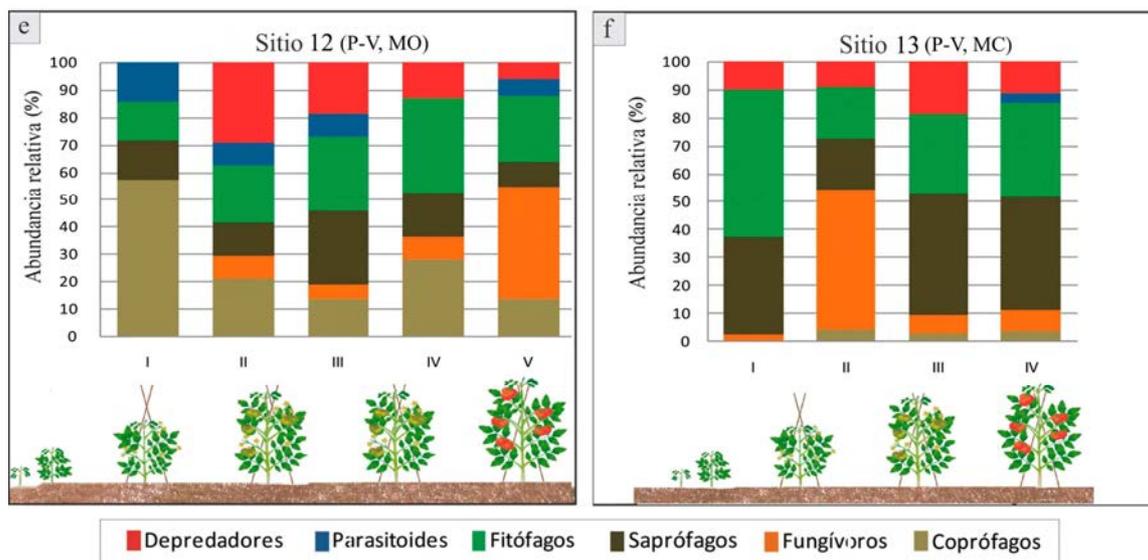


Figura 6.5. Abundancia relativa (%) de cada grupo funcional de coleópteros en el cultivo de tomate, por recolección, en las diferentes localidades y temporadas. a) Sitio 8: Colonia Urquiza (MC), Primavera-Verano 2010-2011; b) Sitio 9: Lisandro Olmos (MO), Primavera-Verano 2010-2011; c) Sitio 10: Lisandro Olmos (MC), Primavera-Verano 2011-2012; d) Sitio 11: Lisandro Olmos (MO), Primavera-Verano 2011-2012; e) Sitio 12: Colonia Urquiza (MO), Primavera-Verano 2011-2012; Sitio 13: Los Hornos (MC), Primavera-Verano 2012-2013.

6.4. Discusión

En este trabajo de tesis se reporta por primera vez la estructura de los grupos funcionales que conforman los ensamblajes coleopterológicos asociados a cultivos hortícolas de lechuga y tomate del CFHP. Además se presentan evidencias acerca de los cambios estructurales que experimentan dichos ensamblajes en su composición funcional, condicionados por las prácticas de manejo convencionales y orgánicas.

El análisis de los ensamblajes de coleópteros epigeos basado en sus grupos funcionales, provee información sobre los diferentes procesos ecosistémicos (control biológico, polinización, ciclado de materia, etc.) en los que se encuentran involucrados. También contribuye a visualizar la biodiversidad presente en los cultivos, en términos de las relaciones tróficas entre los mismos. Debido a que la respuesta a los disturbios está estrechamente ligada al estrés y a la perturbación, la abundancia de los integrantes de los distintos grupos, puede responder de diferente manera frente a los mismos. Así, unos grupos funcionales pueden ser dominantes y otros, disminuir o desaparecer (Belaoussoff *et al.* 2003).

En total, durante todo el período de estudio, se encontraron representados los seis grupos funcionales descriptos: fitófagos, depredadores, parasitoides, saprófagos, fungívoros y coprófagos. En lechuga se evidenció la preponderancia numérica de los depredadores (>50%), los cuales ocuparon un segundo lugar en tomate (10-30%), mientras que los fitófagos fueron más importantes en tomate (20-40%) y segundos en lechuga (hasta 20%).

La preponderancia de depredadores afidófagos como Coccinellidae y Carabidae en *lechuga* muestra su importante rol para el control natural de pulgones, plaga principal de este cultivo. Varios autores (Grez *et al.* 2006; Losey & Denno 1998a) señalaron que la presencia conjunta de especies de ambas familias de coleópteros pueden generar un efecto aditivo o sinérgico para el control, repartiéndose el recurso de forma espacial: mientras que los primeros forrajean principalmente en la parte superior (en el follaje), los carábidos lo hacen en el suelo. La presencia de Coccinellidae, representada exclusivamente por *E. connexa*, en los suelos pudo deberse a que persiguen a sus presas, pulgones, los cuales si

bien están mayormente en las partes aéreas de las plantas, exhiben típicamente un comportamiento de caída en defensa de la depredación (Losey & Denno 1998b). En este estudio se contó con información complementaria sobre la abundancia de áfidos en las trampas de caída, que si bien constituye una estimación indirecta de la densidad real de estos fitófagos en el cultivo, permitió corroborar una correlación positiva, mayor en los cultivos con manejo orgánico, entre la variación de la cantidad de depredadores por trampa y la variación del número de áfidos (Rouaux *et al.* 2013).

La composición funcional de este grupo, en el cultivo de lechuga, resultó ser sensible al manejo, registrándose una menor abundancia relativa de los depredadores en los sitios con manejo convencional. Estos resultados refuerzan la idea de que el uso de plaguicidas afecta a la fauna edáfica, ya sea directamente por medio de la contaminación, o indirectamente por la reducción de sus presas, disminuyendo la abundancia de los depredadores (Langan *et al.* 2004; Bocero 2002; Strassera 2009b; Fogel 2012; van Lenteren 2012). Asimismo, si bien no se realizó un estudio sobre la diversidad de arvenses, se sabe que los herbicidas utilizados en el manejo convencional, disminuyen la diversidad de las mismas, reduciendo el número de refugios, hospedadores alternativos y adultos entomófagos (Asteraki *et al.* 2004).

Los fitófagos fueron más abundantes en los sitios con manejo convencional. Esto coincide con lo citado por algunos autores que reportaron que en los cultivos hortícolas con uso de plaguicidas, aumenta la abundancia de insectos fitófagos y disminuye la de los entomófagos, debido probablemente a que los enemigos naturales son más sensibles a los agroquímicos que sus presas (Zalazar & Salvo 2007; Nicholls Estrada 2008; Strassera 2009b; Fogel 2012).

Por otro lado, saprófagos, fungívoros y coprófagos, tuvieron en general abundancias bajas (entre el 1 y el 20%), no mostrando diferencias numéricas importantes en el cultivo de lechuga, según el manejo. En general, suelos bien fertilizados tanto con enmiendas orgánicas como con productos de síntesis, tales como las empleadas por los productores del CFHP, generan condiciones micro-ambientales favorables asociadas a la humedad relativa y disponibilidad de recursos.

Los parasitoides se encontraron en todos los sitios de muestreo aunque con bajas abundancias (< 10%), no mostrando diferencias numéricas importantes según el manejo. Este grupo estuvo representado, por integrantes de la subfam. Aleocharinae (Fam. Staphylinidae). Como ya se mencionó en el Cap. V, sus hospedadores son principalmente huevos y larvas de dípteros, muy abundantes en suelos fertilizados con enmiendas orgánicas, tales como la “cama de pollo”, práctica común en el CFHP.

En el cultivo de *tomate*, la estimación de la abundancia relativa de los grupos funcionales mostró que, a diferencia del cultivo de lechuga, el más numeroso fue el de los fitófagos (20-40%). Considerando el manejo, la abundancia de los fitófagos y depredadores fue notablemente mayor en los sitios con manejo orgánico. La elevada abundancia de fitófagos en estos últimos, podría asociarse al manejo realizado sobre las arvenses, ya que no se utilizan herbicidas y el desmalezado, que se realizó en escasas ocasiones, se deja en la superficie del suelo, transformado en una fuente alternativa de alimento para dichos organismos.

Se desea destacar aquí el hallazgo de *L. insularis*, especie fitófaga generalista, como primera cita para el cultivo de tomate en el CFHP. Esta especie es considerada una plaga emergente en el cultivo de frutilla, produciendo importantes daños económicos en predios fruti-hortícolas del CFHP y Coronda, Santa Fe, Argentina. Sus hábitats y recursos alimenticios son variados, y larvas y adultos son atraídos por frutos maduros donde se alimentan, pudiendo dispersarse largas distancias, lo que obliga a productores a la utilización de insecticidas sintéticos (Cluigt *et al.* 2009). Además de los daños directos por su presencia y alimentación en el fruto, causan daños indirectos al ser vectores de hongos productores de toxinas (Dowd & Nelson 1994). Esto aporta información sobre la biología de esta especie en relación a la utilización de diversos recursos en los cultivos hortícolas del CFHP.

Por otro lado, es interesante destacar que el manejo sanitario realizado en estos predios, con aplicaciones de extractos botánicos (*Melia azederach* L.) y tierra de diatomeas sólo cuando fue necesario, podrían haber sido bastante inocuas para los depredadores.

Asimismo, este grupo respondería tanto a la estructura vegetal como a la disponibilidad de presas y de recursos alternativos (Brown *et al.* 2001; Hongjiao *et al.* 2010).

Las formas relacionadas principalmente con los procesos de descomposición de la materia orgánica (saprófagos, fungívoros y coprófagos), tuvieron abundancias relativas más elevadas respecto al cultivo de lechuga, representado el 38% de la fauna recolectada. Y, Si bien no se registraron diferencias significativas entre los manejos, en casos particulares tuvieron los mayores valores de abundancias en relación a la totalidad de coleópteros capturados. Se sabe que estos grupos presentan una mayor sensibilidad a los cambios en la estructura y microclima del suelo, que alteran las condiciones de temperatura y humedad edáficas y la calidad y cantidad de sus recursos alimenticios (Brown & Hyman 1986; Amézquita *et al.* 1999; Moore *et al.* 2004). Numerosos estudios confirman que en las áreas menos disturbadas, predominan las formas relacionadas principalmente con los procesos de descomposición de la materia orgánica detritívoras, contrariamente en las más disturbadas, donde predominan los depredadores (Gardner 1995; Escobar & Medina 1996; Molina 1999; Lagos 2004; Wardle & Bardgett 2004; Cheli *et al.* 2010). Comparativamente, el cultivo de tomate ofrecería condiciones microambientales más favorables en cuanto a cantidad de materia orgánica (por fertilización y aporte de fitomasa en degradación), estructura menos compacta y humedad relativa en el suelo, facilitando sus actividades (movimiento, alimentación y reproducción, entre otras) (Torres *et al.* 1994). Se sabe que, a medida que aumenta la cobertura vegetal, con el crecimiento del cultivo y de las arvenses asociadas, sumado a la presencia de residuos vegetales, restos de semillas y alimentos presentes en la cama de pollo (uno de los fertilizantes orgánicos más utilizados en el CFHP), se favorece la presencia de estos grupos funcionales (Marasas *et al.* 1997; Nicholls *et al.* 2001b).

La abundancia de los parasitoides fue muy baja, aunque se encontraron en todos los sitios de muestreo. En ciertos casos, la actividad de algunos escarabajos estercoleros asociados a la fertilización orgánica, disminuye la tasa reproductiva de los depredadores y parasitoides que necesitan realizar algún estadio de su desarrollo en el suelo (normalmente la fase de pupa o de huevo), mermando de forma considerable las poblaciones de dichos enemigos naturales (Chani Posse 2002; Porcuna Coto 2010).

Muchas de las familias de herbáceas o arvenses registradas en todos los sitios relevados (Capítulo V y Anexo II) han sido señaladas como importantes para favorecer la presencia de alimento alternativo (p.ej. polen), presas y refugio para los artrópodos en los agroecosistemas (Marshall & Moonen 2002; Altieri & Nicholls 2007), generando una fuente importante de enemigos naturales, depredadores y parasitoides (Koricheva *et al.* 2000; Lee 2003; Asteraki *et al.* 2004; Moore *et al.* 2004; Zalazar & Salvo 2007; Marasas *et al.* 2011; Dode & Romero Sueldo 2013).

El ciclo productivo de los cultivos considerados en este trabajo de Tesis tiene una duración de dos a seis meses en el año, siendo más corto el de lechuga. Con respecto a los cambios asociados a la fenología del cultivo de *lechuga*, teniendo en cuenta el manejo, se observó que en los sitios con manejo convencional, tanto los depredadores como los parasitoides aumentaron a lo largo del desarrollo del mismo. En aquellos con manejo orgánico, la mayor abundancia relativa de depredadores se observó en las etapas intermedias. Los depredadores podrían moverse hacia el cultivo, desde los bordes (otros cultivos o vegetación espontánea) en búsqueda de presas. Si bien el presente estudio no fue diseñado para detectar los intercambios entre el cultivo y los bordes, algunos autores citan el intercambio de individuos, en especial coleópteros afidófagos, entre distintas parcelas, como un evento común (Duelli *et al.* 1990; Magura 2002; Marshall & Moonen 2002). También, Marasas *et al.* (2011) mostraron que la presencia del suelo parcialmente descubierto al comienzo del cultivo, determinaría una menor complejidad microambiental y por lo tanto, condiciones menos favorables para la presencia de coleópteros fundamentalmente depredadores.

Los parasitoides se registraron en todas las etapas del cultivo, siendo más abundantes hacia el final del ciclo sólo en los sitios con manejo orgánico. En aquellos con manejo convencional, los cambios en la abundancia no mostraron una tendencia clara. Su presencia continua estaría relacionada a la elevada humedad del suelo, el alto contenido de materia orgánica, y la presencia de hospedadores potenciales: larvas (saprófagas y coprófagas) y pupas de dípteros asociados al abono orgánico (cama de pollo). Así como a la disponibilidad de presas para las formas adultas, que son depredadoras (Curry 1987; Bohac 1999).

Fitófagos, saprófagos y fungívoros fueron más abundantes al comienzo del cultivo, en sitios con ambos manejos sanitarios. En el caso de los primeros, tanto los estados maduros como los inmaduros de varias de las especies registradas podrían causar daño a los plantines, limitando su crecimiento. Su abundancia se relacionaría con la rápida colonización del recurso provisto por el cultivo recién implantado.

Los coprófagos tuvieron escasa representación y su variación en abundancias no se pudo asociar al manejo, a la temporada, ni a una etapa determinada del cultivo. Esto podría estar asociado a una marcada dependencia de este grupo a las variaciones climáticas, principalmente a las precipitaciones diarias, las que afectarían directamente su actividad, citándose correlaciones positivas entre la precipitación y la riqueza y abundancia de individuos (Deloya *et al.* 2007; Navarro *et al.* 2011).

Con respecto a las temporadas, los cultivos lechuga de primavera-verano tuvieron mayor número de fitófagos que los de otoño-invierno. Los depredadores fueron abundantes en todas las estaciones, mientras que los restantes grupos tuvieron una representación numérica mucho menor.

Con respecto a los cambios asociados a la fenología del cultivo de *tomate*, teniendo en cuenta el manejo, se observó que en los sitios con manejo convencional, las abundancias relativas fueron similares a lo largo del desarrollo del mismo, observándose una gran preponderancia de las formas coprófagas y fungívoras. Lo que estaría relacionado, como se mencionó anteriormente al aumento de materia orgánica disponible por fertilización y aporte de fitomasa en degradación a lo largo del ciclo del cultivo.

Por otro lado, en aquellos sitios con manejo orgánico, la mayor abundancia relativa de depredadores se observó en las primeras etapas. Esto podría deberse a que el crecimiento del cultivo y arvenses reducirían al máximo el suelo desnudo, lo que podría dificultar la locomoción de algunas especies de carábidos depredadores y limitar la llegada de los coccinélidos al suelo, ambas familias con importante representación dentro de este grupo (Marasas *et al.* 2001; Cicchino *et al.* 2003). Con respecto a los fitófagos, en dichos cultivos, la abundancia relativa aumentó a lo largo del ciclo, en relación probablemente a una mayor

disponibilidad de recursos. Acerca de esto, Brown *et al.* (2004) expresaron que algunos grupos encuentran un ambiente más favorable con el aumento de la cobertura vegetal, lo que permite que se desarrollen poblaciones importantes y otros son indiferentes e incluso se ven perjudicados frente a estos cambios. Por último, en estos sitios, saprófagos, fungívoros y coprófagos, mantuvieron abundancias relativas similares a lo largo de las diferentes etapas del cultivo.

Como *corolario*, se desprende que los datos obtenidos soportan la hipótesis general, pudiéndose aceptar la predicción de que los distintos cultivos y manejos afectan la composición funcional de los ensambles de coleópteros epigeos en cultivos de lechuga y tomate del CFHP. Esto se asocia al hecho de que los coleópteros son sensibles a los cambios en las condiciones microambientales, las que se ven afectadas por las condiciones ambientales, las prácticas de manejo y la cobertura vegetal.

En el cultivo de lechuga se observó un gran predominio de las formas depredadoras. A su vez, en el de tomate, predominaron las fitófagas y, en algunos casos, aquellas formas relacionadas principalmente con los procesos de descomposición de la materia orgánica.

Con respecto a la diversidad funcional de coleópteros epigeos, este estudio no permite aceptar la hipótesis de que habría diferencias entre manejos, ya que se registraron representantes de todos los grupos identificados, en la mayoría de los casos, independientemente del manejo. La excepción la constituyeron los coprófagos, que estuvieron ausentes en tres de los sitios del cultivo de lechuga (con MC y con MO). Por otra parte, los datos confirman la predicción sobre la estacionalidad, mostrando que en la mayoría de los casos, los cultivos de primavera-verano son más diversos, en cuanto al número de familias integrantes de cada grupo funcional.

En cuanto a la hipótesis relacionada a la fenología del cultivo, para la lechuga, se registró en general, contrariamente a lo esperado, una disminución del número de grupos presentes según avanzó el ciclo del cultivo. En el cultivo de tomate, el número de grupos presentes en cada sitio, se mantuvo a lo largo del ciclo del cultivo.

Por último, si bien se predijo que habría una mayor proporción de depredadores *versus* fitófagos en los cultivos con manejo orgánico, esto sucedió sólo en el cultivo de lechuga. En el cultivo de tomate, contrariamente, la proporción de depredadores fue menor que la de fitófagos para ambos manejos.

CAPITULO VII

Análisis de la composición de las Familias Dominantes

7.1. Introducción

Una parte importante de los estudios ecológicos de las comunidades es la labor taxonómica necesaria para conocer las especies que las conforman y la abundancia relativa de cada una de ellas (Morin 1999; Gotelli 2004). En comunidades muy diversas, este trabajo puede verse limitado por la falta de profesionales sistemáticos, de claves taxonómicas y de ejemplares de referencia en colecciones para muchos grupos. Por lo tanto, existen restricciones al momento de identificar todas las especies que componen una comunidad, por lo que, en general, se pone el énfasis en los grupos más predominantes (Ver Cap. V).

En el caso de los ensambles de coleópteros epigeos presentes en agroecosistemas en Argentina, por ejemplo, los estudios han sido enfocados hacia las familias más abundantes y para las que existen claves, catálogos y listas de especies más actualizadas, como es el caso de Carabidae y Curculionidae (Marasas *et al.* 1997; Lanteri *et al.* 2002; Marasas 2002; Novo *et al.* 2002; Cicchino *et al.* 2003, 2005; Paleologos 2012). Sin embargo, para la mayoría de estudios similares, otras importantes familias no han sido consideradas.

Por tratarse de familias hiperdiversas y con representantes de diferentes grupos funcionales y preferencias de hábitat, el análisis de las principales familias que componen los ensambles de coleópteros epigeos, brinda nueva información que puede ser utilizada como herramienta para indicar diferentes grados de disturbios y heterogeneidad microambiental en los agroecosistemas (Agosti & Sciaky 1998; Niemelä 2001; Koivula & Spence 2006; Paleologos 2008).

En este capítulo se analizará la estructura de los ensamblajes coleopterológicos epigeos presentes en el cultivo de lechuga y tomate del CFHP, basándose en la información obtenida sobre la composición taxonómica, abundancia y dominancia de las especies de las cuatro familias dominantes: Curculionidae, Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae.

Se puede mencionar que, si bien para el cultivo de tomate, la familia Elateridae fue particularmente abundante, al momento de la entrega de esta tesis, no se pudo finalizar la identificación de las especies pertenecientes a la misma.

7.2. Materiales y métodos

7.2.1. Composición Taxonómica

Los coleópteros fueron determinados a nivel de género y/o especie, cuando fue posible, utilizando diferentes claves y diagnósticos de numerosos textos y publicaciones (Crowson 1981; Borror *et al.* 1989; Britton & Mackerras 1991; Artigas 1994; Lawrence & Britton 1994; White 1998; Arnett & Thomas 2001; Arnett *et al.* 2002) y material de referencia depositado en la colección entomológica del Museo de La Plata. Para ello, se solicitó colaboración a especialistas del país. En carábidos, el Dr. Sergio Roig-Juñent (IADIZA-CONICET, Mendoza), en estafilínidos, la Dra. Mariana Chani Posse, (IADIZA-CONICET, Mendoza) y en curculiónidos, las Dras. Analía Lanteri y Guadalupe Del Río (Museo de La Plata, Buenos Aires).

7.2.2. Abundancia y dominancia

Se confeccionaron matrices básicas de datos con la información de la identidad y número de individuos de los géneros y/o especies que representaron las cuatro familias arriba mencionadas, para cada cultivo, manejo sanitario y temporada. Se establecieron seis situaciones de análisis: lechuga OI MC y MO, lechuga PV MC y MO, y tomate MC y MO.

Se realizaron dos tipos de análisis para observar posibles patrones de dominancia de las especies en los ensambles, para las seis situaciones. En primer lugar, se calcularon las abundancias relativas de cada especie (número de individuos/total, por situación) y se graficaron como categorías de forma ordenada, de menor a mayor abundancia. Se consideraron cuatro categorías de especies (Pedraza *et al.* 2010): 1) dominantes ($\geq 5\%$); 2) codominantes o accesorias (4,9 a 2 %) y raras (de 0 a 1,9%)

En segundo lugar, se llevó a cabo un análisis mediante gráficos de distribución de rango-abundancia de las especies (Magurran & Henderson, 2011). Este método permite evaluar la importancia de las especies en función de un arreglo secuencial por intervalos, de las especies más a las menos importantes. Se probó el ajuste a los modelos de distribución estadística más comunes reportados en la bibliografía para este análisis (Magurran 1988, Morin 1999): la serie geométrica, logarítmica, log-normal y del bastón roto (*broken stick*). Cada modelo de distribución tiene distintos supuestos de cómo interactúan las especies en una comunidad, y difieren entre sí en cuanto a las interpretaciones estadísticas y biológicas que asumen de los datos (Moreno 2001), en términos de distribución de recursos y la porción del nicho que ocupan dichas especies (Piera 1999). El ajuste a las diferentes distribuciones se evaluó, por medio de la prueba de X^2 , considerando una significancia de $P > 0.05$, a través del programa PAST versión 2.16 (Hammer *et al.* 2012).

7.2.3. Análisis de similitud

Para analizar el grado de asociación en la composición de la coleopteroфаuna epigea para las cuatro familias dominantes según las seis situaciones de cultivo descritas (Lechuga OI-MC y MO, Lechuga PV-MC y MO, y Tomate MC y MO), se aplicó la técnica multivariada de análisis de conglomerados jerárquico. Esta técnica de clusters toma observaciones y las segrega en grupos, según jerarquías, de manera que las jerarquías superiores contienen a las inferiores (Gotelli 2004). Como resultado, se grafican los grupos según las jerarquías en un diagrama de árbol o dendrograma. El criterio de formación de la jerarquía está dado por alguna medida de distancia entre las observaciones. La medida de distancia habitual entre observaciones continuas es la distancia euclídea (Peña 2002). Sin embargo, debido a que en los datos presentados las

observaciones no pueden considerarse continuas, ya que son conteos, fue necesario adaptar la medida de distancia y usar en su lugar una medida de disimilaridad entre pares de situaciones. Para obtener esta medida de disimilitud (= 1- similitud), se ensayaron distintos índices de similitud: Jaccard y Sørensen cualitativos, y también la versión cuantitativa del índice de Sørensen (Moreno 2001). Los datos cualitativos son los referidos como la presencia o ausencia de especies, mientras que los cuantitativos pueden contemplar la abundancia, biomasa, densidad, cobertura, etc. de las especies en una muestra. Con estos índices se puede establecer el grado en el que dos muestras son semejantes de acuerdo a la coincidencia de la presencia y/o abundancia de las especies (Gotelli 2004; Moreno 2001).

Se evaluaron diferentes agrupamientos con estos tres índices, segregándolos por sitios individuales o las seis situaciones planteadas, pero finalmente se optó por utilizar el índice de Sørensen cuantitativo, considerando las especies presentes y su abundancia, temporadas y manejos como medida de disimilaridad, debido a que el dendrograma obtenido fue el que mejor reflejó los objetivos planteados. Así, la matriz utilizada fue de 70 especies x 6 situaciones.

El coeficiente de similitud de Sørensen ($I_{J_{\text{cuant}}}$) (Magurran 1988) entre pares de situaciones, se calculó como:

$$I_{J_{\text{cuant}}} = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Donde:

aN = número total de individuos de todas las especies en la situación A

bN = número total de individuos de todas las especies en la situación B

pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambas situaciones

El análisis de conglomerados se realizó utilizando el procedimiento *Cluster* del paquete SAS versión 9.1. En el dendrograma se encuentran las aglomeraciones de las observaciones relacionadas con el estadístico llamado R cuadrado Semi Parcial (SPRQ,

Semi-Partial R Square) que mide la pérdida de homogeneidad debida al juntar dos grupos para formar uno nuevo. Un valor bajo del SPRQ muestra que dos grupos homogéneos fueron unidos para formar un nuevo grupo. Por el contrario, si el valor es alto, sugiere que se unieron dos grupos heterogéneos.

7.3. Resultados:

7.3.1. Composición Taxonómica

Curculionidae

Durante todo el período de estudio, para ambos cultivos, se pudieron identificar a nivel de especie o morfoespecie un total de 517 individuos, 79 colectados en el cultivo de lechuga y 438 en el de tomate. Se identificaron en total 26 taxa (especies/morfoespecies) de curculiónidos, pertenecientes a cinco subfamilias y cinco tribus (Tabla 7.1). Las especies más abundantes fueron: *Phyrdenus muriceus* (Germar, 1824) (59,44%), Baridinae sp6 (9,33%) y Ceutorhynchini sp. (7,16%). Le siguieron en importancia *Conotrachelus* sp1 (3,69%), Baridinae sp1 (3,04%), *Conotrachelus coelebs* Boheman, 1837 (2,60%), *Listroderes costirostris* Schoenherr, 1826 (1,95%), Baridinae sp4 (1,74%), Entiminae sp2 (1,52%), Entiminae sp4 (1,52%) e Hilobini sp2 (1,08%). El resto presentó abundancias menores al 1%.

Carabidae

Durante todo el período de estudio, para ambos cultivos, se pudieron identificar un total de 382 individuos a nivel de especie o morfoespecie, de los cuales 308 correspondieron al cultivo de lechuga y 74 al de tomate. Se registraron, en total 16 taxa, pertenecientes a tres subfamilias y siete tribus (Tabla 7.2). Se describió una nueva especie para la ciencia, *Rhytidognathus platensis* Roig-Juñent & Rouaux 2012 (Roig-Juñent & Rouaux 2012; ver Anexo III).

Las especies más abundantes fueron: *Pachymorphus striatulus* (Fabricius, 1792) (51,31%), *Scarites (Scarites) anthracinus* Dejean, 1831 (17,54%), *Parypathes (Paranortes) cordicollis* (Dejean, 1828) (9,42%) y *Parypathes (Argutoridius) bonariensis* (Dejean, 1831) (6,02%). Le siguieron en importancia *Bradycellus* sp. (3,66%), *Loxandrus simplex* (Dejean, 1828) (3,40%), *Notiobia (Anisotarsus) cupripennis* (Germar, 1824) (1,83%), *Loxandrus* sp. (1,31%), *Dyschirius pampicola* (Putzeys, 1866) e *Incagonum* sp. (ambos con 1,05%). El resto presentó abundancias menores al 1 %:

Staphylinidae

Durante todo el período de estudio, para ambos cultivos, se identificaron 361 individuos, de los cuales 165 correspondieron al cultivo de lechuga y 196 al de tomate. Se determinaron, en total 27 taxa, pertenecientes a cinco subfamilias y ocho tribus (Tabla 7.3). Las especies más abundantes fueron: *Apocellus obscurus* Bernhauer, 1908 (31,94%), *Aleochara* sp2 (18,89%) y *Aleochara* sp7 (10,28%). Les siguieron en importancia *Aleochara* sp1 (6,94%), *Xantholinini* sp1 (5,28%), *Scopaeus* sp. (3,61%), *Meronera* sp. (3,33%), *Pinophilus* sp. (3,06%), *Apocellus opacus* Bernhauer, 1908 (2,22%), *Anotylus* sp1 (1,67%), *Apocellus* sp1 (1,67%), *Rugilus* sp. (1,39%), *Aleochara* sp3 y *Philonthus longicornis* Stephens, 1832 (ambos con 1,11%). El resto presentó abundancias menores al 1%.

Coccinellidae

Durante todo el período de estudio, para ambos cultivos, se recolectó un total de 250 individuos, de los cuales 156 correspondieron al cultivo de lechuga y 94 al de tomate. La única especie registrada fue *Eriopis connexa* Germar, 1924.

Tabla 7.1. Especies de la familia Curculionidae recolectadas con trampas pitfall, durante el período de estudio, en cultivos de lechuga y tomate del CFHP.

Subfamilia	Tribu	Especie	LECHUGA							TOMATE						Total
			Sitio 1 MC	Sitio 2 MO	Sitio 3 MC	Sitio 4 MO	Sitio 5 MO	Sitio 6 MC	Sitio 7 MO	Sitio 8 MC	Sitio 9 MO	Sitio 10 MC	Sitio 11 MO	Sitio 12 MO	Sitio 13 MC	
Ceutorhynchinae		Ceutorhynchini sp.	1	-	3	3	6	7	-	-	1	-	9	3	-	33
Baridinae		Baridinae sp1	-	-	3	1	2	-	-	-	-	-	0	8	-	14
		Baridinae sp2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	1
		Baridinae sp3	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	0	-	-	2
		Baridinae sp4	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	1	-	-	8
		Baridinae sp5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
		Baridinae sp6	-	-	2	1	-	-	-	-	15	-	-	-	25	43
Cryptorhynchinae	Cryptorhynchini	<i>Phyrdenus muriceus</i> (Germar, 1824)	-	2	-	4	1	9	-	-	26	5	208	19	-	274
	Listroderini	<i>Listroderes costirostris</i> Schoenherr, 1826	1	6	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	9
		Listroderini sp1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Entiminae		Entiminae sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
		Entiminae sp2	-	-	-	4	-	-	3	-	-	-	-	-	-	7
		Entiminae sp3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
		Entiminae sp4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	7
		Naupactini	<i>Naupactus leucoloma</i> Boheman, 1840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
			<i>Naupactus xantographus</i> Dejean, 1821	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	3
			<i>Pantomorus viridisquamosus</i> (Boheman, 1859)	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-	-	4
Molylinae	Conotrachelini	<i>Conotrachelus affinis coelebs</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	
		<i>Conotrachelus coelebs</i> Boheman, 1837	-	-	-	2	-	2	-	-	1	-	6	-	1	12
		<i>Conotrachelus</i> sp1	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	4	8	-	17
		<i>Conotrachelus</i> sp2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	3
	Hilobiini	Hilobiini sp1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	3
		Hilobiini sp2	-	-	-	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	5
		Curculionidae sp1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	2	
		Curculionidae sp2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	
		Total individuos colectados	3	9	9	17	14	22	6	24	35	5	245	41	32	461

Tabla 7.2. Especies de la familia Carabidae recolectadas con trampas pitfall, durante el período de estudio, en cultivos de lechuga y tomate del CFHP.

Subfamilia	Tribu	Genero/especie	LECHUGA							TOMATE							Total
			Sitio 1 MC	Sitio 2 MO	Sitio 3 MC	Sitio 4 MO	Sitio 5 MO	Sitio 6 MC	Sitio 7 MO	Sitio 8 MC	Sitio 9 MO	Sitio 10 MC	Sitio 11 MO	Sitio 12 MO	Sitio 13 MC		
Carabinae	Scaritini	<i>Scarites (Scarites) anthracinus</i> Dejean, 1831	-	1	-	19	-	6	3	3	14	2	13	2	4	67	
		<i>Dyschirius pampicola</i> (Putzeys, 1866)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	4	
	Clivinini	<i>Clivina</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	3	
		<i>Mesus rugatifrons</i> Chevrolat, 1858	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Pausinae	Bembidiini	<i>Bembidion (Notaphus)</i> sp.	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	3		
Harpalinae	Pterostichini	<i>Pachymorphus striatulus</i> (Fabricius, 1792)	42	65	3	11	36	15	16	-	-	-	7	-	1	196	
		<i>Parypathes (Paranortes) cordicollis</i> (Dejean, 1828)	10	20	-	1	2	2	-	-	-	-	1	-	-	36	
		<i>Parypathes (Argutoridius) chilensis</i> (Dejean, 1831)	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
		<i>Parypathes (Argutoridius) bonariensis</i> (Dejean, 1828)	-	3	-	1	-	5	11	-	-	-	3	-	-	23	
		<i>Loxandrus simplex</i> (Dejean, 1828)	4	6	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	13	
	<i>Loxandrus</i> sp.	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	2	-	-	5		
	Platynini	<i>Incagonum</i> sp.	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	4	
	Harpalini	<i>Selenophorus</i> sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
		<i>Notiobia (Anisotarsus) cupripennis</i> (Germar, 1824)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	6	-	-	7	
		<i>Polpochila flavipes</i> Dejean 1831	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	
<i>Bradycellus</i> sp.		-	1	-	-	2	1	4	-	-	-	6	-	-	14		
Migadopini	<i>Rhytidognathus platensis</i> Roig-Juñent & Rouaux, 2012	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
TOTAL			57	99	4	39	44	30	35	3	18	2	41	5	5	382	

Tabla 7.3. Listado de especies de la familia Staphylinidae halladas, en los cultivos de lechuga y tomate, durante todo el período de estudio.

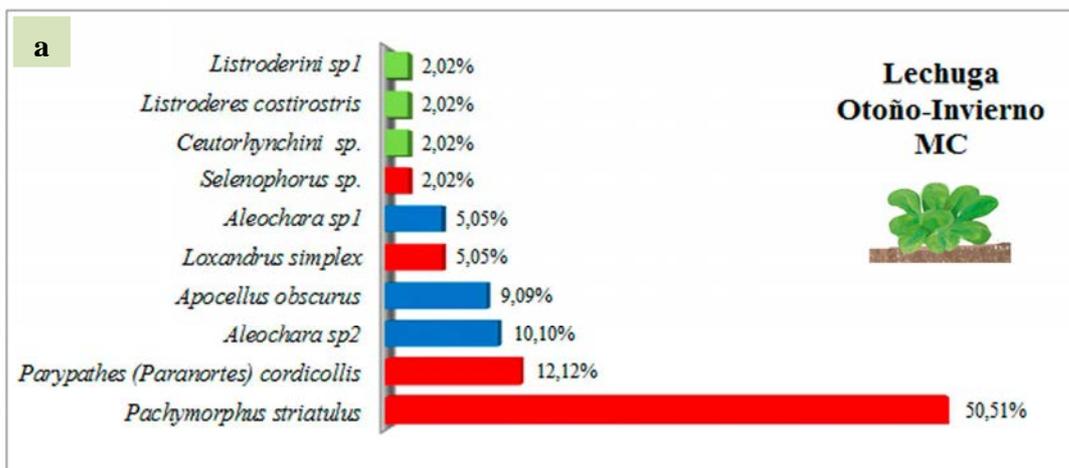
Subfamilia	Tribu	Especie	LECHUGA							TOMATE						Total
			Sitio 1 MC	Sitio 2 MO	Sitio 3 MC	Sitio 4 MO	Sitio 5 MO	Sitio 6 MC	Sitio 7 MO	Sitio 8 MC	Sitio 9 MO	Sitio 10 MC	Sitio 11 MO	Sitio 12 MO	Sitio 13 MC	
Aleocharinae	Aleocharini	<i>Aleochara</i> sp1	4	7	5	5	1	1	-	2	-	-	-	-	-	25
		<i>Aleochara</i> sp2	8	20	1	8	3	-	15	2	-	5	4	2	-	68
		<i>Aleochara</i> sp3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	4
		<i>Aleochara</i> sp4	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	3
		<i>Aleochara</i> sp5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
		<i>Aleochara</i> sp6	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3
		<i>Aleochara</i> sp7	-	2	4	-	4	-	-	13	3	1	2	8	-	37
	Tachyusini	<i>Meronea</i> sp.	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	8	-	1	12
	Athetini	Athetini sp1	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3
	Oxytelinae	Oxytelini	<i>Anotylus</i> sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	1	6
<i>Anotylus</i> sp2			-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Apocellus</i> sp1			-	3	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	6
<i>Apocellus opacus</i> Bernhauer, 1908			-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	1	-	2	8
<i>Apocellus obscurus</i> Bernhauer 1927			7	22	1	5	2	6	-	3	19	12	37	-	1	115
Paederinae	Pinophilini	<i>Pinophilus</i> sp.	-	-	-	1	-	-	1	-	2	1	6	-	-	11
	Paederini	Paederini sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2
		<i>Rugilus</i> sp.	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	5
		<i>Scopaeus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	2	1	2	1	4	3	13
Staphylininae	Xantholinini	Xantholinini sp1	-	-	-	3	4	-	3	-	-	4	5	-	19	
		<i>Nausicotus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	3
		<i>Quedius</i> sp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
		<i>Philonthus aeruginosus</i> Nordmann, 1837	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3
		<i>Philonthus flavolimbatus</i> Erichson, 1840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
		<i>Philonthus longicornis</i> Stephens, 1832	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	4
		<i>Philonthus bonariensis</i> Bernhauer, 1909	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
		<i>Gabrius</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Trachyporinae	Trachyporini	<i>Coproporus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
Total individuos colectados			19	56	12	28	17	13	20	32	29	23	73	28	10	360

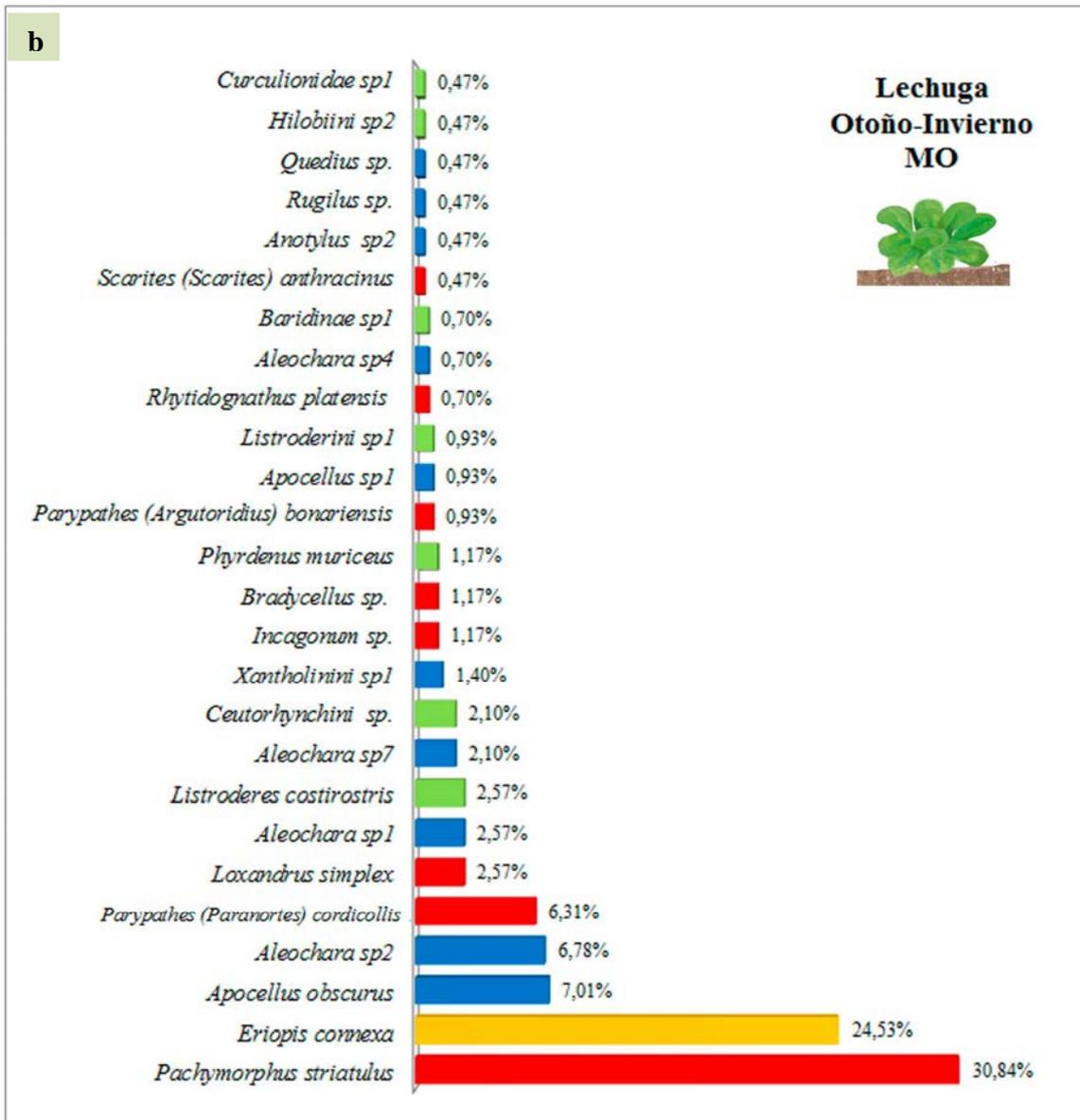
7.3.2. Estructura de Dominancia

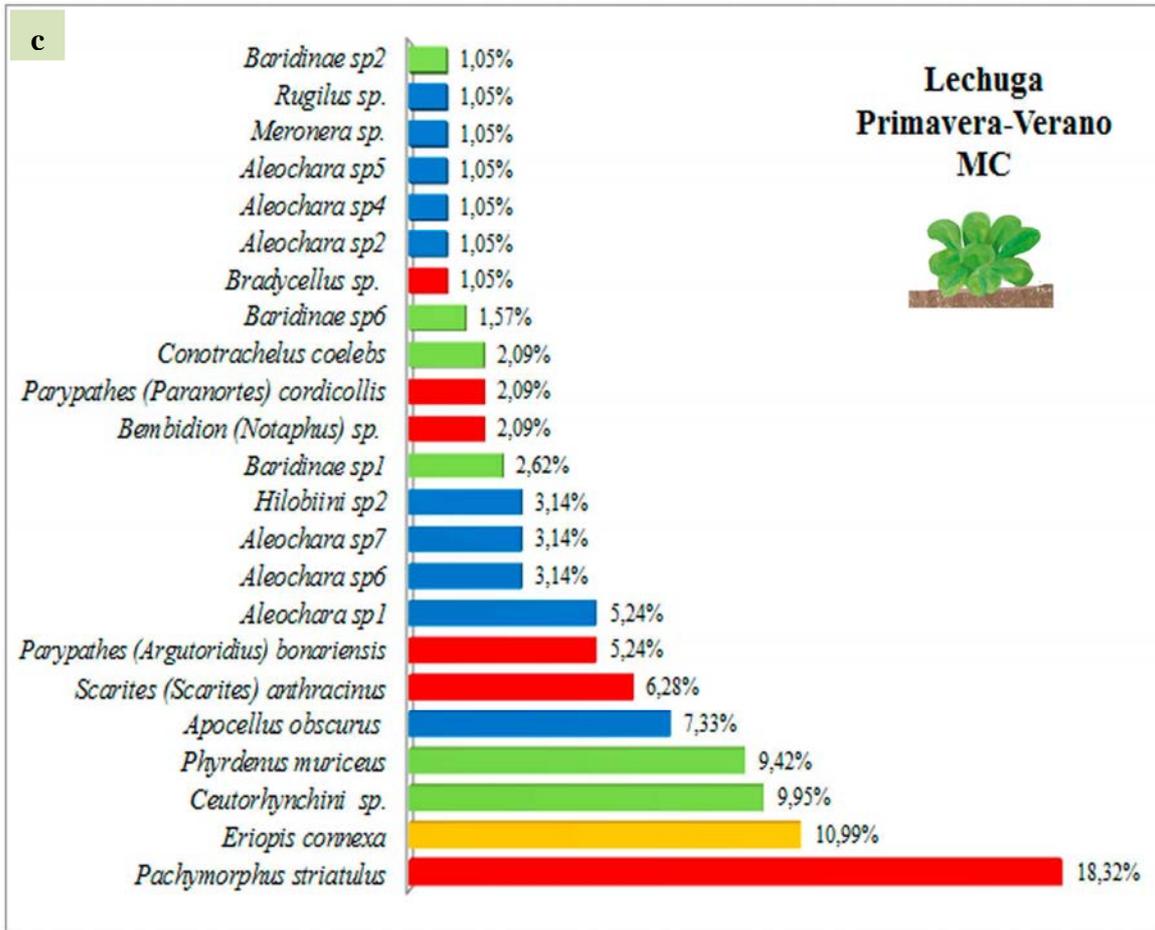
7.3.2.1. Cultivo de Lechuga

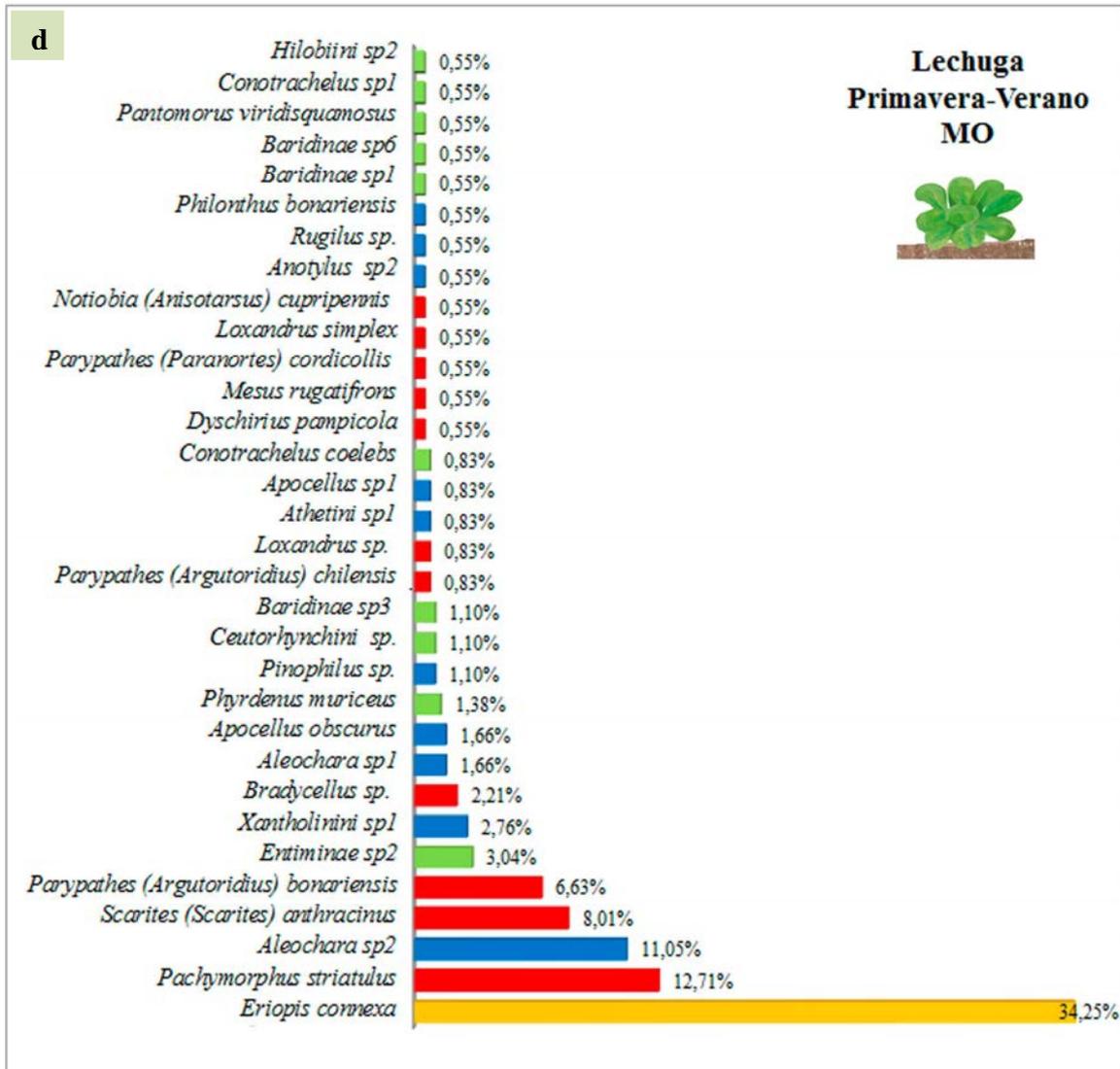
El análisis de la estructura de dominancia entre las cuatro situaciones para el cultivo de lechuga, mostró entre cinco y ocho especies dominantes, cuatro y ocho codominantes y un número variable de especies raras (Fig.7.1.). Las especies con mayores dominancias fueron similares en todos las situaciones, e incluyeron a *P. striatulus*, *P. cordicollis* (ambas Carabidae) y *E. connexa* (Coccinellidae), aunque esta última no se registró en los cultivos de otoño-invierno con MC. Por otro lado, independientemente del manejo, *S. anthracinus* (Carabidae) y *P. muriceus* (Curculionidae), fueron importantes en los cultivos de primavera-verano (PV). Asimismo, algunas especies como *P. cordicollis* fueron dominantes en primavera-verano, pero codominantes en otoño-invierno. La dominancia de las especies de Staphylinidae varió en todas las situaciones, llegando a superar el 5 %.

Para ambas temporadas, los sitios con MO presentaron una gran cantidad de especies raras, casi el doble de las registradas para los sitios con MC (Fig. 7.1.).









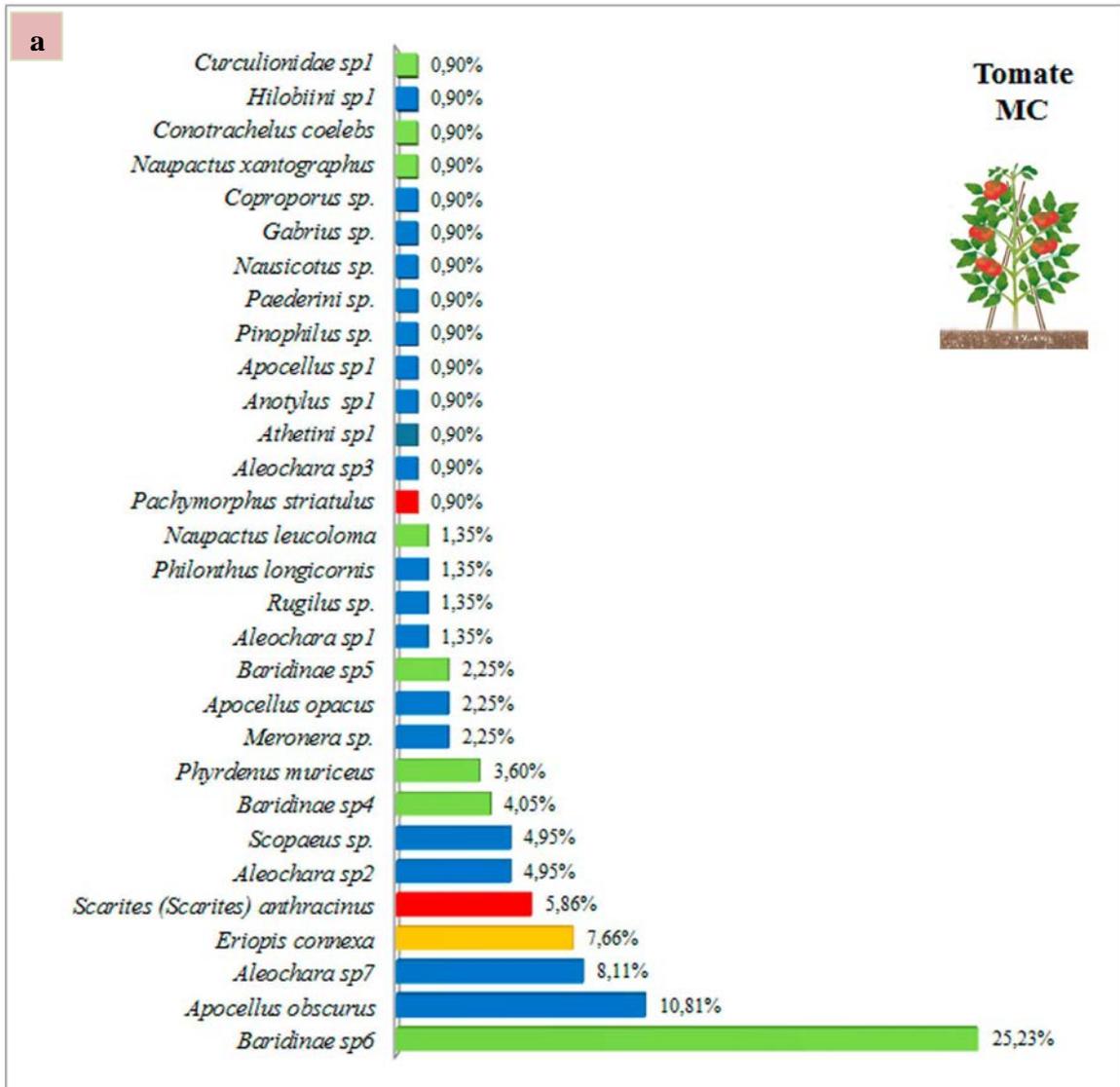
■ Curculionidae ■ Carabidae ■ Staphylinidae ■ Coccinellidae

Figura 7.1. Abundancia relativa y estructura de dominancia de las especies de Curculionidae, Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae, recolectadas con trampas pitfall en el cultivo de lechuga de a) Otoño-Invierno con MC; b) Otoño-Invierno con MO; c) Primavera-Verano con MC y d) Primavera-Verano con MO. Escala de dominancia: dominantes > 5 %, codominantes entre 4,9 a 2% y raras de 0 a 1,9%. MC: manejo convencional; MO: manejo orgánico.

7.3.2.2. Cultivo de Tomate

El análisis de la estructura de dominancia para las dos situaciones en el cultivo de tomate, mostró cinco especies dominantes en cada manejo, tres (MO) y siete (MC) codominantes (Fig.7.2.). Asimismo, al igual que en el cultivo de lechuga, se registró una mayor cantidad de especies raras (aproximadamente el doble) en los sitios con MO. Las especies dominantes incluyeron a *P. muriceus* (en MO), Baridinae sp6 (en MC) (ambos Curculionidae), *E. connexa* (Coccinellidae), *A. obscurus* (Stpahylinidae) y *S. anthracinus* (Carabidae).

Cabe mencionar que las especies de la familia Carabidae tuvieron una escasa representatividad en este cultivo independientemente del manejo y, con excepción de *S. anthracinus*, todas tuvieron abundancias menores al 2%, considerándose raras.



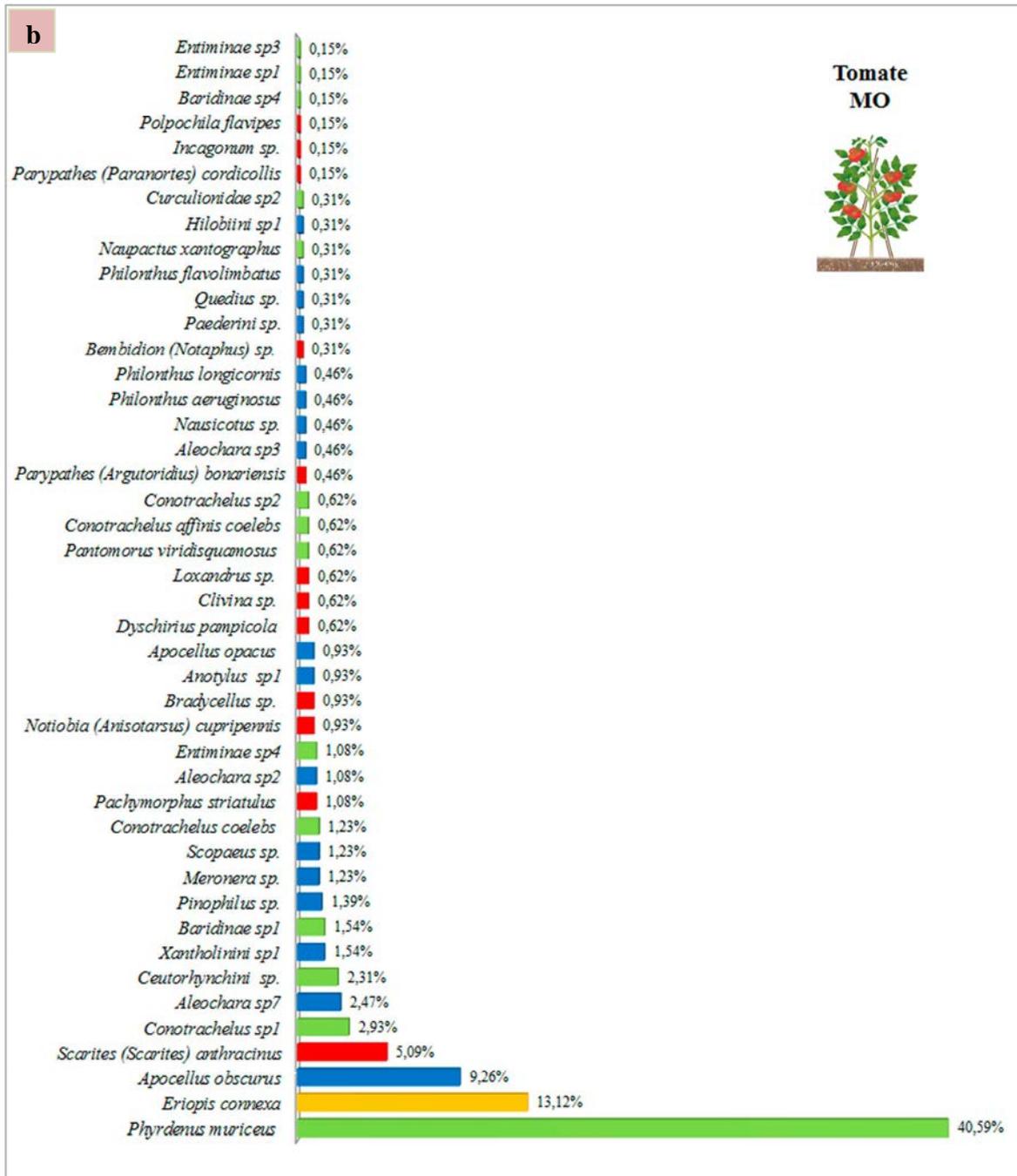


Figura 7.2. Abundancia relativa y estructura de dominancia de las especies de Curculionidae, Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae, recolectadas con trampas pitfall en el cultivo de tomate con a) manejo convencional (MC) y b) manejo orgánico (MO). Escala de dominancia: dominantes > 5 %, codominantes entre 4,9 a 2% y raras de 0 a 1,9%.

El análisis de la estructura de dominancia de los ensambles de coleópteros, mediante gráficos de rango-abundancia de las 70 especies identificadas para las cuatro familias dominantes, mostró que en el caso de LCH OI MC se ajustó a la distribución logarítmica, LCH OI MO; TOM MC y TOM MO a la log-normal, y LCH PV MC tuvo un ajuste significativo a ambas distribuciones (Tabla 7.4 y Fig. 7.3).

Tabla 7.4. Valores de probabilidad y de prueba de bondad de ajuste a los modelos de distribución de abundancia log normal y logarítmico para las especies pertenecientes a las familias Curculionidae, Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae, en cultivos de lechuga y tomate del CFHP.

		x2	P
LCH OI MC	Logarítmica	8,854	0,115
LCH OI MO	Log-normal	3,939	0,268
LCH PV MC	Logarítmica	0,928	0,999
	Log-normal	0,321	0,851
LCH PV MO	Log-normal	1,719	0,423
TOM MC	Log-normal	1,04	0,594
TOM MO	Log-normal	1,036	0,792

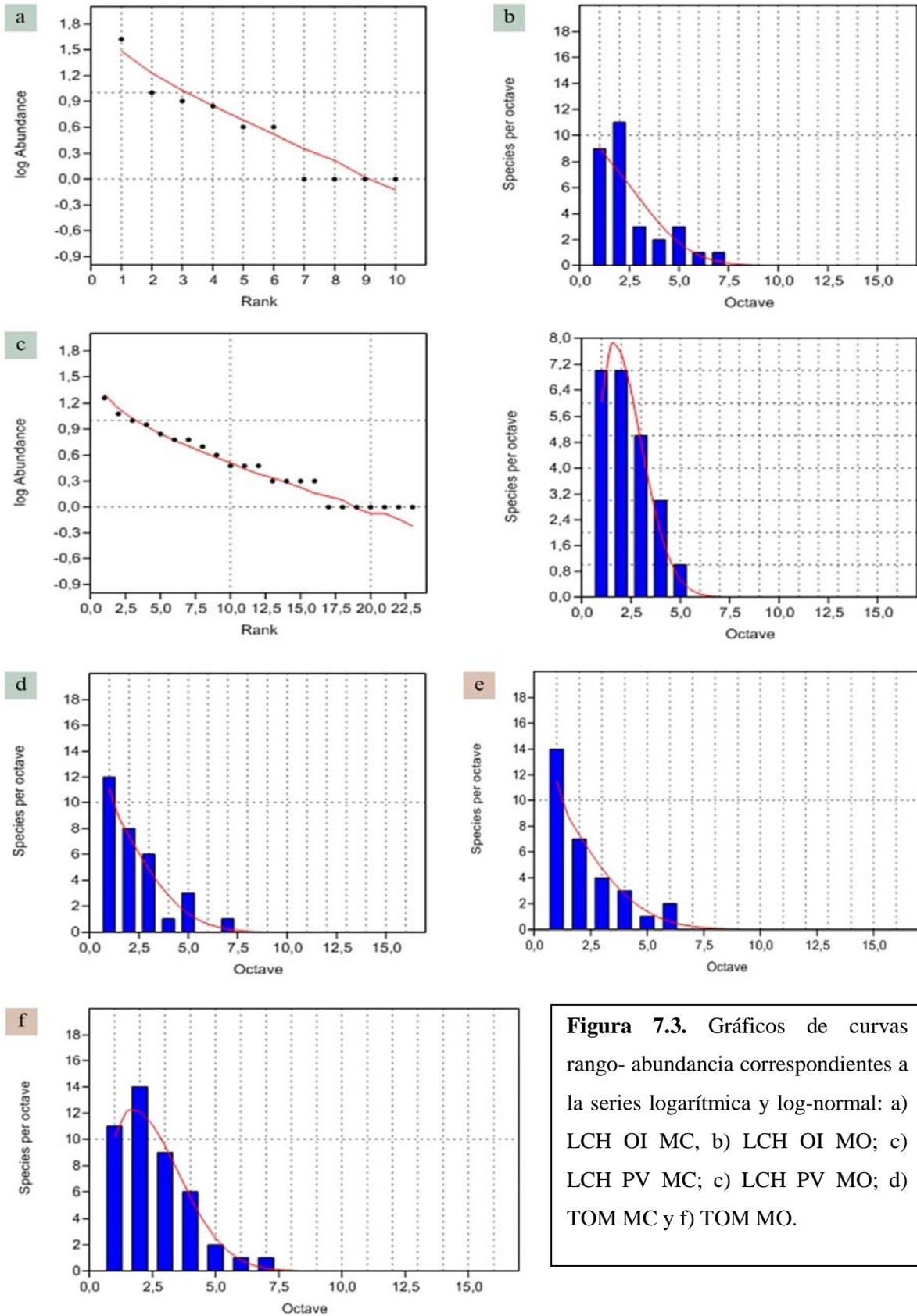


Figura 7.3. Gráficos de curvas rango- abundancia correspondientes a la series logarítmica y log-normal: a) LCH OI MC, b) LCH OI MO; c) LCH PV MC; e) LCH PV MO; d) TOM MC y f) TOM MO.

7.3.3. Análisis de similitud

El análisis de conglomerados basado en el cálculo del coeficiente de Sørensen considerando todos los pares de situaciones planteadas (Tabla 7.5), mostró que los cultivos de lechuga resultaron más cercanos entre sí que con el cultivo de tomate, en cuanto a la composición y abundancia de las especies epigeas de Curculionidae, Carabidae Staphylinidae y Coccinellidae. Por otro lado, se observó una separación en base a la temporada. Así, los menores valores de SPRQ (Semi-Partial R Square) se registraron para los cultivos de lechuga pertenecientes a la temporada de otoño-invierno, para ambos manejos. Los cultivos correspondientes a primavera-verano, constituyeron un segundo grupo y, por último, el valor más elevado de SPRQ correspondió a un tercer grupo conformado por el cultivo de tomate (Fig. 4.4).

Tabla 7.5. Índices de similitud de Sørensen cuantitativo, basados en la composición y abundancia de las especies de coleópteros epigeos de las familias Carabidae, Curculionidae, Staphylinidae y Coccinellidae utilizados para el análisis de conglomerados, entre los seis agrupamientos, teniendo en cuenta los cultivos, temporadas y manejos. LCH: lechuga; TOM: tomate; OI: otoño-invierno; PV: primavera-verano; MC: manejo convencional; MO: manejo orgánico.

	LCH OI MC	LCH OI MO	LCH PV MC	LCH PV MO	TOM PV MC	TOM PV MO
LCH OI MC	1,0000					
LCH OI MO	0,6106	1,0000				
LCH PV MC	0,4444	0,4013	1,0000			
LCH PV MO	0,3018	0,5862	0,4240	1,0000		
TOM PV MC	0,1538	0,2112	0,3333	0,2172	1,0000	
TOM PV MO	0,1071	0,3282	0,3473	0,3468	0,3208	1,0000

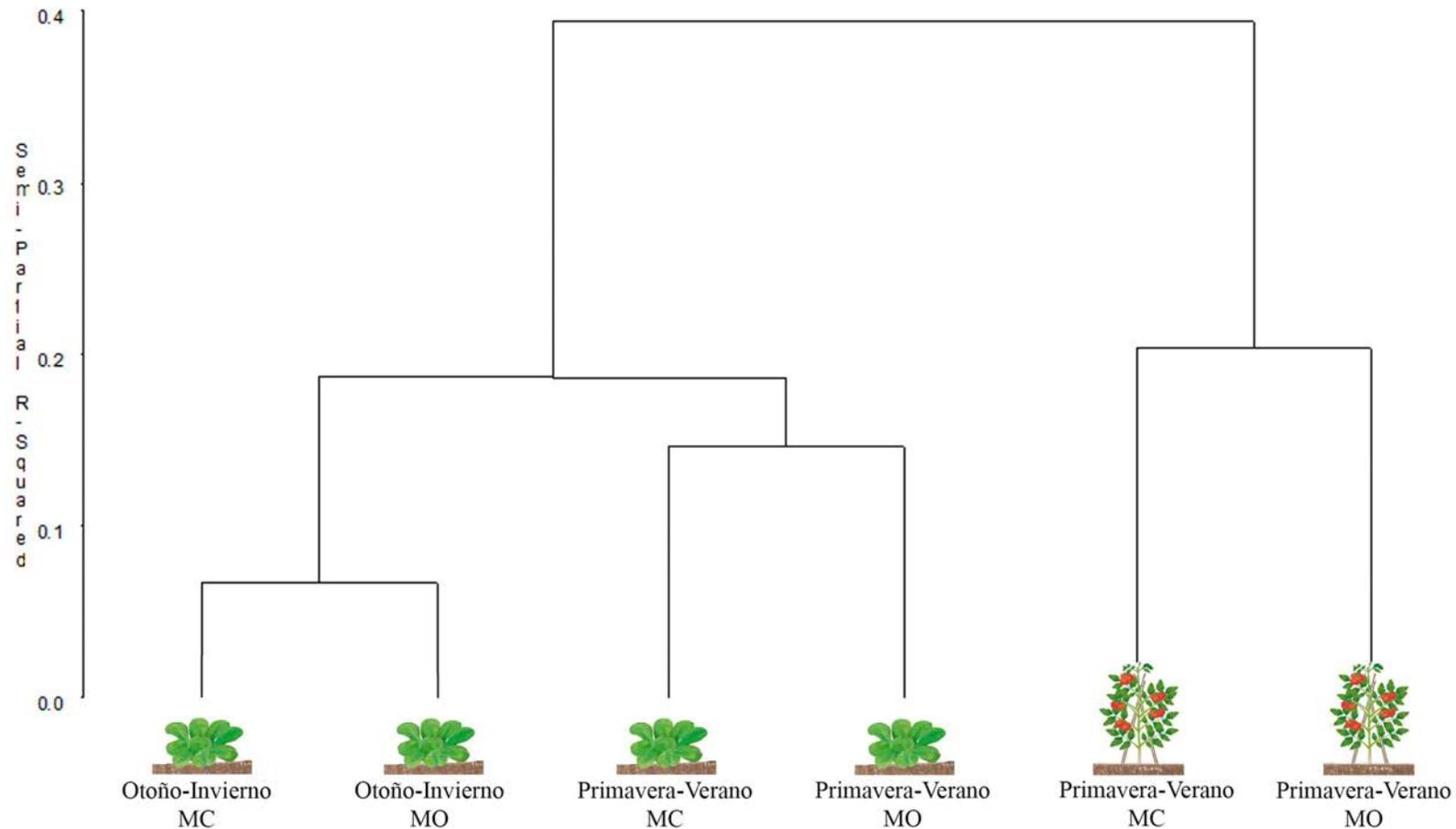


Figura 7.4. Análisis de conglomerados de las seis situaciones de cultivo de lechuga y tomate del CFHP (NE Prov. de Buenos Aires) para las estaciones otoño-invierno y primavera-verano, con diferente manejo sanitario (MC: Manejo Convencional; MO: Manejo Orgánico) sobre la base de las especies de las cuatro familias numéricamente dominantes de la coleopteroфаuna epigea (Curculionidae, Carabidae Staphylinidae y Coccinellidae). Medida de similitud: coeficiente cuantitativo de Sørensen.

7.4. Discusión

En este capítulo se describen por primera vez los ensambles de coleópteros epigeos a nivel de especie, para las cuatro familias dominantes en cultivos de lechuga y tomate presentes en el CFHP. Se brinda información novedosa sobre su composición, abundancia y diversidad en estos agroecosistemas. Además se presentan evidencias acerca de los cambios estructurales que experimentan dichos ensambles según el cultivo y la temporada de muestreo.

Una contribución relevante es la descripción de una nueva especie de carábido, encontrada en el cultivo de lechuga, *R. platensis*, la cual fue descrita junto al Dr. Roig-Juñent, especialista en carábidos del país. Se realizó la descripción en base a caracteres morfológicos externos y de la genitalia para ambos sexos. Se presentaron, además, ilustraciones, claves, características del hábitat y algunas consideraciones biogeográficas de la distribución de las especies del género *Rhytidognathus* (Roig-Juñent & Rouaux 2012).

Asimismo, la información obtenida sobre las diferentes especies halladas forma parte de una base de datos que podría contribuir a profundizar el conocimiento que se tiene actualmente de ellas, para los cultivos hortícolas de la zona.

Composición taxonómica y estructura de dominancia

Se identificaron un total de 70 especies o morfoespecies de Curculionidae (26), Carabidae (16), Staphylinidae (27) y Coccinellidae (1) y para ambos cultivos. Estas familias tuvieron especies representantes de diversos grupos funcionales (fitófagos, depredadores, parasitoides y saprófagos) (Anexo III), y respondieron, de manera diferente, a las condiciones de la vegetación (cultivo y arvenses) y al manejo (fertilización, control de plagas). También se observó que la presencia y distribución de la coleopteroфаuna estuvo influenciada por la temporada, probablemente debido a su historia de vida y ciclos vitales, siendo algunas de las especies predominantemente estivales e inactivas en otoño-invierno.

La familia Curculionidae, para la que se citan 964 especies en la Argentina (Morrone & Posadas 1998), presentó una gran riqueza de especies en ambos cultivos, siendo más importante en el cultivo de tomate. Sus miembros, pertenecientes al grupo de los fitófagos, se encuentran asociados a una gran variedad de plantas, consumiendo raíces, tallos, hojas, flores, frutos, semillas, e incluso hongos que crecen en tejidos vegetales (Da Costa Lima 1956; Morrone & Posadas 1998). *P. muriceus*, citada en numerosos trabajos como la principal especie asociada al cultivo del tomate, berenjena y solanáceas silvestres (Bosq 1942; Artigas 1994; Lanteri *et al.* 2002; Novo *et al.* 2002), tuvo dominancias elevadas, especialmente en los cultivos de lechuga de PV-MC y de tomate con MO. En este último llegó a representar más del 40% de las especies recolectadas.

Por otro lado, en el cultivo de tomate con MC tuvo una alta dominancia la morfoespecie Baridinae sp6. La mayor parte de los miembros de este grupo se alimentan sobre monocotiledóneas (Poaceae, Cyperaceae y Cannaceae), aunque también es posible hallarlos en dicotiledóneas (Piperaceae, Vitaceae, Annonaceae, Fabaceae y Malpighiaceae) (Da Costa Lima 1956). Por lo tanto, basándose en sus preferencias alimentarias, se podría sugerir que su presencia no se asocia tanto al cultivo sino más bien a las arvenses circundantes.

La presencia constante de esta familia en ambos cultivos y su elevada abundancia, se puede relacionar a su ciclo de vida, ya que muchas especies registran picos de emergencias de adultos en diferentes momentos, desde fines de primavera hasta fines de verano y comienzos del otoño. Según Lanteri (1994), esta secuencia permite que especies con similares requerimientos realicen un aprovechamiento más eficiente de los recursos disponibles, es decir, eviten la competencia. Desde un punto de vista práctico, esto dificulta su control, ya que actúan como un complejo de especies que llegan a alcanzar picos poblacionales altos durante todo el ciclo productivo. La presencia de arvenses, las cuales servirían como fuente tanto de refugio como de alimento extracultivo, también puede favorecer la abundancia poblacional de las especies de Curculionidae.

Con respecto a la familia Carabidae, una de las familias con mayor cantidad de especies en el mundo, y para la cual se han reportado 679 especies en Argentina (Roig-Juñent 1998), la inmensa mayoría perteneció al grupo de los depredadores. Las especies

dominantes, *P. striatulus*, *P. cordicollis*, *P. bonariensis* y *S. anthracinus* se han citado como abundantes en agroecosistemas y zonas periurbanas de la región (Marasas *et al.* 2001; Marasas 2002; Cicchino 2010; Paleologos 2012) y, además, muchas de ellas se encuentran en general, asociadas entre sí.

En el cultivo de lechuga, predominaron las formas cursoriales, con patas finas y adaptadas para correr, como *P. striatulus* y *P. cordicollis*. En este cultivo, las distintas especies de Carabidae, alcanzaron la dominancia y codominancia, constituyendo uno de los grupos principales de depredadores encontrados.

Si bien los ciclos de vida son particulares en cada especie y, a la fecha, es poco lo que se conoce sobre la biología de los carábidos regionales, sobre la base de los registros en este estudio, se puede presumir que la elevada diversidad registrada en primavera y verano se debe al comportamiento de forrajeo y reproducción de gran parte de las especies. Por otra parte, en los meses fríos reducen su actividad o entran en diapausa. Cepeda-Pizarro (1989) encontró, al igual que en esta investigación, que los patrones de actividad circadianos y estacionales de la coleopterofauna dependen en gran medida de las características de la vegetación así como de las condiciones climáticas, siendo más abundante y diversa en las estaciones más cálidas. Se sabe que en las temporadas más frías, los insectos mantienen su estado de diapausa o se encuentran en estado larvario poco activo o como pupa (Grez *et al.* 2003). Sin embargo, cabe destacar que no son pocos los casos en los que el patrón fenológico puede ser inverso, como en *P. cordicollis* (Cicchino *et al.* 2005) y *L. simplex* (Castro *et al.* 2010), especies abundantes en este estudio, cuya densidad-actividad más alta ha sido registrada en junio y julio. Este comportamiento se revela en la estructura de abundancias relativas de los ensambles de otoño e invierno, en el cual estas especies se destacan por sobre las demás.

En el cultivo de tomate, sólo *S. anthracinus*, alcanzó el grado de dominante, el resto de las especies de esta familia presentaron abundancias bajas, menores al 10%. Dicha especie se caracteriza por ser hibernante, teniendo los mayores períodos de actividad entre agosto y mayo. Como se mencionó anteriormente, la estructura de la vegetación es uno de los factores que más afecta a distribución de los carábidos (Andow 1991; Carmona & Landis 1999; Marasas *et al.* 2011), ya que modifica las condiciones microambientales,

afectando el desplazamiento, búsqueda de presas, etc. En este cultivo, el predominio de arvenses de la familia Poaceae, de estructura simple y homogénea, generaría condiciones de cobertura, humedad y temperatura del suelo, no tan favorables para los integrantes de la familia Carabidae (Paleologos 2012). Además, contrariamente a lo encontrado en el cultivo de lechuga, donde la mayoría de las especies registradas fueron principalmente cursoriales superficiales, en el cultivo de tomate dominó *S. anthracinus* de hábitos fosoriales y patas más cortas.

En relación a la familia Staphylinidae, una de las familias de coleópteros más ricas en especies, con más de 42.000 descritas en el mundo, en la cual se citan 1017 especies para Argentina (Chani Posse & Thayer 2008), se reconocieron, para ambos cultivos, numerosas especies con diferentes grupos funcionales. Las formas dominantes pertenecieron al grupo de los parasitoides de la subfamilia Aleocharinae (p.ej. *Aleochara* sp.) y saprófagas Oxytelinae (p.ej. *A. obscurus* y *A. opacus*), lo que estaría relacionado, por un lado a las condiciones microclimáticas de materia orgánica y humedad del suelo y, por otro lado, a la presencia de huevos y larvas de moscas que se crían en el estiércol (Chani Posse 2002), provenientes de la enmienda orgánica, que se utiliza comúnmente como fertilizante en el CFHP.

También se registraron especies depredadoras pertenecientes a Paederini y Staphylininae (p.ej. *Pinophilus* sp. y *Philonthus longicornis*), que predan sobre una variedad de artrópodos comunes del suelo (ácaros, colémbolos, dípteros, coleópteros, larvas de lepidópteros) y otros invertebrados (oligoquetos, nematodos) (Marchiori & Linhares 1999; Monzó *et al.* 2005). Estas fueron especies, sin embargo, fueron menos importantes, no alcanzando en ningún sitio abundancias mayores al 5%. Una de las explicaciones, según Hole *et al.* (2005), sería el enlace por medio de la competencia interespecífica con otras especies depredadoras de la familia Carabidae.

Con respecto a la familia Coccinellidae, que presenta alrededor de 6000 especies a nivel mundial, con 125 especies descritas para el país (Molinari 2005), se registró en ambos cultivos solamente a *E. connexa*. Su presencia fue constante, siendo dominante en todos los casos en que se la registró, independientemente del manejo. Esta especie es citada como espontánea y con elevada abundancia relativa en numerosos agroecosistemas del

CFHP (Schneider *et al.* 2010). Su abundancia estaría asociada tanto a la presencia de presas (principalmente pulgones, plaga principal de la horticultura) como de refugio y alimento alternativo. Se sabe que, ante la falta de presas, muchos adultos sobreviven ingiriendo néctar, polen y secreciones de homópteros, asociados a las arvenses intracultivo (Bentancourt & Scatoni 2001; Dode & Romero 2013). Por otro lado, esta especie tiene hábitos de agregación invernales (Koch 2003; Saini 2004), lo que explicaría su elevada abundancia en numerosas recolecciones.

Distribución de abundancia

En una comunidad, las especies se distribuyen normalmente según jerarquías de abundancia, desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras. Las relaciones de rango-abundancia de las especies se pueden resumir de forma gráfica para mostrar patrones en una comunidad (Morin, 1999). Entre los modelos de distribución más importantes se encuentran la serie geométrica, logarítmica, log-normal y del bastón roto (*broken stick*).

En este trabajo de Tesis, el análisis de los ensambles basado en la abundancia de las especies de las cuatro familias de coleópteros epigeos dominantes en ambas situaciones de cultivo de tomate y para la mayoría de las de lechuga (otoño-invierno MO, primavera-verano MC y MO) se ajustó mayormente al modelo log-normal (o modelo de Preston (1948)). Dichas situaciones presentaron numerosas especies, como se pudo observar en las Figs. 7.1 y 7.2, con un rango que varió entre 23 y 44 especies. Este modelo, al que se ajusta la mayoría de las comunidades biológicas, predice que la cantidad de especies presentes en una comunidad tendrá una relación Gaussiana o normal con el logaritmo de la abundancia (Krebs 1985). May (1975) señaló que este tipo de distribución se ajusta a comunidades con un considerable número de especies. Asimismo, Magurran (1988) y Krebs (1989) la relacionaron a múltiples factores, operando de manera independiente, que pueden influenciar los niveles de abundancias de las especies componentes, tales como patrones temporales, dinámica poblacional, interacciones (depredación y competencia), estrategias de ciclos de vida, procesos químicos y físicos. Cabe destacar que en este trabajo se observó,

en todos los casos, una forma truncada y no simétrica de la distribución. Esto se debería, principalmente, a que en la práctica las especies más raras de la comunidad generalmente no se colectan, por lo que la parte izquierda de la curva de la distribución, que representa a dichas especies, aparece incompleta (Piera 1999). Moreno (2001) señaló que esta distribución caracteriza comunidades grandes, que crecen exponencialmente y responden independientemente a diferentes factores, o que se comportan como un conjunto de poblaciones que están en equilibrio en parches pequeños.

Dos situaciones del cultivo de lechuga, otoño-invierno y primavera-verano, ambos con MC se ajustaron a la distribución logarítmica (log-series) (de Fisher, Corbet & Williams), aunque ésta última también se ajustó a la log-normal. En ambas situaciones, se registraron 10 y 23 especies en total, y entre 5 y 8 especies fueron codominantes, sumando al menos un 40 % de la abundancia con respecto a las restantes. Esta distribución supone que en una comunidad ecológica las especies con abundancias intermedias son las más comunes (Morin 1999; Magurran 1988) y donde uno o pocos factores las influyen. Cada especie llega a intervalos de tiempo regulares y toma una fracción constante de los recursos restantes. Caracteriza muestras de comunidades pequeñas, bajo estrés o pioneras. Se relaciona a comunidades con interacciones débiles, con tasas de nacimiento y muerte independientes, y una alta tasa de inmigración (Moreno 2001). El modelo predice un número pequeño de especies abundantes y una gran proporción de especies raras. Al representarse en un gráfico de rango-abundancia, se aproximan a una línea recta.

Finalmente, como se plantea en la literatura, las relaciones de especie-abundancia de una comunidad pueden describirse igualmente con más de un modelo, en este caso logarítmica y log-normal, siendo difícil en ocasiones, decidir cuál de los dos se ajusta mejor a los datos. Cuando los datos se ajustan a una distribución log-normal truncada, es casi indistinguible de la serie logarítmica.

Análisis de similitud

Los resultados obtenidos en este trabajo de Tesis, a través del análisis de clusters teniendo en cuenta el coeficiente de Sørensen cuantitativo, indican que los ensambles de coleópteros epigeos en los cultivos de lechuga y tomate son diferentes en cuanto a la composición y abundancia de las especies registradas para las cuatro familias dominantes, verificándose dos grupos marcados, uno para cada cultivo. Además, en los cultivos de lechuga, se observó un efecto estacional en la composición de las especies, que predominó sobre el efecto del manejo sanitario (MC vs. MO), dado que los ensambles de este cultivo se separaron de acuerdo a la temporada de muestreo. Por lo tanto, para ambos cultivos, la estructura de la vegetación (cultivo y arvenses) y las condiciones meteorológicas, serían más importantes en la determinación de la estructura de los ensambles, que el uso de insumos.

Así, la presencia casi exclusiva de las especies dominantes *P. striatulus* y *P. cordicollis* en el cultivo de lechuga, influyó en la estructura del ensamble, mientras que otras, como *Meronera* sp. se encontraron principalmente en el de tomate. Por otro lado, *S. anthracinus*, *P. muriceus* y *A. obscurus*, aunque se encontraron en ambos cultivos, tuvieron abundancias considerablemente mayores en el cultivo de tomate. Por último, algunas especies, como *P. cordicollis* y *L. simplex*, por su una marcada estacionalidad, pueden estar definiendo los ensambles de lechuga de otoño-invierno. Según Pedraza *et al.* (2003), la estacionalidad es un factor que podría ayudar a reducir la competencia por los recursos alimenticios.

Especies de potencial importancia económica en el CFHP

La especie fitófaga de mayor abundancia en este estudio resultó ser *P. muriceus* ("el gorgojo del tomate"), citada como la principal especie asociada al cultivo del tomate, berenjena y solanáceas silvestres (Artigas 1994; Lanteri *et al.* 2002). Su importancia económica radica en que las larvas se introducen en el suelo hasta llegar a las raíces y los adultos, atacan principalmente los brotes tiernos del follaje, flores y yemas, pueden

desfoliar las plántulas (Cordo *et al.* 2004). Los daños ocasionados son considerados un factor limitante durante los primeros días después del trasplante, ya que cuando las poblaciones son elevadas, se alimentan del sistema radicular, ocasionando pérdidas hasta de un 80% de las plantas (Pérez *et al.* 2002).

Con respecto a la fauna depredadora, aunque los enemigos naturales especializados son considerados como los más prometedores, los depredadores generalistas también pueden ser de gran importancia en la supresión de plagas (Ghoneim 2014).

Entre las especies depredadoras registradas de la familia Carabidae, *P. striatulus*, *S. anthracinus*, *P. cordicollis*, *P. bonariensis*, se destacan por su valor como potenciales enemigos naturales, ya que se alimentan, en general, de larvas de lepidópteros, de curculiónidos y de otros insectos de suelo (Bentancourt & Scatoni 2001; Cicchino & Farina 2007; Paleologos 2012). Con respecto a la utilización de especies de esta familia para el control biológico, sólo unos pocos carábidos con hábitos especializados han sido introducidos para controlar plagas invasoras, tal como *Calosoma sycophanta* (L.) en Norteamérica para el control de la polilla gitana *Lymantria dispar* (L.). En Argentina, Tulli *et al.* (2009) determinaron que *S. anthracinus* podría actuar como enemigo natural de *Deroceras reticulatum* (“babosa gris grande”), especie reportada como plaga para el cultivo de lechuga, al consumir en condiciones de campo tanto huevos como juveniles de diferente masa corporal. Por otro lado, se ha citado a *Selenophorus* sp. como depredador de *T. absoluta* (Ghoneim 2014). En este estudio, sin embargo, tuvo una escasa representación.

Otro depredador de importancia registrado en este estudio fue *E. connexa*, cuya presencia es valorada en los agroecosistemas debido a que, tanto en estado larval como adulto, se alimentan de áfidos (Hemiptera) (p.ej. *Aphis gossypii* G., *Hyperomyzus lactucae* L., *Macrosiphum euphorbiae* T. y *Myzus persicae* S.), llegando a reducir considerablemente sus poblaciones. También se cita su alimentación sobre desoves y primeros estadios larvales de Lepidópteros en cultivos agrícolas (Molinari 2005; Schneider *et al.* 2010). Para el caso del cultivo de tomate, si bien no se encontraron estudios específicos sobre la depredación de *E. connexa* sobre huevos de una de sus principales plagas, *Tuta absoluta*, existen referencias sobre otras especies de coccinélidos comunes en los agroecosistemas, como *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) y *Coleomegilla maculata* De Geer, como voraces

depredadoras de áfidos, cochinillas y huevos de lepidópteros, incluyendo los de esta polilla (Ghoneim 2014).

Por último, con respecto a las especies parasitoides encontradas, destacan las pertenecientes al gen. *Aleochara* (Staphylinidae), consideradas de importancia como reguladores naturales. Los adultos se alimentan de huevos, larvas y pupas de Diptera (Cyclorrapha), y las larvas son parasitoides de sus pupas. Según la especie, pueden especializarse en un único hospedador, ser más generalistas o, incluso, ser ampliamente polífagas. En el Hemisferio Norte, se ha utilizado *Aleochara bilineata* Gyllenhal contra dos especies de Anthomyiidae, *Delia radicum* L. (“mosca del repollo”), y *D. antiqua* Meigen (“mosca de la cebolla”), que constituyen importantes plagas de la agricultura, (Maus *et al.* 1998; Channi Posse & Thayer 2008; Van Driesche *et al.* 2008).

Como *corolario*, se desprende que los datos obtenidos soportan la hipótesis general, pudiéndose aceptar la predicción de que los distintos cultivos, temporadas y manejos afectan la composición de los ensambles de coleópteros epigeos en cultivos de lechuga y tomate del CFHP.

La coleopteroфаuna epigea de los cultivos de lechuga y tomate del CFHP se compone de al menos unas 70 especies de Curculionidae, Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae, pertenecientes a varios grupos funcionales.

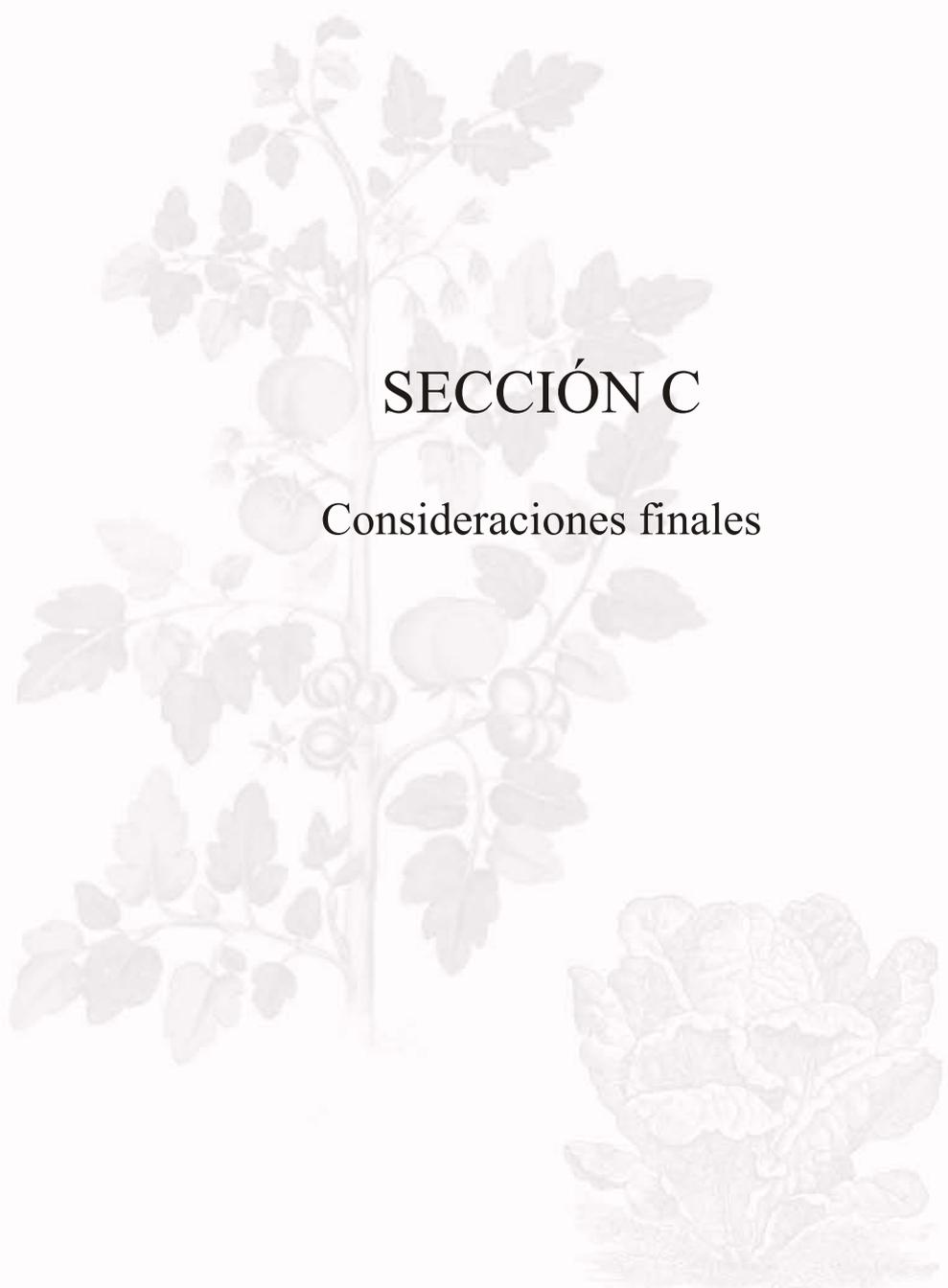
La estructura de dominancia de las especies de las cuatro familias más numerosas de los ensambles coleopterológicos, fue más diversa, para ambos cultivos, en aquellos con manejo orgánico, con pocas especies dominantes, un grupo pequeño de especies codominantes y un gran número de especies raras.

En general, la relación especie-abundancia de estas especies en cultivos de tomate y lechuga se ajustó mejor al modelo log-normal, aunque la serie logarítmica también ajustó en algunos casos.

La fauna epigea asociada al cultivo de lechuga conforma un conglomerado diferente de la de tomate, al menos para las cuatro familias estudiadas. En lechuga, además, las temporadas (otoño-invierno y primavera-verano) influyen, más que el manejo que realiza el productor, la estructura de los ensambles.

Se registraron especies pertenecientes a las familias Carabidae (*P. striatulus*, *S. anthracinus*, *P. cordicollis* y *P. bonariensis*), Coccinellidae (*E. connexa*) y Staphylinidae (*Aleochara* spp.), que actuarían como importantes enemigos naturales en los agroecosistemas estudiados.

La especie *P. muriceus* (Curculionidae) constituiría una plaga potencial para el cultivo de tomate.



SECCIÓN C

Consideraciones finales



CAPITULO VIII

Consideraciones finales

A partir de lo observado a lo largo de los diversos capítulos, se puede señalar que, en este Trabajo de Tesis, se describen por primera vez los ensambles de coleópteros epigeos en cultivos de lechuga y tomate presentes en el CFHP (NE de la prov. de Buenos Aires, Argentina). Se brinda además información novedosa sobre su composición taxonómica y funcional, abundancia y diversidad en estos agroecosistemas, para los cuales no existían prácticamente antecedentes.

Se registraron 21 familias pertenecientes al Orden Coleoptera para todo el estudio, 16 fueron coincidentes, mientras que Scirtidae y Cantharidae estuvieron solamente en el cultivo de lechuga y Corylophidae, Silvanidae y Meloidae sólo en el cultivo de tomate. Las cuatro familias dominantes en el estudio fueron Curculionidae, Carabidae, Coccinellidae y Staphylinidae. Se identificaron seis grupos funcionales: fitófagos, depredadores, parasitoides, fungívoros, saprófagos y coprófagos. En lechuga se evidenció la preponderancia numérica de los depredadores, los cuales ocuparon un segundo lugar en tomate, mientras que los fitófagos fueron más importantes en tomate y segundos en lechuga. Se halló a *L. insularis* como nuevo registro de presencia en el cultivo de tomate en la Argentina, y se describió a *R. platensis* como nueva especie de Carabidae. Se identificaron al menos cuatro especies de depredadores (*P. striatulus*, *P. cordicollis*, *S. anthracinus* y *E. connexa*) y varias morfoespecies de parasitoides (*Aleochara* spp.) como potenciales enemigos naturales, para la lechuga y el tomate.

Además, se presentan evidencias acerca de los cambios estructurales que experimentan estos ensambles, en relación a la estructura y diversidad de la vegetación (cultivo y arvenses), a la fenología de los cultivos en algunos casos, a la estación del año (otoño-invierno vs. primavera-verano) y a las prácticas agrícolas más comunes llevadas a

cabo por los productores de la región, como lo son el manejo convencional (con uso de insumos químicos) y el orgánico (con uso de insumos de base biológica).

Estos conocimientos aportan información para generar herramientas en el diseño de sistemas agrícolas que tengan en cuenta que los ensambles de coleópteros edáficos pueden contener tanto especies fitófagas como plagas potenciales para estos y otros cultivos, como así también depredadores y parasitoides, que potencien el control biológico, y formas detritívoras que colaboren en mejorar la calidad del suelo.

A continuación, se desea puntualizar sobre algunas particularidades y diferencias de los ensambles presentes en los cultivos de lechuga y tomate:

Cultivo de Lechuga

- En términos de diversidad taxonómica, se registraron 17 familias de coleópteros epigeos, encontrándose los mayores valores de riqueza y abundancia en aquellos sitios MO.

- Con respecto a las variaciones de la diversidad de los ensambles a lo largo del ciclo del cultivo, los mayores valores se registraron a comienzos del mismo.

- En los cultivos de primavera-verano, se verificó una mayor diversidad (H') y equitabilidad (J') de los ensambles.

- En cuanto a las variables meteorológicas, la temperatura promedio quincenal se correlacionó positivamente con la abundancia y la diversidad (H') de los ensambles coleopterológicos presentes en los cultivos de otoño-invierno, mientras que se relacionó negativamente con esas mismas variables, en la temporada de primavera-verano. Por otro lado, no se evidenció relación con las precipitaciones acumuladas quincenales.

- Se registraron, en la mayoría de los sitios, representantes de los seis grupos funcionales, independientemente del manejo, observándose una tendencia a la disminución del número de grupos presentes según avanzó el ciclo del cultivo.

- Se verificó una mayor diversidad, en cuanto al número de familias integrantes de cada grupo funcional, en los cultivos de primavera-verano.

- El grupo de los depredadores dominó ampliamente, siendo mayor la proporción de depredadores *versus* fitófagos, en los sitios con MO.

- Las especies de las cuatro familias más representadas numéricamente se ajustaron, para las situaciones planteadas de otoño-invierno MO y primavera-verano MO, al modelo log-normal, presentando numerosas especies (entre 26 y 32). Aquellas de otoño-invierno con MC ajustaron a la serie logarítmica (con 10 especies representadas), y por último, las de primavera-verano MC, a ambos modelos de distribución, con una riqueza intermedia de 23 especies correspondientes a las familias dominantes.

- Las especies dominantes de las familias Carabidae (*P. striatulus*, *P. cordicollis* y *S. anthracinus*), Coccinellidae (*E. connexa*) y Staphylinidae (*Aleochara* spp.), son consideradas como enemigos naturales en este cultivo, por sus rol trófico como depredadores y parasitoides.

- La familia Curculionidae constituyó el grupo fitófago dominante en ambos manejos; los hallazgos de *P. muriceus* (Curculionidae) como especie más abundante, y de *L. costirostris* merecen ser tenidos en cuenta para su manejo ya que se los considera plagas ocasionales para este y otros cultivos hortícolas de la Argentina.

Cultivo de Tomate

- En términos de diversidad taxonómica, se hallaron 20 familias de coleópteros epigeos, no registrándose diferencias para los valores de riqueza y abundancia respecto al manejo.

- Con respecto a las variaciones de la diversidad de los ensambles a lo largo del ciclo del cultivo, aumentó hacia fines del mismo. No se registraron diferencias de los índices considerados (H' y J') respecto al manejo.

- En cuanto a las variables meteorológicas, no se encontró una correlación significativa entre el promedio de individuos por trampa ni de los índices de diversidad (H') con la temperatura promedio quincenal ni con las precipitaciones acumuladas quincenales.

- Se registraron representantes de todos los grupos funcionales considerados, independientemente del manejo, manteniéndose el número de grupos presentes en cada sitio a lo largo del ciclo del cultivo. Los cultivos con MO fueron los más diversos en cuanto al número de familias integrantes de cada grupo funcional.

- En general el grupo de los fitófagos dominó todos los sitios, siendo la proporción de depredadores *versus* fitófagos, menor en los sitios con MO. Sin embargo, en algunos casos predominaron las formas relacionadas principalmente con los procesos de descomposición de la materia orgánica.

- El análisis de los ensambles basado en la abundancia de las especies de las cuatro familias de coleópteros epigeos dominantes para ambos manejos, se ajustó al modelo log-normal, con 30 (MC) y 40 (MO) especies representadas para dichas familias.

- Las especies depredadoras dominantes de las familias Coccinellidae (*E. connexa*) y Carabidae (*P. striatulus* y *S. anthracinus*), y las parasitoides de la familia Staphylinidae (*Aleochara* spp.) son consideradas como enemigos naturales en este cultivo.

- La familia Curculionidae constituyó el grupo fitófago más abundante, siendo *P. muriceus* la especie ampliamente dominante, constituyendo una plaga potencial para este cultivo.

Es importante mencionar también algunas *limitaciones* que se encontraron en este Trabajo de Tesis. Si bien se planificó un apropiado diseño de muestreo para estudios de campo de este tipo, el hecho de haberlos llevado a cabo en campos comerciales del CFHP condujo a una serie de problemas que, *a posteriori*, impidieron algunos análisis planteados de los datos colectados. Así, los productores pudieron haber utilizado diferencialmente

insecticidas con distintas fórmulas, frecuencias y dosis de aplicación, información difícil de recabar, pero que puede tener efecto sobre la fauna colectada. Por otro lado, algunos horticultores ajustaron el ciclo productivo según las condiciones meteorológicas, de mercado, etc. lo que condujo a acortar los períodos de muestreo en algunos establecimientos, obteniéndose un número desigual de muestras e incluso de sitios, lo que dificultó, en ocasiones, su comparación. Sin embargo, y a pesar de estos inconvenientes, se desea recalcar la valiosa información que es posible obtener a través de estudios de este tipo, ya que permiten observar, en un sistema real, las fluctuaciones de las diferentes variables de interés.

Por último, se propone continuar a futuro con nuevas investigaciones para profundizar el conocimiento sobre la diversidad y el rol funcional de la fauna edáfica en el CFHP. Para lo que se plantea:

- Completar la determinación taxonómica de los individuos pertenecientes a las familias menos estudiadas en esta tesis, en especial la familia Elateridae, y re-asignar sus grupos funcionales, si correspondiera.

- Ampliar el análisis de los ensambles de coleópteros edáficos en los cultivos de lechuga y tomate por medio de otras metodologías que permitan colectar los estados inmaduros de sus componentes, con el fin de completar el conocimiento sobre sus ciclos de vida.

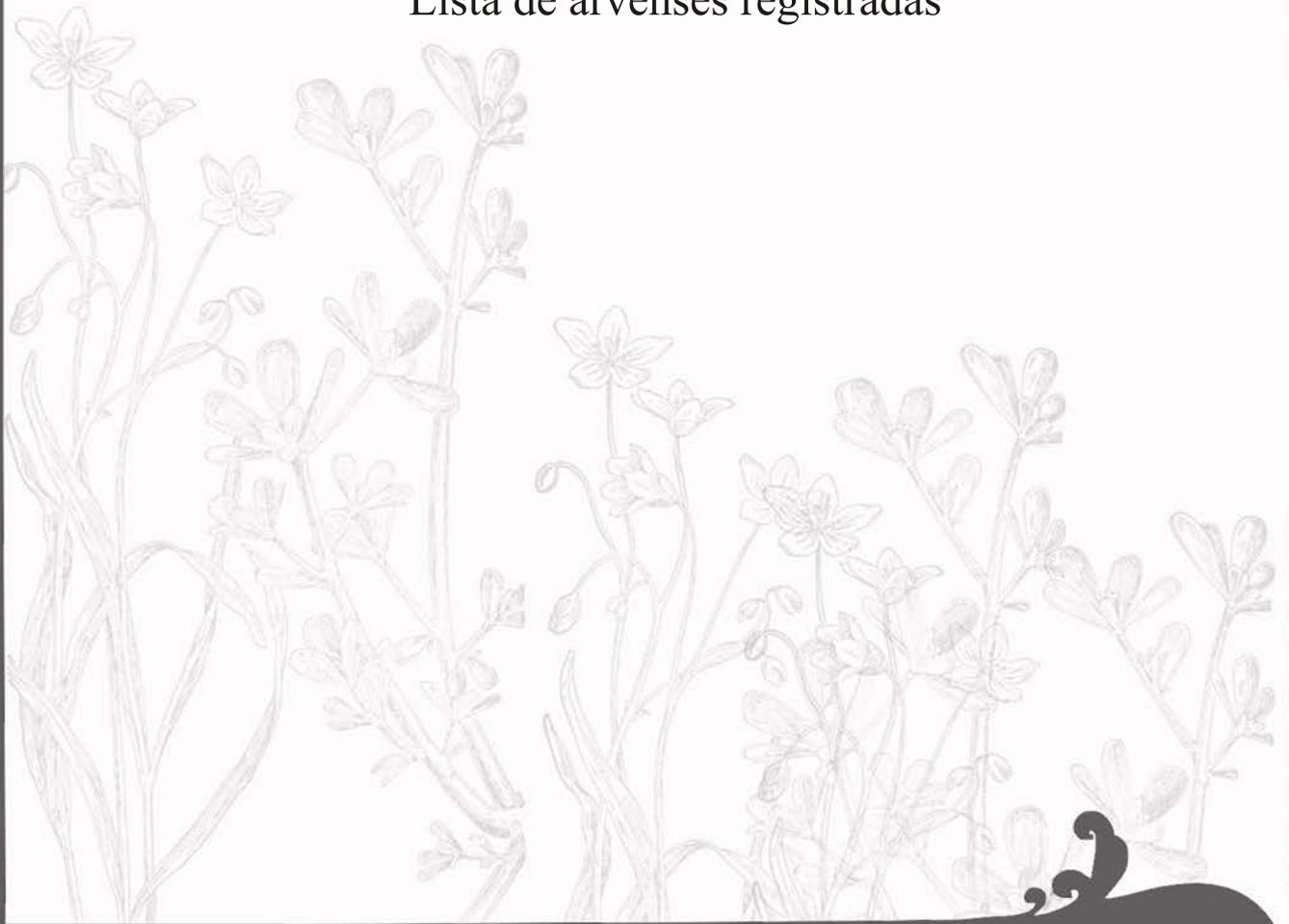
- Construir tramas tróficas, incluyendo la vegetación espontánea intra y extracultivo (bordes) y al resto de la artropodofauna, tanto epigea como epífita, presente en estos agroecosistemas.

- Estudiar la existencia de asociaciones interespecíficas entre la vegetación espontánea y la coleopteroфаuna.

- Evaluar la mortalidad natural que pueden infligir algunos de los depredadores y parasitoides hallados.
- Profundizar el estudio de los componentes de la dieta de aquellas especies más relevantes para cada grupo funcional.
- Evaluar la ecotoxicidad de algunos productos utilizados para el manejo sanitario en cultivos orgánicos del CFHP, como los extractos de *M. azederach* y tierra de diatomeas, sobre los principales grupos de coleópteros epigeos.
- Ampliar el enfoque del estudio hacia otros agroecosistemas en la región, ya sea sobre cultivos de lechuga y tomate con diferentes manejos (variedades, uso de insecticidas, labranzas, bajo invernáculo, etc.) como a otros cultivos hortícolas.

ANEXO I

Lista de arvenses registradas



Composición taxonómica de las arvenses encontradas

Se registró la presencia de 19 especies de arvenses intracultivo en los distintos sitios, tanto para aquellos con MC como con MO. Entre las familias registradas se pueden mencionar: Amaranthaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Poaceae y Portulacaceae.

Tabla I.1. Lista de arvenses registradas, durante todo el período de estudio, en cultivos de lechuga (L) y tomate (T) del CFHP.

Familia	Especie	Nombre Vulgar	L	T	Figura
Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>	Bledo, yuyo colorado	X	X	1.b
Asteraceae	<i>Anthemis cotula</i>	Manzanilla cimarrona	X		1.l
	<i>Cichorium intybus</i>	Achicoria común	X		1.d
	<i>Galinsoga parviflora</i>	Albahaca silvestre	X	X	1.j,f
Brassicaceae	<i>Coronopus didymus</i>	Mastuerzo	X		1.o
	<i>Rorippa sp.</i>	Berro cimarrón	X		1.c
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i>	Capiquí	X		1.c
Convolvulaceae	<i>Convolvus arvensis</i>	Correhuela	X	X	1.i, h
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	Quínoa	X		1.b
Lamiaceae	<i>Lamium aplexicaule</i>	Ortiga mansa	X		1.c
Poaceae	<i>Echinochloa sp.</i>	Capín	X	X	1.5g
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Pata de gallina, pasto cuaresma		X	1.m
	<i>Eleusine indica</i>	Gramma carraspera, Pata de Ganso		X	1.m
	<i>Lolium multiflorum</i>	Ray grass	X		1.k
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca	X	X	1.k
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	X	X	1.e,j,n
Scrophulariaceae	<i>Veronica persica</i>	Canchalagua	X		1.c
Urticaceae	<i>Urtica urens</i>	Ortiga	X		1.o



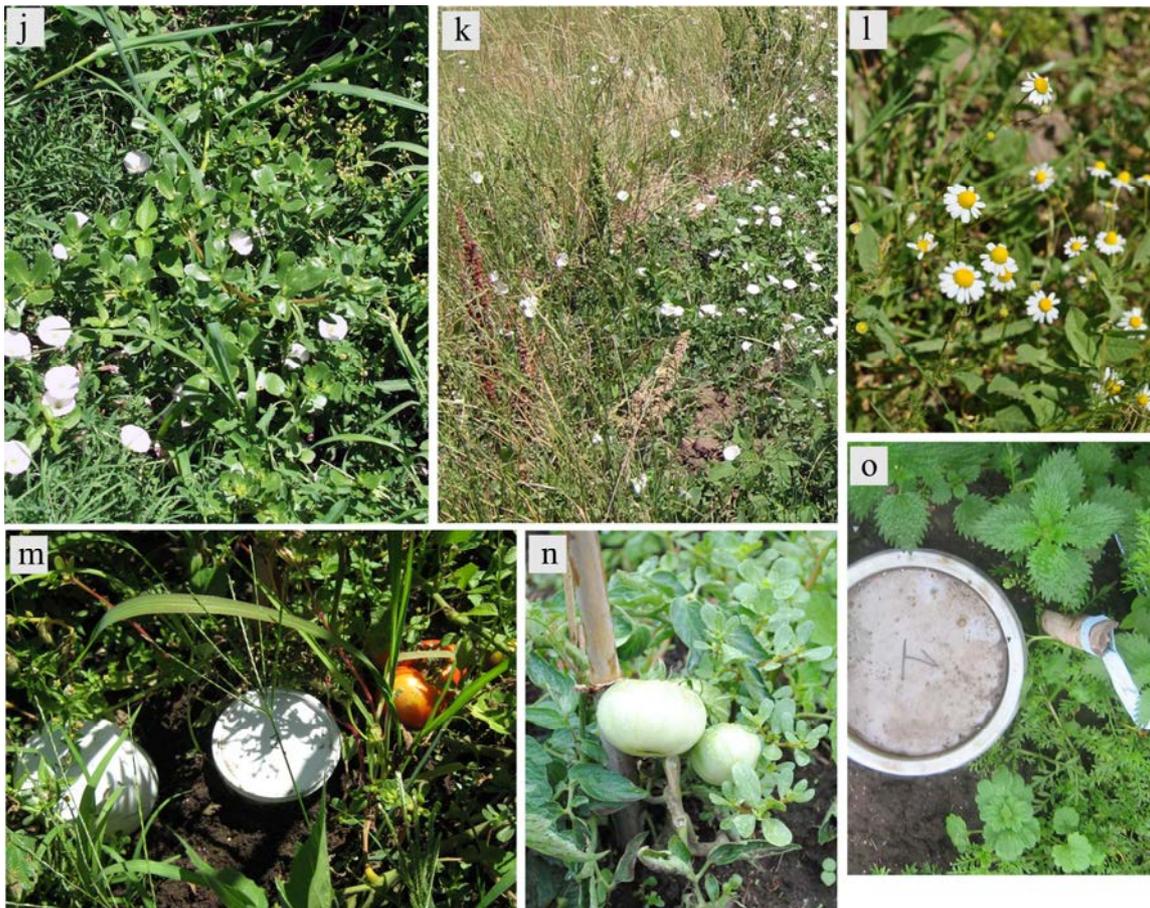


Figura I.1. Fotografías de arvenses encontradas en los distintos sitios de estudio (referencias en Tabla I.1).

ANEXO II

Diagnosis de las familias registradas



A continuación se presenta una breve diagnosis de cada una de las familias registradas durante todo el período de estudio (Richards & Davies 1984; Borror *et al.* 1989; Britton & Mackerras 1991; Arnett & Thomas 2001; Arnett *et al.* 2002)

Suborden Adephaga

Familia **CARABIDAE** (Ground beetles)

Insectos de 20.5 a 30mm, cuerpo de coloración oscura, en algunas especies con un patrón de dos colores, en ocasiones con brillo metálico. Cuerpo usualmente glabro. Cabeza prognata, relativamente grande, más angosta que el protórax, ojos compuestos bien desarrollados, antenas filiformes, aparato bucal con mandíbulas fuertes. Protórax marginado y separado del resto del cuerpo por un estrechamiento bien marcado. Élitros frecuentemente estriados, separado por hileras de puntos, en numerosas especies los élitros están firmemente soldados entre sí y las alas, a menudo atrofiadas. Las patas son finas, adaptadas para correr, o cortas utilizadas para cavar, fórmula tarsal 5-5-5.



Biología: Larvas y adultos son depredadores, especialmente las primeras, algunos pocos atacan frutos y semillas. Las larvas pueden ser subterráneas. Son en general de hábitos terrestres, pueden hallarse en el suelo, bajo piedras, en musgo y madera en putrefacción. Hay también formas arbóreas, termitófilas y mirmecófilas.

Suborden Polyphaga

Serie Staphyliformia

Familia **HISTERIDAE** (Hister beetles)

Insectos de 0.5 a 20mm (usualmente de 1.5 a 2.0 mm), cuerpo brillante y glabro, negros o de coloración metálica, raramente castaños; algunas especies mirmecófilas poseen parches de pelos. Cuerpo



normalmente oval a oblongo, fuertemente convexo, en ocasiones alargado y cilíndrico o aplanado. Cabeza usualmente escondida bajo el protórax, antenas de 10 o 11 artejos, cortas, geniculadas, con una clava constituida por los tres antenitos apicales. Superficie ventral del protórax excavada, aloja las patas anteriores y, a menudo a las antenas. Élitros estriados, cortos y truncados, usualmente dejan expuestos los dos o tres segmentos apicales del abdomen. Patas con tibias anteriores a menudo espinosas, formula tarsal 5-5-4. Abdomen con seis esternitos visibles.

Biología: Larvas y adultos son depredadores de otros insectos, especialmente de larvas de cuerpo blando y huevos de moscas. La mayoría están asociados a materia orgánica, plantas en descomposición, estiércol y hongos. Otros viven en cuevas de animales, nidos de hormigas, debajo de cortezas o en las galerías realizadas por coleópteros de la madera. Algunos atacan productos almacenados en los cuales se alimentan de otros insectos.

Familia **STAPHYLINIDAE** (Rove beetles)

Insectos de 0.5 a 50mm (usualmente de 1 a 2.0 mm), cuerpo brillante, glabro o setoso, de color negro a castaño, en ocasiones presentan colores brillantes. Cuerpo normalmente alargado, fuertemente aplanado, en ocasiones con forma de cuña. Antenas de 10 o 11 antenitos, filiformes o terminadas en maza de uno a seis artejos. Élitros cortos y truncados, usualmente dejando expuestos los cinco o seis segmentos apicales del abdomen. Fórmula tarsal 5-5-5, aunque en Pselaphinae es 3-3-3- y puede variar en otros grupos (4-5-5, 4-4-4, 4-4-5). Abdomen, en la mayoría de las especies, es flexible dorso-ventralmente, a menudo curvado hacia arriba.



Biología: se encuentran en una gran variedad de hábitats, pero más frecuentemente asociados a materia orgánica en descomposición, en particular excrementos o carroña. También se los puede encontrar bajo piedras, en las orillas de arroyos o cuerpos de agua, asociados a los hongos y la hojarasca, o en los nidos de aves, mamíferos, hormigas o termitas. Son insectos muy activos que corren y vuelan rápidamente. La mayoría de las especies son depredadoras, aunque existen especies parasitoides y

algunas fungívoras. Las larvas son campodeiformes, depredadoras y viven en hábitats similares a los del adulto.

Familia **SCYDMAENIDAE** (**Antlike stone beetles**)

Insectos de 0.5 a 7mm (usualmente de 1 a 3 mm), cuerpo alargado, similar a hormigas, castaños, negros y a menudo rojizos, usualmente brillantes y densamente setosos. Cabeza a menudo muy angosta posteriormente, formando un cuello, antenas de 11 artejos, usualmente largas, setosas, terminadas en una clava formada por los tres a cinco artejos terminales, palpos maxilares con el penúltimo artejo más desarrollado que los los restantes. Protórax oval, a menudo con depresiones o un surco transversal a lo largo del margen posterior, con una constricción marcada entre protórax y élitros. Élitros usualmente cubriendo el abdomen, su forma varía, ovals y convexos a rectangulares y aplanados, alas posteriores bien desarrolladas o ausentes. Patas con fémures ensanchados; formula tarsal 5-5-5. Abdomen con seis esternitos visibles.



Biología: de hábitos nocturnos, viven escondidos en lugares húmedos, principalmente, en el musgo, bajo la corteza de los árboles, hojarasca o en nidos de hormigas. Algunas especies son depredadoras de ácaros oribátidos o viven en hormigueros y termiteros.

Serie Scarabaeiformia

Familia **SCARABAEIDAE** (**Scarab beteles**)

Insectos de moderado a gran tamaño (2- 60 mm), robustos, de cuerpo oblongo a oval, moderadamente convexos, en ocasiones de colores brillantes o metálicos. Cabeza débilmente hipognata, los machos no presentan las mandíbulas especialmente desarrolladas, antenas de 8-10 artejos, los tres últimos unidos o separados, formando una clava de forma ovalada o alargada, característica de



esta familia. Protórax de forma variable, puede presentar cuernos, tubérculos, escutelo expuesto o no. Élitros convexos o deprimidos, en ocasiones no cubren completamente el abdomen, disco en ocasiones con estrías. Tibias de las patas anteriores dentadas o aserradas en el margen externo, ápice con una o dos espinas, fórmula tarsal 5-5-5.

Biología: los adultos son excepcionalmente variables en apariencia y hábitos. Son generalmente coprófagos o geófagos, incluso puede haber formas fitófagas o rizófagas. Se alimentan de estiércol, vegetación, polen, frutos, hongos, compost o raíces. Larvas subterráneas, típicamente en forma de C.

Serie Elateriformia

Familia SCIRTIDAE (Marsh beetles)

Insectos de 1,5 a 12mm (usualmente de 2 a 8 mm), cuerpo redondeado a oblongo, algo deprimidos, coloración amarillo a negro con manchas rojas o naranjas. Cabeza angosta con un surco recto debajo de los ojos, el cual se fija contra las coxas anteriores cuando la cabeza se flexiona, antenas de 10 a 11 antenitos, usualmente filiformes. Pronoto corto y transverso, normalmente ocultando la cabeza. Élitros a menudo con costillas Tibias con dientes externos y tarsos 5-5-5, algunas especies presentan los fémures posteriores ensanchados.

Biología: larvas y adultos viven cerca del agua, usualmente en la vegetación, debajo de piedras, o asociadas a madera en descomposición. Algunas especies son saltadoras activas. La mayoría de las larvas son acuáticas, habitan arroyos, lagunas, manantiales, huecos de árboles, madera húmeda y mantillo. Poseen piezas bucales filtradoras y son consideradas detritívoras.

Family **ELATERIDAE** (Click beetles)

Insectos de 1,5 a 45 mm (usualmente de 3 a 50 mm), de cuerpo alargado, delgado, generalmente de lados casi paralelos o con los élitros acuminados en el ápice. Coloración castaña, negra y en ocasiones manchas claras, algunos con brillo metálico. Antenas aserradas dispuestas muy próximas a los ojos. Pronoto amplio, ángulos posteriores agudos, frecuentemente con dos manchas ocelares (órganos luminiscentes), proesterno con una apófisis que se aloja en un surco metaesternal (órgano de salto). Fórmula tarsal 5-5-5.



1mm

Biología: se caracterizan por poder arquearse y saltar gracias a la flexibilidad de la unión entre el protórax y el mesotórax, y por la presencia de una espina del prosterno que encaja en una grieta del mesosterno. Los adultos son fitófagos y de vida corta. Las larvas presentan diferentes hábitos alimenticios: saprófagas, predatoras o fitófagas, en este caso se alimentan de raíces siendo algunos géneros perjudiciales para la agricultura, debido a que son extremadamente destructivas para pastos y cereales, entre otros. Hay géneros con larvas lignícolas o, xilófagas. .

Familia **LAMPYRIDAE** (Fireflies)

Insectos de 0,5 a 7mm (usualmente de 1 a 3 mm), cuerpo blando, aplanado, alargado, raramente ovales, el color varía de negro a castaño claro u oliva con manchas amarillas o rojas. Cabeza total o parcialmente cubierta por el pronoto, antenas relativamente cortas, filiformes o flabeladas, usualmente de 11 antenitos (en algunos varía de 8 a 13). Protórax amplio, aplanado y lateralmente expandido. Élitros blandos que cubren totalmente el abdomen. Existen hembras ápteras de cuerpo larviforme. Patas con fémures ensanchados, fórmula tarsal 5-5-5. En numerosas especies existen órganos luminiscentes en todos los estados del desarrollo de ambos sexos (en otras sólo las hembras los poseen). En los adultos se ubican en el 6° y 7° segmento abdominal del macho y en el 7° en la hembra. En las larvas, aplanadas y largas, se encuentran en el segmento 8°.



1mm

Biología: los órganos luminiscentes que poseen numerosas especies son utilizadas para atraer a sus parejas. El número, duración e intervalo entre los flashes, es importante para determinar especies y, en algunos casos, el único carácter para su identificación (*Photuris*). Cuando son atrapados o atacados, pueden exudar sustancias nocivas, especialmente de los élitros. En muchos casos, el adulto apenas se alimenta. Las larvas son subterráneas, depredadoras de otros insectos, gusanos, caracoles y babosas. Puede haber cierto grado de luminiscencia también en pupas.

Familia CANTHARIDAE (Soldier beetles)

Insectos de 1 a 28 mm (usualmente de 2 a 15 mm), cuerpo blando, flexible, alargado, poco esclerotizados, algo deprimidos, usualmente cubiertos con setas cortas y densas. La coloración varía de completamente castaños a negros, a menudo con el pronoto rojo o amarillo. Antenas de 10 a 11 artejos, ampliamente separadas entre sí. Patas largas y delgadas, fórmula tarsal 5-5-5. Élitros cortos, con las alas y el abdomen expuestos. Segmentos abdominales con poros laterales glandulares que secretan compuestos tóxicos defensivos.



Biología: los adultos son diurnos se encuentran en follaje y flores, la mayoría son predadores de otros insectos pero otros se alimentan de néctar, polen y hojas tiernas.. Como defensa frente a la depredación, desarrollaron coloración de advertencia y compuestos químicos. Las larvas tienden a vivir en el suelo, hojarasca y madera en descomposición. La mayoría son carnívoras, y se alimentan de fluidos de larvas de insectos y huevos. Sin embargo, algunos se alimentan de plantas. Poseen una cubierta de setas hidrófugas, lo que probablemente sea una adaptación a las zonas húmedas propensas a inundaciones.

Familia **NITIDULIDAE** (**Sap beetles**)

Insectos de 1,5 a 12mm, cuerpo generalmente alargado u ovalado, convexo a aplanado, glabro o cubierto con setas cortas y esparcidas. Coloración de castaño amarillento a negro, a menudo con manchas amarillentas o naranjas. Antenas de 11 artejos, los tres apicales forman una clava. Élitros usualmente sin estrías y a menudo cortos, dejando expuesto el extremo del abdomen (pocas especies poseen dos o tres tergos expuestos). Tibias a menudo expandidas y espinosas, fórmula tarsal 5-5-5 (raramente 4-4-4) el 4to artejo es a menudo muy pequeño, los artejos 1-3 son hinchados, Abdomen con manchas de setas en la superficie ventral.



Biología: la mayoría de las especies son saprófagas y fungívoras. Frecuentan plantas y árboles cuando fermenta la savia que exudan, así como también frutas en descomposición y ciertas clases de hongos. Algunos se hallan en flores y actúan como polinizadores. Otros viven en panales de abejas u hormigueros o asociados a la carroña. Las larvas de algunos géneros son depredadoras de escolítidos y coccinélidos.

Familia **SILVANIDAE** (**Silvan flat bark beetles**)

Insectos de pequeño a mediano tamaño, de 2 a 15 mm, cuerpo blando, alargado, de lados casi paralelos, algo deprimidos, cubiertos por setas decumbentes. Coloración castaña a negra. Cabeza fuertemente constreñida detrás de los ojos, antenas de 11 artejos, filiformes, en ocasiones terminadas en clava formada por los tres antenitos apicales, ó con un escapo alargado y sin clava determinada. Pronoto usualmente alargado, a menudo con los ángulos anteriores proyectados o con los márgenes laterales dentados. Élitros normalmente estriados. Fórmula tarsal 5-5-5, aunque el artejo 4 a menudo es pequeño, dando la impresión de tener fórmula 4-4-4.

Biología: se alimentan de hongos tanto larvas como adultos. La mayoría de las especies viven debajo de corteza de árboles o en la hojarasca. Algunas especies son plagas de productos almacenados.

Familia **CRYPTOPHAGIDAE (Silken fungus beetles)**

Insectos de 0,8 a 5mm (usualmente de 1 a 3 mm), cuerpo, alargado, oval, convexo o algo aplanado, frecuentemente cubierto por setas sedosas. La mayoría de las especies de color castaño amarillento, castaño rojizo u oscuro, algunos son de dos colores. Antenas de 11 artejos, los tres apicales formando una clava, base de las antenas visibles desde arriba, muy próximas entre sí y, en algunos casos, ampliamente separadas. Protórax cuadrangular o redondeado, márgenes laterales carenados y en algunos casos aserrados, a menudo con depresiones en la región basal. Élitros punteados pero no arreglados en estrías, la mitad basal de lados paralelos o arqueados. Fórmula tarsal 5-5-5 (5-5-4 en machos). Abdomen con cinco esternitos visibles, el primero más largo que los restantes reunidos.

Biología: se alimentan de hongos, hojarasca, madera y vegetación en descomposición, otros de hongos presentes en nidos de aves, mamíferos e insectos o en productos almacenados.

Familia **COCCINELLIDAE (Lady beetles, Ladybird beetles)**

Insectos de 0,8 a 18 mm (usualmente de 1 a 3 mm), cuerpo alargado, oval o de contorno hemisférico, fuertemente convexos dorsalmente y planos ventralmente. La coloración varía de castaño pálido o negro, amarillo a azul metálico, en ocasiones con manchas en color contrastante. Cabeza parcial a totalmente oculta desde la superficie dorsal, antenas cortas, de 8 a 11 artejos, con una clava débilmente marcada de uno a seis antenitos. Élitros normalmente redondeados y punteados, nunca estriados, fórmula tarsal 4-4-4, aunque en apariencia parecen pseudotrímeros (el 3º reducido y oculto por el 2º, fuertemente bilobado). Abdomen con cinco esternitos visibles, el primero más largo que los restantes reunidos. Larvas aplanadas, alargadas y fusiformes a ampliamente ovales, con patas delgadas y cuerpo a menudo coloreado de amarillo, negro o rojo, pueden ser desnudas, con espinas simples o ramificadas.



Biología: Constituyen dos grupos distintos: los depredadores, que son la mayoría, en los que larvas y adultos se alimentan de cochinillas, pulgones, insectos pequeños y ácaros, en los Epilachninae larvas y adultos son fitófagos y un tercer grupo fungívoros.

Familia **CORYLOPHIDAE** (Minute fungus beetles)

Insectos de 0,5 a 22 mm, de forma muy variable, la mayoría ovals, moderado a fuertemente convexos, algunos alargados y oblongos, glabros a ligeramente setosos. La coloración varía de castaño amarillento a castaño rojizo o negro, a menudo brillantes, veces con áreas más pálidas. Cabeza a menudo oculta por el pronoto expandido, antenas de 9 a 11 artejos, los tres apicales constituyen una clava. Élitros redondeados o truncados apicalmente, a menudo el extremo del abdomen expuesto. Fórmula tarsal 4-4-4, los tarsitos 1-2 largos, el 3 pequeño y el 4 delgado.

Biología: tanto larvas como adultos se encuentran asociados a material vegetal en descomposición y detritos, donde se alimentan de esporas de hongos.

Familia **LATHRIDIIDAE** (Minute brown scavenger beetles)

Insectos de cuerpo pequeño, de 1 a 3mm, alargado-oval, superficie glabra o moderadamente setosa, a veces cubierta de exudados, lisa y punteada o con crestas, protuberancias y depresiones. Coloración varía de castaño a castaño rojizo, en ocasiones negros. Antenas de 10 a 11 antenitos, con una clava marcada de dos a tres artejos apicales. Pronoto generalmente más angosto que la base de los élitros, superficie punteada o con costillas y/o depresiones, bordes laterales lisos o finamente dentados. Élitros usualmente estriados. Fórmula tarsal 3-3-3.



Biología: larvas y adultos se alimentan hongos. Generalmente viven asociados a moho, restos vegetales, madera en descomposición, troncos, musgo. Algunas especies están asociadas con moho en productos almacenados.

Familia TENEBRIONIDAE (Darling beetles)

Insectos de 1 a 80 mm, cuerpo alargado, difíciles de caracterizar por su gran diversidad, usualmente el cuerpo es fuertemente esclerotizado, prácticamente todos los miembros son de colores oscuros, tegumento en general opaco, raramente metálicos. Cabeza pequeña, antenas de 11 artejos, generalmente más cortas que la cabeza y protórax reunidos, filiformes, moniliformes o en clava. Surgen debajo de una expansión lateral de la frente, que a menudo divide los ojos en partes superior e inferior. Pronoto y élitros con diversas escultraciones. Élitros fuertemente convexos, glabros, soldados entre sí y al abdomen, alas posteriores escasamente desarrolladas o ausentes. Fórmula tarsal 5-5-4, raramente 4-4-4 ó 3-3-3, 5-5-5. Abdomen con cinco esternitos visibles, los tres primeros soldados entre sí.

Biología: son especialmente diversos en regiones áridas y praderas donde se encuentran asociados con el suelo y arena, en muchos viven bajo troncos, mantillo, hongos, y en nidos de insectos, aves o mamíferos. Numerosas especies se encuentran asociados a materia animal muerta o en excrementos. Casi todos son incapaces de volar. Poseen olor desagradable. Larvas subterráneas, bien esclerotizadas, con urogonfis. Tanto larvas como adultos se alimentan de hongos, materia vegetal o animal en descomposición y algunos constituyen serias plagas de productos almacenados especialmente cereales y sus derivados. Hay otras especies que presentan hábitos xilófago, saprófago, omnívoro o depredador.

Familia MELOIDAE (Blister beetles)

Insectos de tamaño mediano, de 1 a 50 mm, la mayoría con cuerpo alargado, blando, moderadamente convexo, cubierto por setas cortas, finas y esparcidas (en el género *Epicauta* son densas cubriendo el tegumento). La coloración varía de negro, negro y rojo, verde o violeta metálico. Cabeza amplia, inclinada, casi siempre más ancha que el pronoto y constreñida por detrás formando un “cuello”, en algunas especies la maxila forma un tubo largo adaptado a la succión de néctar, antenas de 11 artejos, filiformes o moniliformes, en ocasiones los machos poseen los antenitos



medianos más desarrollados. Pronoto delgado, sin carenas laterales. Élitros más amplios que el protórax, en ocasiones cortos dejando expuesto el extremo del abdomen. Patas delgadas, fórmula tarsal 5-5-4.

Biología: presentan hipermetamorfosis, las larvas son insectívoras, atacando principalmente cápsulas de huevos de ortópteros, principalmente langostas y tucuras, aunque devoran cualquier otro huevo de insecto o pequeñas pupas inmóviles que se encuentren en el suelo. Los adultos en cambio se alimentan de flores y hojas, muchas veces asociados a solanáceas (papa, tomate, pimiento).

Familia ANTHICIDAE (Ant-like flower beetles)

Insectos de 1,7 a 12 mm, semejantes a hormigas, cuerpo alargado, convexo, con élitros oblongo-ovales, mucho más anchos que la cabeza y el protórax. Superficie cubierta por setas decumbentes y otras erectas. Coloración castaña a negra, castaña



amarillenta, en ocasiones con bandas o manchas de coloración contrastante. Cabeza inclinada y fuertemente constreñida por detrás formando un cuello, antenas de 11 artejos, filiformes y en ocasiones levemente clavadas. Pronoto oval o cuadrangular, usualmente más ancho en la mitad anterior y sin carenas laterales, muchas especies presentan un cuerno pronotal que se extiende sobre la cabeza. Élitros alargados, márgenes laterales casi paralelos. Fórmula tarsal 5-5-4, el penúltimo segmento bilobado.

Biología: los adultos viven asociados a detritos, debajo de la hojarasca o en las flores y el follaje. Algunos se encuentran en zonas áridas. Las larvas viven en el suelo y vegetación en descomposición. Son cavadores y depredadores oportunistas de pequeños invertebrados, otros se alimentan de hongos o exudados de plantas. Algunas especies pueden estar asociadas con ciertas hormigas.

Familia **MYCETOPHAGIDAE** (Hairy fungus beetles)

Insectos de 1,5 a 6,5 mm, cuerpo oblongo a oval, algo deprimido, setoso. La coloración varía de castaña a negra, en ocasiones con manchas rojizas. Cabeza corta, débilmente inclinada, ojos grandes, antenas de 11 artejos, en algunas especies del 7 a 11 antenitos alargados, o con los 2-3 apicales constituyendo una clava. Pronoto más ancho que la cabeza, ensanchado posteriormente. Élitros cubriendo el abdomen, con estrías e intervalos rugosos. Patas con fémures ensanchados, tibias con espinas apicales delgadas, fórmula tarsal 4-4-4 ó 3-4-4, los tarsitos 1 y 4 los más largos, uñas simples.



Biología: larvas y adultos se alimentan de hongos y están comúnmente debajo de la corteza troncos en descomposición, hongos y moho.

Familia **CHRYSOMELIDAE** (Leaf beetles)

Insectos de 1,2 a 32 mm (normalmente entre 1,8-16 mm). Forma del cuerpo altamente variable, hemi-esféricos, alargados u ovals, generalmente glabro, aunque hay ornamentados y otros con pilosidad fina y uniforme. Coloración muy variada, en general son de colores vivos y muchas veces metálicos. Área frontal de la cabeza frecuentemente con una carena media, antenas con 9-11 artejos, filiformes, moniliformes, serriformes, pectiniformes o claviformes, las inserciones antenales expuestas o cubiertas. En ocasiones hay dimorfismo sexual entre machos y hembras, siendo en los primeros ensanchados en algunos de sus artejos y presentando éstas concavidades en sólo uno de los sexos. Patas medianas, caminadoras, siendo el tercer par el que ofrece mayor variación (robustas, curvadas, saltadoras, etc.). Élitros bien desarrollados y cubriendo completamente el cuerpo, muy raramente reducidos y dejando parte del abdomen al descubierto, alas bien desarrolladas o, en ocasiones, vestigiales. Fórmula tarsal 5-5-5 pero con tarsómero 4 reducido y tapado en la base de los lóbulos del 3 (seudotetrámeros) ó 4-4-4. El 5to con uñas simples, apendiculadas y bífidas.



Biología: tanto larvas como adultos son fitófagos, con algunas excepciones: larvas depredadoras de huevos de hormigas o propios (en Clytrinos y algunos Chrysomelinae), y coprofagia (en adultos de Lamprosomatines). Las larvas, varían en aspecto y hábitos alimentarios, son consumidoras libres de follaje, minadoras en hojas y otras consumen raíces o perforan tallos.. Se los encuentra en estado adulto sobre las plantas o refugiados bajo la corteza, las piedras y los troncos. Los adultos invernan sobre la hojarasca, y en primavera atacan las plantas y depositan los huevos en el suelo. Una vez nacidas las larvas, de tipo escarabeiformes, se entierran para alimentarse de las raíces finas de gramíneas y otras plantas. Debido a su régimen fitófago, numerosas especies son plaga para la agricultura (*Diabrotica*, *Acalymma*, *Colaspis*) mientras que otras son utilizadas para el control biológico de malezas.

Familia **CURCULIONIDAE** (Snout beetles)

Insectos de 0,80 a 40 mm de largo (excluyendo el rostro), cuerpo de forma variable pero usualmente de moderada a fuertemente convexa, fuertemente esclerotizados y a menudo cubiertos por escamas, en ocasiones de colores metálicos. Cabeza generalmente prolongada en rostro de longitud variable, aunque puede ser



reducido o ausente en algunos grupos. Labro no visible y palpos reducidos e inmóviles. Antenas geniculadas con 7 a 11 segmentos y una maza de 1 a 4 segmentos. Inserciones antenales expuestas o cubiertas. Élitros con espinas o puntos más o menos marcados, las alas pueden faltar, en este caso los élitros están soldados. Patas con trocánteres muy alargados, fórmula tarsal 5-5-5 ó 5-5-5 pero con tarsómero 4 reducido y oculto entre los lóbulos del 3 (pseudotetrámero). Abdomen con 5 ó raramente 6 esternitos visibles.

Biología: larvas y adultos se alimentan de materia vegetal, tanto viva como muerta. Algunas especies son serias plagas en cultivos o en granos almacenados, mientras que otros son útiles en control biológico de malezas o en polinización. Las posturas son en la tierra, grietas o endofíticas. Larvas en forma de C, débilmente esclerotizadas, ápodas, con la cabeza bien esclerotizada, son las que causan más daños, la mayoría se alimentan

de raíces. Hay especies comensales, mirmecófilas y termitófilas. Algunos géneros son acuáticos y sus larvas viven en las partes sumergidas de las plantas.

ANEXO III

Particularidades de los taxones dominantes



Curculionidae

Particularidades de los taxones dominantes de curculiónidos registrados durante todo el período de estudio (Da Costa Lima 1956; Lanteri *et al.* 2002; Novo *et al.* 2002; Bentancourt & Scatoni 2010):

Ceutorhynchinae: Gorgojos de tamaño pequeño a mediano, generalmente menores a 10 mm. Cabeza subsférica, ojos subcirculares y rostro largo, sin setas o con setas escasas. Las larvas son endofíticas y se desarrollan generalmente en flores y frutos de numerosas familias de dicotiledóneas, mientras que otras son minadoras de hojas.

Tribu Ceutorhynchini: viven en asociación con dicotiledóneas (Fabaceae, Brassicaceae, Cucurbitaceae, Apiaceae, etc.) y monocotiledóneas (Liliaceae). Algunas especies son frecuentes en hábitats disturbados donde crecen “malezas”. En general las larvas se alimentan en el cuello de las raíces o tallos de sus plantas hospederas.

Baridinae: Gorgojos de tamaño pequeño (2,5 a 5 mm) y rostro largo. Mesepímeros ascendentes y truncados hacia el área humeral de los élitros, de modo que resultan generalmente visibles dorsalmente, en el ángulo entre el pronoto y los élitros. Tibias uncinadas. Las larvas son endofíticas y se desarrollan en inflorescencias, frutos o tejido interno de tallos y ramificaciones. En América del Sur, se han encontrado asociados con monocotiledóneas (Bromeliaceae, Cyperaceae, Orchidaceae y Poaceae, entre otras) y dicotiledóneas (Brassicaceae, Convolvulaceae, Fabaceae y Malpighiaceae, etc.).

Cryptorhynchinae: comprende gorgojos de tamaño pequeño a mediano (3 a 10 mm). Cabeza con rostro moderadamente largo, presentan un surco prosternal con un receptáculo mesosternal, donde se ubica el rostro en reposo. Larvas de vida endofítica, se desarrollan en tejidos vivos, decayentes o muertos, de plantas dicotiledóneas, tanto herbáceas como leñosas, otros se encuentran dentro de los frutos, alimentándose de la pulpa o las semillas,

y también en tallos o raíces, cavando galerías. Entre las familias de dicotiledóneas con que se asocian más frecuentemente cabe citar Solanaceae, Malvaceae, Fabaceae, Nothofagaceae y Lauraceae. Incluye, entre otros a *Phyrdenus muriceus* (gorgojo del tomate y la papa) y *Listroderes costirostris* (capachito de la lechuga).

Phyrdenus muriceus: el adulto mide de 5 a 8 mm de largo. El cuerpo es robusto, de color pardo terroso densamente cubierto de escamas. Protórax, que cubre parcialmente la



cabeza, más estrecho que los élitros, con seis tubérculos en el dorso. Elitros presentan ángulos humerales muy marcados, superficie rugosa, con una depresión en el extremo posterior. Se distribuye en toda América, en la Argentina se citan para el centro y norte del país. Se asocia a tanto a solanáceas cultivadas como *Solanum tuberosum* (papa), *S. melongena* (berenjena) y *Lycopersicum esculentum* (tomate), como a silvestres. Las hembras depositan los huevos en forma aislada principalmente en el brote y tercio superior de las plantas. La larva se desarrolla en las raíces y los pecíolos, produciendo galerías en el mesófilo. Normalmente no llega a constituir un problema, sin embargo, bajo ciertas condiciones se dan ataques importantes. El estado pupal ocurre en el suelo, y dura de 14 a 18 días. Los adultos provocan daños menores consistentes en pequeñas perforaciones en las hojas y, raramente, en los frutos.

Carabidae

Particularidades de las especies dominantes de carábidos registradas durante todo el período de estudio (Bentancourt & Scatoni 2001; Marasas 2002; Cicchino *et al.* 2003; Cicchino & Farina 2007; Paleologos 2012):

Scarites (Scarites) anthracinus: especie grande (entre 18 y 25 mm), cuerpo cilíndrico, coloración negra- lustrosa. Fundamentalmente fosora, con las tibias de las patas desarrolladas en dígitos externos aptos para cavar. Son voraces depredadores, con gran desarrollo mandibular; muestran una acusada preferencia por larvas de cuerpo blando, como orugas de lepidópteros. Mesófilas, requieren sitios estables para la formación de sus galerías y ambientes con poca cobertura vegetal para su desplazamiento, por lo que son muy abundantes en sitios abiertos y pastizales. Comunes en agroecosistemas así también como en ambientes urbanos. Se distribuye desde el sudeste de Brasil hasta la provincia de Neuquén. Fenología: es una especie hibernante, permaneciendo quiescente durante el período invernal en túneles o galerías. Se encuentra activa entre agosto y comienzos de mayo.



Pachymorphus striatulus: especie grande, alada, de tamaño muy variable (9 a 19 mm), coloración negro brillante con reflejos verdes bronceados en los élitros. Cursor superficial y depredadora inespecífica de tamaño grande. Se alimenta en general de larvas de lepidópteros, curculiónidos y otros insectos de suelo. Mesófilas con preferencia por sitios húmedos, y amplia distribución. Frecuente en agroecosistemas, sitios abiertos y ambientes antropizados. Se encuentra desde el sur de Brasil hasta Río Negro. Fenología: está presente durante todo el año, aunque muestra acusadas diferencias estacionales, con mayor densidad-actividad durante fines del otoño hasta la primavera tardía inclusive.



Parypathes (Paranortes) cordicollis: especie de tamaño variable, mediana a grande (11-22 mm), cuerpo deprimido, coloración negra lustrosa. Predadoras inespecíficas. Hábitos cursores superficiales, veloces en sus desplazamientos, aunque con algunas



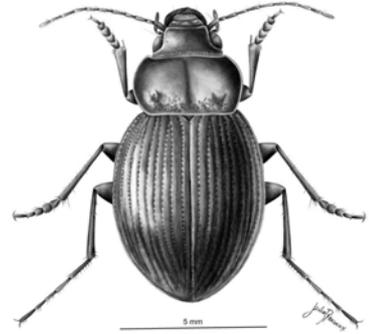
limitaciones en cuanto a la calidad de la superficie en la cual se desplaza, la cual no debe ser muy densa. Mesófilas. Muy abundante en los agroecosistemas de la región pampeana, incluso en las primeras etapas de los cultivos, y en parches verdes urbanos. Tiene una amplia distribución, desde el sur de Brasil hasta Río Negro, aunque está ausente en las regiones más xéricas de nuestro país. Fenología: mayor actividad en los meses fríos de otoño e invierno, aunque se la encuentra en menor número todo el año.

Parypathes (Argutoridius) bonariensis: especie pequeña (7,5 mm). Cursoras superficiales, patas largas. Predadora. Preferencia por sitios abiertos o cerrados, son muy abundantes en ambientes de suelos con importante tenor de materia orgánica y humedad (mesófilas). Se han adaptado a los terrenos modificados por acción antrópica, encontrándose en agroecosistemas y en ambientes urbanos. Amplia distribución en la Argentina y el occidente de Uruguay. Fenología: se encuentre presente durante todo el año, disminuyendo su actividad durante el verano.



Notiobia (Anisotarsus) cupripennis: especie de tamaño grande (entre 18 y 20 mm), robusta, coloración metálica tornasolada. Cavadora de cuevas y galerías. Seminívora. Mesófila. Fenología: hibernante; principal período de actividad: noviembre a marzo.

Rhytidognathus platensis: nueva especie descrita junto al Dr. Roig-Juñent. Especie de tamaño mediana (10,3 mm), cuerpo redondeado, deprimido, de coloración negra lustrosa. Se encuentra asociada a los bordes de vegetación semi-natural adyacentes a los cultivos, moviéndose entre parches cultivados y no cultivados (Roig-Juñent & Rouaux 2012). Citada para la Argentina en Buenos Aires: San Isidro (Tremoleras 1931) y Lisandro Olmos (La Plata) y Entre Ríos. Fenología: en este estudio se registró para la temporada de Otoño-Invierno.



Staphylinidae

Particularidades de los taxones dominantes de estafilínidos registrados durante todo el período de estudio (Maus *et al.* 1998; Gamarra & Outerelo 2005; Caron *et al.* 2008; Chani Posse & Scheibler 2013):

Aleocharinae: constituyen un grupo muy uniforme morfológicamente. Comprende especies de muy pequeño tamaño (1-9 mm) con comportamientos predominantemente edáficos y depredadores que colonizan gran diversidad de hábitats, donde incluso pueden llegar a ser altamente especializados.

Aleochara Gravenhorst, 1802: los adultos y larvas se encuentran asociados a hábitats infestados con moscas, como estiércol, carroña, materia orgánica en descomposición y hongos. Los adultos se alimentan de huevos, larvas y pupas de Diptera (Cyclorrapha), y las larvas son parasitoides de sus pupas. Según la especie, pueden especializarse en un único hospedador, ser más generalistas o, incluso, ser ampliamente polífagas. El hábito parasitoide de las larvas y su hábito de predador activo, hace que las especies de este género se consideren de importancia como reguladores naturales.

Oxytelinae: de tamaño pequeño a mediano (0,5 a 8,5 mm), la coloración dominante varía entre negro y parduzco, pero nunca llamativas. Adultos y larvas saprófagos, fungívoros o alguívoros. Numerosas especies son tolerantes a la polución orgánica, y otras pueden tolerar, en zonas antropizadas, un amplio espectro de salinidad, asociadas a cuerpos de agua permanentes o temporarios, con distinta cobertura de vegetación ribereña.

***Apocellus obscurus*:** se ha encontrado asociado tanto a la hojarasca en bosques, como en áreas abiertas, en estiércol y en musgos de áreas ribereñas. Se cita exclusivamente para la Argentina, existiendo escasa información sobre su biología.

Coccinellidae

A continuación se describen las particularidades de *Eriopis connexa*, única especie de Coccinellidae registrada durante el período de estudio (Montes, 1970; Sarmiento *et al.* 2007; Duarte Gómez & Zenner de Polanía 2006; Fogel 2012):

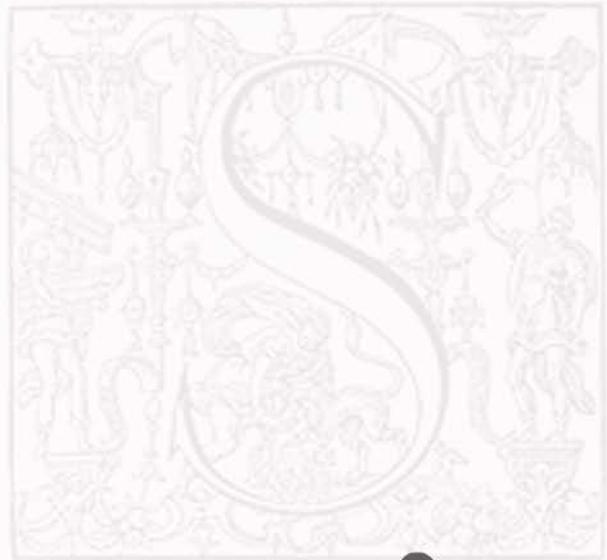
Eriopis connexa: especie de tamaño mediano (4,3 a 5,6 mm), cuerpo redondeado y convexo, coloración negra con manchas rojas y blancas. Cabeza prognata, más angosta que el tórax, antenas con 11 atajos pardos amarillentos. Es una especie originaria de los Andes Peruanos, desde donde se ha extendido a toda América del Sur. , encontrándose tanto en cultivos a campo como bajo cubierta. Tanto adultos como larvas, se consideran depredadores de un amplio rango de presas, incluyendo áfidos, cochinillas y ácaros fitófagos, aunque se citan también alimentos alternativos como polen, huevos de lepidópteros y otros insectos. Se ha observado, además, en ausencia de presas naturales, el canibalismo en la fase larvaria. Se los ha registrado asociados a diferentes cultivos (trigo, tabaco, tomate y otros cultivos hortícolas), así como a vegetación espontánea (Apiaceae, Fabaceae y Asteraceae, Crucifera y Asteraceae). Su amplia distribución, diversidad de hábitats, incluyendo la presencia espontánea en muchos agroecosistemas, y su amplio rango de presas, los convierte en potenciales agentes de control biológico, en numerosos cultivos.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

The collection of ornaments designed by Pierre van der Borcht is those of any other early printer. His artistic taste carried itself so far that he produced many ornaments of which he was, in fact, the designer and engraver. He also employed many artists including Godegroid Ballaing of Paris, who designed for him 21 Hebrew initials in 1664. Pierre van der Borcht designed an alphabet in 1571 and this was engraved by Antoine van Leest. An alphabet of Gothic initials with white ornaments on black was also used in the Psalterium of 1571. Three alphabets of different sizes, ornamented with natural flowers, were used in the Psalterium and in the Messe de la Hele.



From a series of eleven Plateric initials representing subjects in the Old and New Testaments, designed by Pierre van der Borcht and engraved by Antoine van Leest. They were used in the Messe de Georges.



- Acorn, J.H. & G.E. Ball. 1991. The mandibles of some adults ground beetles: structure, function and the evolution of herbivory (Coleoptera: Carabidae). *Canadian Journal of Zoology* Vol 69 (3): 638-650.
- Agosti, M. & R. Sciaky. 1998. Carabidocenosi dei vigneti: rapporti con le zone limitrofe ed evoluzione nel tempo. *Natura Bresciana, Annali del Museo Cívico di Scienze Naturali, Brescia* 31: 69-86.
- Ahumada, A.; Otero J. & J.J. Garat. 2011. *Las hortalizas típicas del Cinturón Verde de La Plata*. Publicación de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Grafikar Sociedad de Impresores, 71 pp.
- Alford, D.V. 1999. *A Textbook of Agricultural Entomology*. Blackwell Science. Oxford, 320 pp.
- Altieri, M.A. 1992. *Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas*. CETAL (Centro de Estudios de Tecnologías Apropriadas para América Latina y el Caribe). Chile, 162 pp.
- Altieri, M.A. 1994. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. Haworth Press, New York, 185 pp.
- Altieri, M.A. 2002. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93: 1-24.
- Altieri, M.A & C.I. Nicholls. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias, evaluación. *Ecosistemas* 16 (1): 3-12.
- Álvarez-Duarte, A. & J.I. Barrera-Cataño. 2007. Estudio comparativo del ensamblaje de coleópteros en diferentes áreas de la cantera Soratama, localidad de Usaquen, Bogotá. *Universitas Scientiarum. Revista de la Facultad de Ciencias*, Edición especial II, 12: 47-56.
- Amézquita, M.S.J.; Forsyth, A.; Lopera, T. A. & M.A. Camacho. 1999. Comparación de la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera:

- Scarabaeidae) en remanentes de bosque de la Orinoquia Colombiana. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 76: 113-126.
- Andow, D. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561-586.
- Argerich, C.A. & J.C. Gaviola. 2011. Manual de producción de semillas hortícolas. Tomate. INTA.
- Arnett, R.H. Jr. & M.C. Thomas (eds.). 2001. *American Beetles*, Volume 1: Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, DC, 443 pp.
- Arnett, R.H. Jr.; Thomas, M.C.; Skelley, P.E. & J.H. Frank (eds.). 2002. *American Beetles, Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., 861 pp.
- Artigas, J.N. 1994. *Entomología económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos)*. Vol. II. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 993 pp.
- Asteraki, E.J.; Hart, B.J.; Ings, T.C. & W.J. Manley. 2004. Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 102: 219-231.
- Baars, M.A. 1979. Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecologia* 41: 25-46.
- Badii, M.H.; Landeros, J. & E. Cerna. 2008. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. *International Journal of Good Conscience* 3(1): 632-660.
- Baloriani, G.; Paleologos, M.F.; Marasas, M.E. & S.J Sarandón. 2009. Abundancia y Riqueza de la Macrofauna Edáfica (Coleoptera y Araneae) en Invernáculos Convencionales y en Transición Agroecológica. Arana, Argentina. *En: VI Congreso*

- Brasileño de Agroecología y II Congreso latinoamericano de Agroecología*. Curitiba, Brasil. *Revista Brasileira de Agroecología* Vol. 4(2): 1733-1737.
- Barberena, M. & T. Aide. 2003. Species diversity and trophic composition of litter insects during plant secondary succession. *Caribbean Journal of Science* 39: 161-169.
- Barbetti, C. & X. Russo Guarnera. 2005. La actividad florícola en el área Los Porteños del Partido de La Plata (En línea). Trabajo presentado en VII Jornadas de Investigación del Centro de Investigaciones Geográficas y del Departamento de Geografía, 8 de noviembre de 2005, La Plata, Argentina.
- Baudino, E.; De la Nava, H.; Salazar Sarachini, J.; Gregoire, H. & O. Siliquini. 2007. Relevamiento de plagas y enemigos naturales en el cultivo de lechuga. Provincia de La Pampa (Argentina). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo* 39 (1): 101-105.
- Begon, M.; Harper, J.L. & C.R. Townsed. 1996. *Individuals, Populations and Communities*. Third edition. Blackwell Scientific Publications Ltd., 945 pp.
- Begon, M.; Harper, J.L & C.R. Townsend. 2006. *Ecology: From individuals to ecosystem*. Fourth edition. Blackwell Scientific Publications Ltd. Oxford, U.K., 738 pp.
- Belaousoff, S.; Kevan, P.; Murphy, S. & C. Swanton. 2003. Assessing tillage disturbance on assemblages of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) by using a range of ecological indices. *Biodiversity and Conservation*, 12: 851-882.
- Bentancourt, C.M. & I.B. Scatoni. 2001. *Enemigos naturales. Manual ilustrado para la agricultura y la forestación*. Ed. Agropecuaria Hemisferio Sur, Facultad de Agronomía, Montevideo, 169 pp.
- Beviacqua, J.E.; March, G.J.; Ornaghi, J.A.; Astorga, E.M. & E.M. Principi. 1984. Efectos de diferentes sistemas de labranza sobre las poblaciones de insectos en el cultivo de maíz (*Zea maiz* L.). *Gaceta Agronómica* 19: 285-294.

- Blaum, N.; Mosner, E.; Schawager, M. & F. Jeltsch. 2011. How functional is functional? Ecological groupings in terrestrial animal ecology: towards an animal functional type approach. *Biodiversity and Conservation* 20: 2333-2345.
- Blondel, J. 2003. Guilds or functional groups: does it matter? *Oikos* 100: 223-231.
- Bocero, S.L. 2002. Cultivos protegidos y problemas ambientales: el estudio de la horticultura marplatense en la década del noventa. Tesis de Maestría en Ciencias Sociales Orientación Desarrollo Rural, Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Argentina, 107 pp.
- Bohac, J. 1999. Staphylinidae beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 357-372.
- Boito, G.T.; Gerardo, U.A.; Giuggia, J.A.; Giovanini, D. & J.Á. Ornaghi. 2009. Uso de trampas "Barber" para determinar la diversidad de coleópteros epigeos asociados al cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo* 41 (1): 23-31.
- Borror, D.J.; Triplehorn, C.A. & N.F. Johnson. 1989. *An introduction to the study of insects*. Sixth Edition. Saunders College Publishing New York, 875 pp.
- Bosq, J.M. 1934. Primera lista de los coleópteros de la República Argentina, dañinos a la agricultura. *Ingeniería Agronómica*, Buenos Aires, pp: 311-346.
- Bosq, J.M. 1942. Segunda lista de los coleópteros de la República Argentina dañinos a la agricultura. *Ingeniería Agronómica*, Buenos Aires, Vol. IV (18-22), 80 pp.
- Bravo Nuñez, E. 1991. Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. *Hidrobiológica* 1 (1): 87-93.
- Briggs, J.B. 1965. Biology of some ground beetles (Col. Carabidae) injurious to strawberries. *Bulletin of Entomological Research* 66: 79-93.

- Britton, E. & I. Mackerras. 1991. *The Insects of Australia: A Textbook for Students and Research Workers*. New York. Melbourne University Press, Vol. II, pp. 543-638.
- Brown, G.; Fragoso C.; Barros I.; Rojas P.; Patron J.; Bueno J.; Moreno A.; Lavelle P.; Ordaz V. & C. Rodríguez. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s) 1: 79-110.
- Brown, G.G.; Pasini, A.; Benito, N.P.; de Aquino, A.M. & M.E.F. Correia. 2001. Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian no tillage agroecosystems: A preliminary analysis. Report presented in the *International Symposium on Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems*, Montreal, Canadá, 20 pp.
- Brown, J.; McCaffrey, J.P.; Brown, D.A.; Harmon, B.L. & J.B. Davis. 2004. Yield reduction in *Brassica napus*, *B. rapa*, *B. juncea*, and *Sinapis alba* caused by flea beetle (*Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae)) infestation in northern Idaho. *Journal of economic entomology* 97 (5): 1642-1647.
- Brown, V. & P. Hyman. 1986. Successional communities of plants and phytophagous Coleoptera. *The Journal of Ecology* 74: 963-975.
- Büchs, W.; Harenberg A.; Zimmermann J. & B. Weiß. 2003. Biodiversity, the ultimate agri-environmental indicator? Potential and limits for the application of faunistic elements as gradual indicators in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 99-123.
- Cabrera, A. & A. Willink. 1980. *Biogeografía de América Latina*. 2da. Edición corregida. Monografía 13. Serie Biología. Secretaría General de los Estados Americanos. Washington, D.C., USA, 120 pp.
- Cabrera, C.; Álvarez, H.A.C.; López, A.N. & A. Vincini. 1997. Una nueva plaga potencial de papa en Argentina, *Maecolaspis bridarollii* (Bechyné) (Coleoptera, Chrysomelidae, Eumolpinae). *Revista Latinoamericana de la Papa* 9/10: 188-199.

- Cabrera Walsh, G. 2005. Diabroticina (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae) de la Argentina y el cono Sur: una visión biogeográfica y evolutiva de su biología y la de sus enemigos naturales, en relación con la factibilidad del control biológico de las especies plagas. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Cameron, K.H. & S.R. Leather. 2012. How good are carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of invertebrate abundance and order richness? *Biodiversity and Conservation* 21: 763-779.
- Cañedo, V.; Alfaro, A.; J. Kroschel. 2011. Manejo integrado de plagas de insectos en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 48p.
- Cappello, V.Y. & N. Fortunato. 2008. Plaguicidas en el territorio bonaerense: información toxicológica, ecotoxicológica y comportamiento ambiental. Informe de la Dirección Provincial de Recursos Naturales, Programa de Gestión Ambiental en Agroecosistemas. Organismo Provincial para el Desarrollo Sustentable. 136 pp.
- Carmona, D. & D. Landis. 1999. Influence of refuge habitats and cover crops on seasonal activity-density of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in field crops. *Environmental Entomology* 28: 1145-1153.
- Carmona, D.M. & M.C. Tulli. 2006. "Babosas" en siembra directa: alternativas de control. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2006. *Revista Visión Rural*, año XIII N°63.
- Carmona, D.M.; Vincini, A.M.; Manetti, P.L.; López A.N. & Castillo. 2002. Densidad activa estacional de insectos plaga y predadores edáficos en agroecosistemas con siembra directa y agricultura convencional. *En: Resúmenes V Congreso Argentino de Entomología*. Buenos Aires, Argentina, pp: 245.

- Caron, E.; Mise, K.M. & J. Klimaszewski. 2008. *Aleochara pseudochrysorrhoea*, a new species from southern Brazil (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae), with a complete checklist of Neotropical species of the genus. *Revista Brasileira de Zoologia* 25 (4): 827-842.
- Castro, A.V.; Porrini, D.P.; & A.C. Cicchino. 2012. Ensamble peridomiciliario de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en un talar del sudeste bonaerense, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 71 (3-4): 231-247.
- Cepeda-Pizarro, J. 1989. Actividad temporal de tenebriónidos epigeos (Coleoptera) y su relación con la vegetación arbustiva en un ecosistema árido de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 62: 115-125.
- Cepeda-Pizarro, J.; González, C.A; Zuleta, C.R. & J. Pizarro-Araya. 2013. Comparación de la eficiencia de trampas Barber y Malaise para el estudio de la biodiversidad de Hexapoda de vegas altoandinas. Chile. *IDESIA* 31 (4): 103-109.
- Chani Posse, M. 2002. Contribución al estudio de los Staphylinidae asociados a la bosta vacuna potenciales predadores de *Haematobia irritans irritans* (L). (Insecta: Diptera). Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Argentina.
- Chani Posse, M. & E.E. Scheibler. 2013. A new species of *Apocellus* Erichson, 1839 (Coleoptera: Staphylinidae) from Argentina with ecological notes. *Zootaxa* 3721 (2): 193-200
- Chani Posse, M. & R. Thayer. 2008. Staphylinidae. *En*: Debandi, G.O.; Claps, L.E. & S.A. Roig-Juñent (eds.). *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*. (Vol. II), Ediciones SEA, Mendoza, Argentina, pp: 471-494.
- Cheli, G.H. & J.C. Corley. 2010. Efficient sampling of ground-dwelling arthropods using pitfall traps in arid steppes. *Neotropical Entomology* 39 (6): 912-917.

- Cheli, G.H.; Corley, J.C.; Bruzzone, O.; Brío, M.; Martínez, F.; Roman, N.M. & I. Ríos. 2010. The ground-dwelling arthropod community of Península Valdés in Patagonia Argentina. *Journal of Insect Science* 10:50.
- Cicchino, A.C. 2010. Los Carábidos edáficos (Insecta, Coleoptera, Carabidae) de una vivienda urbana típica del Gran La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. *En: VII Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del suelo y Fijación Biológica del Nitrógeno*. Trabajos completo, pp: 233-250.
- Cicchino, A.C. & J.L. Farina. 2007. Riqueza, dominancia y fenología primaveral, estival y otoñal de los carábidos edáficos (Insecta, Coleoptera) de los currales serranos y periserranos de las Sierras de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. *En: VI REBIOS, Río Cuarto, 2007*, pp: 1-14.
- Cicchino, A.C.; Marasas, M.E & M.F. Paleologos. 2003. Características e importancia de la carabidofauna edáfica de un cultivo experimental de trigo y sus bordes con vegetación espontánea en el partido de La Plata, Pcia. de Buenos Aires. *Revista de Ciencias y Tecnología*, Facultad de Agronomía, UNSdE 8: 41-55.
- Cicchino, A.C.; Marasas, M.E. & M.F. Paleologos. 2005. Fenología y densidad-actividad de cinco especies de Carabidae (Coleoptera) edáficas en un cultivo experimental de trigo y su entorno en el Partido de La Plata, Provincia. de Buenos Aires. *En: V Reunión Científico Técnica de Biología del Suelo y V Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno*, Área Temática I, Comunidades Terrestres I: 1-14.
- Cividanes, F.J.; Barbosa, J.C.; Ide, S.; Perioto, N.W. & R.I. Rosa Lara. 2009. Faunistic analysis of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in five agroecosystems in northeastern São Paulo state, Brazil. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 44 (8): 954-958.
- Claps, L.E.; Debandi, G. & S. Roig-Juñent (dir.). 2008. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos* Vol. 2. Editorial Sociedad Entomológica Argentina, Mendoza, 615 pp.

- Cluigt, N.; Greco, N. & G. Liljeström. Avances sobre el estudio de *Lobiopa insularis* (Coleoptera: Nitidulidae), plaga emergente en el cultivo de frutilla. 2009. XXXII Congreso Argentino de Horticultura, Salta 23 al 26 de septiembre 2009.
- Colamarino, I.; Curcio, N.; Ocampo, F. & C. Torrandel. 2006. Producción hortícola, en la mesa de todos. *Alimentos argentinos* (33): 46-50.
- Coleman, D.C.; Crossley Jr., D.A. & P.F. Hendrix. 2004. *Fundamentals of Soil Ecology*. Second edition. Elsevier Academic Press, 387 pp.
- Constanza, R.; d'Arge, R.; de Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Shahid, N.; O'Neill, R.V.; Paruelo, J.; Raskin, R.G.; Sutton, P. & M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Natura* 387: 253-260.
- Cordo, H.A.; Logarzo, G., Braun, K. & O. Di Iorio. (eds). 2004. *Catálogo de insectos fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas*. Sociedad Entomológica Argentina ediciones, Buenos Aires, Argentina, 734 pp.
- Córdoba Vargas, C.A. & León Sicard, T. 2010. Efecto del manejo agroecológico y convencional sobre la fluctuación de babosa en cultivos de lechuga en Tenjo, Cundinamarca (Colombia). *Acta biológica Colombiana* 15 (1): 115-128.
- Correia, M.E.F. 2002. Relações entre a Diversidade de Fauna de Solo e o Processo de Descomposição e seus Reflexos sobre a Estabilidade dos Ecossistemas. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, dez. Documentos n°156: 33 pp.
- Crowson, R.A. 1981. *The biology of the Coleoptera*. Academic Press. London, 802 pp.
- Curry, J.P. 1987. The invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. I. The composition of the fauna. *Grass and Forage Science* 42: 103-120.
- Curry, J.P. & J.A. Good. 1992. Soil faunal degradation and restoration. *Advances in Soil Science* 17: 171-215.

- Da Costa Lima, A. 1952. *Insectos do Brasil*. 7º Tomo, Capítulo XXIX, Coleópteros. 1ª Parte. Escola Nacional de Agronomia. Serie Didáctica N° 9, Río de Janeiro, Brasil, pp: 1-370.
- Da Costa Lima, A. 1956. *Coleópteros*. 4º e última parte. *En: Insetos do Brasil*. Vol 10. Escola Nacional de Agronomia. Série Didática n°12, Rio de Janeiro. 373 pp.
- Daly, H.; Doyen, J. & A. Purcell III. 1998. *Introduction to insect biology and diversity*. 2. ed. Oxford, Oxford University Press, 696 pp.
- Decaens, T.; Lavelle, P.; Jiménez, J.J.; Escobar, G.; Rippstein, G.; Schneidmadl, J.; Sanz, J.I.; Hoyos, P. & R.J. Thomas. 2001. Impact of land management on soil macrofauna in the eastern plains of Colombia. *En: Jiménez, J.J. & R.J.U. Thomas (eds.). Nature's Plow: Soil macroinvertebrate communities in the Neotropical savannas of Colombia*. Cali, CIAT. Publicación CIAT no. 324, pp: 19-41.
- Del Río, J.P.; Maidana, J.A.; Molteni A.; Pérez, M.; Pochettino, M.L.; Souilla, L.; Tito, G. & E. Turco. 2007. El rol de las "quintas" familiares del Parque Pereyra Iraola (Bs.As., Argentina) en el mantenimiento de la agrobiodiversidad. *Kurtziana*. Volumen especial de Etnobotánica, Tomo 33 (1): 217-226.
- Deloya, C.; Madora, A.M. & M.D. Covarrubias. 2013. Scarabaeidae y Trogidae (Coleoptera) necrófilos de Acahuizotla, Guerrero, México. *Rev. Colomb. Entomol.* [online]39 (1): 88-94 [cited 2015-07-07].
- Desender, K. & N. Vanden Bussche. 1998. Ecological diversity, assemblage structure and life cycles of ground beetles (Col. Carabidae) in the forest of Ename (Eastern Flanders, Belgium). *Entomologie* 68: 37-52.
- Dode, M. del R. & M. Romero Sueldo. 2013. Coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) asociados a *Brassica rapa* (Brassicaceae), en invierno y primavera en Tucumán, Argentina. *Acta Zoológica Lilloana* 57 (2): 217-220.

- Dogliotti, S. 2002. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Material de apoyo. Uruguay. Universidad de la República: Curso de Fisiología de los Cultivos, 18 pp.
- Dowd, P.F & T.C. Nelson 1994. Seasonal variation of sap beetle (Coleoptera: Nitidulidae) populations in central Illinois cornfield-oak woodland habitat and potential influence of weather patterns. *Environmental Entomology* 23: 1215-1223.
- Duarte, G.H.W. & I. Zenner de Polanía. 2006. Preferencia alimentaria del depredador *Eriopsis connexa* (Germar) (Coleoptera, Coccinellidae), Colombia, *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica* 9 (1): 163-171.
- Duelli, P; Studer, M.; Marchand, I. & S. Jacobs. 1999. Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological Conservation* 54: 193-207.
- Dughetti, A.C. 1997. Manejo integrado de trips en el cultivo del ajo. *En: José Luis Burba (Ed.). 50 temas sobre la producción del ajo*. Mendoza, Argentina, 3: 223-230.
- Elgueta, M. & G. Arriagada. 1989. Estado actual del conocimiento de los coleópteros de Chile (Insecta: Coleoptera). *Revista Chilena de Entomología* 17 (1): 5-60.
- Ellison, A.M. 2001. Exploratory data análisis and graphic display. *En: Schneiner, S.M. & J. Gurevitch (eds.). Design and analysis of ecological experiments*. Oxford University Press.
- Engelmann, H.D. 1978. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. *Pedobiologia*, 18: 378-380.
- Enz, M. & Ch. Dachler. 1998. Compendio para la identificación de los estudios fenológicos de especies mono y dicotiledóneas cultivadas (versión electrónica) Escala BBCH extendida. 123 pp.
- Escobar, F. & C. Medina. 1996. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) de Colombia: Estado actual de su conocimiento. *En: Amat G., Andrade G. & F. Fernández (eds).*

- Insectos de Colombia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, físicas y naturales. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, pp. 95-112.
- Fedriani, J.C. 2010. Lógicas y tendencias de la expansión residencial en áreas periurbanas. El partido de La Plata. Buenos Aires. Tesis Doctoral. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Felsmann, D.S. 2008. The spatio-temporal dynamics of epigeic predators and insect pests in different oilseed rape management systems. Tesis de doctorado. Braunschweig, Techn. University, Diss.
- Fernández Lozano, J. 2012. La Producción de Hortalizas en Argentina: caracterización del sector y zonas de producción. Secretaría de Comercio Exterior, Corporación del Mercado Central de Buenos Aires. Gerencia de Calidad y Tecnología. Buenos Aires. 29 pp.
- Fogel, M.N. 2012. Selectividad de insecticidas utilizados en cultivos hortícolas del Cinturón hortícola Platense sobre el depredador *Eriopis connexa* en el marco del Manejo Integrado de Plagas. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, 146 pp.
- Fournier, E.; Loreau, M. & P. Havet. 1998. *Effects of new agricultural management practices on the structure and diversity of ground-beetle communities (Coleoptera: Carabidae)*. *Gilbier Faune Sauvage, Game Wildl.* Vol. 15 (1): 43-53.
- Fournier, E, & M. Loreau. 1999. Effects of newly planted hedges on ground-beetles diversity (Coleoptera, Carabidae) in an agricultural landscape. *Conpenhagen. Ecography* 22: 87-97.
- French, B.W. & N.C. Elliot. 1999. Temporal and spatial distribution of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) assemblages in grasslands and adjacent wheat fields. *Pedobiologia* 43: 73-84.

- Gamarra, P. & R. Outerelo. 2005. Catálogo Iberoamericano de los Aleocharinae (Coleoptera: Staphylinidae). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 1 (37): 1–81.
- Garat, J.J.; Ahumada, A.; Otero, J.; Terminiello, L.; Bello G. & M.L. Ciampagna. 2009. Las hortalizas típicas en el cinturón verde de La Plata: su localización, preservación y valorización. *Horticultura Argentina* 28 (66): 36.
- García, M. 2012. El Cinturón Hortícola Platense: Ahogándonos en un Mar de Plásticos. Un ensayo acerca de la tecnología, el ambiente y la política. *THEOMAI* 23: 35-53.
- García Zumel, M. 2013. El cultivo de la lechuga. *En: Cultivos herbáceos intensivos*. E.T.S.1. I.A.A. de Palencia, Universidad de Valladolid, 32 pp.
- Gardner S.M.; Cabido, M.; Valladares, G. & S. Díaz. 1995. The influence of habitat structure on arthropod diversity in Argentine semi-arid Chaco forest. *Journal of Vegetation Science* 6: 349-356.
- Gassen, D.N. 2000. Os escarabeidos na fertilidade de solo sob plantio direto. *En: XXIV Reunión brasileira de fertilidad del suelo y nutrición de las plantas; VIII Reunión brasileira sobre micorrizas; VI Simposio brasileiro de microbiología del suelo y III Reunión brasileira de biología del suelo*. Santa María, Brasil, 7 pp.
- Gaston, K.J. 2000. Biodiversity: higher taxon richness. *Progress in Physical Geography* 24: 117-127.
- Ghoneim, K. 2014. Predatory insects and arachnids as potential biological control agents against the invasive tomato leafminer, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae), in perspective and prospective. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2(2): 52-7.
- Gibbs, J. & E. Stanton. 2001. Habitat fragmentation and arthropod community change: carrion beetles, phoretic mites and flies. *Ecological Applications* 11: 79-85.

- Giraldo Mendoza, A. & G. Arellano Cruz. 2002. Equivalencias entre series temporales de diversidad para dos niveles taxonómicos. *Ecología Aplicada* 1: 43-49.
- Girón-Vanderhuck M., Molina-Rico J. & O.A. Aguirre-Obando. 2010. Cambios en las propiedades químicas del suelo con la utilización de *Dichotomius satanas* (Harold, 1867) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en condiciones de invernadero. Colombia. *Revista. Investigación Universidad Quindío* (21): 43- 54.)
- Gizzi, A.H.; Alvarez Castillo, H.A.; Manetti, P.L.; Lopez, A.N.; Clemente, N.L. & G.A. Studdert. 2009. Caracterización de la meso y macrofauna edáfica en sistemas de cultivos del sudeste bonaerense. *CI. Suelo (Argentina)* 27 (1): 1-9.
- Gliessman, S.R. 2000. *Agroecología. Processos ecológicos en agricultura sustentable*. Segunda Edición. Editora da Universidade. Universidade Federal da Río Grande do Sul, 653 pp.
- Gliessman, S.R. 2002. *Agroecología: Procesos ecológicos en Agricultura Sostenible*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. CATIE, 358 pp.
- Gliessman, S.R. 2006. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food System*, second edition. C.R.C. Press, 408 pp.
- Gliessman, S.R.; Rosado-May, F.J.; Guadarrama-Zugasti , C.; Jedlicka, J.; Cohn, A.; Mendez, V.E.; Cohen, R.; Trujillo, L.; Bacon, C. & R. Jaffe. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 16 (1): 13-23.
- Goites, E. 2008. *Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 136 pp.
- Gotelli, N.J. 2004. A taxonomic wish-list for community ecology. *Philosophical Transactions Royal Society London B*. 359: 585-597.
- Granval de Millán, N. & Gaviola, J.C. 1991. Manual de Producción de Semillas Hortícolas: Lechuga. EEA La Consulta, INTA, Argentina, 77 pp.

- Grez, A.A.; Moreno, P. & M. Elgueta. 2003. Coleópteros (Insecta, Coleóptera) epigeos asociados al bosque maulino y plantaciones de pino aladañas. *Revista Chilena de Entomología* 29: 9-18.
- Grez, A.A.; Rivera, P. & T. Zaviezo. 2006. Coccinélidos y Carábidos asociados a cultivos de alfalfa ¿Buenos o malos compañeros? *En: XXVIII Congreso Nacional de Entomología. Temuco*. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera, Sociedad Chilena de Entomología. Libro de resúmenes, p: 41.
- Grimaldi, D.A. & M.S. Engel. 2005. *Evolution of the Insects*. Cambridge Evolution Series. Cambridge, Univ. Press, 770 pp.
- Halsall, N. & S. Wratten. 1988. The efficiency of pitfall trapping for polyphagous predatory Carabidae. *Ecological Entomology* 13: 293-299.
- Hammer, O.; Harper, D. & P. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica* volumen 4.
- Hang, G.; Kebat, C.; Bravo, M.L.; Larrañaga, G.; Seibane, C.; Ferraris, G.; Otaño, M. & V. Blanco. 2010. Identificación de sistemas de producción hortícola en el Partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Bioagro* 22 (1): 81-86.
- Hole, D.G.; Perkins, A.J.; Wilson, J.D.; Alexander, I.H.; Grice, P.V. & A.D. Evans. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122: 113-130.
- Hongjiao, C.; Minshen, Y. & L. Cui. 2010. Effects of intercropping systems on community composition and diversity of predatory arthropods in vegetable fields. *Acta Ecologica Sinica* 30:190-185.
- Huusela-Veistola, E. 1996. Effects of pesticide use and cultivation techniques on ground beetles (Col., Carabidae) in cereal fields. *En: Niemelä, J. (ed.). Population biology and conservation of carabid beetles, 3rd International Symposium of Carabidology, Kauniainen, Finland, Annales Zoologici Fennici* 33:197-205.

- Ibañez, F. & R. Zoppolo. 2008. Manejo de plagas en agricultura orgánica: extractos de “Paraíso” para control de insectos. *Boletín de divulgación* N° 94. INIA Las Brujas.
- INET. 2010. Informe final: la Horticultura en la Argentina. Ministerio de Educación, Instituto Nacional de Educación Tecnológica. 92 pp. Disponible en: http://catalogo.inet.edu.ar/files/pdfs/info_sectorial/horticultura-informe-sectorial.pdf
- INTA. 2006. Marco teórico del IPAF región pampeana para el desarrollo de la agricultura familiar, 43 pp.
- Isaacs, R.; J. Tuell.; Fieldler, A.; Gardiner, M. & D. Landis. 2009. Maximizing arthropod-mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7: 196-203.
- Jacas, A. & A. Urbaneja. 2008. *Control Biológico de plagas agrícolas*. Ed. MV Phytoma, España, 448 pp.
- Jaillier, G. 1999. *Joyas reales: coleópteros de Colombia*. Primera edición. Medellín, 215 pp.
- Jansen, A. 1997. Terrestrial invertebrate community structure as an indicator of the success of a tropical rainforest restoration *Project. Restoration Ecology* 5: 115-124.
- Jones, J.B. 1998. *Tomato Plant Culture: The field, greenhouse and home garden*. CRC Press, Boca Ratón, USA, 224 pp.
- Juma, N.G. 1993. Interrelationships between soil structure-texture, soil biota-soil organic matter and crop production. *Geoderma* 57: 3-30.
- Koch, R.L. 2003. The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *Journal of Insect Science* 3 (32): 16.

- Koivula, M. & J.R. Spence. 2006. Effects of post-fire salvage logging on boreal mixed-wood ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae). *Forest Ecology and Management* 236: 102-112.
- Koricheva, J.; Christa, P.; Bernhard M.; Joshi, J. & K. Hussdanell. 2000. Numerical responses of different trophic groups of invertebrates to manipulations of plant diversity in grasslands. *Oecologia* 125 (2): 271-282.
- Kotze, D.J.; Brandmayr, P.; Casale, A.; Dauffy-Richards, E.; Dekoninck, W; Koivula, M.J.; Lövei, G.L.; Mossakowski, D.; Noordijk, J.; Paarmann, W.; Pizzolotto, R.; Saska, P.; Schwerk, A.; Serrano, J.; Szyszko, J.; Taboada, A.; Turin, H.; Venn, S.; Vermeulen R. & T. Zetto. 2011. Forty years of carabid beetle research in Europe: from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys* 100: 55-148.
- Krebs, J.C. 1985. *Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia*. Harla, S.A. Industria Editorial Mexicana. México D.F., México, 753 pp.
- Kremen, C.; Colwell, R.K.; Erwin, T.L.; Murphy, D..D.; Noss, R.F. & M.A. Sanjayan,. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7 (4): 796-908.
- Lagos, S.J. 2004. Diversidad Biológica de las Comunidades Epigeas de Artrópodos en Áreas Pastoreadas y No Pastoreadas del Monte (Argentina). Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina, 234 pp.
- Lande, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos* 76: 5-13.
- Lang, A.; Filser, J. & J.R. Henschel. 1999. Predation by ground beetles and wolf spiders on herbivorous insects in a maize crop. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 72: 189-199.

- Langan, A.; Taylor, C. & P. Wheeler. 2004. Effects of metaldehyde and methiocarb on feeding preferences and survival of a slug predator (*Pterostichus melanarius*: Carabidae, Pterostichini). *Journal of Applied Entomology* 128 (1): 51-55.
- Lanteri, A.A. 1994. *Bases para el control integrado de los gorgojos de la alfalfa*. De la Campana Ediciones, 119 pp.
- Lanteri, A.A.; Marvaldi, A.E. & S.M. Suárez. 2002. *Gorgojos de la Argentina y sus plantas huéspedes*. Publicación especial de la Sociedad Entomológica Argentina N° 1. San Miguel de Tucumán, 99 pp.
- Lanteri, A.A.; Marvaldi, A.E. & S.M. Suárez. 2004. Curculionidae. *En*: Cordo, H.A.; Logarzo, G.; Braun, K. & O. Di Iorio (eds). *Catálogo de Insectos Fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas*. Sociedad Entomológica Argentina Ediciones, Buenos Aires, Argentina, pp: 124-163.
- Lavelle, P. 1997. Faunal activities and soil processes: adaptative strategies that determine ecosystem function. *Advances in Ecological Research*, New York., 27: 93-132.
- Lavelle, P.; Gilot, C.; Fragoso, C. & B. Pashanasi. 1994. Soil fauna and sustainable land use in the humid tropics. *En*: Szabolos, I. & D. Greenland (ds.). *Soil resilience and sustainable land use*. CAB International, Wallingford, UK, pp: 291-308.
- Lavelle, P. & A.V. Spain. 2001. *Soil Ecology*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 654 pp.
- Lawrence, J.F. & E.B. Britton. 1994. *Australian Beetles*. Melbourne University Press, 176 pp.
- Lawton, J.H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology* 28: 23-39.

- Lee, R. 2003. Reconversión de fincas a producción sostenible, Cuadernos del Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales (CIAA), Fundación Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano, 48 pp.
- Lietti, M.M.; Molinari, A.M. & J.C. Gamundi. 1993. Evaluación de las poblaciones de los predadores que habitan en el suelo en cultivos de soja con distintos sistemas de labranza y siembra. *En: Anais do 14° Congresso Brasileiro de Entomologia*. Sociedade Entomológica do Brasil. Piracicaba, Brasil.
- Lietti, M.; Gamundi, J.C.; Montero, G.; Molinari, A. & V. Bulacio. 2008. Efecto de dos sistemas de labranza sobre la abundancia de artrópodos que habitan en el suelo. *Ecología Austral* 18: 71-87.
- Lincoln, R.; Boxshall, G. & P. Clark. 1998. *A dictionary of ecology, evolution and systematics*. Cambridge University Press, 371 pp.
- Linden, D.R.; Hendrix, P.F.; Coleman, D.C. & P.C.J. van Vilet. 1994. Faunal indicators of soil quality. *En: Doran, J.W. & Jones, A.J. (eds.). Defining soil quality for a sustainable Environment*. SSSA, Special Publication N° 35: 91-106.
- Lovei, G.L. & K. Sunderland. 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review entomology* 41: 231-256.
- Losey JE, Denno RF. 1998a. Positive predator-predator interactions: enhanced predation rates and synergistic suppression of aphid populations. *Ecology* 79: 2143-2152
- Losey JE, Denno RF. 1998b. The escape response of pea aphids to foliar-foraging predators: factors affecting dropping behavior. *Ecological Entomology* 23: 53-61.
- Lucas, É.; Vincent, C.; Labrie, G.; Chouinard, G.; Fournier, F.; Pelletier, F.; Bostanian, N.J.; Coderre, D.; Mignault, M.P. & P. Lafontaine. 2007. The multicolored Asian ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) in Quebec agroecosystems ten years after its arrival. *European Journal of Entomology* 104: 737-743.

- Luff, M. L. 1975. Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia* 19: 345-357.
- Luff, M.L. 1996. Use of Carabids as environmental indicators in grasslands and cereals. *Annales Zoologici Fennici* 33: 185-195.
- Magura, T.; Tóthmérész, B. & T. Molnár. 2001. Edge effect on carabid assemblages along forest-grass transects. *Web Ecology* 2:7-13.
- Magura, T. 2002. Carabids and forest edge: spatial pattern and edge effect. *Forest Ecology and management* 157: 23-37.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Magurram, A.E. & P.A. Henderson. 2011. Commonness and rarity. En: Magurran, A.E. & B.J. McGill (eds.), *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*, Oxford University Press, Oxford, 97- 104.
- Maldonado, N. 2014. Con mano boliviana, La Plata se convirtió en el mayor productor hortícola del país. *Diario El Dia*, 17 de agosto.
- Marasas, M. 2002. Efecto de los sistemas de labranza sobre la abundancia y diversidad de la coleopterofauna edáfica, con especial referencia a las especies de Carabidae, en un cultivo de trigo y los ambientes naturales circundantes. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Marasas, M.E.; Cicchino, A.C. & M.I. Urrutia. 1997. Variación numérica de los coleópteros del suelo en un cultivo de frutilla sujeto a fertilización orgánica y convencional. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 102 (1): 81-86.
- Marasas, M.; Fernandez, V.; Baloriani, G., C. G., Larrosa, C. & J. Rouaux. 2011. Estudio de la agrobiodiversidad en Sistemas de Producción Hortícola Familiar. Buenos Aires.

- Argentina. *En: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia*, Fortaleza, Brasil. Resumen en Cuadernos de Agroecología, Vol. 6(2).
- Marasas, M.E.; Sarandón, S.J. & A.C. Cicchino. 1997. Efecto de la labranza convencional y siembra directa sobre la coleopterofauna edáfica en un cultivo de trigo, en la Pcia. de BsAs. *Ciencia del Suelo* 15 (2): 59-63.
- Marasas, M.E.; Sarandón, S.J. & A.C. Cicchino. 2001. Changes in soil arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no- tillage systems in Argentina. *Applied Soil Ecology* 18: 61- 68.
- Marchiori, C.H. & A.X. Linhares. 1999. Constância, Dominância e Frequência Mensal de Dípteros Muscóides e seus Parasitóides (Hymenoptera e Coleoptera), Asociados a Fezes Frescas de Bovinos, em Uberlândia, MG. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 28 (3): 375-387.
- Mareggiani, G. & A. Pelicano. 2008. *Zoología agrícola*. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 156pp.
- Marshall, E.J.P. & A.C. Moonen 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environmen*, 89: 5-21.
- Martínez Quintana, O. & L. Balcaza. 2008. Producción Hortícola en la región platense. *Boletín Hortícola* 38: 15-16.
- Martínez Ramos, M. 2008. Grupos funcionales. Capital natural de México. Conocimiento actual de la biodiversidad. *Conabio*, 1: 365-412.
- Maus, C. 1998. Taxonomical contributions to the subgenus *Coprochara* Mulsant & Rey, 1874 of the genus *Aleochara* Gravenhorst, 1802 (Coleoptera: Staphylinidae). *Koleopterologische Rundschau*, 68: 81-100.

- May, R.M. 1975. *Patterns of species abundance and diversity. Ecology and evolution of communities*. M.L. Cody & J.M. Diamond (eds). Belknap Press. Cambridge, pp: 81-120.
- Miñarro, M. & E. Dapena. 2003. Effects of groundcover management on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an apple orchard. *Applied Soil Ecology* 23: 111-117.
- Molina, S.I. 1999. The effects of logging and grazing on the insect community associated with a semi-arid chaco forest in central Argentina. *Journal of Arid Environments* 42: 29-42.
- Molinari, A. 2005. *Control Biológico. Especies entomófagas en cultivos agrícolas*. INTA. Edit., San Juan, 80 pp.
- Molinari, A.M.; Lietti M.M.; Gamundi, J.C. & A. Skerk. 1995. Incidencia de distintos sistemas de labranza y siembra del cultivo de soja sobre la actividad de predadores que habitan en el suelo. *En: Resúmenes III Congreso Argentino de Entomología*. Sociedad Entomológica Argentina, Mendoza, Argentina, pp: 145.
- Montes, F. 1970. Biología y morfología de *Eriopsis connexa* Germar 1824 y de *Adalia bipunctata* Linnaeus 1758 (Coleoptera). *Publicaciones del Centro de Estudios Entomológicos Universidad de Chile*, 10: 43-56.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA. Ciencia y tecnología para el desarrollo, Sociedad entomológica Aragonesa & UNESCO. México, 83 pp.
- Moreno, C.; Verdú, J. & H.T. Arita. 2007. Elementos ecológicos e históricos como determinantes de la diversidad de especies en comunidades. *En: Zunino, M & A. Melic (eds.). Escarabajos, diversidad y conservación biológica. Ensayos en homenaje a Gonzalo Halffter*. Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa, vol 7 (14): 179-192.

- Monzó, C.; Vanaclocha, P.; Outerelo, R.; Ruiz-Tapiador, I.; Tortosa, D.; Pina, T.; Castañera, P. & A. Urbaneja. 2005. Catalogación de especies de las familias Carabidae, Cicindelidae y Staphylinidae en el suelo de los cítricos de la provincia de Valencia, España. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 31: 483-492.
- Moonen, A.C. & P. Barberi. 2008. Funcional biodiversity: an agroecosystem approach. *Agriculture. Ecosystems and Environment* 127: 7-21.
- Moore, J.C.; Berlow, E.L.; Coleman, D.C.; Ruitter, P.C.; Dong, Q.; Hastings, A.; Johnson, N.C.; Mc Cann, K.S.; Melville, K.; Morin, P.J.; Nadelhoffer, K.; Rosemond, A.D.; Post, D.M.; Sabo, J.L.; Scow, K.M.; Vanni, M.J. & D.H. Wall. 2004. Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecology Letters* 7: 584-600.
- Moreira, F.; Huising, E.J. & D.E. Bignell. 2012. *Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la diversidad bajo suelo*. Instituto Nacional de Ecología, México, 337 pp.
- Moreno, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales y Tesis SEA. Ciencia y tecnología para el desarrollo, Sociedad Entomológica Aragonesa & UNESCO. México, 83 pp.
- Morin, P.J. 1999. *Community ecology*. Blackwell Science, John Wiley & Sons, 424 pp.
- Morin, E. 2005. Restricted complexity, general complexity. Paper presented at the Colloquium *Intelligence de la complexite: epistemologie et pragmatique*, Cerisy-La-Salle, France.
- Morrás, H.J.M.; Cruzate, G.; Angelini, M.; Deferrari, M.; Moretti, L. & L. Gómez. 2010. Suelos: características agronómicas. Atlas Ambiental de Buenos Aires. Disponible en: <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar> (último acceso 06-03-2014).
- Morrone, J.J. & S. Coscarón. 1998. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos: una perspectiva biotaxonómica*. Ediciones Sur. La Plata, Argentina, 599 pp.

- Morrone, J.J. & P.E. Posadas. 1998. Curculionoidea. *En: Morrone J.J. & S. Coscarón (eds.). Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva biotaxonomica.* Ediciones Sur. La Plata, Argentina, 26: 258- 278.
- Morrone, J.J. & S. Roig-Juñent. 1995. *The diversity of Patagonia weevils.* An illustrated checklist of the Patagonian Curculionoidea (Insecta: Coleoptera). Ediciones L.O.L.A., Buenos Aires, 189 pp.
- Moya, M.; Durand, P.; Rivera, M.C. & P. Vasquez. 2008. El saber técnico popular en la investigación y desarrollo de tecnologías apropiadas. El caso de los horticultores del Parque Pereyra Iraola. *Revista Facultad de Agronomía UBA* 28: 89-98.
- Moya, M.; Español, M.; Nicolini, F.; Wright, E.R. & M.C. Rivera. 2009. Efecto de la biofumigación sobre la producción de cultivos de tomate y berenjena. *Horticultura Argentina* 28: 76.
- Nakamura, A.; Catterall, C.P.; House, A.P.N.; Kitching, R.L. & C.J. Burwell. 2007. The use of ants and other soil and litter arthropods as bio- indicators of impacts of rainforest clearing and subsequent land use. *Journal of insect Conservation* 11: 177- 186.
- Navarro, I.; Kennya, A.R.; Gómez, F.H. & A. Pérez. 2011. Variación estacional en escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Serranía de Coraza, Sucre (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 3 (1): 102-110.
- Nicholls Estrada, C.I. 2008. *Control biológico de insectos. Un enfoque agroecológico.* Ciencia y Tecnología. Editorial Universidad de Antioquia, Colombia, 282 pp.
- Nicholls, C.I. 2010. Contribuciones agroecológicas para renovar las fundaciones del manejo de plagas. *Agroecología* 5: 7-22.
- Nicholls Estrada, C.; Altieri, M. & J. Sanchez. 2001a. *Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable.* Editorial Vida Sana, Barcelona, 86 pp.

- Nicholls, C.I.; Parrilla, M. & M. Altieri. 2001b. The effects of a vegetational corridor on the abundance and dispersal of insect biodiversity within a northern California organic vineyard. *Landscape Ecology* 16: 133-146.
- Niemelä, J., 2001. Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) and habitat fragmentation: a review. *European Journal of Entomology* 98: 127-132.
- Niemelä, J.; Halme, E. & Y. Haila. 1990. Balancing sampling effort in pitfall trapping of carabid beetles. *Entomologica Fennica* 21 (12): 233-238.
- Nieves, E. 2012. Evaluación del parasitoide, *Pseudopanteles dingus* (Hymenoptera, Braconidae) como agente de control biológico de la “polilla del tomate”, *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Novo, R.J.; Viglianco, A. & E. Vaudagna. 2002. Efectos de insecticidas sobre el gorgojo de la papa, *Phyrdenus muriceus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae). *Agriscientia* XIX: 3-10.
- Paleologos, M.F. 2012. Los carábidos como componentes clave de la agrobiodiversidad. Su rol en la sustentabilidad de los agroecosistemas de vid de la zona de Berisso, Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Paleologos, M.F.; Flores, C.C.; Sarandón, S.J.; Stupino, S.A. & M.M. Bonicatto. 2008. Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes semi-naturales en fincas hortícola de La Plata, Buenos Aires. Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología* 3 (1): 28- 40.
- Paoletti, M.G. & C.M. Cantarino. 2000. The use of invertebrates in evaluating rural sustainability. En: Barbosa, P. (ed.). *Conservation biological control*. Academic Press, New York, pp: 33-52.

- Parisi, V.; Menta, C.; Gardi, C.; Jacomini, C. & E. Mozzanica. 2005. Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agricultura, Ecosystems & Environment*, Vol. 105(1-2): 323-333.
- Parodi, L. (en colaboración). 1959-1964. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Editorial ACME. Vol. I (Tomo I y II) y Vol. II. Buenos Aires.
- Pearce, J.L. & A.V. Venier. 2006. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators* 6: 780-793.
- Pearsall, I.A. 2007. Carabid beetles as ecological indicators. *En: Monitoring the Effectiveness of biological Conservation*, proceeding of conference. Richmond, B.C., pp: 389-399.
- Pedraza, M.C.; Márquez, J. & J.A. Gómez-Anaya. 2010. Estructura y composición de los ensamblajes estacionales de coleópteros (Insecta: Coleoptera) del bosque mesófilo de montaña en Tlachinol, Hidalgo, México, recolectados con trampas de intercepción de vuelo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81 (2): 437-456.
- Peet, R.K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 285-307.
- Penev, L. 1996. Large-scale variation in carabid assemblages, with special reference to the local fauna concept. *En: Niemelä, J. (ed.). Population biology and conservation of carabid beetles, 3rd International Symposium of Carabidology*, Kauniainen, Finland, 4-7 September, 1995. *Annales Zoologici Fennici* 33: 49-63.
- Peña, D. 2002. *Análisis de Datos Multivariante*. Mc Graw-Hill. España, 529 pp.
- Pérez, J.; Hurtado, G.; Aparicio, V. ; Argueta, Q. & M. Larín. 2002. Guía Técnica: cultivo de Tomate. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. El Salvador. 48 pp.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 165 pp.

- Piera, F. M. 1999. Apuntes sobre Biodiversidad y Conservación de Insectos: Dilemas, Ficciones y Soluciones? Versión electrónica del artículo publicado en *Bol. SEA*, n° 20 (2).
- Pik, A.; Oliver, I. & A.J. Beaties 1999. Taxonomic sufficiency in ecological studies of terrestrial invertebrates. *Australian Journal of Ecology* 24: 555- 562.
- Pizarro-Araya, J.; Cepeda-Pizarro, J. & G.E. Flores. 2008. Diversidad Taxonómica de los artrópodos Epigeos de la Región de Atacama (Chile): Estado del conocimiento. *En: Squeo, F.A.; Arancio, G. & J.R. Gutiérrez (eds.). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama*. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, 14: 267-284.
- Polack, L.A. & M. S. Mitidieri. 2012. *Guía de monitoreo de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento*. 2ª ed.-San Pedro. Ediciones INTA, 94 pp.
- Porcuna Coto, J.L. 2010. Control de plagas y enfermedades en agricultura ecológica. *En: Manual de conocimientos, técnicas y productos fitosanitarios para el control de plagas y enfermedades en agricultura ecológica*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica, 80 pp.
- Price, P.W. 1997. *Insect ecology*. 3ª edition. New York, John Wiley & Sons, Inc., 874 pp.
- Purtauf, T.; Dauber, J. & W. Volkmar. 2005. The response of carabids to landscape simplification differs between trophic groups. *Oecologia* 142: 458-464.
- Quintanilla, R.H. 1979. *Pulgonas: Características morfológicas y biológicas. Especies de mayor importancia agrícola*. Editorial Hemisferio Sur, 44 pp.
- Reichelderfer, K. & F. Bender. 2012. Application of a Simulative Approach to Evaluating Alternative Methods for the Control of Agricultural Pests. *American Journal of Agricultural Economics*, 61: 258-267.
- Ribera, I. & G. Foster. 1997. El uso de artrópodos como indicadores biológicos. Los

- artrópodos y el Hombre. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 20: 265-276.
- Richards, O.W. & R.G. Davies. 1984. *Tratado de Entomología Imms*. Volumen II. Ed. Omega, Barcelona, 998 pp.
- Rogg, H.W. 2000. *Manual: Manejo Integrado de plagas en cultivos de la Amazonia Ecuatoriana*. Imprenta MOSSAICO. Quito, Ecuador, 183 pp.
- Roig-Juñent, S. 1998. Carabidae. En: Morrone J.J. & S. Coscarón (eds.). *Biodiversidad de artrópodos argentinos. Una perspectiva biotaxonómica.*, Ediciones Sur, La Plata, pp: 194-208.
- Roig-Juñent, S. & J. Rouaux. 2012. A new species of *Rhytidognathus* (Carabidae, Migadopini) from Argentina. *ZooKeys* 247: 45-60.
- Root, R.B. 1967. The Niche exploitation patterns of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37: 317-350.
- Rouaux, J.; Armendano, A. & A. Salazar Martínez. 2013. Depredadores edáficos epigeos en cultivos hortícolas de lechuga (*Lactuca sativa*) en el cinturón hortícola platense. En: *III Congreso Nacional de Ecología y Biología de Suelos*. Río Cuarto, Córdoba. Libro de Actas pp: 70-71. Trabajo completo en CD de Material Complementario.
- Ruiz, C. 2010. Métodos de colecta. Lanfranco D. & C. Ruiz (eds). En: *Entomología Forestal en Chile*. Valdivia, Chile. Ediciones Universidad Austral de Chile, pp: 121-140.
- Sabatté, M.L. 2011. Ecología de las comunidades criptozoicas en suelos de la Pampa Húmeda y sus cambios a partir de la forestación con *Eucalyptus* sp. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina.
- Sackman, P.; Villacide, J.M. & J.C. Corley. 2008. La importancia del manejo de las plantaciones de pinos en la conservación de la diversidad de insectos epigeos. Villacide J. & J. Corley (eds). En *Serie Técnica: Manejo Integrado de Plagas Forestales*, Ediciones INTA. Cuadernillo n°2, 15 pp.

- Saini, E. & L. Alvarado. 2001. Insectos y ácaros perjudiciales al cultivo de Tomate y sus enemigos naturales. Ediciones INTA, 68 pp
- Saini, E.D. 2004. Insectos y ácaros perjudiciales al cultivo del girasol y sus enemigos naturales. Publicación del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola N° 8. INTA. Buenos Aires, 68 pp.
- Sarandón, S.J. 2002. *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. Sarandón, S.J. (ed.). Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Bs. As., 557 pp.
- Sarandón, S.J.; Flores, C.C.; Abbona, E.; Iermanó, M.J.; Blandi, M.L.; Oyhamburu, M. & M. Presutti. 2015. Análisis del uso de agroquímicos asociado a las actividades agropecuarias de la Provincia de Buenos Aires. En: Relevamiento de la utilización de Agroquímicos en la Provincia de Buenos Aires – Mapa de Situación e incidencias sobre la salud. Defensoría del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires: 18-495.
- Sarmiento, R. A.; Pallini, A.; Venzon, M.; Fonseca de Souza, Og F.; Molina-Rugama, A. & C. Lima de Oliveira. 2007. Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 50 (1): 121-126.
- Scaglia, E.; Vega, M.A. & C. Salto. 2004. Lechuga tipo "de hoja". Prácticas para una producción continua a campo. INTA Rafaela.
- Schluter, D. & R.E. Riclefs 1993. Species Diversity: an introduction to the problem. En: Riclefs & D. Schluter (eds.). *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives*. R.E. The University of Chicago Press, London, 414 pp.
- Schneider, M.; Fogel M.; Mirande L.; Haramboure, L. & C. Berta. 2010. Ocurrencia y parasitismo de *Dinocampus cocinellae* (Hymenoptera: Braconidae) sobre *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) en el cinturón hortícola Platense. En: *IV Reunión Anual de Parasitoidólogos.*, Concordia, Entre Ríos, Argentina. Faltan páginas

Schowalter, T. 1985. Adaptations of insects to disturbance. *En: White P. & S. Pickett (eds). The ecology of natural disturbance and patch dynamics.* Academic Press, pp: 235-252.

Schowalter, T. 2006. *Insect Ecology: an ecosystem approach.* 2nd edition. London, UK, 572 pp.

Schuller, S. & G. Sánchez. 2003. Los artrópodos del suelo depredadores en agroecosistemas de tomate en el valle de Chancay, Lima, Perú. *Revista Peruana de Entomología* 43: 47-57.

Scudder, G.G.E. 2000. Pitfall trapping. Ecological Monitoring and Assessment Network Coordinating Officer, Ecosystem Science Directorate of Environment Canada. <http://eqb-dqe.cciw.ca/eman>

Sengonca, C.; Kranz, J. & P. Blaeser. 2002. Attractiveness of three weed species to polyphagous predators and their influence on aphid populations in adjacent lettuce cultivations. *Journal of Pest Science* 75:161–165.

Siemann, E.; Tilman, D.; Haarstad, J. & M. Ritchie. 1998. Experimental tests of the dependence of arthropod diversity on plant diversity. *The American Naturalist* 152: 738-750.

Simberloff, D. & T. Dayan. 1991. The Guild Concept and the Structure of Ecological Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 115-143.

Smith, H.A.; Chaney, W.E. & T.A. Bensen. 2008. Role of syrphid larvae and other predators in suppressing aphid infestations in organic lettuce on California's Central Coast. *Journal of Economic Entomology* 101: 1526-1532.

Smith, S.R. & P. Hadley. 1989. Comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers. Their nitrate N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). *Soils and Fertilizers* 52 (10): 1481-1482.

Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3^{ra} ed. W.H. Freeman and Company, USA, 447 pp.

Souza Casadinho, J.; Durand P. & M. Moya. 2009. Estudio de la producción orgánica en el Área Hortícola Bonaerense. *En: Benencia, R.; Quaranta, G. & J. Souza Casadinho (coords.). Cinturón hortícola de la Ciudad de Buenos Aires Cambios sociales y productivos*. Ediciones CICCUS. Buenos Aires, pp: 275-292.

Speight, M.; Hunter, M. & A. Watt. 1999. *Ecology of insects. Concepts and applications*. Malden, USA. Blacwell Science, 349 pp.

Spence, J. & J. Niemelä. 1994. Sampling carabid assemblages with pitfall traps: The madness and the method. *The Canadian Entomologist* (Canada) 126: 881-894.

Stamps, W.T. & M.J. Linit. 1998. Plant diversity and arthropod communities: Implications for temperate agroforestry. *Agroforestry Systems* 39:73-89.

Strassera, M.E. 2009a. Análisis de la sustentabilidad de tres alternativas de manejo de plagas en tomate bajo cubierta en el Cinturón Hortícola Platense. Trabajo de tesis para optar al título de Magister Scientiae en Protección Vegetal, con orientación en Manejo de Plagas Animales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Strassera M.E. 2009b. El Cinturón hortícola platense. Informe de II Jornadas Sobre Plagas y Enfermedades en Cultivos bajo Cubierta realizadas en La Plata. Centro de Investigaciones de Fitopatología de la UNLP y la Agencia de Extensión Rural Gran Buenos Aires del INTA.

Strassera, M.E. 2013. Manejo de plagas que afectan a las hortalizas de hoja. Midieri M.S. & N. Francescangeli (eds.). *En: Curso: Sanidad en Cultivos intensivos 2013*. Módulo 3. Batata, arveja, hortalizas de hoja y aromáticas: no hay sencillez que no esconda sus vueltas.. San Pedro, Buenos Aires. Ediciones INTA (Serie: Capacitaciones; n.7), 114 pp.

- Strassera, M.E.; Sarandón S.; Luna M.G. & A. Polack. 2009. Análisis de dos alternativas de Manejo de Plagas en Tomate Bajo Cubierta en el Cinturón Hortícola Platense. Resumos do VI CBA e II CLAA. *Cadernos de Agroecologia*. 4 (1): 60-64.
- Stupino, S.A.; Frangi, J.L. & S.J. Sarandón. 2012. Caracterización de fincas hortícolas según el manejo de los cultivos, La Plata, Argentina. En: VII *Congreso de Medio Ambiente AUGM*. UNLP. La Plata, Argentina, 25 pp.
- Swift, M. & D. Bignell (eds). 2001. *Standard methods for the assessment of soil biodiversity and land-use practice*. International Centre for Research in Agroforestry, Bogor, Indonesia, 36 pp.
- Swift, M.J.; Heal, O.W. & J.M. Anderson. 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Univ. of California Press, Berkeley, pp: 167-219.
- Symondson, W.O. 1993. The effects of crop development upon slug distribution and control by *Abax parallelepipedus* (Coleoptera: Carabidae). *Annals of Applied Biology* 123: 449-457.
- Symondson, W.O.C.; Sunderland, K.D. & M.H. Greenstone. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu. Rev. Entomol.* 47: 561-594.
- Theodoracopoulos, M.; Lardizabal, R. & S. Arias 2009. *Manual de producción: Lechuga. Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores*. MCA-Honduras/EDA, 36 pp.
- Thiele, H.U. 1977. Carabid beetles in their environments. Berlin, Springer, 369pp.
- Timms, L.L.; Bowden, J.J.; Summerville, K.S. & C.M. Buddle. 2012. Does species-level resolution matter? Taxonomic sufficiency in terrestrial arthropod biodiversity studies. The Royal Entomological Society, *Insect Conservation and Diversity* 6 (4): 453-462.
- Torres, F. & R. Marcano. 2007. Efecto de la temperatura en el desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) utilizando como presa

- Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae). *Entomotropica* 22: 17-25.
- Torres, P.R.; Cicchino A.C.; Abrahamovich, A.H.; Nuñez J.L. & O.H. Prieto. 1994. Los enemigos naturales de *Haematobia irritans irritans* (Diptera: Muscidae) en dos áreas ganaderas de la Argentina. *Revista de Medicina Veterinaria* 75: 6-16.
- Tulli, M.; Carmona, D.M.; López A.L.; Manetti, P.L.; Vincini, A.M. & G. Cendoya. 2009. Predation on the slug *Deroceras reticulatum* (Pulmonata: Stylommatophora) by *Scarites anthracinus* (Coleoptera: Carabidae). *Ecología Austral* 19: 55-61.
- Urbaneja, A.; Ripollés, J.L.; Abad, R.; Calvo, J.; Vanaclocha, P.; Tortosa, D.; Jacas, J.A. & P. Castañera. 2005. Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 31: 209-223.
- Vandermeer, J. & I. Perfecto. 1995. *Breakfast of biodiversity: the truth about rainforest destruction*. Food First Books. Oakland, California, 185 pp.
- Van Driesche, R.G.; Hoddle, M.S. & T.D. Center. 2008. Control de plagas e malezas por enemigos naturales. Forest Health Technology Enterprise Team (Spanish translation of ítem above). 765 pp.
- van Lenteren, J.C. (ed.). 2012. *Internet Book of Biological Control*. 6th Edition, www.IOBC-Global.org, Wageningen, The Netherlands, 182 pp.
- Vulinec, K.; Pimentel, L.A.; Carvalho, E.A.R. & D.J. Mellow. 2008. Dung Beetles and Long-term Habitat Fragmentation in Alter do Chão, Amazônia, Brazil. *Tropical Conservation Science* 1(2): 111-121.
- Wall, D.H. & U.N. Nielsen. 2012. Biodiversity and Ecosystem Services: Is it the Same Below Ground? *Natura Education Knowledge* 3 (12): 8.

- Wardle, D.A. 1995. Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Advances in Ecological Research* 26:105-185.
- Werenkraut, V. 2010. Patrones altitudinales en la diversidad de coleópteros y hormigas epigeas del noroeste de la Patagonia argentina. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Weyland, F. 2005. Efecto de prácticas de conservación del suelo sobre la diversidad de artrópodos en lotes de soja. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, Argentina, 54 pp.
- White, R. 1998. *A Field Guide to the Beetles: Of North America*. Houghton Mifflin Harcourt. Peterson field Guides. Boston, 323 pp.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: why?. *Annual Review of Ecology and Systematics* 19:1-18.
- Woodcock, B.A.; Westbury, D.B.; Potts, S.G.; Harris, S.J. & V.K. Born. 2005. Establishing field margins to promote beetle conservation in arable farm. *Agriculture Ecosystems Environment* 107: 255-266.
- Zalazar, L. & A. Salvo. 2007. Entomofauna asociada a cultivos hortícolas orgánicos y convencionales en Córdoba, Argentina. *Neotropical Entomology* 36 (5): 765-773.
- Zhang, D.; Dong M. & X. Du. 2011. Effects of Organic Management on Predator Densities of *Myzus persicae* (Sulzer) During Transition to Organic Agriculture in Peach Fields in China, *Journal of Sustainable Agriculture* 35 (8): 826-839.
- Zaviezo, T.; Grez, A.A. & D. Donoso. 2004. Dinámica Temporal de Coleópteros Asociados a Alfalfa. *Ciencia e Investigación Agraria* 31 (1): 29-38.
- Zerbino, M.S. 2005. Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. Tesis de Magister en Ciencias Ambientales.

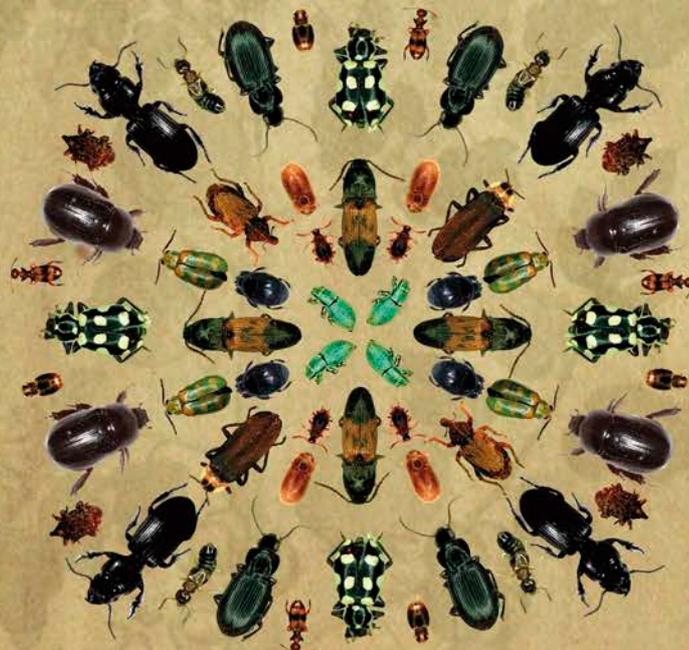
Universidad de la República. Facultad de Ciencias Ambientales, Montevideo, Uruguay,
100 pp.

Zerbino, M.S.; Altier, N.; Morón, A. & C. Rodríguez. 2008. Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia* 12: 44.

Zerbino, M.S. 2010. Evaluación de la macrofauna del suelo en rotaciones cultivos-pasturas con laboreo convencional. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) Número especial 2: 189-202.

Zhang, D.; Dong M. & X. Du. 2011. Effects of Organic Management on Predator Densities of *Myzus persicae* (Sulzer) During Transition to Organic Agriculture in Peach Fields in China, *Journal of Sustainable Agriculture* 35:8, 826-839.

Zoppolo, R.; Faroppa, S.; Bellenda, B. & M. García. 2008. Alimentos de la huerta. Guía para la producción y consumo saludable. INIA - OPS – UDELAR. Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA. Disponible en: <http://www.inia.org.uy>



**Coleopterofauna epígea de importancia agrícola en cultivos de
lechuga (*Lactuca sativa* L.) y tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.),
con diferente manejo sanitario,
en el Cinturón Florí-Hortícola Platense**

**Lic. Julia Rouaux
2015**

