

## Efecto de dos sistemas de labranza sobre la abundancia de artrópodos que habitan en el suelo

MARCELA LIETTI <sup>1,✉</sup>, JUAN C GAMUNDI <sup>2,\*</sup>, GUILLERMO MONTERO <sup>1</sup>,  
ALICIA MOLINARI <sup>2</sup> & VALERIA BULACIO <sup>1</sup>

1. Cátedra de Zoología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.R. Zavalla, Santa Fe, Argentina.

2. Grupo de Trabajo en Protección Vegetal. E.E.A. Oliveros, I.N.T.A. Oliveros, Santa Fe, Argentina.

**RESUMEN.** En Argentina, la producción de cultivos mediante labranzas conservacionistas fue rápidamente adoptada por los productores durante la década del noventa. El tipo y grado de labranza producen modificaciones en el ambiente edáfico que influyen en el comportamiento, desarrollo y sobrevivencia de los artrópodos que habitan en el suelo. Evaluamos el efecto de dos tipos de labranza, labranza cero (SD) y labranza convencional (LC), sobre la densidad y actividad de los artrópodos que habitan en el suelo en distintos momentos, en dos cultivos de soja (vegetativo y reproductivo), un cultivo de maíz (reproductivo) y un rastrojo de soja. Utilizamos dos técnicas de muestreo, trampas de caída para artrópodos epigeos de la superficie del suelo y *quadrat samples* para artrópodos hipógeos. En general, la densidad de los artrópodos fitófagos-detritivóros y predadores, las arañas y las larvas fitófagas-detritivóras (Diptera, Coleoptera, Lepidoptera) fue significativamente mayor en cultivos con SD. El tipo de labranza no afectó la actividad de la mayoría de los grupos de artrópodos de la superficie del suelo, pero la actividad de los predadores fue generalmente mayor en LC y la frecuencia de arañas fue superior en SD. La densidad de carábidos no fue afectada por el tipo de labranza, mientras que su actividad y especialmente la de *Calosoma* spp. fue mayor en LC. Las especies de carábidos mostraron diferencias en su respuesta al tipo de labranza. La tribu Pterostichini (Carabidae) predominó en SD y dentro de ella, *Argutoridius bonariensis* Dejean estuvo presente sólo en cultivos de soja con SD a través de *quadrat samples*. *Selenophorus alternans* Dejean (Carabidae: Harpalini) fue más abundante en LC por ambas técnicas de muestreo. Las diferencias documentadas para las distintas técnicas de muestreo empleadas demuestran la importancia de utilizar métodos relativos y absolutos para evaluar el efecto del manejo del suelo en agroecosistemas sobre las poblaciones de artrópodos. La abundancia relativa de las especies de carábidos colectadas en trampas de caída con respecto a muestras de suelo fue explicada en función del ritmo circadiano y el tamaño de las especies. La evaluación de todas las especies de artrópodos de un ensamble y su clasificación en grupos tróficos brindan información amplia, no sesgada y funcional sobre los efectos del manejo del suelo en agroecosistemas a largo plazo.

[Palabras clave: agroecosistema, artrópodos edáficos, labranza cero, labranza convencional, trampas de caída]

**ABSTRACT.** *Effect of two tillage systems on the abundance of soil-dwelling arthropods:* Crop production by conservation tillage was readily adopted by farmers during the 1990's in Argentina. The type and degree of tillage cause modifications in the soil environment that affect the behavior, development and survival of soil-dwelling arthropods. The effect of conventional tillage (CT) and no tillage (NT) on density and activity of soil-inhabiting arthropods was evaluated on different dates, on two soybean crops (vegetative and reproductive stages), one maize crop (reproductive

✉ Cátedra de Zoología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.R. C.C. 14. (S2125ZAA) Zavalla, Santa Fe, Argentina.

mlietti@fcagr.unr.edu.ar

\* jcgamundi@inta.correo.gov.ar

Recibido: 28 de septiembre de 2006; Fin de arbitraje: 13 de abril de 2007; Revisión recibida: 8 de octubre de 2007; Aceptado: 22 de octubre de 2007

stage) and one soybean fallow. Two sampling methods, pitfall traps, with a preservative solution, for soil surface epigeous arthropods and quadrat samples for hypogeous arthropods, were used. In general, the density of phytophagous-detritivorous and predaceous arthropods, spiders and phitophagous-detritivorous larvae (Diptera, Coleoptera, Lepidoptera) was significantly higher in NT crops. The type of tillage did not affect the activity of most epigeous arthropods; but predator activity was generally higher in CT crops and spider frequency was superior in NT. Carabid density was not affected by the type of tillage, whereas their activity and particularly that of *Calosoma* spp. was greater under CT. Carabids species responded differently to both tillage systems. Pterostichini tribe (Carabidae) predominated in density in SD treatments, while its activity was low under both tillage systems. *Argutoridius bonariensis* Dejean (Carabidae: Pterostichini) was only observed on NT soybean crops by quadrat samples. *Selenophorus alternans* Dejean (Carabidae: Harpalini) was more abundant under CT with both sampling methods. The different results obtained with different sampling methods, show the importance of using absolute and relative methods for assessing the effect of soil management in agroecosystems on arthropods populations. Relative abundance of carabids species in pitfall traps with respect to soil samples was explained by their sizes and circadian rhythms. The evaluation of all arthropods species of an ensemble and their classification in trophic groups provide unbiased, broad and functional information about the long time effects of soil management in agroecosystems.

[Keywords: agroecosystem, soil arthropods, no tillage, conventional tillage, pitfall traps]

## INTRODUCCIÓN

En Argentina, la producción de cultivos mediante labranzas conservacionistas ha sido rápidamente adoptada por los productores durante la década del noventa. Los principales determinantes de esta adopción fueron la disminución del rendimiento de los cultivos a causa de la progresiva erosión de los suelos, la reducción de los costos asociados a la eliminación de las labores de labranza y la disponibilidad de cultivares transgénicos resistentes a glifosato (Pilatti et al. 1988; Ekboir 2001). La superficie agrícola sin labranza pasó de 300000 a 19.7 millones de hectáreas (67% de la superficie cultivada) en las campañas agrícolas 1990-1991 a 2004-2005, respectivamente. En esta última campaña, 72% de la superficie con maíz y 80% con soja se destinaban a producir sin labranza (Lorenzatti, AAPRESID, comunicación personal).

El tipo y el grado de labranza del suelo afectan a los artrópodos que viven en el medio edáfico, principalmente a través de tres mecanismos: (1) el grado de disturbio mecánico, (2) la cantidad, calidad y ubicación de los residuos del cultivo anterior en el perfil del suelo, y (3) la variación en la composición de las comunidades y en la densidad de las pobla-

ciones de malezas. La acumulación progresiva de los residuos sobre la superficie afecta las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Stinner & House 1990; Curry & Good 1992). La cobertura de residuos disminuye la temperatura del suelo, la amplitud térmica y favorece la conservación del agua en el suelo, a través de mayor infiltración, menor evaporación y mayor capacidad de retención del agua en el perfil del suelo (Phillips et al. 1980; Martino & Marelli 2001). Los artrópodos, por ser poiquiloterms y por su tamaño relativamente pequeño, resultan sensibles a variaciones de temperatura y humedad por lo cual estos cambios alteran su comportamiento, desarrollo y supervivencia (Hammond & Funderburk 1985). El proceso de descomposición de los residuos vegetales a diferente profundidad en el perfil del suelo, puede actuar como fuente de atracción y de alimento para varios insectos plagas y para los invertebrados detritívoros; estos últimos afectan indirectamente la fertilidad y estructura del suelo (Hammond & Funderburk 1985; Stinner & House 1990; Curry & Good 1992). La presencia de malezas modifica el hábitat proveyendo de lugares disponibles de oviposición, alimentación y refugio tanto para artrópodos fitófagos como predadores (Brust & House 1988; House 1989; Stinner & House 1990; Nisensohn et al. 1999; Wardle et al. 1999).

El impacto del tipo de labranza en agroecosistemas es mayor sobre la fauna que habita en el suelo con respecto a la que se encuentra sobre el follaje (House & Stinner 1983; Stinner et al. 1988; Tonhasca 1993; Gassen 2001a). En general, los sistemas con labranza reducida o sin labranza presentan mayor abundancia y diversidad de artrópodos que los convencionales. Sin embargo, esta tendencia varía con la época del año, la antigüedad del sistema, la secuencia de cultivos y con el grupo de artrópodos considerado (Edwards 1975; Blumberg & Crossley 1983; House & Stinner 1983; House & Parmalee 1985; Stinner et al. 1988; House 1989; House & Alzugaray 1989; Tonhasca 1993; Marasas et al. 1997; Neave & Fox 1998; Rodríguez et al. 2006). El pasaje de los sistemas con labranza a los sistemas de siembra directa provoca un cambio en los tipos de plagas y sus daños a los cultivos (Stinner & House 1990; Gassen 2001a).

La trampa de caída es el método de muestreo más utilizado para evaluar el efecto del manejo del suelo y de la vegetación sobre los artrópodos que se desplazan sobre la superficie del suelo en ecosistemas naturales y agrícolas. Permite la colección de una cantidad adecuada de artrópodos con relativamente poca inversión de tiempo y esfuerzo con respecto a métodos absolutos de muestreo (Southwood 1978; Spence & Niemela 1994). La tasa de captura, denominada densidad-actividad, depende tanto de la actividad locomotora de los individuos como de la densidad poblacional de cada especie; de modo que, las capturas en trampas de caída deben ser interpretadas junto con estimaciones de abundancia realizadas con métodos absolutos (e.g., *quadrat samples*), y con información sobre la biología y el comportamiento de las especies componentes de un determinado ensamble (Mitchell 1963; Greenslade 1964; Tonhasca 1993; Spence & Niemela 1994; Lövei & Sunderland 1996; Thomas et al. 1998, 2006).

En Argentina, con la expansión de la labranza reducida comenzaron a observarse daños en diferentes cultivos causados por gusanos blancos, orugas cortadoras, hormigas, grillos y babosas (Aragón et al. 1997). La mayoría de los estudios comparativos de artrópodos en distintos sistemas de labranza se realizaron

para determinados grupos de especies plagas o predadoras en un cultivo específico (Beviacqua et al. 1984; Pilatti et al. 1988; Lietti et al. 1993; Molinari et al. 1995; López et al. 1997; Marasas et al. 1997, 2001; Ves Losada & Baudino 1998; Carmona et al. 2002, 2004). Sin embargo, los sistemas agrícolas con labranza reducida son más complejos y se requiere tener información del efecto de esta práctica de manejo sobre la gran variedad de organismos animales del suelo y sus interacciones para predecir los resultados de posibles opciones de manejo (Aragón et al. 1997; Brussaard et al. 2007). Si bien la producción de cultivos sin labranza se ha incrementado, son escasos los estudios realizados del impacto de la misma sobre todas las poblaciones de artrópodos que habitan en el suelo (Saluso & Frana 1998; Saluso & Saluso 2000). El objetivo de este estudio fue evaluar la densidad y actividad de las poblaciones de artrópodos que habitan en el suelo en una secuencia de cultivos de soja y maíz con dos sistemas de labranza mediante dos técnicas de muestreo.

## MÉTODOS

El estudio se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, en Zavalla (33°01' S) y en la EEA Oliveros del INTA (32°34' S), localizados en el sur de la provincia de Santa Fe. El suelo fue caracterizado como Argiudol en ambas localidades.

Se compararon dos sistemas de labranza: labranza convencional (LC) y labranza cero (SD). Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con dos repeticiones. En Zavalla, el tamaño de las parcelas fue 15 x 20 m (300 m<sup>2</sup>) y se dejó un área cultivada de 15 m de ancho entre parcelas; mientras que en Oliveros, la superficie de las parcelas fue de 0.7 ha (85 x 84 m). En las parcelas LC se utilizó arado de reja y vertedera, rastra de discos de doble acción y rastra de dientes antes de la siembra y en el tratamiento SD no se realizó ninguna labranza. Cada año, en ambos sistemas de labranza, se aplicaron los mismos herbicidas de postemergencia. También se realizó control mecánico con escardillo aproximadamente una semana después del tratamiento

con herbicida postemergente en LC y se aplicó glifosato y 2,4 D antes de la siembra en SD. La distancia de siembra entre surcos fue de 70 cm para soja y maíz.

Los muestreos se realizaron en seis momentos diferentes: en dos cultivos de soja en el estado vegetativo (V) y reproductivo (R) correspondientes a una secuencia de dos cultivos por año, trigo y soja, en la localidad de Oliveros (O) y Zavalla (Z), en un cultivo de maíz y en un rastrojo de soja (RastrojoS) provenientes de una secuencia de un solo cultivo por año, soja o maíz, en la localidad de Zavalla. Los momentos de muestreo fueron elegidos para representar condiciones ambientales contrastantes: diferentes cultivos, estados fenológicos y estaciones del año (Tabla 1). Los datos sobre densidad de malezas fueron registrados por investigadores de la Cátedra de Malezas UNR y de la EEA INTA de Oliveros y están publicados en Tuesca et al. (2001).

#### Muestreo de macroartrópodos

**Densidad de macroartrópodos hipógeos.** En cada parcela se extrajeron al azar cuatro muestras de suelo de 0.25 m<sup>2</sup> (*quadrat samples*). Cada muestra se delimitó por medio de un cuadrado de hierro de 50 cm de lado; se removió la vegetación presente y se revisó la superficie del suelo y la tierra hasta una profundidad

de 15 cm. Los artrópodos encontrados se conservaron en alcohol 70% y posteriormente, se determinaron y contaron en el laboratorio.

#### Actividad de macroartrópodos epígeos.

El muestreo de artrópodos epígeos de la superficie del suelo se realizó por medio de trampas de caída. En cada parcela se colocaron cuatro trampas equidistantes, a lo largo del surco central. Cada trampa, de 750 cm<sup>3</sup> de capacidad (12.5 cm de diámetro x 9 cm de profundidad) contenía 200 cm<sup>3</sup> de solución conservante (formaldehído 2%, ácido acético glacial 5%, detergente 0.05%). Las trampas permanecieron en el campo durante tres días consecutivos y los individuos capturados se determinaron y contaron en el laboratorio. Se conserva una muestra del material analizado en la colección entomológica de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

#### Análisis de los resultados

Los artrópodos relevados fueron determinados a nivel de clase, los insectos a nivel de orden, familia o especie y los carábidos a nivel de tribu o especie; luego fueron agrupados en predadores y fitófagos-detritívoros según Borror et al. (1992) y observaciones de campo y laboratorio de los autores. Se calculó la frecuencia como: número de individuos de cada

**Tabla 1.** Características generales de los cultivos. Cultivar Faca: Faca RA 702; Asg: Asgrow 6381; Dek: Dekalb 757. \* Soja V: Vegetativo, el número indica la cantidad nudos con hojas trifoliadas expandidas, R2: Plena floración, R3-R4: Formación de vainas (Fehr & Cavinnes 1977); Maíz Vt-R1: Panojamiento-Emergencia estigmas (Ritchie et al. 1989).

**Table 1.** General crop characteristics. Cultivar: Faca: Faca RA 702; Asg: Asgrow 6381; Dek: Dekalb 757. \*Soybean V: Vegetative, numbers show quantity of nodes with fully developed trifoliolate leaves, R2: Full bloom, R3-R4: Pod development (Fehr & Cavinnes 1977); Corn Vt-R1: Tasseling-Silking (Ritchie et al. 1989).

Localidad	Cultivo	Cultivar	Siembra	Cosecha	Muestreo	Estado Fenológico*	Años de labranza
Oliveros	Soja	Faca	06/12/'94	02/06/'95	10/01/'95	V4-V5	2
					06/02/'95	R2	
Zavalla	Soja	Asg	02/01/'96	25/04/'96	22/01/'96	V7-V8	4
					07/03/'96	R3-R4	
	RastrojoS	Asg	23/11/'95	04/04/'96	29/07/'96		4.5
	Maíz	Dek	06/10/'96	21/03/'97	02/01/'97	Vt-R1	5

especie o grupo de especies/número de individuos del grupo trófico (predadores o herbívoros-detritívoros). Los datos de número de individuos por 0.25 m<sup>2</sup> o por trampa de caída de cada especie o categoría taxonómica fueron transformados como  $\sqrt{x+0.5}$  para cumplir con los supuestos de los análisis paramétricos y analizados mediante un análisis de la varianza para cada fecha de muestreo a través del procedimiento Modelos Lineales Generales (G.L.M.) (SAS Institute 1982).

## RESULTADOS

### Densidad de macroartrópodos hipógeos

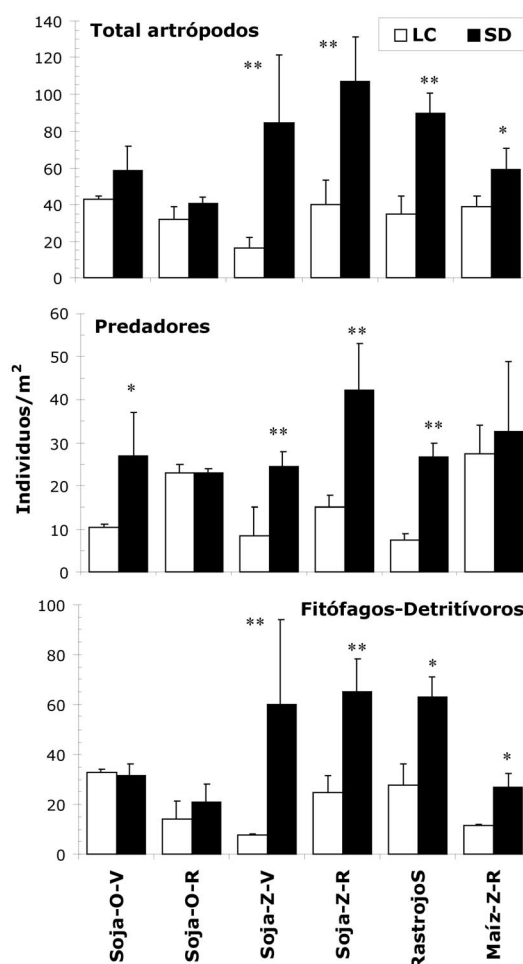
La densidad de los artrópodos predadores y fitófagos-detritívoros fue significativamente mayor en SD ( $P \leq 0.03$ ) solamente en Zavalla, variando desde 107 (SD, Soja-Z-R) a 16 individuos/m<sup>2</sup> (LC, Soja-Z-V) en total. En Oliveros no se observó un efecto estadísticamente significativo del sistema de labranza, con excepción del grupo de artrópodos predadores, que también fueron más numerosos en SD en soja estado vegetativo (Fig. 1).

Las arañas y los carábidos comprendieron entre 66% y 94% de los predadores en SD, mientras que su frecuencia fue menor en LC (48% a 76%). Las arañas fueron más abundantes en SD, donde se observaron diferencias en soja en estado reproductivo y en Rastrojos ( $P \leq 0.04$ ). En estos casos representaron entre 45% y 71% del número de predadores. Los Staphylinidae tuvieron un comportamiento irregular, resultaron más abundantes en SD en Soja-Z-V y en Rastrojos ( $P \leq 0.04$ ) mientras que su densidad fue superior en Soja-Z-R con LC ( $P = 0.03$ ) (Tabla 2).

La densidad de Carabidae solamente fue superior en Soja-Z-V y en Rastrojos en SD ( $P \leq 0.05$ ), representando 21% y 53% del número de predadores, respectivamente. El efecto del sistema de labranza se observó en determinadas tribus y especies de carábidos. Luego, en SD se destacó el predominio de la tribu Pterostichini ( $P \leq 0.10$ ) y dentro de ella *Argutoridius bonariensis* (Dejean) estuvo presente exclusivamente en SD en soja ( $P = 0.07$ , Soja-Z-V). Por el contrario, *Selenophorus alternans* (De-

jean) (Harpalini) se observó principalmente en LC en soja, donde resultó más abundante en Soja-Z-R ( $P = 0.05$ ) (Tabla 2).

Las familias Scarabaeidae, Elateridae y Curculionidae comprendieron entre 43% y 93% del número de fitófagos-detritívoros en ambos sistemas de labranza. Las larvas de Diptera, Coleoptera y Lepidoptera fueron significativamente más abundantes en SD en Zavalla ( $P \leq 0.006$ ), representando entre 32% y



**Figura 1.** Densidad de macroartrópodos hipógeos en sistemas de labranza convencional (LC) y labranza cero (SD). Las barras representan medias + un E.E. Análisis de la variancia para cada fecha de muestreo: \*\*:  $P \leq 0.01$ ; \*:  $P \leq 0.05$ .

**Figure 1.** Hypogeous macroarthropods density in conventional (LC) and no tillage (SD) systems. Bars represent means + one S.E. Analysis of variance for each sampling date: \*\*:  $P \leq 0.01$ ; \*:  $P \leq 0.05$ .

**Tabla 2.** Densidad de artrópodos predadores por m<sup>2</sup> (media ± EE) en sistemas de labranza convencional (LC) y labranza cero (SD). ARA: Araneae; CHI: Chilopoda; *Argbon*: *Argutoridius bonariensis* Dej.; PTE: Pterostichini; SCA: Scaritini; *Selalt*: *Selenophorus alternans* Dej.; *Polfla*: *Polpochila flavipes* Dej.; HAR: Harpalini; LEB: Lebiini; CAR: Carabidae; STA: Staphylinidae; L+A: Larva y adulto. Análisis de la variancia para cada fecha de muestreo: \*\*:P≤0.01; \*:P≤0.05; +:P≤0.10.

**Table 2.** Predaceous arthropod density per m<sup>2</sup> (mean ± SE) in conventional (LC) and no tillage (SD) systems. ARA: Araneae; CHI: Chilopoda; CAR: Carabidae; *Argbon*: *Argutoridius bonariensis* Dej.; PTE: Pterostichini; SCA: Scaritini; *Selalt*: *Selenophorus alternans* Dej.; *Polfla*: *Polpochila flavipes* Dej.; HAR: Harpalini; LEB: Lebiini; STA: Staphylinidae. L+A: Larva and adult. Analysis of variance for each sampling date: \*\*:P≤0.01; \*:P≤0.05; +:P≤0.10.

Taxón	Labranza	Soja-O-V	Soja-O-R	Soja-Z-V	Soja-Z-R	RastrojoS	Maíz-R
ARA	LC	1.5 ± 0.5 **	4.5 ± 2.5 **	5.5 ± 4.5	5.0 ± 1.0 **	4.5 ± 0.5 *	17.0 ± 6.0
	SD	17.5 ± 1.5	14.5 ± 7.5	7.0 ± 0.0	30.0 ± 7.0	12.0 ± 2.0	20.0 ± 9.0
CHI	LC	1.5 ± 0.5	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 1.0	2.0 ± 1.0	3.5 ± 1.5 *
	SD	0.5 ± 0.5	0	1.5 ± 1.5	2.5 ± 0.5	2.5 ± 1.5	0.5 ± 0.5
<i>Argbon</i>	LC	0	0	0+	0		2.0 ± 1.0
	SD	5.0 ± 5.0	2.5 ± 2.5	5.5 ± 1.5	2.0 ± 1.0		3.0 ± 3.0
PTE	LC	0+	0.5 ± 0.5	0 **	1.5 ± 0.5	0+	2.0 ± 1.0
	SD	6.0 ± 5.0	3.0 ± 3.0	9.0 ± 2.0	5.0 ± 1+	3.0 ± 0.0	4.5 ± 4.5
SCA	LC	0	1.0 ± 1.0	0	0.5 ± 0.5	0.5 ± 0.5	0.5 ± 0.5
	SD	0.5 ± 0.5	0.00	0.5 ± 0.5	0	0	0
<i>Selalt</i>	LC	3.0 ± 3.0	1.5 ± 1.5	0	2.0 ± 2.0	0.0	
	SD	0	0	0.5 ± 0.5	0*	0.5 ± 0.5	
<i>Polfla</i>	LC			0	0		1.0 ± 0.0
	SD			1.0 ± 1.0	2.0 ± 2.0		0.5 ± 0.5
HAR	LC	3.0 ± 3.0	1.5 ± 1.5	0	2.0 ± 2.0	0	1.0 ± 0.0
	SD	0	0	1.5 ± 1.5	2.0 ± 2.0	1.0 ± 1.0	0.5 ± 0.5
LEB	LC	0	2.5 ± 0.5			0	
	SD	1.5 ± 1.5	0+			0.5 ± 0.5	
CAR	LC	3.5 ± 3.5	7.0 ± 4.0	0.5 ± 0.5 **	4.5 ± 2.5	1.0 ± 1.0 *	4.0 ± 0.0
L+A	SD	8.0 ± 7.0	3.0 ± 3.0	13.0 ± 4.0	7.5 ± 3.5	5.5 ± 0.5	5.5 ± 5.5
STA	LC	3.0 ± 1.0	5.0 ± 2.0	0	4.0 ± 3.0 *	0	2.0 ± 0.0
	SD	1.0 ± 1.0	2.0 ± 0.0	2.5 ± 1.5 *	0	3.5 ± 0.5 *	5.0 ± 3.0

67% de la cantidad de fitófagos-detrítivos. Esto fue consecuencia de la mayor abundancia de larvas rizófagas/detrítivas en soja, especialmente de Scarabaeidae; y de larvas de Lepidoptera en maíz, principalmente de la oruga militar, *Pseudaletia* sp., (Lepidoptera: Noctuidae) (Tabla 3).

Otros artrópodos predominantes en algunos cultivos fueron Chilopoda ( $P=0.04$ ) (LC, Maíz-R); larvas de Melyridae ( $P=0.003$ ) y chinches Cydnidae ( $P=0.09$ ) (SD, RastrojoS); Diplopoda ( $P\leq 0.06$ ) (SD, Soja-Z-R, RastrojoS) y adultos de Elateridae ( $P\leq 0.03$ ) (SD, Soja-Z) (Tablas 2 y 3).

**Tabla 3.** Densidad de artrópodos fitófagos-detritívoros por m<sup>2</sup> (media ± EE) en sistemas de labranza convencional (LC) y sin labranza (SD). ORT: Orthoptera; CYD: Cydnidae; SCA: Scarabaeidae; ELA: Elateridae; CUR: Curculionidae; SEC: Scarabaeidae, Elateridae, Curculionidae; LEP: Lepidoptera; CLD: Coleoptera, Lepidoptera, Diptera; DIPL: Diplopoda. (L):Larva. (N):Ninfa. (A):Adulto. Análisis de la variancia para cada fecha de muestreo: \*\*:P≤0.01; \*:P≤0.05; +:P≤0.10.

**Table 3.** Phytophagous-detritivorous arthropod density per m<sup>2</sup> (mean ± SE) in conventional (LC) and no tillage (SD) systems. ORT: Orthoptera; CYD: Cydnidae; SCA: Scarabaeidae; ELA: Elateridae; CUR: Curculionidae; SEC: Scarabaeidae, Elateridae, Curculionidae; LEP: Lepidoptera; CLD: Coleoptera, Lepidoptera, Diptera; DIPL: Diplopoda. (L): Larva. (N): Nymph. (A): Adult. Analysis of variance for each sampling date: \*\*:P≤0.01; \*:P≤0.05; +:P≤0.10.

Taxón	Labranza	Soja-O-V	Soja-O-R	Soja-Z-V	Soja-Z-R	RastrojoS	Maíz-R
ORT	LC	1.5 ± 1.5	0	1.5 ± 0.5	4.0 ± 0.5	0	1.5 ± 1.5
N+A	SD	2.5 ± 0.5	0.5 ± 0.5	4.5 ± 4.5	8.5 ± 1.5	0.5 ± 0.5	1.5 ± 1.5
CYD	LC			1.0 ± 0.0	7.5 ± 3.5	2.0 ± 2.0 +	0
N+A	SD			5.0 ± 0.0	6.5 ± 3.5	12.0 ± 2.0	2.5 ± 2.5
SCA	LC	23.0 ± 1.0	4.5 ± 0.5	0.5 ± 0.5 **	5.0 ± 2.0 *	6.0 ± 3.0	3.5 ± 2.5
(L)	SD	15.5 ± 1.5	6.0 ± 1.0	17.5 ± 6.5	15.5 ± 6.5	9.0 ± 3.0	6.0 ± 4.0
SCA	LC	0	2.5 ± 2.5	1.5 ± 1.5	4.0 ± 0.5	3.0 ± 3.0	0.5 ± 0.5
(A)	SD	1.5 ± 1.5	3.0 ± 1.0	3.5 ± 1.5	1.5 ± 1.5	4.5 ± 0.5	3.0 ± 1.0 +
ELA	LC	1.5 ± 0.5	4.0 ± 3.0	0 **	2.0 ± 0.0 *	2.0 ± 1.0	1.5 ± 0.5
(A)	SD	5.5 ± 2.5 +	0.5 ± 0.5	25.5 ± 24.5	13.5 ± 4.5	5.0 ± 3.0	2.0 ± 2.0
CUR	LC	1.0 ± 0.0	1.0 ± 1.0	0	0		
(A)	SD	0	3.0 ± 1.0	1.5 ± 0.5 +	0.5 ± 0.5		
SEC	LC	28.0 ± 0.0	5.5 ± 0.5	0.5 ± 0.5 **	5.5 ± 2.0 **	10.5 ± 3.5	5.5 ± 3.5
(L)	SD	18.5 ± 3.5	8.5 ± 3.5	18.5 ± 5.5	19.5 ± 5.5	17.5 ± 0.5	6.5 ± 3.5
SEC	LC	1.0 ± 0.0	7.5 ± 6.5	1.5 ± 1.5 **	6.0 ± 0.5 +	5.0 ± 4.0	2.0 ± 1.0
(A)	SD	7.0 ± 1.0 +	6.5 ± 1.5	30.5 ± 23.5	15.5 ± 6.5	9.5 ± 3.5	5.0 ± 3.0
LEP	LC	1.5 ± 0.5	1.0 ± 1.0	2.0 ± 2.0	0	1.0 ± 1.0	0
(L)	SD	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 1.0	1.0 ± 0.0	2.0 ± 2.0	10.5 ± 2.5 **
CLD	LC	30.0 ± 0.0	6.5 ± 0.5	2.5 ± 1.5 **	5.5 ± 2.0 **	16.0 ± 0.0	5.5 ± 3.5 **
(L)	SD	21.0 ± 3.0	11.0 ± 4.0	20.0 ± 6.0	21.0 ± 6.0	21.0 ± 0.0	18.0 ± 1.0
DIPL	LC				0.5 ± 0.5	3.5 ± 1.5	1.0 ± 1.0
	SD				5.5 ± 5.5 *	8.5 ± 1.5 +	0

Se observaron otros artrópodos con densidad menor a 1 individuo/m<sup>2</sup> en SD: larvas de Lampiridae (Soja-O-V), de Chrysopidae (Soja-Z-R) y de *Astylus* sp. (Maíz-R), adultos de Meloidae (Soja-O), Dermaptera (Soja-O-R); y en LC: larvas y adultos de Coccinellidae (Soja-O-V, Soja-Z-R), larvas de *Calosoma* spp. (Soja) y de *Galerita collaris* Dejean (Soja-O-R, Maíz-R), adultos de *Astylus* sp. (Maíz-R), *Notiobia*

*cupripennis* (Germar) (Soja-O-V, Soja-Z-R) y Dermaptera (Maíz-R).

#### Actividad de macroartrópodos epígeos

El número del total de artrópodos varió de tres (LC, RastrojoS) a 58 individuos por trampa (LC, Soja-Z-V). En general, el manejo del suelo no afectó la actividad de los macroartrópodos;

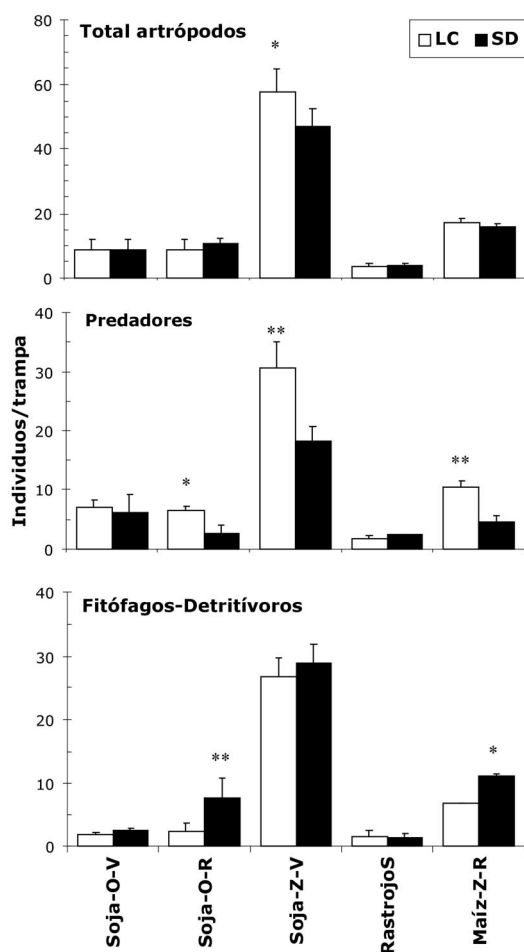
con excepción de los predadores, cuya actividad fue significativamente superior en LC en Soja-Z-V, Soja-O-R y maíz ( $P \leq 0.03$ ) (Fig. 2).

Las arañas y los carábidos comprendieron entre 68% y 96% de los predadores en ambos tipos de labranza. Si bien la actividad de las arañas en general no fue afectada por el tipo de labranza, la frecuencia de individuos fue superior en SD (38%-68%) con respecto a LC (11%-65%). La actividad de Carabidae fue sig-

nificativamente mayor en soja y maíz con LC, donde representaron entre 55% y 79% del número de predadores. La tribu Carabini ocupó el primer lugar en abundancia de individuos seguida por la tribu Harpalini; mientras que los Pterostichini estuvieron pobremente representados en cantidad de individuos. Las tres especies de *Calosoma* (*C. argentinense* Csiki, *C. retusum* Fabricius, *C. granulatum* Perty) y *S. alternans* fueron más activas en soja con LC ( $P \leq 0.03$ ); mientras que *Polpochila flavipes* Dejean fue más abundante sólo en maíz con LC ( $P < 0.01$ ). Los Dermaptera presentaron un comportamiento irregular, su actividad fue mayor en SD en Soja-Z-V ( $P < 0.01$ ) mientras que resultaron más abundantes en maíz con LC ( $P = 0.01$ ) (Tabla 4).

La actividad de los artrópodos fitófagos-detritívoros fue significativamente mayor sólo en Soja-O-R y maíz con SD ( $P \leq 0.02$ ) (Fig. 2). Los adultos de Scarabaeidae, Elateridae y Curculionidae comprendieron entre 23% y 100% de este grupo de artrópodos en ambos sistemas de labranza. Los Scarabaeidae adultos fueron significativamente más abundantes en Soja-O-R y en maíz con SD por el aporte de *Diloboderus abderus* (Sturm.). Por el contrario, en Soja-Z-V esta familia resultó más numerosa en LC, debido a la contribución relativa mayor de otras especies de Scarabaeidae, principalmente *Aphodius* spp. (Tabla 5).

Otros artrópodos predominantes en algunos cultivos con LC, fueron los Staphylinidae y *Scarites anthracinus* Dejean ( $P < 0.01$ ) (Soja-Z-V), Elateridae adultos ( $P = 0.02$ ) (Soja-O-V), Gryllidae ( $P = 0.03$ ) (Maíz-R); y en algunos con SD fueron, las arañas ( $P < 0.01$ ) (Soja-O-V), Meloidea adultos ( $P < 0.01$ ) (Soja-O-R), Gryllidae, adultos de Elateridae y *Galerita collaris* Dejean ( $P < 0.01$ ) (Soja-Z-V) y Acrididae en maíz ( $P < 0.01$ ) (Tablas 4 y 5).



**Figura 2.** Actividad de macroartrópodos epígeos en sistemas de labranza convencional (LC) y labranza cero (SD). Las barras representan medias + un E.S. Análisis de la variancia para cada fecha de muestreo: \*\*:  $P \leq 0.01$ ; \*:  $P \leq 0.05$ .

**Figure 2.** Epigeous macroarthropods activity in conventional (LC) and no tillage (SD) systems. Bars represent means + one S.E. Analysis of variance for each sampling date: \*\*:  $P \leq 0.01$ ; \*:  $P \leq 0.05$ .

## DISCUSIÓN

### *Densidad de macroartrópodos hipógeos*

En este estudio la densidad del total de artrópodos y de los predadores fue mayor en SD en la mayoría de los momentos de muestreo.



**Tabla 4.** Actividad de artrópodos predadores en sistemas de labranza convencional (LC) y sin labranza (SD). ARA: Araneae; CHI: Chilopoda; *Cal*: *Calosoma* spp.; *Galcol*: *Galerita collaris* Dej.; PTE: Pterostichini; *Scaant*: *Scarites anthracinus* Dej.; SCA: Scaritini; *Selalt*: *Selenophorus alternans* Dej.; HAR: Harpalini; CAR: Carabidae; STA: Staphylinidae; DER: Dermaptera. (L): Larva. (A): Adulto. L+A: Larva y adulto. Análisis de la variancia para cada fecha de muestreo: \*\*:P≤0.01; \*:P≤0.05; +:P≤0.10.

**Table 4.** Predaceous arthropod activity in conventional (LC) and no tillage (SD) systems. ARA: Araneae; CHI: Chilopoda; *Cal*: *Calosoma* spp.; *Galcol*: *Galerita collaris* Dej.; PTE: Pterostichini; *Scaant*: *Scarites anthracinus* Dej.; SCA: Scaritini; *Selalt*: *Selenophorus alternans* Dej.; HAR: Harpalini; CAR: Carabidae; STA: Staphylinidae; DER: Dermaptera. (L): Larva. (A): Adult. L+A: Larva and adult. Analysis of variance for each sampling date: \*\*:P≤0.01; \*:P≤0.05; +:P≤0.10.

Taxón	Labranza	Soja-O-V	Soja-O-R	Soja-Z-V	RastrojoS	Maíz-R
ARA	LC	0.8 ± 0.8	2.1 ± 0.1	9.2 ± 0.4 +	1.1 ± 0.1	3.4 ± 0.4 +
	SD	3.6 ± 0.9 **	1.9 ± 1.1	7.6 ± 1.0	1.2 ± 0.5	1.7 ± 0.2
CHI	LC			1.1 ± 0.2	0	
	SD			10 ± 0.2	0.1 ± 0.1	
<i>Cal</i> (A)	LC	1.3 ± 1.0 *	0.1 ± 0.1	5.0 ± 0.4 **		1.1 ± 0.1
	SD	0.3 ± 0.0	0.4 ± 0.1	2.2 ± 0.3		0.9 ± 0.4
<i>Cal</i> (L)	LC	1.1 ± 0.9 *	1.8 ± 0.5 **	9.4 ± 2.2 **		
	SD	0	0.1 ± 0.1	1.6 ± 0.5		
<i>Cal</i>	LC	2.4 ± 1.9 **	1.9 ± 0.6 *	14.2 ± 2.7 **		1.1 ± 0.1
	L+A	0.3 ± 0.0	0.5 ± 0.0	3.9 ± 0.2		0.9 ± 0.4
<i>Galcol</i>	LC	0.4 ± 0.4 *	0.1 ± 0.1	0		1.2 ± 0.2
	L+A	0	0	1.7 ± 0.5 **		0.4 ± 0.4
PTE (A)	LC	0.4 ± 0.1 +			0.1 ± 0.1	
	SD	0			0.1 ± 0.1	
<i>Scaant</i> (A)	LC	0.4 ± 0.1	0.1 ± 0.1	1.0 ± 0.4 **		
	SD	0.3 ± 0.0	0.1 ± 0.1	0.2 ± 0.1		
SCA (A)	LC	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.3	1.0 ± 0.4		
	SD	0.3 ± 0.0	0.1 ± 0.1	1.4 ± 0.4		
<i>Selalt</i> (A)	LC	1.6 ± 1.6 *	1.3 ± 1.3 **	3.4 ± 1.3 **		
	SD	0	0	1.0 ± 0.1		0.5 ± 0.3
HAR (A)	LC	1.6 ± 1.6 *	1.3 ± 1.3 **	3.4 ± 1.3 **		3.4 ± 0.4 **
	SD	0	0	1.0 ± 0.1	0.1 ± 0.1	1.4 ± 0.4
CAR (A)	LC	4.3 ± 2.5	1.8 ± 1.5	9.3 ± 2.2 *	0.1 ± 0.1	5.4 ± 0.4 **
	SD	2.4 ± 1.9	0.6 ± 0.1	6.0 ± 0.7	0.2 ± 0.2	2.6 ± 1.1
CAR (L)	LC	1.3 ± 1.0 *	1.9 ± 0.4 **	9.4 ± 2.2 **	0.1 ± 0.1	0.4 ± 0.1
	SD	0	0.1 ± 0.1	1.6 ± 0.5	0.1 ± 0.1	
CAR	LC	5.5 ± 3.5 +	3.6 ± 1.1 **	18.7 ± 4.5 **	0.2 ± 0.2	5.7 ± 0.2 **
	L+A	2.4 ± 1.9	0.8 ± 0.0	7.6 ± 1.2	0.4 ± 0.1	2.6 ± 1.1
STA	LC	0.5 ± 0.3	0.6 ± 0.6	1.5 ± 0.1 **	0.4 ± 0.1	
	SD	0.3 ± 0.3	0.1 ± 0.1	0	0.4 ± 0.3	
DER	LC	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0		1.2 ± 1.0 **
	SD	0	0	2.0 ± 0.1 **		0

**Tabla 5.** Actividad de artrópodos fitófagos-detritívoros en sistemas de labranza convencional (LC) y sin labranza SD). *Dilabd*: *Diloboderus abderus* (Sturm.); SCA: Scarabaeidae; ELA: Elateridae; CUR: Curculionidae; SEC: Scarabaeidae, Elateridae, Curculionidae; GRY: Gryllidae; ACR: Acrididae. (A): Adulto. Análisis de la variancia para cada fecha de muestreo: \*\*:  $P \leq 0.01$ ; \*:  $P \leq 0.05$ ; +:  $P \leq 0.10$ .

**Table 5.** Phytophagous-detritivorous arthropod activity in conventional (LC) and no tillage (SD) systems. *Dilabd*: *Diloboderus abderus* (Sturm.); SCA: Scarabaeidae; ELA: Elateridae; CUR: Curculionidae; SEC: Scarabaeidae, Elateridae, Curculionidae; GRY: Gryllidae; ACR: Acrididae. (A): Adult. Analysis of variance for each sampling date: \*\*:  $P \leq 0.01$ ; \*:  $P \leq 0.05$ ; +:  $P \leq 0.10$ .

Taxón	Labranza	Soja-O-V	Soja-O-R	Soja-Z-V	RastrojoS	Maíz-R
<i>Dilabd</i> (A)	LC	1.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0		0
	SD	2.3 ± 0.3	3.3 ± 1.0 **	1.5 ± 0.3 **		2.2 ± 0.2 **
SCA (A)	LC	1.4 ± 0.1	1.3 ± 0.7	20.2 ± 2.3 **	0	1.0 ± 0.2
	SD	2.5 ± 0.3	3.6 ± 1.1 *	7.8 ± 0.9	0.2 ± 0.0	4.2 ± 0.5 **
ELA (A)	LC	0.5 ± 0.3 *	0.4 ± 0.1 +	1.6 ± 0.3	0.1 ± 0.1	0.7 ± 0.5
	SD	0	0	4.7 ± 0.4 **	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1
CUR (A)	LC		0.8 ± 0.8	0.8 ± 0.2	0.2 ± 0.2	0.4 ± 0.1
	SD		0.9 ± 0.1	1.3 ± 0.4		0.1 ± 0.1
SEC (A)	LC	1.9 ± 0.4	2.4 ± 1.4	22.6 ± 2.8 **	0.4 ± 0.1	2.1 ± 0.6
	SD	2.5 ± 0.3	4.5 ± 1.3 +	13.9 ± 1.0	0.4 ± 0.4	4.5 ± 0.5 *
GRY	LC			1.4 ± 0.2	0	2.2 ± 0.5 *
	SD			11.8 ± 1.4 **	0.1 ± 0.1	0.6 ± 0.4
ACR	LC			2.0 ± 0.1		0.7 ± 0.2
	SD			2.8 ± 0.4		4.7 ± 1.0 **

En investigaciones realizadas en otras regiones geográficas se han observado mayores densidades de artrópodos en sistemas sin labranza en cultivos de trigo (Edwards 1975), sorgo (House & Parmalee 1985) y maíz (Stinner et al. 1988; House & Alzugaray 1989; Neave & Fox 1998). Las arañas y los carábidos comprendieron más del 50% del número de predadores en ambos sistemas de labranza, pero sólo las arañas fueron más abundantes en SD. En EEUU, estos dos grupos representaron más del 50% del total de macroartrópodos en sorgo con SD; más aún, la densidad de arañas hasta 2 cm de profundidad, fue mayor (67 individuos/m<sup>2</sup>) que la observada en este estudio (House & Parmalee 1985). La frecuencia de arañas fue superior a la calculada en Argentina por Saluso & Saluso (2000) en trigo con SD (23%-49% de los predadores). El tamaño y la distribución de las poblaciones de arañas están determinados por factores que afectan su sobrevivencia, reproducción y dispersión. En los sistemas con

labranza reducida la superficie del suelo es heterogénea o irregular y la presencia de residuos de cosecha del cultivo anterior sobre el suelo confiere una estructura compleja. Esto provoca la diversificación de micro-hábitats que favorece la abundancia de arañas (Samu et al. 1999).

Los carábidos en general no fueron afectados por el tipo de labranza, a diferencia de estudios realizados en otras regiones geográficas. La densidad de carábidos fue mayor en SD en soja (House & Stinner 1983), sorgo (House & Parmalee 1985) y maíz (Brust et al. 1985; House & Alzugaray 1989). Por otro lado, se determinó en LC mayor densidad de larvas de carábidos en maíz en Argentina (Beviacqua et al. 1984), y de estafilínidos y carábidos adultos en trigo en Gran Bretaña (Edwards 1975). La densidad de carábidos observada por House & Stinner (1983) en soja (LC: 1.5, SD: 70 carábidos/m<sup>2</sup>) y House & Parmalee (1985)

en sorgo (LC: 29, SD: 131 individuos/m<sup>2</sup>) fue superior a la registrada en nuestro trabajo. Algunas tribus y especies de carábidos difieren marcadamente en su respuesta al manejo del suelo. La tribu Pterostiquini, una de las más diversas con muchas especies de tamaño mediano a pequeño típicas de regiones templadas frías (Reichardt 1977), predominó en cultivos con SD. Dentro de esta tribu, *A. bonariensis* es una especie euritópica, mesófila y nocturna. Es muy común y abundante en la Argentina mediterránea, sur de la Mesopotamia, hasta el sur de la provincia de Buenos Aires. Ha sido relevada en los espartillares, cortaderales y terrenos modificados que rodean a las lagunas de agua dulce o salada (Cicchino 2003). Esta preferencia por ambientes húmedos podría explicar su mayor densidad en soja con SD. *S. alternans* es una especie euritópica, mesófila y diurna, pero a diferencia de *A. bonariensis* no se la encontró en los ambientes que rodean a lagunas (Cicchino 2003; Cicchino et al. 2003). Tiene comportamiento alimentario omnívoro, pero prefiere alimentarse de larvas de lepidópteros. Se encuentra generalmente refugiada debajo de *Portulaca oleracea* L. posiblemente como respuesta a la presencia de presas (Montero, observación personal); coincidentemente esta maleza (Tuesca et al. 2001) y *S. alternans* resultaron más abundantes en Soja-Z-R con LC.

En esta investigación la densidad del total de artrópodos fitófagos-detritívoros resultó mayor en SD en la mayoría de los momentos de muestreo. Las familias Scarabaeidae, Elateridae y Curculionidae fueron los artrópodos más frecuentes en ambos tipos de labranza. Los resultados de estudios realizados en otras regiones agrícolas son contradictorios; en EE.UU, los herbívoros fueron más numerosos en maíz con LC sólo al comienzo del crecimiento del cultivo, mientras que los Elateridae, Curculionidae y Coleoptera detritívoros fueron más abundantes en SD (House & Alzugaray 1989). En Gran Bretaña, los gusanos alambres (Coleoptera: Elateridae) y las babosas fueron las únicas plagas que se incrementaron en trigo en SD (Edwards 1975). En Argentina, la densidad de Scarabaeidae, Curculionidae y Elateridae fue superior (López et al. 1997); mientras que la abundancia de gusanos alambres fue inferior (Beviacqua et al. 1984) en maíz en SD

con respecto a LC. Más aún, en SD los Scarabaeidae y Elateridae presentaron mayor constancia en maíz (64-100%) (López & Gerardo 1997) y en trigo (56%) (Saluso & Frana 1998). La labranza reducida favorece la sobrevivencia de los estados inmaduros de las especies de Elateridae, Curculionidae y Scarabaeidae, los cuales se desarrollan generalmente en el suelo alimentándose de raíces, semillas y de materia orgánica en descomposición (Borrór et al. 1992; Aragón et al. 1997; Gassen 2001a). La abundancia mayor de larvas de *Pseudaletia* sp. en maíz en SD podría deberse a la mayor densidad de pasto cuaresma *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (Tuesca et al. 2001). Esta larva prefiere gramíneas y se la encuentra durante la primavera y verano en cultivos de trigo, maíz y sorgo (Margheritis & Rizzo 1965).

Entre otros artrópodos predominantes en algunos cultivos, los Diplopoda nunca superaron el 13% en ambos tipos de labranza y sólo fueron más abundantes en SD en Soja-Z-R y RastrojoS. Según Saluso & Saluso (2000) fueron más numerosos en trigo en SD representando entre 63.1% y 73.5% de los fitófagos. Los Diplopoda se los encuentra en ambientes húmedos, con abundante paja y sin remoción del suelo. La mayoría son detritívoros, pero unos pocos se alimentan de semillas en germinación y raíces; los perjuicios a los cultivos estarían asociados con períodos de sequía (Borrór. et al. 1992; Gassen 2001a). Las larvas de Melyridae (predadoras) y las chinches Cydnidae (fitófagas) fueron más abundantes sólo en RastrojoS con cuatro años de SD continua. Estas chinches se incrementaron en maíz y soja a partir de los cuatro años de implementación de la SD (López & Gerardo 1997). Las larvas de Melyridae estuvieron presentes en el 43% de los lotes con SD relevados por Saluso & Frana (1998), lo cual podría deberse a que el cultivo anterior fue soja cuyas flores atraen a los adultos para alimentarse de polen.

#### *Actividad de macroartrópodos epígeos*

En investigaciones realizadas en otras regiones agrícolas se ha observado que la densidad-actividad de artrópodos, de arañas y/o de coleópteros predadores en sorgo (Blumberg & Crossley 1983), en soja (House & Stinner 1983; Tonhasca 1993) y en maíz (Stinner et

al. 1988; Tonhasca 1993; Neave & Fox 1998; Rodríguez et al. 2006) y de coleópteros en trigo (Marasas et al. 1997) fue generalmente superior en sistemas sin labranza. Pero, esta tendencia varía en el tiempo; así, en algunos estudios la actividad de macroartrópodos fue mayor en SD sólo en los primeros estados de crecimiento del cultivo (Stinner et al. 1988; Marasas et al. 1997; Neave & Fox 1998). Estos autores sugirieron que las poblaciones de artrópodos se pueden recobrar del disturbio mecánico provocado por la LC con el paso del tiempo. Por el contrario, en nuestro estudio, el manejo del suelo en general no afectó la actividad del total de macroartrópodos, y las diferencias encontradas se debieron principalmente al comportamiento distinto de grupos específicos. De este modo, el tipo de labranza no afectó la actividad de las arañas; pero su frecuencia fue mayor en SD. También el porcentaje de arañas fue superior en SD tanto en sorgo (30%) (Blumberg & Crossley 1983) como en soja (86%-45%) (Lietti et al. 1993; Molinari et al. 1995) con respecto a LC (11% y 66%-19% en sorgo y soja, respectivamente).

Contrariamente a nuestros resultados obtenidos a través de muestras de suelo, la actividad de los artrópodos predadores fue significativamente superior en LC en soja y maíz, debido al aporte realizado por los Carabidae de mayor tamaño: larvas y adultos de *Calosoma* spp. y *S. anthracinus* en soja, y adultos de *P. flavipes* en maíz. En investigaciones realizadas en otras regiones agrícolas la labranza reducida generalmente favoreció el incremento de la actividad de Carabidae en soja y maíz (House & All 1981; Stinner et al. 1988; Stinner & House 1990; Carmona et al. 2002, 2004). Sin embargo, algunos autores han observado un patrón opuesto de actividad en el cultivo de alfalfa (Barney & Pass 1986) o no encontraron diferencias entre SD y LC (Mack & Backman 1990; Tonhasca 1993; Cárcamo et al. 1995). Las especies de Carabidae varían en su respuesta al tipo de labranza, y una especie determinada puede tener un comportamiento diferente en un mismo tratamiento de labranza en distintos sitios (Hance et al. 1990; Weiss et al. 1990; Lietti et al. 1993; Cárcamo et al. 1995). Los efectos de la labranza dependen de las características específicas y de los ciclos de vida de las especies de carábidos de un ensamble, provocando que

los patrones de actividad de los carábidos sean altamente sensibles a la cantidad y a las respuestas de las especies dominantes (Cárcamo et al. 1995; Clark et al. 1997).

Las especies de *Calosoma* se encuentran entre los carábidos más abundantes en soja comportándose como predadores de larvas y pupas de lepidópteros plaga (Price & Shepard 1978 a, b; House & All 1981; Pegoraro & Foerster 1985). De acuerdo al patrón de actividad estacional son consideradas reproductores de primavera (Lövei & Sunderland 1996). En el sur de Santa Fe (Argentina), las larvas de *C. argentinense* se desarrollan durante el verano y los adultos hibernan en cámaras subterráneas desde fines de mayo hasta mediados de septiembre, cuando emergen e inician el periodo de reproducción (Montero & Lietti 1998). En estudios previos, observamos mayor actividad de *Calosoma* spp. en soja con LC a pesar del efecto negativo que tendría la labranza sobre los adultos hibernantes. Este comportamiento coincidió con una mayor densidad de larvas de lepidópteros defoliadores presas registrada en este sistema de labranza (Lietti et al. 1993; Molinari et al. 1995). *C. argentinense* tiene alta capacidad de dispersión desplazándose hasta 45 m/día, en la dirección de los vientos predominantes hacia áreas con alta densidad de presas (Montero et al. 1998). La mayor densidad-actividad de *Calosoma* spp. en soja con LC podría deberse más bien a la presencia de presas que a una preferencia microclimática por este ambiente. *S. anthracinus* es un carábido de tamaño grande (18-25 mm), euritópico, mesófilo, nocturno, de hábito fosorial y predador de larvas de lepidópteros principalmente, que hiberna como adulto y larva en galerías (Cicchino et al. 2003). Es una especie dominante en cultivos de maíz con ambos sistemas de labranza en el centro de Buenos Aires (34%-44% de los carábidos) (Carmona et al. 2002, 2004). *G. collaris* es un carábido de tamaño grande, reproductor de primavera, que hiberna en estado adulto en forma gregaria en los bordes de los cultivos, debajo de troncos y hojas secas (Cicchino et al. 2003). Debido al tipo de ciclo biológico anual, *Calosoma* spp., *G. collaris* y *S. anthracinus* no fueron capturados a través de los dos métodos de muestreo en el invierno en RastrojoS. *Polpochila* Solier (Reichardt 1977) es un género Neotropical y específicamente

*P. flavipes* es un carábido omnívoro, que ha sido observado consumiendo tanto larvas de lepidópteros como semillas de malezas (Montero, observación personal). *S. alternans* fue más activo en LC siendo estos resultados coincidentes con su mayor densidad en el mismo tipo de labranza.

Los resultados de investigaciones del efecto del tipo de labranza sobre la actividad de los fitófagos-detritívoros en distintas regiones agrícolas son contradictorios. Si bien la actividad de estos grupos tróficos frecuentemente fue superior en SD en soja (House & Stinner 1983); otros autores no observaron diferencias de herbívoros y detritívoros en maíz (Stinner et al. 1988) y de elatéridos en maní (Mack & Backman 1990) entre SD y LC. El complejo de gusanos blancos (Coleoptera: Scarabaeidae) constituye el grupo más abundante y con mayor número de especies presentes en los agroecosistemas de la región pampeana. Las larvas se alimentan de raíces de plantas cultivadas y de los restos vegetales en superficie, pero también ejercen efectos positivos comiendo semillas de malezas, realizando un reciclaje de nutrientes o favoreciendo la aireación y la infiltración de agua en el suelo (Gassen 2001b). El bicho torito, *D. abderus*, es la especie más perjudicial, por su frecuencia, abundancia y voracidad del último estadio larval. La frecuencia de machos de *D. abderus* capturados en trampas de caída en SD en maíz y soja durante enero fue superior al 90% de los adultos. Los machos no vuelan y tienen gran movilidad sobre el suelo durante enero y febrero en busca de las galerías donde se encuentran las hembras para efectuar la cópula (Gassen 2001c). Las hembras prefieren suelos compactos y con presencia de abundantes restos vegetales en superficie para colocar sus huevos; por eso los cultivos anuales sembrados en lotes provenientes de pastura y los realizados en SD presentan mayor densidad de nidos y de larvas y son los más perjudicados (Gassen 2001c). Los Aphodiinae (Coleoptera: Scarabaeidae) son en su mayoría coprófagos y detritívoros, con unas pocas especies fitófagas. Son frecuentes en agroecosistemas y podrían haber sido atraídos por los residuos en descomposición dentro del suelo en soja con LC (House & Alzogaray 1989; Borrór et al. 1992). Entre otros artrópodos predominantes en algunos cultivos, Ves

Losada & Baudino (1998) también observaron mayor número de tucuras en SD en maíz con respecto a LC; atribuido a la mayor supervivencia de los desoves en el suelo debido a la falta de remoción del mismo.

#### *Densidad versus actividad*

Las capturas en las trampas de caída son más bien indicadoras del grado de actividad superficial que de la densidad poblacional. La tasa de desplazamiento de los individuos está afectada por la estructura, densidad y tipo de cobertura vegetal (cultivo, malezas y residuos vegetales). Estos factores, pueden afectar a su vez las condiciones microclimáticas en el suelo, la disponibilidad de alimento y de sitios de refugio. Las variables bióticas y abióticas mencionadas interactúan con las características biológicas y el comportamiento de las especies en un ambiente determinado (Mitchell 1963; Greenslade 1964; Spence & Niemela 1994; Thomas et al. 1998, 2006). Sin embargo, la densidad-actividad (tasa de captura por trampa y por día) puede ser más importante que la densidad para evaluar el uso de los recursos y el rol de ciertos artrópodos como predadores en agroecosistemas (Lanski 1982; Spence & Niemela 1994). Luego, las trampas de caída pueden ser usadas para comparar la fauna en diferentes ambientes junto con estimaciones de abundancia realizadas con métodos absolutos (e.g., *quadrat samples*), y con información sobre la biología y el comportamiento de las especies componentes de un determinado ensamble (Tonhasca 1993; Spence & Niemela 1994; Thomas et al. 1998, 2006).

En este estudio y en el realizado por Tonhasca (1993), los taxones predominantes en cada tipo de labranza fueron diferentes según el método de muestreo utilizado. Específicamente, la abundancia relativa de las especies de carábidos colectadas en trampas de caída con respecto a métodos de muestro absolutos, ha sido explicada en función del ritmo circadiano y tamaño de las especies, entre otros factores. Según Greenslade (1964), la cantidad de individuos de las especies nocturnas fue superior en las trampas de caída, mientras que la abundancia de individuos de especies indiferentes al fotoperíodo fue similar para ambos métodos de muestreo. Spence &

Niemela (1994) observaron que, en general, las especies de mayor tamaño fueron relativamente más comunes en trampas de caída y las especies de tamaño pequeño fueron más frecuentemente recobradas mediante el lavado de la broza. La tribu Pterostiquini, con representantes de tamaño mediano a pequeño, fue más abundante en densidad en SD (11% a 37% de los predadores); mientras que las especies de *Calosoma*, nocturnas y de mayor tamaño, comprendieron menos del 6% en ambos tipos de labranza. Por el contrario, éstas últimas fueron más activas en LC (34% a 47% de los predadores), con respecto a los Pterostichini (<7% en ambos tipos de labranza). Solamente los individuos de *S. alternans*, con actividad diurna, fueron capturados por ambos métodos en mayor cantidad en LC. En el grupo de los fitófagos-detritívoros, los machos de *D. abderus* fueron más activos en SD y no fueron observados en el muestreo de suelo debido a su mayor movilidad durante el período de reproducción. Estos resultados diferentes entre muestras de suelo y trampas de caída sobre la abundancia de distintos grupos de artrópodos demuestran la importancia de utilizar métodos de muestreo relativos y absolutos para evaluar el efecto de las actividades de manejo del agroecosistema, en las cuales varía el grado de cobertura del suelo (tipo de labranza, secuencia de cultivos, abonos verdes), sobre las poblaciones de artrópodos que habitan en el suelo.

Los sistemas de cultivo con labranzas conservacionistas (reducida y sin labranza) promueven una comunidad de artrópodos residentes y proveen un ambiente más estable y favorable para la fauna edáfica con respecto a los sistemas con labranza convencional, porque se disminuye la pérdida de humedad, aminoran las fluctuaciones y los extremos de temperatura y suministra sustrato para los detritívoros (House & Stinner 1983; House & Parmalee 1985; Gassen 2001a; Brussaard et al. 2007). En el suelo reside una parte importante de la biodiversidad de los sistemas agrícolas. Sin embargo, debido a la variedad de hábitos alimentarios (herbívoros, predadores, parasitoides y detritívoros) y a la relativa dificultad del muestreo de la fauna del suelo, resulta complejo estimar la abundancia y la diversidad de la totalidad de las especies de un en-

samble; y generalmente se simplifica el estudio en agroecosistemas a través del muestreo de los considerados plagas. Pero las interacciones de la red trófica entre los organismos animales del suelo tienen efectos sobre la incidencia de plagas animales residentes en el suelo, los organismos benéficos que intervienen en el reciclado de nutrientes o son predadores de plagas y en definitiva en la calidad y el rendimiento de los cultivos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Ing. Agr. A. Villademoros; a los ayudantes alumnos F. Veiga y M. E. González y al personal auxiliar de Entomología del INTA, C. Bustamante, A. Chávez y M. Gómez, por su invaluable colaboración en los muestreos a campo. A los investigadores de la Cátedra de Malezas, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR, por el establecimiento y mantenimiento de las secuencias de cultivos con distintos sistemas de labranza en la localidad de Zavalla. A los dos anónimos revisores porque sus comentarios han mejorado la presentación e interpretación de nuestros datos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARAGÓN, J; A MOLINARI & S LORENZATTI DE DIEZ. 1997. Manejo Integrado de Plagas. Cap. 12. Pp. 248-288, en: LM Giorda & HE Baigorri (eds.). *El cultivo de la soja en Argentina*. Editar. San Juan, Argentina. 448 pp.
- BARNEY, RJ & BC PASS. 1986. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) population in Kentucky alfalfa and influence of tillage. *J. Econ. Entomol.* 79(2):511-517.
- BEVIACQUA, JE; GJ MARCH; JA ORNAGHI; EM ASTORGA & MA PRINCIPI. 1984. Efectos de diferentes sistemas de labranza sobre las poblaciones de insectos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Gaceta Agronómica* 19:285-294.
- BLUMBERG, AY & DA CROSSLEY JR. 1983. Comparison of soil surface arthropods populations in conventional tillage, no tillage and old fields systems. *Agro-Ecosystems* 8:247-253.
- BORROR, DJ; CA TRIPLEHORN & NF JOHNSON. 1992. *An introduction to the study of insects*. 6<sup>ta</sup> Ed. Sunders College Publishing. Harcourt Brace Publishers. Orlando, USA. 875 pp.
- BRUSSAARD, L.; PC DE ROUITER & GG BROWN. 2007. Soil

- biodiversity for agricultural sustainability. *Agric. Ecosyst. Environ.* **121**:233-244.
- BRUST, GE; BR STINNER & DA McCARTNEY. 1985. Tillage and soil insecticide effects on predator-black cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) interactions in corn agroecosystems. *J. Econ. Entomol.* **78**(6):1389-1392.
- BRUST, GE & GJ HOUSE. 1988. Weed seed destruction by arthropods and rodents in low-input soybean agroecosystems. *Am. J. Altern. Agric.* **3**(1):19-25.
- CARCAMO, HA; JK NIEMELA & JR SPENCE. 1995. Farming and ground beetles: effects of agronomic practice on population and community structure. *Can. Entomol.* **127**:123-140.
- CARMONA, D; AM VINCINI; PL MANETTI; AN LÓPEZ & HA CASTILLO. 2002. Densidad activa estacional de insectos plaga y predadores edáficos en agroecosistemas con siembra directa y agricultura convencional. Pp. 245 en: *Resúmenes V Congreso Argentino de Entomología*. Buenos Aires, Argentina.
- CARMONA, D; PL MANETTI; AM VINCINI; AN LÓPEZ; HA CASTILLO & M SORENSEN. 2004. Pp. 98 en: *Resúmenes Segunda Reunión Binacional de Ecología*. San Carlos de Bariloche, Argentina.
- CICCHINO, AC. 2003. La carabidofauna edáfica de los espacios verdes del ejido urbano y suburbano marplatense. Su importancia como herramienta de manejo de estos espacios. *Revista de Ciencia y Tecnología* **8**(Agosto):145-164.
- CICCHINO, AC; ME MARASAS & MF PALEOLOGOS. 2003. Características e importancia de la carabidofauna edáfica de un cultivo experimental de trigo y sus bordes con vegetación espontánea e el partido de La Plata, Pcia. de Buenos Aires. *Revista de Ciencia y Tecnología* **8**(Agosto):41-45.
- CLARK, MS; SH GAGE & JR SPENCE. 1997. Habitat and management associated with common ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Michigan Agricultural Landscape. *Environ. Entomol.* **26**(3):519-527.
- CURRY, JP & JA GOOD. 1992. Soil fauna degradation and restoration. Pp. 171-215 in: R Lal & BA Stewart (eds.). *Advances in soil science*. Vol 17. Springer-Verlag. New York, USA.
- EDWARDS, CA. 1975. Effects of direct drilling on the soil fauna. *Outlook Agric.* **8**:243-244.
- EKBOIR, J. 2001. Sistemas de innovación y política tecnológica: siembra directa en el MERCOSUR. Pp. 1-18 en: R Díaz Rosello (coordinador). *Siembra directa en el cono sur*. PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 450 pp.
- FEHR, WR & CE CAVINNES. 1977. *Stages of soybean development*. Iowa State Univ. Coop. Ext. Serv. Spec. Rep. 80. 12 pp.
- GASSEN, DN. 2001a. As pragas sob plantio direto. Pp. 103-120 en: R Díaz Rosello (coordinador). *Siembra directa en el cono sur*. PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 450 pp.
- GASSEN, DN. 2001b. Benefícios de escarabeídeos em lavouras sob plantio direto. Pp. 159-168 en: R Díaz Rosello (coordinador). *Siembra directa en el cono sur*. PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 450 pp.
- GASSEN, DN. 2001c. Manejo de *Diloboderus abderus* en lavouras e pastagens. Pp. 173-182 en: R Díaz Rosello (coordinador). *Siembra directa en el cono sur*. PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 450 pp.
- GREENSLADE, PG. 1964. Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *J. Anim. Ecol.* **33**:301-310.
- HAMMOND, RB & JE FUNDERBURK. 1985. Influence of tillage practices on soil-insects population dynamics in soybean. Pp. 659-666 in: R Shibles (ed.). *Proceedings of the III World Soybean Conference*. Westview Press. Boulder, CO, USA.
- HANCE, T, C GREGOIRE-WIBO & P LEBRUN. 1990. Agriculture and ground beetle populations: The consequence of crop types and surrounding habitats on activity and species composition. *Pedobiologia* **34**(5):337-346.
- HOUSE, GJ & JN ALL. 1981. Carabid beetles in soybean agroecosystems. *Environ. Entomol.* **10**(2):194-196.
- HOUSE, GJ. & BR STINNER. 1983. Arthropods in no-tillage soybean agroecosystems: Community composition and ecosystem interactions. *J. Environ. Manage.* **7**(1):23-28.
- HOUSE, GJ & RW PARMALEE. 1985. Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional and no-tillage agroecosystems. *Soil Tillage Res.* **5**:351-360.
- HOUSE, GJ. 1989. Soil arthropods from weed and crop roots of an agroecosystem in a wheat-soybean-corn rotation: Impact of tillage and herbicides. *Agric. Ecosyst. Environ.* **25**:233-244.
- HOUSE, GJ & M DEL R ALZUGARAY. 1989. Influence of cover cropping and no-tillage practices on community composition of soil arthropods in a North Carolina agroecosystem. *Environ. Entomol.* **18**(2):302-307.
- LENSKY, RE. 1982. Effect of forest cutting on two *Carabus* species: evidence for competition for food. *Ecology* **63**(5):1211-1217.
- LIETTI, MM; AM MOLINARI & JC 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 14º Congresso Brasileiro de Entomologia*. Sociedade Entomológica do Brasil. Piracicaba, Brasil.
- LÓPEZ, A; C CASTILLO & L CHOLAKY. 1997. Insectos de suelo, su relación con distintos sistemas de

- labranza en Río Cuarto-Córdoba. Pp. II75-II77 en: *VI Congreso Nacional de Maíz. Compendio de Trabajos Presentados*. Tomo II. AIAMBA. Pergamino, Buenos Aires.
- LÓPEZ, A & U GERARDO. 1997. Insectos de suelo asociados al sistema de siembra directa en cultivos agrícolas en Río Cuarto-Córdoba. Pp. II84-II87 en: *VI Congreso Nacional de Maíz. Compendio de Trabajos Presentados*. Tomo II. AIAMBA. Pergamino, Buenos Aires.
- LOVEI, GL & KD SUNDERLAND. 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Ann. Rev. Entomol.* **41**: 231-256.
- MACK TP & CB BACKMAN. 1990. Effects of two planting dates and three tillage systems on the abundance of lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae), other selected insects, and yield in peanut fields. *J. Econ. Entomol.* **83**(3):1034-1041.
- MARASAS, ME; SJ SARANDÓN & AC CICCHINO. 1997. Efecto de la labranza sobre la coleopterofauna edáfica en un cultivo de trigo en la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Ciencia del Suelo* **15**(2):59-63.
- MARASAS, ME; SJ SARANDÓN & AC 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
- MARGHERITIS, AE & HF RIZZO. 1965. *Lepidópteros de interés agrícola*. Editorial Sudamericana. Buenos Aires, Argentina. 193 pp.
- MARTINO, DL & HJ MARELLI. 2001. Manejo de restricciones físicas del suelo en sistemas de siembra directa. El agua y la siembra directa. Pp. 225-273 en: R Díaz Rosello (coordinador). *Siembra directa en el cono sur*. PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 450 pp.
- MITCHELL, B. 1963. Ecology of two carabid beetles, *Bembidion lampros* (Herbst) and *Trechus quadristriatus* (Schrank). II Studies on populations of adults in the field, with special reference to the technique of pitfall trapping. *J. Anim. Ecol.* **32**:377-392.
- MOLINARI, AM; MM LIETTI; JC GAMUNDI & 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. Pp. 145 en: *Resúmenes III Congreso Argentino de Entomología*. Sociedad Entomológica Argentina. Mendoza, Argentina.
- MONTERO, GA & MM LIETTI. 1998. Hibernación de *Calosoma argentinense* (Coleoptera: Carabidae). *Rev. Soc. Entomol. Arg.* **57**(1-4):23-26.
- MONTERO, GA; MM LIETTI & MF TASSANO. 1998. Dispersión de *Calosoma argentinense* (Csiki) (Coleoptera: Carabidae) en un cultivo de soja. Estudio de marcado, liberación y captura. Pp. 152 en: *Libro de Resúmenes IV Congreso Argentino de Entomología*. Sociedad Entomológica Argentina. Mar del Plata, Argentina.
- NEAVE, P & CA FOX. 1998. Response of soil invertebrates to reduced tillage systems established on a clay loam soil. *Applied Soil Ecology* **9**:423-428.
- NISENSOHN, L; D FACCINI; G MONTERO & M LIETTI. 1999. Predación de semillas de *Amaranthus quitensis* H.B.K. en un cultivo de soja. Influencia del sistema de siembra. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* **34**(3):377-384.
- PEGORARO, RA & LA FOERSTER. 1985. Observações sobre o ciclo evolutivo e hábitos alimentares de *Calosoma granulatum* Perty, 1830 (Coleoptera: Carabidae) en laboratorio. *An. Soc. Entomol. Brasil.* **14**(2):269-275.
- PHILLIPS, RE; RL BLEVINS; GW THOMAS; WW FRYE & H PHILLIPS. 1980. No-tillage agriculture. *Science* **208**(6):1108-1113.
- PILATTI, MA; JA DE ORELLANA; LJ PRIANO; OM FELLI & DA GRENON. 1988. Incidencia de manejos tradicionales y conservacionistas sobre propiedades físicas, químicas y biológicas de un argiudol en el sur de Santa Fe. *Ciencia del Suelo* **6**(1):19-29.
- PRICE, JF & M SHEPARD. 1978a. *Calosoma sayi* and *Labiduria riparia* predation on noctuid prey in soybeans and locomotor activity. *Environ. Entomol.* **7**(3):653-656.
- PRICE, JF & M SHEPARD. 1978b. *Calosoma sayi*: Seasonal history and response to insecticides in soybean. *Environ. Entomol.* **7**(3):359-363.
- REICHARDT, H. 1977. A synopsis of the genera of neotropical carabidae (Insecta: Coleoptera). *Questiones Entomologicae* **13**:346-493.
- RITCHIE, SW; JJ HANWAY & GO BENSON. 1989. *How a corn plant develops*. Special Report Nro. 48. Iowa State University of Science and Technology. Ames, Iowa, 21 pp.
- RODRÍGUEZ, E; FJ FERNÁNDEZ-ANERO; P RUIZ & M CAMPOS. 2006. Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in a Mediterranean climate. *Soil Till. Res.* **85**:229-233.
- SALUSO, ML RÍOS DE & JE FRANA. 1998. Entomofauna en relación a la siembra directa. Pp. 319-328 en: JL Panigatti, H Marelli, D Buschiazzi & R Gil (eds.). *Siembra Directa*. Editorial Hemisferio Sur S.A. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina.
- SALUSO, ML RÍOS DE & A SALUSO. 2000. Macrofauna asociada al cultivo de trigo. Pp. 92-96 en: *Trigo Actualización Técnica*. Serie Extensión Nro. 18. Estación Experimental Agropecuaria Paraná INTA.



- SAMU, F; KD SUNDERLAND & S CSABA. 1999. Scale-dependent dispersal and distribution patterns of spiders in agricultural systems: a review. *J. Arachnol.* **27**:325-332.
- SAS INSTITUTE. 1982. *SAS USER'S GUIDE: Statistics*. 1982 Edition. Sas Institute Inc. Cary, North Carolina, USA. 584 pp.
- SOUTHWOOD, TRD. 1978. *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Chapman and Hall. 524 pp.
- SPENCE, JR & JK NIEMELA. 1994. Sampling carabids assemblages with pitfall traps: The madness and the method. *Can. Entomol.* **126**:881-894.
- STINNER, BJ; DA MCCARTNEY & DM VAN DOREN, JR. 1988. Soil and foliage arthropod communities in conventional, reduced and no-tillage corn (Maize, *Zea mays* L.) systems after 20 years of continuous cropping. *Soil Tillage Res.* **11**:147-158.
- STINNER, BR & GJ HOUSE. 1990. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* **35**:299-318.
- THOMAS, CFG; L PARKINSON & EJP MARSHALL. 1998. Isolating the components of activity-density for the carabid beetle *Pterostichus melanarius* in farmland. *Oecologia* **116**:103-112.
- THOMAS, CFG; NJ BROWN & DA KENDALL. 2006. Carabid movement and vegetation density: Implications for interpreting pitfall trap data from split-field trials. *Agric. Ecosys. Environ.* **113**:51-61.
- TONHASCA JR., A. 1993. Effects of agroecosystem diversification on natural enemies of soybean herbivores. *Entomol. Ext. Appl.* **69**:83-90.
- TUESCA, D; E PURICELLI & JC PAPA. 2001. A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Research* **41**:369-382.
- VES LOSADA, JC & EM BAUDINO. 1998. Influencia de sistemas de labranza sobre la población de tucuras (Orthoptera:Acrididae). *Boletín de Divulgación Técnica Estación Experimental Agropecuaria Anguil INTA* **59**:1-6.
- WARDLE, DA.; KS NICHOLSON; KI BONNER & GW YEATES. 1999. Effects of agricultural intensification on soil-associated arthropod population dynamics, community structure, diversity and temporal variability over seven-year period. *Soil Biol Biochem.* **31**:1691-1706.
- WEISS, MJ; EU BALSBAUGH JR.; EW FRENCH & BK HOAG. 1990. Influence of tillage management and cropping system on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) fauna in the northern great plains. *Environ. Entomol.* **19**(5):1388-1391.

