

CROP PROTECTION

Entomofauna Asociada a Cultivos Hortícolas Orgánicos y Convencionales en Córdoba, Argentina

LAURA ZALAZAR Y ADRIANA SALVO

*Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba (CIEC), Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales
Univ. Nacional de Córdoba, Av. Vélez Sársfield 1611. CC 5016, CP 5000, Córdoba, Argentina*

Neotropical Entomology 36(5):765-773 (2007)

Entomofauna Associated to Horticultural Crops under Organic and Conventional Practices in Córdoba, Argentina

ABSTRACT - Farming practices and the addition of chemical synthetic substances in conventional agroecosystems are detrimental mainly to natural enemies of phytophagous insects, diminishing the natural regulation of pest insects. On the other hand, in organic agriculture, biological processes and care of the environment are favoured, hence an increase in insect biodiversity is predicted in this type of systems. In this work, abundance, richness of insects and proportion of functional groups were compared through a single quantitative sampling of insects in horticultural crop fields, three under organic and three under conventional management practices. Insect species richness, total and for guilds (phytophagous and entomophagous insects) were significantly higher in organic orchards, and also was the abundance of entomophagous insects. Richness and abundance of all insect orders (with exception of Homoptera abundance), were higher in orchards under organic management, being significative the differences for richness of Coleoptera and richness and abundance of Hymenoptera. Similar tendencies were observed in data obtained through sweep net in weeds. These results suggest that organic practices increase the diversity of species, particularly that of natural enemies.

KEY WORDS: Agroecosystem, organic agriculture, insect, natural enemy, management

RESUMEN - Las prácticas de laboreo y las sustancias químicas sintéticas agregadas en los agroecosistemas convencionales perjudican principalmente a los enemigos naturales de los insectos fitófagos, disminuyendo la regulación de los insectos plaga. En la agricultura orgánica, en cambio, se favorecen los procesos biológicos y el cuidado del ambiente, por lo que se predice en este tipo de sistema un aumento de la biodiversidad. En este trabajo se compararon los niveles de abundancia y riqueza de insectos y la proporción de grupos funcionales realizando un único muestreo cuantitativo en tres campos de cultivo con prácticas de manejo orgánicas y tres convencionales. Mediante conteo visual de insectos en los cultivos se observó que la riqueza de especies, total y por gremio (fitófagos-entomófagos), fue significativamente mayor en huertas orgánicas, así como la abundancia de entomófagos. Igualmente, la riqueza y abundancia para los distintos órdenes (excepto abundancia de Homoptera) fue superior en huertas bajo manejo orgánico, con diferencias significativas en la riqueza de Coleoptera y en la riqueza y abundancia de Hymenoptera. Tendencias similares se observaron en datos obtenidos mediante red de arrastre en malezas. Estos resultados sugieren que la práctica de manejo orgánica incrementa la diversidad de especies, particularmente la de enemigos naturales.

PALABRAS CLAVE: Agroecosistema, agricultura orgánica, insecto, enemigo natural, manejo

La agricultura moderna implica la simplificación de la estructura del ambiente en grandes áreas, donde se reemplaza la diversidad natural con una pequeña variedad de plantas cultivadas (Altieri 1999). En los agroecosistemas convencionales los procesos físicos, químicos y biológicos son manipulados por el hombre con el fin de aumentar su productividad (Stinner & Stinner 1989).

Bajo la premisa de favorecer los procesos biológicos y el cuidado integral del ambiente, en las prácticas de manejo

orgánicas no se permite el agregado de sustancias químicas sintéticas (Schnitman & Lernoud 1992, Letourneau & Goldstein 2001, Östman *et al.* 2001) y es por eso que desde una perspectiva ecológica, las prácticas de manejo orgánicas se asemejan en cierta medida a los ecosistemas naturales (Stinner & Stinner 1989). La mayoría de los estudios entomológicos que comparan sistemas agrícolas orgánicos y convencionales sugieren que en ambientes orgánicos aumenta la abundancia de enemigos naturales, tanto de predadores como parasitoides,

y que los niveles de daño causados por los insectos fitófagos son similares a los observados en sistemas convencionales (Speight *et al.* 1999, Bonmarco & Ekbohm 2000, Paoletti & Cantarino 2000). Algunos trabajos también sugieren una paridad en el número de especies presentes en ambos tipos de agroecosistemas e incluso una mayor diversidad en ambientes sometidos a prácticas convencionales (Weibull *et al.* 2000, 2003, Kleijn *et al.* 2001).

En Argentina, las áreas ocupadas con cultivos comerciales de hortalizas se estiman en 600.000 hectáreas, las cuales generan una producción estimada de 10.500.000 de toneladas al año (Anónimo 2003). En lo que se refiere al cultivo orgánico, en los últimos años ha ocurrido tanto una diversificación en el número de especies cultivadas, como un crecimiento exponencial en el número de hectáreas dedicadas a este tipo de producción, siendo aún insuficiente para satisfacer las crecientes demandas externas (Baumann Fonay 2003). Sin embargo, pocos estudios evalúan el efecto de la práctica de manejo sobre la entomofauna de hortalizas cultivadas.

El objetivo del presente trabajo fue analizar comparativamente diversos aspectos de la entomofauna asociada a cultivos hortícolas en relación a la práctica de manejo empleada, mediante un diseño estadísticamente replicado. Dichos aspectos fueron: abundancia, riqueza de especies y composición faunística.

Material y Métodos

En la última semana de abril y la primera de mayo del 2003, se realizó un único muestreo en seis campos hortícolas, tres utilizando prácticas de manejo convencional y tres orgánicos. Los seis campos están ubicados en la zona centro de la Provincia de Córdoba (Argentina), en un radio de 55 km. con centro en la ciudad Capital homónima.

Los campos orgánicos no se encontraban al momento del muestreo certificados oficialmente como tales, aunque sus dueños manifestaron ajustarse estrictamente a los requerimientos que dicha certificación exige. Ubicados en las

localidades de Salsipuedes, Villa Allende y Quisquizacate y separados entre sí por un mínimo de 12 km y un máximo de 55 km, sus dimensiones variaron entre 275 m² y 5.000 m². Las huertas con prácticas de manejo convencional estaban localizadas en las localidades de Villa Retiro (dos campos) y Colonia Tirolesa, separadas por un mínimo de 4 km y un máximo de 15 km y en un rango de tamaño de entre 5.000 y 15.000 m². La práctica de manejo convencional consistió en la aplicación de insecticidas sintéticos (principalmente dimetoato y cipermetrina, 2-5 aplicaciones por ciclo de cultivo), fertilizantes artificiales (urea y fosfato diamónico 150 a 350 kg/ha) y utilización de mecanismos de labranza habituales para la zona (Ávila com. pers., Tártara *et al.* 1998). En cada campo se midieron las siguientes variables:

1. Superficie destinada a cada especie de cultivo (m²)
2. Riqueza de especies y abundancia de insectos
3. Riqueza de especies y abundancia de los principales gremios tróficos (fitófagos y entomófagos)
4. Riqueza de especies y abundancia en los principales órdenes de insectos
5. Proporción numérica y específica de fitófagos en relación al total de insectos y especies colectadas
6. Relación numérica y específica entre entomófagos (predadores y parasitoides) y fitófagos

Las últimas cinco variables se estimaron a partir de conteo visual de insectos sobre cada especie vegetal durante 30 min, siguiendo una transecta lineal y descontando el tiempo de manipuleo utilizado para capturar a los insectos. En todos los casos la colecta de insectos la realizó el mismo operador entre las 9:00h y las 18:00h. En cada campo se realizó conteo visual en tres especies cultivadas, seleccionando entre las disponibles aquellas que fueron comunes en mayor número de campos hortícolas (Tabla 1). En las malezas de bordura se utilizó red de arrastre, realizando cuatro colectas consistentes en tres golpes de red cada una. A partir de esta técnica de muestreo se estimó la riqueza de especies y abundancia de insectos totales y la de los principales gremios tróficos.

La determinación de los insectos se realizó al máximo nivel de resolución taxonómica posible, utilizando claves de

Tabla 1. Especies y variedades vegetales analizadas en huertas orgánicas y/o convencionales. Las abreviaturas indican las localidades que cultivaron la especie. Las huertas convencionales fueron: CON1 (Colonia Tirolesa), CON2 (Villa Retiro 1), CON3 (Villa Retiro 2). Las huertas orgánicas fueron: ORG1 (Salsipuedes), ORG2 (Quisquizacate), ORG3 (Villa Allende).

Especies/variedades vegetales analizadas	Huerta
<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i> L. (acelga)	CON1, CON3, ORG1
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L. (repollo)	CON1
<i>Capsicum annum</i> L. (pimiento)	ORG1, ORG3
<i>Cichorium intybus</i> L. (achicoria)	ORG2, ORG3
<i>Cucurbita máxima</i> Duchesne (zapallito)	CON2, CON3
<i>Lactuca sativa</i> L. (lechuga)	CON1, CON3, ORG2, ORG3
<i>Raphanus sativus</i> L. (rabanito)	ORG2
<i>Solanum melongena</i> L. (berenjena)	CON2, ORG1
<i>Phaseolus vulgaris</i> L. (chaucha)	CON2

identificación, consulta a especialistas y mediante comparación con colecciones de referencia. Cada especie se asignó a un grupo funcional determinado (fitófagos, predadores, parasitoides) mediante observaciones en campo y referencias bibliográficas. El gremio trófico asignado a cada individuo dependió de los hábitos alimenticios de la mayoría de los integrantes de la familia a la que pertenecieron. Especímenes de cada taxón se depositaron en la Colección Entomológica de la Cátedra de Entomología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

La unidad de medida para conteo visual consistió en el número de morfoespecies o individuos/hora de búsqueda, resultantes de la sumatoria de datos obtenidos en 90 min de búsqueda por huerta, y número de morfoespecies o individuos/cuatro colectas para red de arrastre.

Los valores de las variables obtenidas se analizaron mediante ANOVA previa transformación logarítmica ($\log x+1$) para datos de conteo o transformación angular (arco seno) en el caso de proporciones. Cuando las variables transformadas no cumplieron los supuestos necesarios para ANOVA, se aplicó el Test no paramétrico de Mann-Whitney. Cada huerta fue considerada como una repetición, contando así con tres réplicas para cada nivel del tratamiento (manejo orgánico vs. manejo convencional). Los análisis estadísticos se realizaron teniendo en cuenta un grado de significancia (α) igual a 0.05. Valores de probabilidad comprendidos entre 0.05 y 0.09 fueron considerados marginalmente significativos.

Para analizar el grado de similitud en la composición de la entomofauna en huertas con la misma práctica de manejo, se llevó a cabo un análisis de clasificación (cluster) de las seis localidades basado en matrices de presencia-ausencia (datos binarios) y de abundancia de las especies (relativizadas al máximo por localidad). La medida de similitud utilizada para datos binarios fue la denominada "Simple-match" mientras que la medida de distancia utilizada para comparar datos de abundancia fue la Distancia Euclídea. En ambos casos se empleó el encadenamiento promedio como método de agrupamiento (Krebs 1989).

Resultados

La superficie promedio dedicada a cada especie vegetal en huertas convencionales fue de 2.525.72 m² (EE = 320.89, N = 9), mientras que las huertas orgánicas dedicaron en promedio una superficie de 17.36 m² (EE = 4.01, N = 8), diferencias que resultaron significativas ($P < 0.001$).

Se recolectaron un total de 597 insectos, 558 a partir de conteo visual y 39 mediante la red de arrastre. Un total de 73-23 morfoespecies y 382-177 individuos fueron registrados en huertas orgánicas y convencionales respectivamente (Tabla 2). La distribución de las especies e individuos indica que en general, la abundancia y la riqueza de insectos fueron superiores en huertas con práctica de manejo orgánico.

De igual manera, se observaron mayores valores promedio de riqueza de especies y abundancia de insectos total y por gremio en las huertas orgánicas, encontrándose diferencias significativas en la riqueza de especies total ($P = 0.003$) y en la abundancia de insectos entomófagos ($P = 0.045$), y marginalmente significativas en la riqueza de

especies fitófagas y entomófagas ($P = 0.053$ y $P = 0.059$ respectivamente) (Fig. 1).

La abundancia relativa de fitófagos en relación al total de insectos colectados fue superior en huertas convencionales que en orgánicas con valores marginalmente significativos ($P = 0.069$), mientras que no se observaron diferencias significativas en la proporción relativa de especies fitófagas (Fig. 2). La tasa predador/presa fue mayor en las huertas orgánicas, tanto a nivel de abundancia de individuos como en número de especies, en ambos casos sin diferencias significativas (Fig. 3).

Todos los órdenes de insectos aumentaron los valores de riqueza específica promedio en huertas orgánicas, alcanzándose significancia estadística para Coleoptera ($P = 0.017$) y observando diferencias marginalmente significativas en Hymenoptera ($P = 0.067$) (Fig. 4). La abundancia promedio de todos los órdenes (con excepción de Homoptera) fue superior en huertas orgánicas, con diferencias significativas en Hymenoptera ($P = 0.007$) (Fig. 5).

Mediante el uso de red de arrastre los valores promedio de riqueza y abundancia de insectos fueron superiores en huertas orgánicas (riqueza total $X = 18.44$, ES = 0.97; riqueza fitófagos $X = 9.33$, ES = 1.39; riqueza entomófagos $X = 4.67$, ES = 0.77; abundancia total $X = 80.22$, ES = 27.66; abundancia fitófagos $X = 54.67$, ES = 29.17; abundancia entomófagos $X = 14.44$, ES = 4.51) que en convencionales (riqueza total $X = 5.78$, ES = 1.74; riqueza fitófagos $X = 4.00$, ES = 1.39; riqueza entomófagos $X = 2.00$, ES = 0.67; abundancia total $X = 36.67$, ES = 17.79; abundancia fitófagos $X = 34.00$, ES = 17.40; abundancia entomófagos $X = 2.66$, ES = 1.02), aunque las diferencias no resultaron significativas.

Los clusters construidos en base a las matrices de presencia-ausencia de especies de insectos (datos binarios) y de su abundancia en cada localidad, reflejaron en ambos casos una mayor similitud en la entomofauna de las huertas convencionales, mientras que las huertas orgánicas presentaron complejos de especies diferentes a los de las convencionales y también diferentes entre sí (Figs. 6 y 7).

Discusión

Las tendencias observadas en nuestros resultados coinciden con lo esperado, aunque se registraron diferencias significativas sólo en algunas de las variables analizadas. La inclusión de un mayor número de huertas representativas de cada tipo de práctica agrícola (réplicas para el análisis estadístico) posiblemente permitiría alcanzar niveles de significancia para confirmar las tendencias aquí observadas.

Los campos orgánicos presentaron un número significativamente mayor de especies (total y por gremio trófico) que los convencionales, mientras que la abundancia de insectos mostró la misma tendencia, con diferencias significativas en la abundancia de entomófagos. La ausencia de químicos nocivos y el laboreo menos agresivo del suelo sería la causa de estas tendencias, coincidentes en términos generales con lo observado por otros autores (Feber *et al.* 1997, Kross & Schaefer 1998, Doles *et al.* 2001, Letourneau & Goldstein 2001, Melnychuk *et al.* 2003). En campos orgánicos la mayor diversidad de vegetales, tanto de especies cultivadas como

Tabla 2. Lista de taxa registrados mediante conteo visual y red de arrastre en huertas orgánicas y convencionales, indicando el número de individuos obtenidos. Entre paréntesis se indica el gremio trófico: F - Fitófago; P - Predador; Par - Parasitoide; O - Otros gremios (incluye detritívoros, polenófagos, antófilos, ocasionales); SD - Sin determinar.

Orden	Familia	Morfoespecie	Org.	Conv.
Hemiptera	Anthocoridae	sp ² (P)	8	2
		<i>Acanthocerus</i> Palisot sp (F)	1	0
	Coreidae	<i>Athaumatus haematicus</i> Stål (F)	1	0
		sp (F)	1	0
	Corizidae	<i>Corizus hialinus</i> (Fabr.) ¹ (F)	1	0
		sp (F)	0	1
	Lygaeidae	sp (F)	0	3
		sp 1 (F)	2	0
		sp 2 ² (F)	3	5
	Miridae	sp 3 (F)	2	0
		sp 4 ² (F)	80	0
		sp 5 (F)	69	3
		<i>Nezara viridula</i> (L.) (F)	1	0
	Pentatomidae	<i>Thynacanta marginata</i> Dallas (P)	1	0
		sp (F)	1	0
	Pyrrhocoridae	sp ¹ (F)	0	1
	Tingitidae	sp (F)	0	1
Homoptera	Aphidae	spp ² (F)	17	95
	Cercopidae	sp (F)	1	0
		sp 1 (F)	1	0
		sp 2 ² (F)	5	0
		sp 3 (F)	2	0
		sp 4 ² (F)	3	2
		sp 5 (F)	1	0
		sp 6 (F)	1	0
		sp 7 ² (F)	8	0
		sp 8 ² (F)	4	0
		sp 9 (F)	4	0
		sp 10 ¹ (F)	0	4
		sp 11 ¹ (F)	0	4
		sp 12 ¹ (F)	0	2
		sp 13 ¹ (F)	1	0
		sp 14 ¹ (F)	1	0
Neuroptera	Membracidae	sp ¹ (F)	1	1
	Chrysopidae	sp (P)	0	1
	Mantispidae	sp (P)	1	0
Coleoptera	Anthicidae	<i>Anthicus albofasciatus</i> Pic (D)	3	0
	Bruchidae	sp (F)	1	0
	Cantharidae	sp ² (P)	3	0
		<i>Diabrotica significata</i> Gahan (F)	0	2
		<i>Diabrotica speciosa</i> Germar (F)	31	25
	Chrysomelidae	Alticinae sp1 (F)	3	0
		Alticinae sp 2 (F)	5	13
		Eumolpinae sp (F)	1	0

Continúa

Tabla 2. Continuación.

Orden	Familia	Morfoespecie	Org.	Conv.
Coleoptera (continuación)	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i> (L.) (P)	15	2
		<i>Eriopis connexa</i> (German) (P)	5	1
		<i>Hippodamia convergens</i> Guérin-Méneville (P)	4	0
	Dasytidae	<i>Astylus atromaculatus</i> Blanchard (F)	1	1
	Lagriidae	sp (O)	8	0
	Nitidulidae	sp (O)	14	0
Diptera	Bibionidae	sp (F)	2	0
	Dolichopodidae	sp (P)	23	4
	Tripetidae	sp (F)	1	0
	Sin determinar	sp 1 (SD)	1	0
		sp 2 (SD)	0	1
		sp 3 (SD)	1	0
		sp 4 (SD)	1	0
		sp 5 (SD)	1	0
		sp 6 (SD)	1	0
		sp 7 (SD)	1	0
Lepidoptera	Drepanidae	sp (F)	1	0
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> L. (O)	1	2
		<i>Bombus morio</i> Swederus (O)	3	0
	Encyrtidae	<i>Copidosoma</i> Ratzeburg sp ¹ (Par)	2	0
		sp ¹ (Par)	1	0
	Pteromalidae	sp ¹ (Par)	1	0
		sp 1 (SD)	11	0
		sp 2 (SD)	1	0
		sp 3 (SD)	1	0
	Formicidae	sp 4 (SD)	1	0
		sp 5 (SD)	1	0
		sp 6 (SD)	1	0
		sp 7 (SD)	1	0
		sp 8 (SD)	1	0
	Braconidae	<i>Diaretiella</i> Stary sp (Par)	1	0
		<i>Dolichogenidea</i> Viereck sp (Par)	1	0
	Ichneumonidae	<i>Exetastes</i> Gravenhorst sp (Par)	1	0
		Mesochorinae sp ¹ (Par)	1	0
		Phygadeuontinae sp ¹ (Par)	0	1
	Platygastridae	<i>Telenomus</i> Haliday sp (Par)	1	0
	Scelionidae	sp 1 ¹ (Par)	1	0
		sp 2 ¹ (Par)	1	0

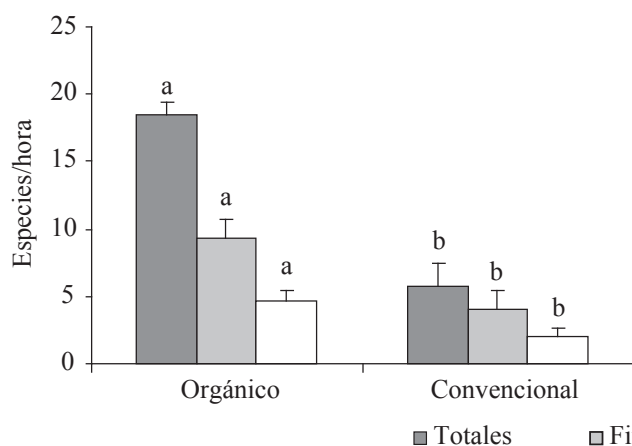
¹Especies capturadas sólo mediante red de arrastre (malezas); ²Especies capturadas mediante ambas técnicas de muestreo (cultivo y malezas).

de malezas dispersas entre las plantas cultivadas y creciendo espontáneamente en los bordes, atraerían y retendrían una mayor diversidad de insectos al proporcionarles refugio, fuente de alimento y mejores condiciones microclimáticas (Altieri 1992, Freeman Long *et al.* 1998, Landis *et al.* 2000).

Las tasas predador-presa de especies y abundancia fueron superiores en huertas orgánicas, mientras que la proporción específica y numérica de fitófagos fue superior en huertas

convencionales. Las tendencias observadas en nuestros resultados coinciden totalmente con lo esperado, aunque las diferencias fueron significativas sólo para la abundancia relativa de fitófagos. Se ha observado que en sistemas de producción más intensivos aumenta la abundancia de insectos fitófagos y disminuye la de entomófagos (Klein *et al.* 2002), debido probablemente a que los enemigos naturales son más sensibles a los agroquímicos que sus presas (Langhof *et al.*

A - Riqueza de especies



B - Abundancia de insectos

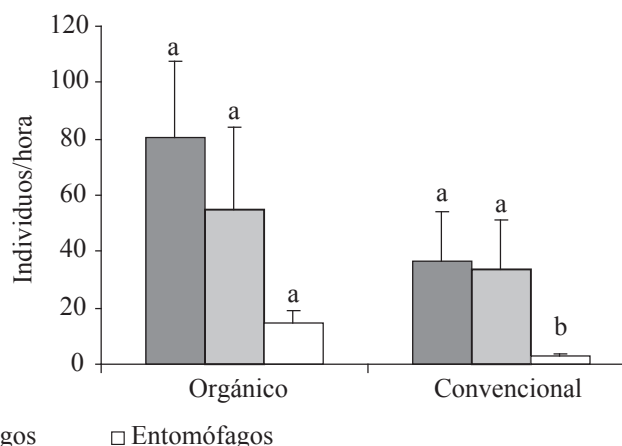


Fig. 1. Valores promedios de riqueza de especies (A) y abundancia de insectos (B) total, de fitófagos y de entomófagos registrados por conteo visual en huertas con práctica de manejo orgánico y convencional. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos según Anova.

2003, Symington 2003). Los herbicidas utilizados para proteger los cultivos de malezas en campos con prácticas de manejo convencional disminuyen la diversidad de plantas en borduras, lo cual trae aparejado una pérdida en el número de refugios, hospedadores alternativos y recursos alimenticios para los adultos entomófagos (Asteraki *et al.* 2004, Wackers 2004).

La riqueza de especies y la abundancia de todos los órdenes de insectos (con excepción del número de individuos del Orden Homoptera) aumentaron en huertas orgánicas, al igual que lo observado por Ryszkowski *et al.* (1993) en paisajes complejos, característica ambiental que generalmente puede adjudicarse a las huertas orgánicas. El aumento significativo en la riqueza y abundancia observado para el Orden Hymenoptera coincide con lo propuesto por varios autores, quienes sostienen que este grupo es un bioindicador de condiciones de escaso disturbio (La Salle &

Gauld 1993, Kevan 1999, Paoletti 1999). El incremento de himenópteros en cultivos orgánicos es una evidencia a favor de esta práctica de manejo ya que estos insectos poseen un papel indiscutible como grupo benéfico, al intervenir en relaciones interespecíficas claves como son polinización, predación y parasitismo (La Salle & Gauld 1993).

La tendencia a mayor abundancia en sistemas convencionales observada para Homoptera es la esperada según los antecedentes bibliográficos. Koricheva *et al.* (2000) mencionan una relación inversa entre la abundancia de homópteros y la riqueza de especies vegetales del agroecosistema y lo adjudican al mejor desempeño de estos fitófagos ante la concentración de los recursos que explotan.

Los valores de abundancia del Orden Diptera superiores en cultivos orgánicos, podrían resultar de las prácticas menos agresivas al ambiente que allí se emplean, ya que la mayoría de las especies de este Orden poseen larvas que se comportan

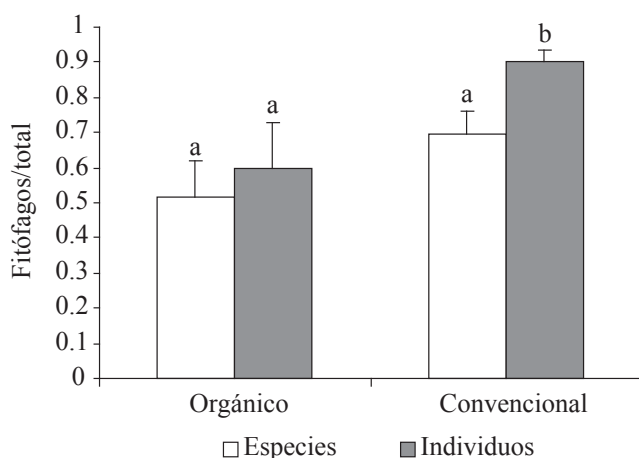


Fig. 2. Proporción específica y numérica de fitófagos en relación al total de especies e insectos colectados por conteo visual en huertas con distinta práctica de manejo. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos según Anova.

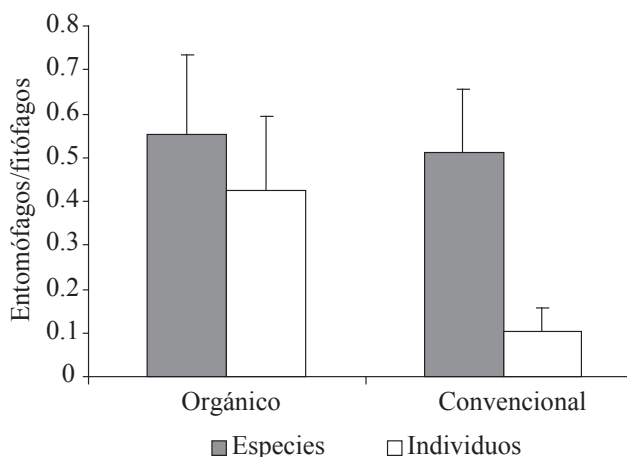


Fig. 3. Proporción específica y numérica entre entomófagos (predadores y parasitoides) y fitófagos colectados por conteo visual en huertas con distinta práctica de manejo.

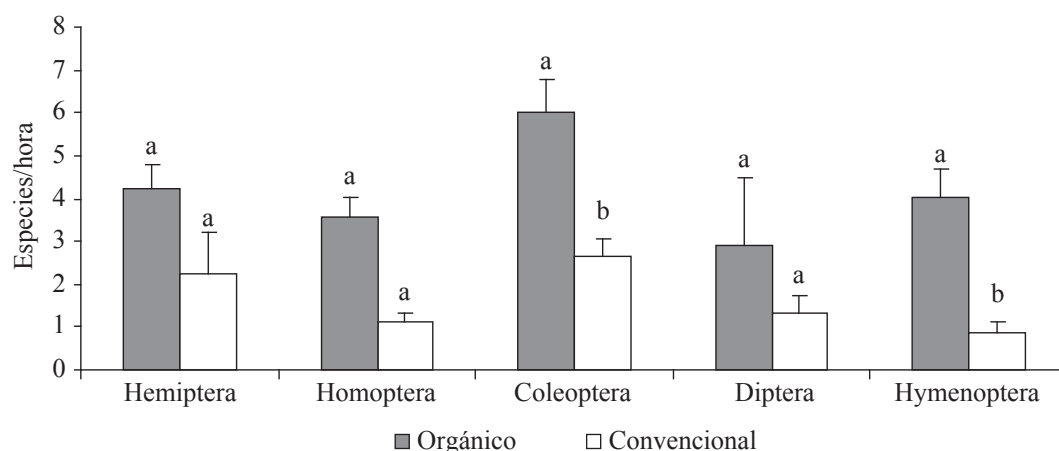


Fig. 4. Valores promedios de riqueza de especies para diferentes órdenes colectados mediante conteo visual en huertas con práctica de manejo orgánico y convencional. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos según Anova.

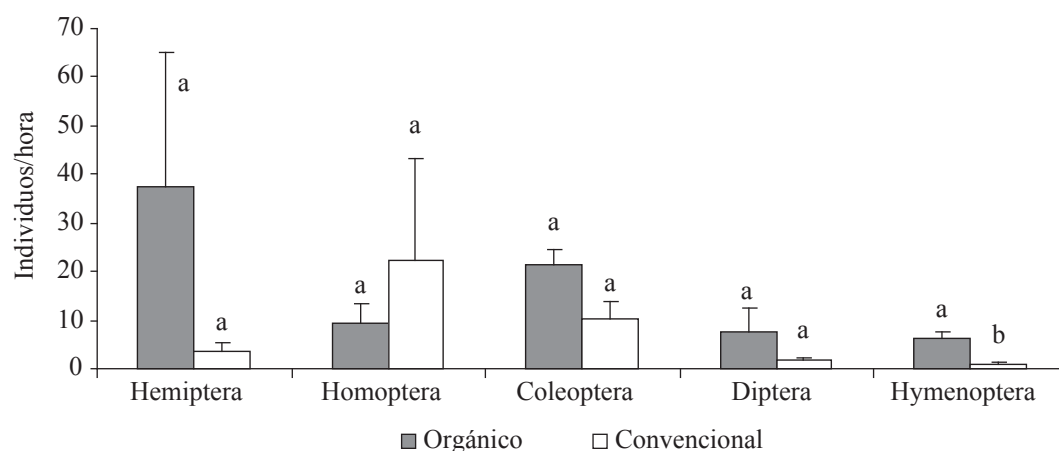


Fig. 5. Valores promedios de abundancia de individuos para diferentes órdenes colectados mediante conteo visual en huertas con práctica de manejo orgánico y convencional. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos según Anova.

como fitosaprófagas en el suelo, y por tanto pueden indicar escasos niveles de disturbio en los agroecosistemas (Frouz 1999, Büchs 2003, Woodcock *et al.* 2003). Así mismo, se han registrado valores de abundancia más elevados en ambientes menos disturbados para las familias Formicidae (Orden Hymenoptera), Carabidae y Staphylinidae (Orden Coleoptera) (Peck *et al.* 1998, Bohac 1999, Rainio & Niemelä 2003).

Los datos obtenidos mediante la red en malezas siguieron las mismas tendencias mencionadas para conteo visual: un aumento en los valores promedios de riqueza y abundancia en todos los gremios analizados. Aunque sin ser significativas, estas tendencias concuerdan con lo esperado, ya que la deriva de agroquímicos hacia las plantas de las borduras afectaría a la entomofauna de manera directa, e indirectamente, por disminución en el número de refugios, hospedadores alternativos y recursos alimenticios (Asteraki *et al.* 2004).

La composición de taxa de la entomofauna mostró una mayor similitud en las tres huertas convencionales y difirió notablemente en las orgánicas tanto al trabajar con datos de presencia-ausencia de las especies (datos binarios) como considerando la abundancia en que cada una fue registrada.

Esto podría deberse a que en los campos sometidos a prácticas convencionales los insecticidas extinguen localmente a las especies más sensibles y propician el aumento de las resistentes, conformando un conjunto más homogéneo de especies. En huertas orgánicas, en cambio, la complejidad del paisaje (campos más pequeños con mayor diversidad de plantas cultivadas y malezas) habría generado complejos de especies más particulares, diferentes en cada localidad.

En conclusión, los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren que la práctica de manejo orgánica en campos hortícolas del área central de Córdoba (Argentina) incrementa efectivamente la diversidad de especies y el número de insectos que las plantas cultivadas sostienen. Este mayor número total de especies estaría causado principalmente por un incremento en la riqueza de insectos entomófagos, que son justamente los deseados en agroecosistemas al incidir negativamente en las poblaciones de especies de fitófagos. Consideramos que llevar a cabo nuevos estudios entomológicos con diseños estadísticamente replicados como el presente, que incluyan un mayor número de campos y que contemplen variables ambientales adicionales, ampliaría notoriamente nuestro

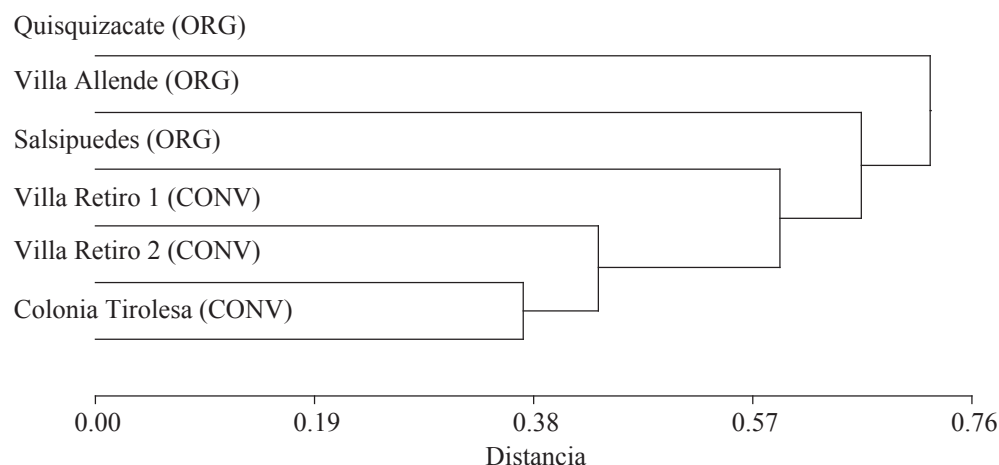


Fig. 6. Similitud cualitativa en la entomofauna de huertas con distinta práctica de manejo. Medida de similitud: Simple Matching. Método de unión: encadenamiento promedio.

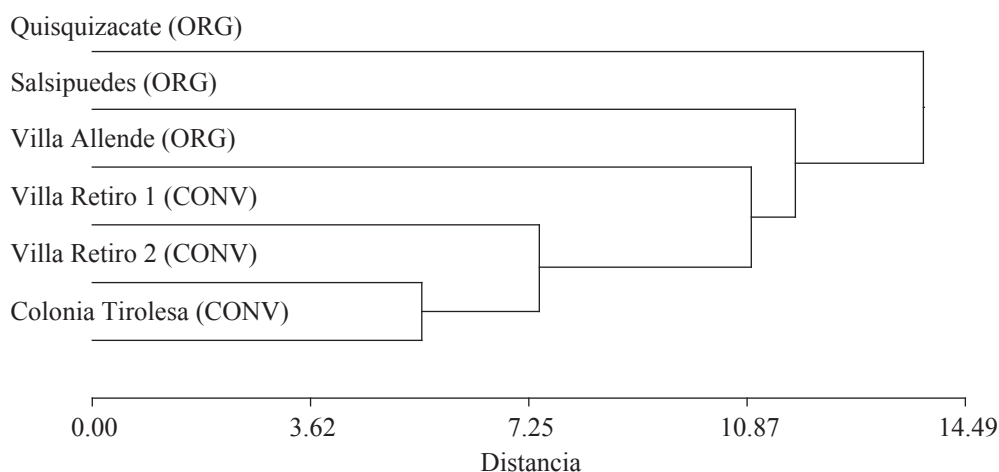


Fig. 7. Similitud cuantitativa en la entomofauna de huertas con distinta práctica de manejo. Datos relativizados al máximo valor por localidad. Distancia Euclídea. Método de unión: encadenamiento promedio.

conocimiento del modo en que la práctica de manejo influye sobre la entomofauna de los cultivos hortícolas.

Agradecimientos

A los productores que permitieron realizar este estudio en sus campos. A la Biol. Marisa Defagó, Dra. Silvia Molina, Biol. Susana Ávalos y Dr. Luciano Cagnolo, por su colaboración en la determinación de insectos. Al Dr. Arnaldo Mangeaud por el asesoramiento estadístico.

Referencias

- Altieri, M.A. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. CETAL Ediciones, Valparaíso, 162p.
- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74: 19-31.
- Anónimo. 2003. Zona de producción de hortalizas en Argentina.

Informe de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la República Argentina. Fuente consultada: www.sagpya.mecon.gov.ar. Fecha de acceso: 03/10/07.

- Asteraki, E.J., B.J. Hart, T.C. Ings & W.J. Manley. 2004. Factors influencing the plants and invertebrate diversity of arable field margins. *Agric. Ecosyst. Environ.* 102: 219-231.
- Baumann Fonay, C. 2003. Producción orgánica, situación en Argentina. Boletín Informativo de la Universidad Abierta Interamericana. Fuente consultada: www.vaneduc.edu.ar/uai/. Fecha de acceso: 13/06/07.
- Bohac, J. 1999. Staphylinid beetles as bioindicators. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74: 357-372.
- Bonmarco, R. & B. Ekbom. 2000. Landscape management and resident generalist predators in annual crop systems, p.169-182. In B. Ekbom, M.E. Irwin & Y. Robert (eds.), *Interchanges of insects between agricultural and surrounding landscapes*. Kluwer Academic Publishers, London, 256p.
- Büchs, W. 2003. Biodiversity and agri-environmental indicators

- general scopes and skills with special reference to the habitat level. *Agric. Ecosyst. Environ.* 98: 35-78.
- Doles, J.L., R.J. Zimmerman & J.C. Moore. 2001. Soil microarthropod community structure and dynamics in organic and conventionally managed apple orchards in Western Colorado, USA. *Appl. Soil Ecol.* 18: 83-96.
- Feber, R.E., L.G. Firbank, P.J. Johnson & D.W. Macdonald. 1997. The effects of organic farming on pest and non-pest butterfly abundance. *Agric. Ecosyst. Environ.* 64: 133-139.
- Freeman Long, R., A. Corbett, C. Lamb, C. Reberg-Horton, J. Chandler & M. Stimmann. 1998. Beneficial insects move from flowering plants to nearby crops. *Calif. Agric.* 52:23-26.
- Frouz, J. 1999. Use of soil dwelling Diptera (Insecta, Diptera) as bioindicators: A review of ecological requirements and response to disturbance. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74: 167-186.
- Kevan, P.G. 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: Species, activity and diversity. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74: 373-393.
- Kleijn, D., F. Berendse, R. Smit & N. Gilissen. 2001. Agri-environment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature* 413: 723-725.
- Klein, A.M., I.S. Dewenter & T. Tschamtkke. 2002. Predator-prey ratios on cocoa along a land-use gradient in Indonesia. *Biodiv. Conserv.* 11: 683-693.
- Koricheva, J., C.P.H. Mulder, B. Schmid, J. Joshi & K. Huss-Danell. 2000. Numerical responses of different trophic groups of invertebrates to manipulations of plant diversity in grasslands. *Oecologia* 125: 271-282.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row Publishers, New York, 654p.
- Kross, S. & M. Schaefer. 1998. The effect of different farming systems on epigeic arthropods: A five-year study on the rove beetle fauna (Staphylinidae) of winter wheat. *Agric. Ecosyst. Environ.* 69: 121-133.
- Landis, D.A., S.D. Wratten & G.M. Gurr. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45: 175-201.
- Langhof, M., A. Gathmann, H.M. Poehling & R. Meyhöfer. 2003. Impact of insecticide drift on aphids and their parasitoids: Residual toxicity, persistence and recolonisation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 94: 265-274.
- La Salle, J. & I.D. Gauld. 1993. Hymenoptera: Their diversity, and their impact on the diversity of other organisms, p.1-26. In J. La Salle & I.D. Gauld (eds.) *Hymenoptera and biodiversity*. CAB Institute of Entomology Publications, Wallingford, 348p.
- Letourneau, D.K. & B. Goldstein. 2001. Pest damage and arthropod community structure in organic versus conventional tomato production in California. *J. Appl. Ecol.* 38: 557-570.
- Melnychuk, N.A., O. Olfert, B. Youngs & C. Gillott. 2003. Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 95: 69-72.
- Östman, Ö., B. Ekbom & J. Bengtsson. 2001. Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. *Basic Appl. Ecol.* 2: 365-371.
- Paoletti, M.G. 1999. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74: 1-18.
- Paoletti, M.G. & C.M. Cantarino. 2000. The use of invertebrates in evaluating rural sustainability, p. 33-52. In P. Barbosa (ed.), *Conservation biological control*. Academic Press, New York, 396p.
- Peck, S.L., B. Mcquaid & C.L. Campbell. 1998. Using ant species (Hymenoptera: Formicidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. *Environ. Entomol.* 27: 1102-1110.
- Rainio, J. & J. Niemelä. 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodivers. Conserv.* 12:487-506.
- Ryszkowski, L., J. Karg, G. Margarit, M.G. Paoletti & R. Zlotin. 1993. Above-ground insect biomass in agricultural landscapes of Europe, p.71-82. In R.G.H. Bunce, L. Ryszkowski, & M.G. Paoletti (eds.), *Landscape ecology and agroecosystems*. Boca Raton, Lewis Publishers, 288p.
- Schnitman, G. & P. Lernoud. 1992. *Agricultura orgánica: Experiencias de cultivos ecológicos en la Argentina*. Planeta/ECO-AGRO, Buenos Aires, 350p.
- Speight, M.R., M.D. Hunter & A.D. Watt. 1999. *Ecology of insects: Concepts and applications*. Blackwell Science Ltd. Oxford, 350p.
- Stinner, B.R. & D.H. Stinner. 1989. Plant-animal interactions in agricultural ecosystems, p.355-393. In W.G. Abrahamson (ed.), *Plant-animal interactions*. Mc. Graw-Hill Publishers, New York, 480p.
- Symington, S.A. 2003. Lethal and sublethal effects of pesticides on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) and its parasitoid *Orgilus lepidus* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae). *Crop Prot.* 22: 513-519.
- Tárrata, E., J. Apezteguía, A. Roberi, M. Bocco & O. Adib. 1998. Caracterización de los sistemas frutihortícolas bajo riego del cinturón verde de la ciudad de Córdoba. Publicación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 45p.
- Wackers, F.L. 2004. Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: Flower attractiveness and nectar accessibility. *Biol. Control* 29: 307-314.
- Weibull, A.C., J. Bengtsson & E. Nohlgren. 2000. Diversity of butterflies in the agricultural landscape: The role of farming system and landscape heterogeneity. *Ecography* 23: 743-750.
- Weibull, A.C., Ö. Östman & A. Granqvist. 2003. Species richness in agroecosystems: The effect of landscape, habitat and farm management. *Biodivers. Conserv.* 12: 1335-1355.
- Woodcock, B.A., A.D. Watt & S.R. Leather. 2003. Influence of management type on Diptera communities of coniferous plantations and deciduous woodlands. *Agric. Ecosyst. Environ.* 95: 443-452.

Received 28/VIII/06. Accepted 21/IV/07.