

Artículo científico
(Original paper)

**FAUNA EDÁFICA ASOCIADA A UN CULTIVO HORTÍCOLA CONVENCIONAL DE
TOMATE (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM* MILL.) EN LA PLATA (BUENOS AIRES,
ARGENTINA)**

**SOIL FAUNA ASSOCIATED TO CONVENTIONAL TOMATO (*LYCOPERSICUM
ESCULENTUM* MILL.) CROPS IN LA PLATA (BUENOS AIRES, ARGENTINA)**

ANDREA ARMENDANO^{1*}, JULIA ROUAUX², ANA SALAZAR MARTÍNEZ²

¹Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores - CEPAVE (CONICET-UNLP). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Boulevard 120 s/n, La Plata, Argentina. <aarmendano@hotmail.com>

²División de Entomología, Museo de La Plata, UNLP. Paseo del Bosque s/n, La Plata, Argentina. <aesamar@hotmail.com>

*Autor de correspondencia: <aarmendano@hotmail.com>

Recibido: 30/05/2017; aceptado: 18/01/2018; publicado en línea: 26/10/2018
Editor responsable: Carlos Fragoso

Armendano, A., Rouaux, J., Salazar Martínez, A. (2018) Fauna edáfica asociada a cultivos hortícolas convencionales de tomate en La Plata (Buenos Aires, Argentina). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 34, 1–12. DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412116>

RESUMEN. La artropodofauna edáfica refleja las condiciones de la vegetación y el estado del funcionamiento del suelo y, por lo tanto, su estudio es útil como herramienta de evaluación de la sustentabilidad de suelos cultivados. Ácaros oribátidos y hexápodos colémbolos (mesofauna); coleópteros y arañas (macrofauna) son grupos permanentes, abundantes y diversos en estos sistemas. Son organismos esenciales para el funcionamiento del suelo porque regulan y participan en distintas etapas del proceso de descomposición. El objetivo del estudio fue identificar a los principales componentes de la meso y macrofauna del suelo durante un ciclo de cultivo de tomate convencional y proponer un posible modelo de interrelaciones entre ellos, que sirva para evaluar los beneficios de la aplicación de prácticas consideradas más saludables. El estudio se llevó a cabo en una parcela sembrada con tomate, con manejo convencional, en el área periférica de la ciudad de La Plata. La fauna se recolectó durante un ciclo de cultivo completo desde diciembre de 2012 hasta febrero de 2013, a través de los procedimientos adecuados para cada grupo. Se recolectaron: 136 individuos y siete especies de oribátidos, 59 individuos y nueve especies de colémbolos, 300 individuos y 12 especies de arañas y 113 individuos y 32 especies de coleópteros. Entre ellas *Scheloribates praeincisus acuticlava*, Tullbergidae sp. 1, *Glenognatha lacteovittata*, Lycosidae sp. 2, Linyphiidae sp. 4 y *Phyrdenus muriceus*, fueron las más abundantes y permanentes poblaciones de cada grupo. El pobre registro de mesofauna indica que ésta constituye un eslabón débil en la red trófica del suelo, posiblemente debido al efecto disruptivo de las prácticas convencionales de manejo. Los representantes de la macrofauna presentan mayor número de individuos y de diversidad específica, especialmente las arañas, debido probablemente a que cuentan con la capacidad de trasladarse hacia zonas aledañas al cultivo. Se concluye que el conjunto estable de la fauna edáfica del sistema estudiado está constituido principalmente por depredadores, saprófagos y fitófagos relacionados con el cultivo, es decir, pertenecen a la red de herbivoría más que a la de detritos.

Palabras clave: Cultivos hortícolas; mesofauna; macrofauna; biodiversidad



Armendano, A., Rouaux, J., Salazar Martínez, A. (2018) Soil fauna associated with horticultural conventional tomato crops in La Plata (Buenos Aires, Argentina). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 34, 1–12. <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412116>

ABSTRACT. Edaphic arthropodofauna reflects the vegetation conditions and the soil functioning, therefore, its study is a useful tool to evaluate the soil crops sustainability. Oribatid mites and collembolan hexapods (mesofauna) as well as beetles and spiders (macrofauna) are permanent, abundant and diverse groups in these systems. They are essential organisms in the soil functioning because they regulate and participate in different stages of the decomposition process. The aim of the study was both, to identify the main components of the meso and macrofauna while a conventional tomato crop was developing its cycle and to propose a possible model of relationships among them which helps to assess positive effects due to healthy practices. The study was carried out in a farm where tomato conventional management was being applied, in the neighborhood area of La Plata city. The fauna was collected during a complete crop cycle from December 2012 to February 2013, using the appropriate procedures for each group. We collected 136 individuals and seven oribatid species, 59 individuals and nine collembolan species, 300 individuals and 12 spider species and 113 individuals and 32 coleopteran species. Among them, *Scheloribates praeincisus acuticlava*, Tullbergidae sp. 1, *Glenognatha lacteovittata*, Lycosidae sp. 2, Linyphiidae sp. 4 and *Phyrdenus muriceus* were the most abundant permanent populations in each group. The poor records of mesofauna indicate that it establishes weak links in the trophic soil network, possibly due to the disruptive effect of conventional management practices. The macrofauna presents the greatest number of individuals and specific diversity, especially spiders, probably by their capacity to move to the adjacent crop areas. It is concluded that the edaphic fauna stable group is principally composed by predators, saprophagous and phytophagous related to the crop, so they belong to the herbivory network more than the detritus one.

Key words: horticultural crops; mesofauna; macrofauna; biodiversity

INTRODUCCIÓN

La fauna edáfica integra complejas redes tróficas contribuyendo con un amplio rango de servicios esenciales para el funcionamiento sustentable de los ecosistemas. Su composición y diversidad se relaciona con el tipo, edad, diversidad, estructura y manejo de los cultivos (Flores *et al.*, 2008). Debido a su rápida respuesta a los cambios en el hábitat, a sus ciclos de vida relativamente cortos, a su facilidad de muestreo y a su alta diversidad en sistemas agrícolas, los organismos edáficos han cobrado importancia como herramienta para evaluar el funcionamiento y sustentabilidad del suelo (Kremen *et al.*, 1993; Gibbs & Stanton, 2001).

Entre la mesofauna, los ácaros oribátidos y los colémbolos son los artrópodos más abundantes y de mayor diversidad específica en el suelo. A través de su actividad fragmentan y transforman los restos orgánicos en residuos disponibles para los mineralizadores, dispersan bacterias y hongos, y afectan el crecimiento y la composición específica de estos últimos por consumo selectivo (Coleman *et al.*, 2004). Distintos autores han señalado su sensibilidad a las prácticas agrícolas, que se manifiesta en la reducción de su abundancia, de su diversidad y en la simplificación de su estructura comunitaria (Bedano *et al.*, 2006, 2011; Socarrás, 2013).

Entre la macrofauna, las arañas son depredadoras generalistas importantes por su abundancia, biomasa y riqueza de especies (Wise, 2006). Ocupan distintos microhábitats, consumen diferentes presas, tanto de la meso como de la macrofauna, al mismo tiempo, presentan estrategias variadas de caza, resisten la falta de alimento y la desecación; reducen y mantienen a las poblaciones de insectos que consumen los cultivos por debajo de los umbrales de daño económico (Pedigo, 2001; Lawrence & Wise, 2000). Por su



parte, los insectos coleópteros presentan una elevada riqueza de especies y abundancia, muchos participan, directa o indirectamente, en el control de especies fitófagas, en la descomposición, en la regulación del ciclo de nutrientes y en la polinización (Symondson *et al.*, 2002; Van Driesche *et al.*, 2008). La macrofauna conecta las redes hipogeas y epigeas por su amplio nicho espacial, las arañas por su alta capacidad de dispersión y amplitud trófica; y los coleópteros debido a los cambios de hábitat asociados a sus distintas etapas de desarrollo. Ambos grupos, son sensibles a las variaciones en la cobertura y estructura vegetal, así como a cambios de la cantidad de materia orgánica, agregación y otras propiedades físicas y químicas del suelo (Cole *et al.*, 2005).

En el Cinturón Hortícola Platense (CHP), el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) se encuentra entre las hortalizas más cultivadas. Convencionalmente, su producción está asociada a la práctica de laboreos intensivos y al manejo sanitario por medio de la aplicación de distintas sustancias químicas de síntesis, como fertilizantes, herbicidas, fungicidas y plaguicidas (Hole *et al.*, 2005). El objetivo general de este trabajo fue estudiar a la comunidad edáfica, epigea e hipogea de un cultivo convencional de tomate, durante un ciclo agrícola, para establecer un modelo estructural y funcional, que sirva como punto de comparación para evaluar los posibles beneficios de la aplicación de prácticas agroecológicas. Los objetivos específicos fueron: detectar a los grupos de especies más representativos, a nivel taxonómico y funcional de oribátidos, colémbolos, arañas y coleópteros; y proponer un modelo que integre a las taxocenosis de oribátidos, colémbolos, arañas y coleópteros, a nivel estructural y funcional, durante el ciclo del cultivo del tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se llevó a cabo en una parcela de 150 m², a cielo abierto, sembrada con tomate variedad platense, en un predio perteneciente al CHP. A nivel regional, el clima es templado, con una temperatura media anual de 16.3 °C, precipitaciones medias anuales de 1,023 mm y humedad relativa media anual del aire de 77.6%. El suelo es un argiudol vértico sin sustrato orgánico con horizonte Ap de 0,2 a 12 cm. El cultivo estudiado estuvo bajo manejo convencional de bajos insumos que se practica en quintas de menos de diez hectáreas de superficie, donde se cultivó de forma intensiva, con el uso de insumos químicos limitado, que incluyeron la aplicación por calendario de agroquímicos para el control de malezas (Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridilo y trifluralina), ácaros, pulgones, trips (clorfenapir y malatión) y hongos (penconazol) y fertirriego.

Se realizaron cuatro recolecciones, desde diciembre de 2012 a febrero de 2013, a partir del momento en que las plántulas tenían una altura aproximada de 30 cm y hasta que los tomates se encontraban maduros para cosechar.

Para estudiar la mesofauna, en cada recolección se tomaron 12 muestras de suelo de aproximadamente 300 cm³ a una profundidad de 5 cm. Los oribátidos y colémbolos se extrajeron de las muestras previamente pesadas, mediante embudos de Berlese, a temperatura ambiente y sin luz, durante 10 días. Los individuos fueron contados y separados a nivel de especie o morfoespecie y su abundancia se estimó a través del número promedio de individuos cada 100 g de suelo.

La recolección de arañas y coleópteros se realizó mediante 11 trampas de caída, ubicadas de manera equidistante cada 10 m, a lo largo de las hileras cultivadas. Cada trampa consistió en un recipiente de plástico de 800 ml, 12 cm de altura y 10 cm de diámetro superior. Se utilizó como preservante 350 ml de una solución no atrayente de NaCl saturada, agua y trazas de detergente, como tensoactivo. Los individuos capturados fueron separados e identificados a nivel de especie o morfoespecie. El valor de importancia específico considerado fue el número de individuos promedio por trampa.

Se estimó la riqueza específica, diversidad Shannon-Wiener (H') y equitatividad de Pielou (J), mediante el programa PAST (ver.3.14) (Hammer *et al.*, 2013).

La estructura de la comunidad de artrópodos estudiada fue definida con base en las especies que estuvieron presentes durante la mayor parte del desarrollo del cultivo, por considerarse más probable que establezcan interacciones. Luego fueron separadas en función de su abundancia estableciéndose cuatro categorías: a) presentes en las cuatro recolecciones reuniendo 10% o más de abundancia relativa promedio por recolección; b) presentes en las cuatro recolecciones y reuniendo menos del 10% de abundancia relativa promedio por recolección; c) presentes en tres recolecciones y reuniendo 10% o más de abundancia relativa promedio por recolección y d) presentes en tres recolecciones reuniendo menos del 10% de abundancia relativa promedio por recolección.

Las especies de coleópteros y de arañas fueron asignadas a grupos funcionales o gremios con base en la bibliografía disponible (según la terminología utilizada por los especialistas en cada grupo taxonómico (Cardoso *et al.*, 2011; Martínez-Ramos, 2008). Los oribátidos y colémbolos fueron considerados en un solo grupo, como mesodetrítvoros (se alimentan de restos de tamaño mediano) y complementariamente fueron separados en función de su posición en el perfil del suelo en epi, hemí y euedáficos (Rapoport, 1959). Los colémbolos Entomobriomorpha han sido señalados como característicos del estrato superficial del suelo mientras que los Poduromorpha son reconocidos como habitantes de poros y canalículos del suelo (Bernava-Laborde & Palacios-Vargas, 2000) por lo que la proporción Entomobryomorpha/Poduromorpha se usó como indicadora del estrato del suelo en que los colémbolos se encuentran activos. La proporción de individuos y de especies de oribátidos pertenecientes a las categorías Macropylina, Gymnonota y Poronota se usó como indicadora del nivel de intervención antrópica en el sistema (Aoki, 1983; Shimano, 2011).

Las arañas fueron agrupadas en gremios según la clasificación propuesta por Cardoso *et al.* (2011) con base en la estrategia de caza y su dieta. Los coleópteros se separaron en grupos funcionales teniendo en cuenta el tipo de alimentación primaria del adulto (Lawrence & Britton, 1994; Moore *et al.*, 2004).

Considerando la pertenencia de las especies a cada una de las categorías descritas arriba, se proponen interrelaciones entre ellas para confeccionar un modelo estructural y funcional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mesofauna. Se recolectaron 136 individuos de oribátidos pertenecientes a seis familias y siete especies (Cuadro 1). Aproximadamente el 70% del total de individuos recolectados correspondieron a la especie *Scheloribates praeincisus acuticlava* Pérez Iñigo & Baggio, 1986, que resultó también la de mayor frecuencia temporal (Cuadro 4). De acuerdo con la proporción entre grupos de oribátidos, el conjunto que habita este suelo hortícola está integrado en su mayoría por especies del grupo Poronota (Balogh & Balogh, 1988), característico de sitios alterados por el hombre (Aoki, 1983). *Oppiella nova* (Oudemans, 1902), *Tectocephus velatus* (Michael, 1880) y *Oribatula (Zygoribatula) lata* (Hammer, 1961) son especies cosmopolitas, de gran variabilidad morfológica, que han sido mencionadas como especies asociadas a suelos bajo intervención antrópica, comunes en agroecosistemas. Durante el desarrollo del cultivo, la abundancia de oribátidos se mantuvo en valores cercanos a 20 ind/100g de suelo, excepto en la segunda recolección, cuando aumenta el número de especies (Cuadro 2). La diversidad estimada no superó el valor 1 durante todo el desarrollo del cultivo debido al bajo número de especies, y al alto predominio específico deducible de los valores de equitatividad de Pielou (J) (Cuadro 2). Es destacable que los valores de diversidad observados en este cultivo son menores a los observados en parques y plazas de la ciudad de La Plata (Accattoli *et al.*, 2012). Las especies dominantes mencionadas arriba, son



Cuadro 1. Lista y ubicación taxonómica de las especies y morfoespecies de la meso y macrofauna recolectadas y su abundancia relativa (%) por grupo y por periodo en el cultivo de tomate.

	Familia	Especie/morfoespecie	Recolección					
			I	II	III	IV		
Oribatida	Hemileiidae	<i>Hemileius initialis</i>	8,7	4,4	-	-		
	Galumnidae	<i>Erogalumna zeucta</i>	4,4	-	-	-		
	Oppiidae	<i>Brachiopopia cajamarcensis</i>	-	7,3	-	-		
		<i>Oppiella nova</i>	-	11,6	19,1	8,7	****	
	Oribatulidae	<i>Oribatula (Zygoribatula) lata</i>	-	2,9	-	-		
	Scheloribatidae	<i>Scheloribates praeincisus acuticlava</i>	82,6	72,5	80,9	82,6	*	
Tectocephaeidae	<i>Tectocephus velatus</i>	4,4	1,6	-	8,7	****		
Collembola	Hypogastruridae	Morfo sp. 1	-	-	2,9	-		
Poduromorpha	Tullbergiidae	Morfo sp. 1	25,0	8,3	14,3	25,0	*	
	Brachystomellidae	Morfo sp. 1	25,0	-	-	-		
Entomobryomorpha	Entomobryidae	<i>Proisotoma minuta</i>	-	33,3	42,9	12,5	**	
		<i>Entomobrya atrocineti</i>	25,0	8,3	2,9	-		
		Morfo sp. 1	-	8,3	-	-	****	
		Morfo sp. 2	-	-	5,7	-		
		<i>Lepidocyrtus</i> sp.	25,0	-	-	-		
	Cyphoderidae	<i>Cyphoda limboxiphia</i>	-	41,7	31,4	62,5	**	
Araneae	Corinnidae	<i>Castianeira</i> sp.	-	2,9	-	-		
	Trachelidae	<i>Meriola cetiformis</i>	5,6	4,3	3,5	1,6	***	
		Morfo sp. 1	3,7	-	-	-		
	Linyphiidae	<i>Agyreta</i> sp.	9,3	4,3	7,1	4,8	***	
		<i>Scolecurea parilis</i>	5,6	4,3	1,8	6,4	***	
		Morfo sp. 1	5,56	20,0	6,19	3,17	***	
		Morfo sp. 2	-	2,9	-	-		
		Morfo sp. 3	1,9	8,6	-	1,6	****	
		Morfo sp. 4	22,2	1,4	15,0	15,9	*	
	Lycosidae	<i>Hogna</i> sp.	-	1,4	1,8	-		
		Morfo sp. 2	27,8	11,4	21,2	25,4	*	
	Tetragnathidae	<i>Glenognatha lacteovitatta</i>	18,5	38,6	43,4	41,3	*	
Coleoptera	Anthicidae	Morfo sp. 1	5,0	-	-	3,7		
	Carabidae	<i>Aspidoglossa</i> sp.	-	7,1	-	-		
		<i>Loxandrus</i> sp.	-	-	-	3,7		
		<i>Scarites</i> sp.	5,0	-	-	-		
		<i>Pachymorphus striatulus</i>	2,5	-	-	-		
	Chrysomelidae	Morfo sp. 1	15,0	7,1	3,1	11,1	***	
	Coccinellidae	Morfo sp. 1	-	-	-	3,7		
	Curculionidae	Baridinae sp. 6	2,5	-	-	-		
		<i>Conotrachelus coelebs</i>	-	-	3,1	-		
		<i>Naupactus leucoloma</i>	2,5	-	-	-		
		<i>Naupactus xanthographus</i>	-	7,1	3,1	-		
		<i>Phyrdenus muriceus</i>	32,5	14,3	18,8	22,2	*	
		Elateridae	Morfo sp. 1	12,5	-	3,1	-	
			Morfo sp. 2	10,0	-	3,1	25,9	
			Morfo sp. 3	2,5	-	-	-	
			Morfo sp. 4	2,5	-	12,5	-	
			Morfo sp. 5	-	-	3,1	7,4	
	Morfo sp. 6		-	21,4	3,1	-		
	Histeridae	Morfo sp. 1	2,5	-	-	-		
	Lampyridae	Morfo sp. 1	-	-	6,3	-		
	Lathridiidae	Morfo sp. 1	-	-	6,3	-		
	Nitidulidae	Morfo sp. 1	-	-	-	7,4		
	Scarabeidae	Morfo sp. 1	-	7,1	3,1	3,7	****	
	Scydmaenidae	Morfo sp. 1	-	-	3,1	-		
	Silvanidae	Morfo sp. 1	2,5	21,4	-	-		
		Staphylinidae	<i>Anothylus</i> sp.1	2,5	-	-	-	
			<i>Apocellus obscurus</i>	-	-	-	3,7	
			<i>Apocellus opacus</i>	-	-	3,1	-	
			<i>Meronera</i> sp.	-	-	-	3,7	
			<i>Rugilus</i> sp.	-	-	9,4	3,7	
			<i>Scopaues</i> sp.	-	7,1	3,1	-	
			Morfo sp. 1	-	7,1	12,5	-	

* 10% o más de abundancia relativa promedio y 100% frecuencia temporal; ** 10% o más de abundancia relativa promedio y 75% frecuencia temporal; *** Menos del 10% de abundancia relativa promedio y 100% frecuencia temporal; **** Menos del 10% de abundancia relativa promedio y 75% frecuencia temporal

Fecha y etapa fenológica I: 28-12-2012 Crecimiento vegetativo, II: 10-1-2013 Floración, III: 24-01- 2013 Fructificación, IV: 7-2-2013 Maduración

Cuadro 2. Valores estimados de Índices de diversidad por fecha de recolección y grupo estudiado en el cultivo de tomate. S: riqueza específica.

		Recolección			
		I	II	III	IV
Oribatida	S	4	6	2	3
	Shannon-Wiener (H')	0,6	1,0	0,5	0,6
	Equidad (J)	0,5	0,5	0,7	0,5
Collembola	S	4	5	6	3
	Shannon-Wiener (H')	1,4	1,4	1,4	0,9
	Equidad (J)	1	0,9	0,8	0,8
Araneae	S	9	11	8	8
	Shannon-Wiener (H')	1,9	1,9	1,6	1,6
	Equidad (J)	0,9	0,8	0,8	0,8
Coleoptera	S	14	9	17	12
	Shannon-Wiener (H')	2,2	2,1	2,6	2,2
	Equidad (J)	0,8	0,9	0,9	0,9

comunes en otros sistemas bajo presión antrópica en la provincia de Buenos Aires (Accattoli & Salazar-Martínez, 2008; Salazar-Martínez & De Luca, 2015), aunque forman parte de comunidades de mayor diversidad específica.

Los colémbolos estuvieron representados por 59 individuos y nueve especies o morfoespecies que se ubican en cinco familias (Cuadro 1). Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Cyphoda limboxiphia* (Börner, 1913) y *Proisotoma minuta* (Tullberg, 1871), que concentraron en conjunto aproximadamente el 60% del total de los colémbolos recolectados. Tullbergidae sp. 1 resultó ser también importante al reunir el 15% (Cuadro 1).

La especie *C. limboxiphia* ha sido reportada como comensal de hormigas alimentándose de sus deyecciones (Rapoport & de Izarra, 1962; Palacios-Vargas, 2014) y ha sido encontrada en agroecosistemas de la provincia de Buenos Aires donde ha sido descrita como regional y propia del suelo de la zona (de Izarra, 1981). Probablemente *C. limboxiphia* viva a expensas de deyecciones y hongos cultivados en los numerosos hormigueros presentes a lo largo de las melgas de tomate. En este cultivo, se observaron hormigas y pulgones asociados que representaron un 60% y un 10% respectivamente del total de individuos del resto de la macrofauna, excluyendo coleópteros y arañas (datos no publicados).

Proisotoma minuta se alimenta de las hifas de *Fusarium oxysporum* (Briones *et al.*, 1998) que constituye una plaga del tomate (Misaico, 2015). Aunque no hemos detectado el hongo dañando al cultivo estudiado, éste es común en la zona (Polak & Mitidieri, 2005) y podría estar bajo el control de los agroquímicos utilizados.

La riqueza específica de los colémbolos fue similar a la de oribátidos, sin embargo, su abundancia promedio fue menor y con mayores fluctuaciones durante el período de estudio. Su mayor equitatividad se reflejó en mayores valores de diversidad durante todo el ciclo del cultivo (Cuadro 2).

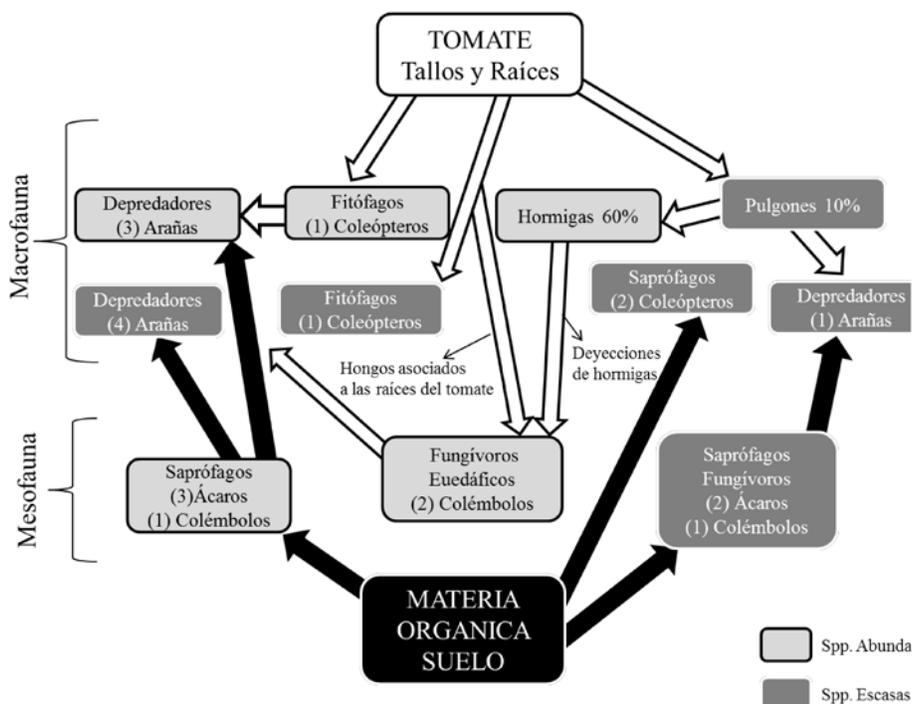
La proporción Entomobryomorpha/Poduromorpha fue superior a uno en todas las recolecciones, lo que indica mayor actividad de los colémbolos en el estrato superficial del suelo.

La mesofauna tuvo escasa representatividad al comienzo y al final del cultivo con máximos en momentos intermedios, superando los colémbolos a los oribátidos en la tercera recolección.

El pobre registro de oribátidos y colémbolos realizado indica que la mesofauna no constituye un eslabón fuerte en la red trófica del suelo del cultivo de tomate, posiblemente debido al efecto negativo de



las prácticas convencionales de manejo, que implican tareas frecuentes de labranza y remoción del suelo, a lo que se suma la aplicación de agroquímicos. Los colémbolos, aunque fueron más diversos podrían encontrarse más estrechamente relacionados con fitófagos como hormigas y pulgones de la red de herbivoría (Fig. 1).



Flechas Negras: interrelaciones en la red de detritos
 Flechas Blancas: interrelaciones en la red de herbivoría
 Abundantes: 10 % o más del total de individuos recolectados
 Escasas: menos del 10 % del total recolectado

Figura 1. Modelo de la comunidad edáfica estudiada construido con las especies más frecuentes (presentes en al menos tres recolecciones) de arañas, coleópteros, ácaros, oribátidos y colémbolos. (Flechas negras: interrelaciones en la red de detritos. Flechas blancas: interrelaciones en la red de herbivoría. Abundantes: 10% o más del total de individuos recolectados. Escasas: menos del 10% del total recolectado).

Cuadro 3. Total de especies o morfoespecies recolectadas de cada grupo estudiado por grupo funcional y ubicación en el perfil edáfico. S: riqueza específica, Epi: epiedáfico, Hemi: hemiedáfico, Eu: euedáfico.

	S	Saprófagos	Fitófagos	Fungívoros	Depredadores		Epi	Hemi	Eu
					Cazadores	Tejedores			
Oribátidos	7	5		2					7
Colémbolos	9	8		1				5	4
Coleópteros	32	11	6	1	14		32		
Arañas	12				9	3	12		
Total	60	24	6	4	26	3	44	5	11

Macrofauna: Araneae y Coleoptera. Se recolectó un total de 300 arañas, resultando más numerosas que coleópteros, debido posiblemente a que cuentan con la capacidad de trasladarse a zonas fuera del efecto de las tareas de manejo (refugios) y retornar al cultivo cuando las condiciones son más favorables. Tetragnathidae fue la familia dominante (36.72% del total de individuos recolectados), seguida de Linyphiidae (35.08%), Lycosidae (21.64%) y Corinnidae (4.92%). El número de familias encontradas representa el 25% aproximadamente del total de familias citadas para Argentina (World Spider Catalog, 2017). Esta tendencia a la reducción de las familias en agroecosistemas coincide con los datos obtenidos en estudios realizados en América del Norte (Symondson *et al.*, 2002; Nyffeler & Sunderland, 2003), asociada a la disminución de la diversidad vegetal en los monocultivos. Algunas familias estuvieron representadas solo por una especie, tal es el caso de *Glenognatha lacteovitatta* (Mello-Leitão, 1944) (Araneae: Tetragnathidae), mientras que Linyphiidae fue la que presentó la mayor riqueza específica. Las especies más importantes fueron *G. lacteovitatta*, Lycosidae Morfo sp. 2 y Linyphiidae Morfo sp. 4 (Cuadro 1). Durante el desarrollo del cultivo, la diversidad específica mantuvo valores relativamente bajos, con baja dominancia (Cuadro 2). Desde el punto de vista temporal, los resultados obtenidos muestran un incremento en la abundancia del total de la comunidad de arañas a comienzos del cultivo y un descenso de los valores hacia el final del mismo.

El gremio de mayor abundancia fue el de cazadoras (Tetragnathidae, Lycosidae y Corinnidae) y en menor proporción las tejedoras de telas sábana (Linyphiidae) (Cuadro 3). Las primeras presentan dietas menos restringidas que las tejedoras (Turnbull, 1973), capturando presas móviles e inmóviles, en relación con sus estrategias de caza al acecho (Nyffeler *et al.*, 1994; Nyffeler, 1999).

Todos los gremios presentaron tendencias de variación temporal similares a lo largo del cultivo, aumentando progresivamente hacia la etapa final de cosecha. Esta misma tendencia fue observada en colémbolos, que constituyen sus presas habituales (35% de la dieta de algunos licósidos, Chen & Wise, 1999; Nyffeler & Sunderland, 2003). Otras presas comunes son los áfidos, cuyo número disminuye ante su presencia (Chiverton, 1986; Edwards *et al.*, 1979), quienes, como se señaló anteriormente, estuvieron bien representados en las trampas de caída.

En relación con los coleópteros, se recolectaron 121 individuos, pertenecientes a 32 especies o morfoespecies en 15 familias. Curculionidae fue la familia dominante (28.3% promedio del total de individuos), seguida de Elateridae (27.4%), Chrysomelidae, (9.7%) y Staphylinidae (8.5%). El resto de las familias presentó abundancias menores al 5%. Elateridae, Staphylinidae y Curculionidae presentaron, además, la mayor riqueza específica (seis o cinco especies cada una) (Cuadro 1). Las especies más importantes fueron *Phyrdenus muriceus* (Gemar, 1824) “el gorgojo del tomate” (22% de abundancia relativa promedio) y Elateridae Morfo sp. 2 (10%).

La cantidad de coleópteros fue menor que la de arañas durante todo el desarrollo del cultivo, sin embargo, su riqueza específica fue generalmente mayor. Durante el período de estudio la diversidad específica mantuvo los valores más altos entre los grupos estudiados, con alta equitatividad, y una alta tasa de recambio temporal de especies. Este resultado podría deberse al efecto de los plaguicidas que disminuyen su cantidad y aumentan la probabilidad de captura de especies diferentes en las trampas de caída (Cuadros 2 y 3).

Se registraron cuatro grupos funcionales (Cuadro 3), en orden de representatividad específica: depredadores (43.7% del total de especies), saprófagos (34.37%), fitófagos (18.75%) y fungívoros (3.1%). El predominio de los primeros marca la importancia del grupo como controlador biológico junto a las arañas. La mayoría de los depredadores fueron estafilínidos, coincidiendo con lo registrado en numerosos cultivos hortícolas (Sengonca *et al.*, 2002). Los detritívoros y fungívoros presentes podrían relacionarse con los abonos adicionados que significan un aporte de materia orgánica. La mayoría de los fitófagos pertenecieron a *P. muriceus*, reconocida plaga del cultivo de tomate (Lanteri *et al.*, 2002).



Cuadro 4. Especies de mayor frecuencia temporal recolectadas, separadas de acuerdo con su abundancia relativa promedio.

a	b
<i>Scheloribates praeincisus</i>	Chrysomelidae Morfo sp. 1
Tullbergidae Morfo sp. 1	<i>Meriola cetiformes</i>
<i>Phyrdeneus muriceus</i>	<i>Agyneta</i> sp.
<i>Glenognatha lacteovittata</i>	<i>Scolecuroa parilis</i>
Lycosidae Morfo sp. 2	Linyphiidae Morfo sp. 1
Linyphiidae Morfo sp. 4	
c	d
<i>Proisotoma minuta</i>	<i>Oppiella nova</i>
<i>Cyphoda limboxiphia</i>	<i>Tectocephus velatus</i>
	<i>Entomobrya atrocincta</i>
	Scarabaeidae Morfo sp. 1
	Linyphiidae Morfo sp. 3

- a) 100% frecuencia temporal y 10% o más de abundancia relativa promedio por recolección
 b) 100% frecuencia temporal y menos de 10% abundancia relativa promedio por recolección
 c) 75% de frecuencia temporal y 10% o más de abundancia relativa promedio por recolección
 d) 75% de frecuencia temporal y menos de 10% abundancia relativa promedio por recolección

Considerando su abundancia, la razón fitófagos/depredadores fue mayor que 1, similar a lo registrado en otros cultivos con manejo convencional (Rouaux *et al.*, 2013). Esto podría asociarse al uso de plaguicidas, que aumenta la abundancia de insectos fitófagos y disminuye la de entomófagos, debido probablemente a que los enemigos naturales son más sensibles a los agroquímicos que sus presas (Zalazar & Salvo, 2007; Nicholls-Estrada, 2008; Strassera, 2009; Fogel, 2012).

De acuerdo con la frecuencia temporal, la abundancia relativa de las especies y su posición en el perfil edáfico, se separó el núcleo de especies más características del suelo del cultivo estudiado, para proponer el modelo de interacciones que se tradujo en la Figura 1 (Cuadros 3 y 4).

En el modelo propuesto, siete de las doce especies de arañas registradas integran el núcleo central de la comunidad, (Cuadro 4, a y b) mientras que las dos únicas especies de coleópteros presentes son fitófagos, que se alimentan de las plantas de tomate. Las especies dominantes de la mesofauna que permanecen durante la totalidad del desarrollo del cultivo son dos, ambas euedáficas y saprófagas.

El segundo grupo de alta frecuencia temporal (Cuadro 4, c y d) está integrado por cinco especies de la mesofauna, dos de las cuales son colémbolos dominantes posiblemente relacionados con el sistema epigeo: *P. minuta* que ingiere hifas de hongos fitófagos del cultivo y *C. limboxiphia* relacionado con las deyecciones de hormigas fitófagas. Las especies menos abundantes del grupo fueron dos colémbolos, un oribátido y un coleóptero saprófago, que podrían relacionarse con la red de detritos iniciada en gran parte por la adición de restos orgánicos al cultivo.

En síntesis, el conjunto estable de la fauna edáfica del sistema estudiado está constituido en su mayoría por depredadores, saprófagos o fitófagos relacionados con el tomate. El modelo de interacciones posible entre estas especies, propuesto en la Figura 1, destaca que en el cultivo estudiado predominan las relaciones en el sistema epigeo respecto al suelo. Esto significa que la mayor parte de los artrópodos considerados se sostienen directa e indirectamente, en base a la energía del cultivo, que es justamente lo que se desea evitar con las prácticas de manejo aplicadas. Sin embargo, la adición de abonos orgánicos que forma parte de las prácticas sostiene el escaso desarrollo de la mesofauna edáfica registrada.

CONCLUSIONES

El grupo más representativo de especies del cultivo estuvo formado por las especies *Scheloribates praeincisus acuticlava* (Acari: Oribatida) y Tullbergidae Morfo sp. 1 (Collembola) de la mesofauna, que concentraron más del 10% de los individuos y aparecieron en la mayoría de las recolecciones. Respecto a la macrofauna se destacaron *Phyrdeneus muriceus* (Coleoptera), *Glenognatha lacteovittata*, Lycosidae Morfo sp. 2 y Linyphiidae Morfo sp. 4 (Araneae).

El modelo de relaciones entre las especies más abundantes y frecuentes que habitan el suelo, evidencia que las especies de la meso y macrofauna integran un grupo que depende más de las plantas de tomate que de la materia orgánica del suelo.

AGRADECIMIENTOS. Este trabajo fue subsidiado por los proyectos N666 y N768, Secretaría de Ciencia y Técnica, FCNyM, UNLP. La separación y determinación de los colémbolos fue realizada por María José Narvárez Beinhörn, gracias al acuerdo N° 1535 entre el Ministerio de Agroindustria de la Provincia de Buenos Aires y la UNLP. Maximiliano Rocci, Micaela Comelli y Daniel Daglio separaron la macrofauna (excepto coleópteros y arañas), a través de una pasantía del Programa de entrenamiento y apoyo a la investigación para estudiantes de la FCNyM, UNLP.

LITERATURA CITADA

- Accattoli, C., Salazar Martínez, A.** (2008) Comunidad de oribátidos de un área protegida en un bosque urbano (La Plata, Provincia de Buenos Aires). In *Actas XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis*. CD-ROM. 5 pp.
- Accattoli, C., San Martín, C., Salazar Martínez, A.** (2012) Oribátidos bioindicadores edáficos urbanos en parques y plazas (La Plata, Argentina), pp. 56–61. In Estrada-Venegas, E., Equihua-Martínez, A., Acuña-Soto, J., Chaires-Grijalva, M. P., Durán-Ramírez, G. (Eds.). *Acarología Latinoamericana*.
- Aoki, J.** (1983) Analysis of oribatid communities by relative abundance in the species and individual numbers of the three major groups (MGP-analysis). *Bulletin, Institute of Environmental Science and Technology, Yokohama National University*, 10, 171–176.
- Balogh, J., Balogh, P.** (1988) *Oribatid mites of the Neotropical Region I*. Elsevier, Amsterdam. The Netherlands and Akademiai Kiado, Budapest, Hungary, 335 pp.
- Bedano, J. C., Cantú, M. P., Doucet, M. E.** (2006) Influence of three different land management practices on soil mite (Arachnida: Acari) densities in relation to a natural soil. *Applied Soil Ecology*, 32, 293–304.
- Bedano, J. C., Domínguez, A., Arolfo R.** (2011) Assessment of soil biological degradation using mesofauna. *Soil & Tillage Research*, 117, 55–60.
- Bernava-Laborde, V., Palacios-Vargas, J.** (2000) Collembola, pp. 151–166. In Claps, L., Debandi, G., Roig, S. (Eds.). *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos Vol. 2*. Sociedad Entomológica Argentina, Mendoza.
- Briones, M. J. I., Ineson, P., Sleep, D.** (1998) Use of delta C¹³ to determine food selection in collembolan species. *Soil Biology & Biochemistry*, 31, 937–940.
- Cardoso P., Pekár S., Jocqué R., Coddington J. A.** (2011) Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS ONE*, 6, e21710. DOI:10.1371/journal.pone.0021710.
- Chen, B., Wise, D.** (1999) Bottom-up limitation of predaceous arthropods in a detritus-based terrestrial food web. *Ecology*, 80, 761–772. DOI:10.2307/177015



- Chiverton, P.** (1986) Predator density manipulation and its effects on populations of *Rhopalosiphum padi* (Horn.: Aphididae) in spring barley. *Annals of Applied Biology*, 109, 49–60.
- Cole L. J., McCracken D. I., Downie I. S., Dennis P., Foster G. N., Waterhouse T., Murphy K. J., Griffin A. L., Kennedy M. P.** (2005) Comparing the effects of farming practices on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) and spider (Araneae) assemblages of Scottish farmland. *Biodiversity and Conservation*, 14, 441–460.
- Coleman, D. C., Crossley Jr., D. A., Hendrix P. F.** (2004) *Fundamentals of Soil Ecology*. Second edition. Elsevier Academic Press, 387 pp.
- De Izarra, D. C.** (1981) Las prácticas agrícolas y sus efectos sobre la fauna de los colémbolos de un suelo de la región semiárida. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 40, 1193–1203.
- Edwards, C. A., Sunderland, K. D., George, K. S.** (1979) Studies on polyphagous predators of cereal aphids. *Journal of Applied Ecology*, 16, 811–823.
- Flores Pardavé, L., Escoto Rocha J., Flores Tena F. J., Hernández, A. J.** (2008) Estudio de la biodiversidad de artrópodos en suelos de alfalfa y maíz con aplicación de biosólidos. *Investigación y Ciencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 40, 11-18.
- 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.
- Gibbs, J., Stanton, E.** (2001) Habitat fragmentation and arthropod community change: carrion beetles, phoretic mites and flies. *Ecological Applications*, 11, 79–85.
- Hammer, O., Harper, D. A. T., Ryan, P. D.** (2013) PAST: Paleontological Statistics. Version 3.14. *Paleontología Electrónica*, 4, 9 pp. Disponible en: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>
- Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., Evans, A. D.** (2005) Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122, 113–130.
- Kremen, C., Colwell, R. K., Erwin, T. L., Murphy, D. D., Noss, R. F., Sanjayan, M. A.** (1993) Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology*, 7, 796–908.
- Lanteri, A. A., Marvaldi, A. E., Suárez, S. M.** (2002) *Gorgojos de la Argentina y sus plantas huéspedes*. Publicación especial de la Sociedad Entomológica Argentina N° 1. San Miguel de Tucumán, 99 pp.
- Lawrence, J. F., Britton, E. B.** (1994) *Australian Beetles*. Melbourne University Press, 176 pp.
- Lawrence, K. L., Wise, D. H.** (2000) Spider predation on forest-floor Collembola and evidence for indirect effects on decomposition. *Pedobiologia*, 44, 33–39.
- Martínez-Ramos, M.** (2008) Grupos Funcionales. Capital Natural de México, Conocimiento Actual de la Biodiversidad. *Conabio*, 1, 365–412.
- Misaico, E. F.** (2015) Manejo y control de enfermedades. Disponible en: <http://agrotecniaunica.blogspot.com>
- Moore, J. C., Berlow, E. L., Coleman, D. C., Ruiter, P. C., Dong, Q., Hastings, A., Johnson N. C., McCann, K. S., Melville, K., Morin, P. J., Nadelhoffer, K., Rosemond, A. D., Post D. M., Sabo, J. L., Scow, K. M., Vanni, M. J., Wall, D. H.** (2004) Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecology Letters*, 7, 584–600.
- Nicholls-Estrada, C. I.** (2008) *Control biológico de insectos. Un enfoque agroecológico*. Ciencia y Tecnología. Editorial Universidad de Antioquia, Colombia, 282 pp.
- Nyffeler, M., Sterling, W. L., Dean, D. A.** (1994) Insectivorous activities of spiders in United States field crops. *Journal of Applied Entomology*, 118, 113–128.
- Nyffeler, M.** (1999) Prey selection of Spiders in the Field. *Journal Arachnology*, 27, 317–325.
- Nyffeler, M., Sunderland, K.** (2003) Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 95, 579–612.
- Palacios-Vargas, J. G.** (2014) Biodiversidad de Collembola (Hexapoda: Entognatha) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 220–231.

- Pedigo, L. P.** (2001) *Entomology and Pest Management*, 4 ed. Prentice Hall, New Jersey, 742 pp.
- Polack, A., Mitidieri, M.** (2005) Producción de tomate. Diferencia de protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades. Ediciones INTA.EEA San Pedro, Buenos Aires, Argentina, 19 pp.
- Rapoport, E. H.** (1959) Algunos aspectos de la biología de suelos. Serie La Brújula. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca Argentina, 23 pp.
- Rapoport, E. H., De Izarra D. C.** (1962) Colémbolos de Bahía Blanca Argentina. *Physis*, 23, 249–256.
- Rouaux J., Armendano, A., Salazar Martínez, A.** (2013) Depredadores edáficos epigeos en cultivos hortícolas de lechuga (*Lactuca sativa*) en el cinturón hortícola platense. In *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.
- Salazar Martínez, A. E., De Luca L. C.** (2015) Micro y Mesobiota en suelos con manejo agroecológico y convencional. In *V Congreso Latino Americano de Agroecología*. La Plata, Argentina. CD ROM 6 pp.
- Sengonca C., Kranz J., Blaeser P.** (2002) Attractiveness of three weed species to polyphagous predators and their influence on aphid populations in adjacent lettuce cultivations. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 75, 161–165.
- Shimano, S.** (2011) Aoki's oribatid-based bioindicators systems. In De Moraes, G.I., Proctor H. (Eds.). *Acarology XIII: Proceedings of the International Congress. Zoosymposia*, 6, 200–209.
- Socarrás, A.** (2013) Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forrajes*, 36, 5–13.
- Strassera, M. E.** (2009) *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.
- Symondson, W. O. C., Sunderland, K. D., Greenstone, M. H.** (2002) Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annual Review in Entomology*, 47, 561–594.
- Turnbull, A. L.** (1973) Ecology of true spiders (Araneomorphae). *Annual Review in Entomology*, 18, 305–348.
- Van Driesche, R. G., Hoddle, M. S., Center, T. D.** (2008) *Control de plagas de malezas por enemigos naturales*. Forest Health Technology Enterprise, 765 pp.
- Wise, D. H.** (2006) Cannibalism, food limitation, intraspecific competition and the regulation of spider Populations. *Annual Review in Entomology*, 51, 441–465.
- World Spider Catalog.** (2017) World Spider Catalog. Natural History Museum Bern, version 16.5 Disponible en: <http://wsc.nmbe.ch>
- Zalazar, L., Salvo, A.** (2007) Entomofauna asociada a cultivos hortícolas orgánicos y convencionales en Córdoba, Argentina. *Neotropical Entomology*, 36, 765–773.