

Cambios en la comunidad de arañas (Arachnida: Araneae) en períodos de barbecho y de cultivos de soja en el Norte de Santa Fe, Argentina

Almada, Melina S.^{1,2,5}; Alda González³; José A. Corronca^{2,4}

¹Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Reconquista, Santa Fe, Ruta 11 Km 773 (3560) Reconquista, Santa Fe- Argentina; ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; ³CEPAVE CONICET – UNLP - Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores, Boulevard 120 S/N e/61 y 62 (B1902CHX) La Plata – Buenos Aires – Argentina; ⁴IEBI-Instituto para el Estudio de la Biodiversidad de Invertebrados unas, Av.Bolivia 5150 Salta-Argentina; ⁵almadamelina@gmail.com

Almada, Melina S.; Alda González; José A. Corronca (2016) Cambios en la comunidad de arañas (Arachnida: Araneae) en períodos de barbecho y de cultivos de soja en el Norte de Santa Fe, Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 115 (1): 55-65

El objetivo de este trabajo fue demostrar si existe un patrón de cambio en la comunidad de arañas y a nivel de gremios en los ciclos de sucesión barbecho (B)/soja (S) (B1/S1/S2/B2) y observar si los períodos de barbecho sirven como refugio para que la comunidad de arañas se pueda restablecer en periodos de cultivo. El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA-INTA) Reconquista (Santa Fe-Argentina), en lotes que presentaban la misma sucesión de cultivo/barbecho durante 2009/2010. En cada período las arañas fueron recolectadas mediante trampas de caída y aspirador. Se recolectaron un total de 4439 arañas en 23 familias y 148 especies/morfoespecies. El cultivo de soja presentó mayor abundancia de arañas (B1= 512; S1= 1289; S2= 1363; B2= 1275) y riqueza de especies (B1=79, S1=92, S2=89; B2=80) que los períodos de barbecho. La abundancia/trampa mostró diferencias significativas entre los períodos de barbecho (B1-B2) y la riqueza de especies/trampa entre B1-S1 y B1-B2. Los valores de disimilitud mostraron una disminución desde B1 hacia B2 donde las familias Lycosidae, Araneidae, Linyphiidae, Philodromidae, Pisauridae y Tetragnathidae contribuyen en alta proporción (superior 37%). Siete gremios estuvieron presentes (Cazadoras deambuladoras, Cazadoras corredoras sobre el suelo, Tejedoras de telas orbiculares, Otras cazadoras, Tejedoras de telas en sábanas, Tejedoras de telas espaciales y Especialistas) mostrando su abundancia diferencias significativas en los diversos momentos del período estudiado. Este trabajo demuestra que períodos de descanso del cultivo constituyen una adecuada herramienta de rotación para tener presente al momento de implementar estrategias de manejo en cultivos de soja.

Palabras claves: Araneofauna; *Glycinemax*; rotación de cultivos; MIP; refugio

Almada, Melina S.; Alda González; José A. Corronca (2016) Changes in the community of spiders (Arachnida: Araneae) in fallow periods and soybean crops in northern Santa Fe, Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 115 (1): 55-65

The aim of this study was to demonstrate whether there is a pattern of change in the community and guilds of spider in a succession of fallow and soybean crops (B1/S1/S2/B2). Also, to analyze whether fallow periods would serve as a refuge for the community of spiders and their recovery during cropping periods. The study was carry out in the Research Station of INTA Reconquista, (Santa Fe-Argentina), underfield conditions with similar succession crop/fallow during 2009/2010. In each period, spiders were collected using pitfall-traps and suction samples. We recorded 4439 spiders from 23 family and 148 spp/morphospecies. The highest abundance of spiders (B1= 512; S1= 1289; S2= 1363; B2= 1275) and richness of species (B1=79, S1=92, S2=89; B2=80) were found during the cropperiods compared to fallow periods. The abundance per tramps showed significant differences between fallows periods (B1-B2). Richness of species per tramp was also significant among B1-S1 and B1-B2. Dissimilarity values showed a decrease from B1 to B2 where families Lycosidae, Araneidae, Linyphiidae, Philodromidae, Pisauridae and Tetragnathidae had the highest proportion (upper 37%). Seven guilds were found (Ambush hunters, Ground hunters, Orb web weavers, Other hunters, Sheet web weavers, Space web weavers and Specialists) and showed abundance significant differences in different moments between periods. This work demonstrates that resting periods constitute an appropriate crop rotation tool to keep in mind when implementing management strategies in soybean crops.

Key words: Spiders; *Glycine max*; crop rotation; IPM; refuge

Recibido: 17/09/2015

Aceptado: 15/12/2015

Disponible on line: 01/07/2016

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cultivo de soja (*Glycinemax* Merrill) es uno de los más importantes para la Argentina, concentrándose el 71% de la producción en las provincias de Santa Fe, Córdoba, Buenos Aires y La Pampa, con una producción que superó 21 millones de hectáreas en 2014/15 (ArgenBio, 2015). A partir del año 1996, este cultivo incrementó rápidamente su superficie en el país, junto a su paquete tecnológico que implica semillas transgénicas y cambios en el modelo de producción (siembra directa). Este monocultivo incrementó rápidamente y modificó el paisaje de la Pampa Ondulada, registrándose nuevas plagas (Ghersa & Ghersa, 1989; Luna et al., 1996). Con respecto a las acciones para controlar las plagas, se comenzaron estudios sobre la comunidad de insectos y otros artrópodos, especialmente en grupos de depredadores, siendo uno de los primeros el de Molinari (1996) con una visión para integrarlos en un Manejo Integrado de Plagas (MIP), y reducir de ese modo el uso de plaguicidas y minimizar su impacto sobre el ambiente.

Las arañas son un grupo de depredadores generalistas y se las considera enemigos naturales de insectos perjudiciales, sirviendo también como alimento para otros depredadores (Turnbull, 1997; Whitcomb, 1980; Foelix, 1996). Este grupo “megadiverso” ha ganado una amplia aceptación en estudios ecológicos como indicador de calidad ambiental (Clausen, 1986; Maelfait et al., 1990; Churchill, 1997; Clark et al., 2004; Tsai et al., 2006). Ellas muestran una fuerte dependencia de la estructura física del ambiente (Halaj et al., 2000), donde las especies responden de manera diferente tanto al hábitat local como a la composición del paisaje (Sjödin et al., 2008). Además, las condiciones locales y las variaciones estacionales constituyen factores importantes en el proceso de control que ejerce la comunidad de arañas sobre las plagas agrícolas (Halaj et al., 2000). Las arañas, como muchos grupos de artrópodos generalistas, son buenas controladoras de especies plagas en diferentes cultivos; y en el caso de los cultivos anuales, las especies presentan patrones cíclicos de colonización, migrando a los campos cultivados desde hábitats permanentes (Minervino, 1996; Liljesthröm et al., 2002; Öberg & Ekbohm, 2006).

En los últimos años se han realizado varios trabajos sobre la composición de las arañas en los cultivos de soja en el país. Entre ellos, Minervino (1996), Liljesthröm et al. (2002) y Benamú Pino (2010) estudiaron diferentes aspectos bioecológicos de las principales familias de arañas registradas en este cultivo en la provincia de Buenos Aires y Beltramo et al. (2006) analizaron la comunidad de arañas para el centro-sur de la provincia de Santa Fe. A estos estudios se le suman los de Weyland (2005) para Entre Ríos, y Argañarás (2009) para Tucumán, quienes contribuyeron aún más al conocimiento de la araneofauna en cultivos de soja para el país. Sin embargo, pocos estudios evaluaron si durante períodos de cultivo y de descanso de campos cultivados se producen cambios en la comunidad de arañas, y si los períodos de barbecho actúan como áreas de reservorio para el mantenimiento de la diversidad de arañas en los agroecosistemas.

El propósito de este trabajo es incrementar el conocimiento sobre la diversidad de arañas en lotes productivos con un ciclo de sucesión soja/barbecho en el Norte de la Provincia de Santa Fe, y evaluar su importancia como una medida de manejo a implementar. De esa manera se quiere probar: 1) si existe un patrón de cambio en la comunidad de arañas en los ciclos barbecho/soja/soja/barbecho; 2) Si los períodos de barbecho sirven como refugio para que la comunidad de arañas se pueda restablecer en los posteriores períodos de cultivo y 3) si el patrón de cambio afecta la composición de los gremios.

METODOLOGÍA

Área de estudio: el estudio se realizó en el predio de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Reconquista del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), (29°11'S - 59°52'O), Santa Fe, Argentina. Allí se seleccionaron seis lotes agrícolas que presentaban siembra directa, con un rango de superficie, aproximadamente, entre 10-20 ha cada uno. Los lotes presentaron una misma sucesión de cultivo/barbecho durante el año estudiado: barbecho /soja /soja /barbecho (primavera/verano/otoño/invierno) (B1/S1/S2/B2, respectivamente). Respecto a la historia de los lotes estudiados, tres presentaban rastrojos de soja, uno rastrojo de sorgo, otro rastrojo de girasol, con una duración de tiempo de barbecho de 6-9 meses cada uno de ellos. El sexto lote presentaba vegetación natural con uso ganadero previo al cultivo de soja, con un descanso superior a 20 años. Los hábitats adyacentes a las parcelas cultivadas estuvieron representadas por plantaciones de Eucaliptus (*Eucaliptus* sp.); pinos (*Pinus* sp.), casuarinas (*Casuarina* sp.) o lotes con ganado vacuno.

Muestreos

Se realizaron de manera estacional durante un año, iniciando en la primavera de 2009 y finalizando en el invierno de 2010. En ellos, en cada lote se consideraron dos transectas lineales de 100 m cada una, separadas entre sí por una distancia de 100 m, ubicadas en la parte media del lote comenzando desde el borde del mismo. La recolección de las arañas se realizó por medio de trampas de caída (pit-fall) y un aspirador manual G-Vac (garden-vacuum), para lograr la mayor representatividad de las arañas epigeas y sobre la vegetación, respectivamente. En cada transecta se colocaron 10 trampas de caída separadas por 10 m, las mismas consistieron en recipientes plásticos de 12,2 x 5,2 x 7,5 cm (diámetro superior x profundidad x diámetro inferior), con solución salina (sal (kg):agua (l) en proporción 1:8, con gotas de detergente), manteniéndose activas por 7 días. Las arañas sobre la vegetación se tomaron con un aspirador Poulan Pro®, siendo una muestra la succión de los especímenes hallados en las plantas de soja en un área de un metro cuadrado por el término de un minuto. El material recolectado en cada muestra fue conservado individualmente en alcohol etílico al 70% y trasladado al laboratorio para su acondicionamiento y posterior determinación taxonómica mediante claves disponibles

(Ramírez 1999, Dippenaar-Schoeman & Jocqué 1997); y se consultó el catálogo de Platnick (2015), ver.15.

Análisis de datos

Los datos obtenidos en las seis réplicas se utilizaron para analizar el cambio de la comunidad de arañas en las distintas etapas de los lotes (barbecho/cultivo) y entre ellos. La riqueza y la abundancia de especies por trampa y por estrato evaluado (suelo y herbáceo), se analizaron entre los períodos de cultivo y de barbecho para observar cambios en la comunidad de arañas mediante pruebas de significancia de Kruskal-Wallis, debido a que la distribución de los datos no son normales, utilizando el programa PAST versión 2,16 (Hammer et al., 2012).

Para evidenciar cuál de las familias y/o especies de arañas estuvo contribuyendo más a la disimilitud de la fauna entre los períodos estudiados y entre los estratos, se realizó un análisis de porcentaje de similitud (SIMPER), teniendo en cuenta la disimilitud de Bray-Curtis, el que fue calculado por medio del programa PAST. Por otro lado, se determinó el porcentaje de complementariedad de las comunidades obtenidas en los diferentes períodos siguiendo a Colwell & Coddington (1994); y con el programa SPADE (Chao & Shen, 2009) se calculó el número de especies compartidas entre los diferentes momentos. Los cambios en los ensambles de especies de las comunidades de arañas entre estratos y por período estudiado se evaluaron por medio de un ANOSIM en una vía, con una permutación de 9999 y con un nivel de significación del $p < 0,05$, calculado por medio del programa PAST versión 2,16.

Para el análisis de gremios se siguió la clasificación de Cardoso et al., (2011), y se realizaron comparaciones de abundancias entre períodos estudiados por medio de pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis) con el programa PAST.

RESULTADOS

Se recolectaron 4439 arañas (incluyendo juveniles y adultos), con una riqueza de 148 especies/morfoespecies de 23 familias de Araneomorphae. Lycosidae fue la familia dominante (21% del total de arañas recolectadas), seguida por Araneidae (18,7%) y Philodromidae (17,1%). Salticidae mostró mayor riqueza de especies (26 spp.; 17,63%), seguida por Araneidae (22 spp.; 14,9%), Linyphiidae y Lycosidae (17 spp.; 11,5% cada una de ellas). El resto de las familias no superaron el 10% (Tabla 1). En cuanto a la abundancia por período analizado, el cultivo de soja superó a los períodos en barbecho (B1= 512; S1=1289; S2= 1363; B2= 1275), lo mismo ocurrió con la riqueza de especies (B1=79, S1=92, S2=89; B2=80) (Tabla 1).

Hubo familias presentes en todo momento mientras que otras solo se reportaron en algunos, como Tetragnathidae en S1, S2 y B2; Hahniidae en B1, S2 y B2; Dytinidae en B1, S1 y B2 y Prodidomidae en S1 y B2. Por su parte, Clubionidae, Nephiliidae y Pisauridae se registraron sólo en períodos cultivados; mientras Sparassidae y Micropholcommatidae fueron exclusivas de B1 y Zodariidae de B2.

Tabla 1. Composición de familias y gremios de arañas, del total de los lotes en cada período estudiado, en cultivos barbecho /soja (Santa Fe, Argentina). (B: barbecho, S: soja; A: abundancia, Rqz: riqueza de especies).

GREMIOS	Familias	B1		S1		S2		B2	
		A	Rqz	A	Rqz	A	Rqz	A	Rqz
Cazadoras deambuladoras	Thomisidae	51	10	76	10	43	7	17	4
Cazadoras corredoras sobre el suelo	Corinnidae	13	3	14	3	2	2	3	2
	Gnaphosidae	12	6	7	4	6	4	4	3
	Lycosidae	51	11	447	14	341	13	93	9
	Prodidomidae	0	0	1	1	0	0	2	1
Tejedoras de telas orbiculares	Nephiliidae	0	0	2	2	2	2	0	0
	Araneidae	85	10	196	16	116	16	435	15
	Tetragnathidae	0	0	28	2	57	2	120	2
Otras cazadoras	Anyphaenidae	4	4	9	2	14	3	11	4
	Clubionidae	0	0	1	1	1	1	0	0
	Miturgidae	14	2	33	4	75	4	23	1
	Oxyopidae	30	1	49	1	152	1	83	1
	Philodromidae	93	3	234	3	278	2	153	2
	Salticidae	28	8	66	14	38	11	26	12
	Sparassidae	1	1	0	0	0	0	0	0
Tejedoras de telas en sábanas	Hahniidae	4	1	0	0	1	1	5	1
	Linyphiidae	37	9	15	7	35	12	192	12
	Pisauridae	0	0	2	1	167	1	0	0
Tejedoras de telas espaciales	Micropholcommatidae	3	1	0	0	0	0	0	0
	Dytinidae	9	2	31	2	0	0	5	2
	Theridiidae	49	6	19	4	25	6	101	7
	Titanoecidae	28	1	59	1	10	1	1	1
Especialistas	Zodariidae	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL		512	79	1289	92	1363	89	1275	80

La comunidad de arañas presentó un incremento de su abundancia en períodos cultivados (Figura 1), disminuyendo en el período en barbecho posterior al cultivo, donde mostró cambios de significación estadística con los restantes períodos ($p < 0,05$). En cambio la riqueza de especies sólo mostró diferencias de significación estadística ($p < 0,05$) entre B1-S1, debido al gran incremento de especies al momento de inicio del cultivo, disminuyendo posteriormente en los restantes períodos.

Las arañas del estrato herbáceo presentaron mayor abundancia y riqueza de especies ($N=2965$; $S=116$ spp.) que el estrato de suelo ($N=1474$; $S=98$ spp.). A nivel de trampas, el estrato de suelo mostró un incremento de la abundancia de arañas desde el período B1 hacia el cultivo, observándose diferencias de significación estadística entre estos períodos; posteriormente la abundancia disminuyó en S2 y B2

($B1= 2,2$; $S1= 5,4$; $S2= 3,5$; $B2= 1,6$). En cambio la riqueza de especies por trampa registró una disminución desde S1, sin mostrar diferencias estadísticas a lo largo de los períodos estudiados ($B1=0,5$; $S1=0,5$; $S2=0,4$; $B2=0,3$). En el estrato herbáceo, las arañas por trampa aumentaron su abundancia desde B1 ($B1= 2,5$; $S1=5,4$; $S2= 7,9$; $B2= 9$), con valores que se diferencian estadísticamente sólo entre períodos de barbecho (B1-B2). Si bien la riqueza de especies se comportó de manera similar que la abundancia, ésta disminuyó levemente en B2 ($B1=0,4$; $S1=0,5$; $S2=0,6$; $B2=0,5$) y mostró diferencias de significación estadística entre B1-S1, como también entre períodos en barbecho (B1-B2) (Figura 2).

El SIMPER mostró que en los períodos cultivados los ensambles de las comunidades de arañas fueron más similares entre sí (32%); mientras que la disimilitud entre ellos fue mayor al pasar del momento en

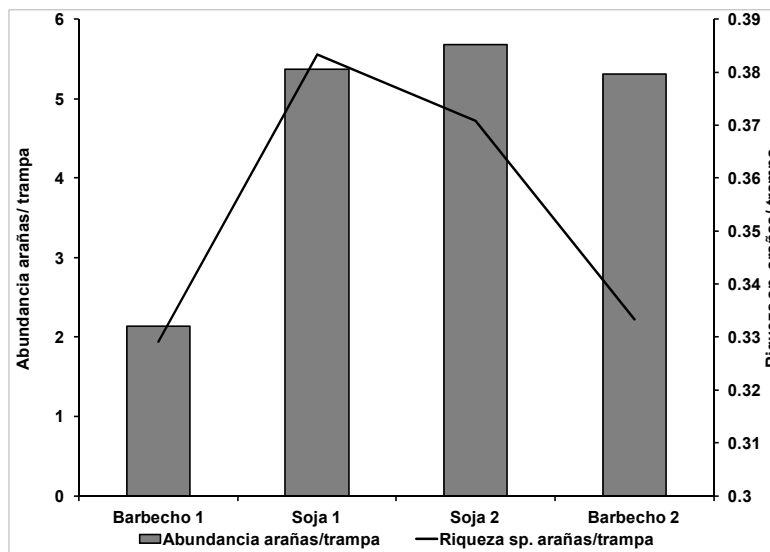


Figura 1. Riqueza de especies y abundancia de arañas por trampa, del total de los lotes en cada período estudiado, en cultivos barbecho /soja (Santa Fe, Argentina).

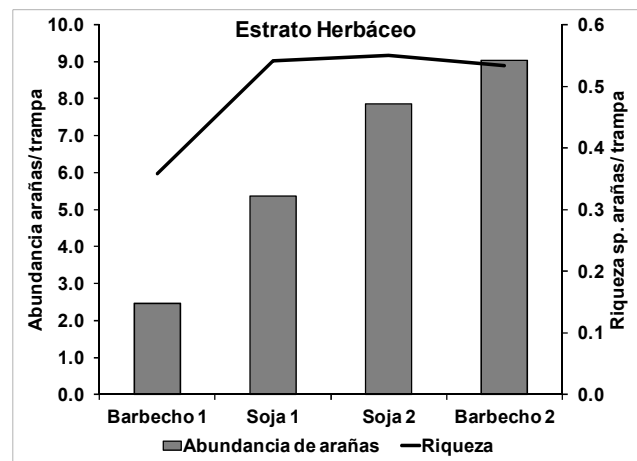
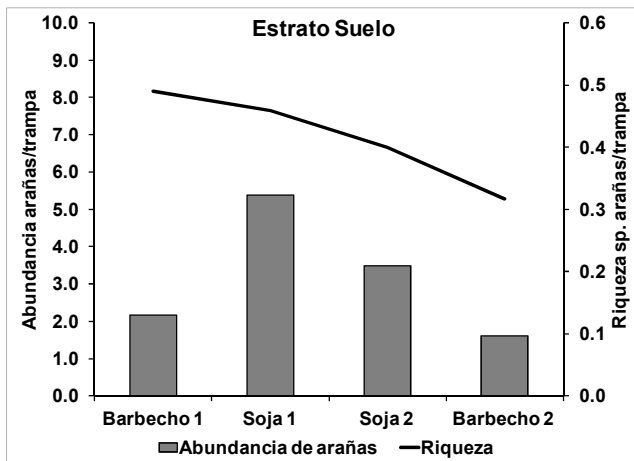


Figura 2. Riqueza de especies y abundancia de arañas por trampa, del total de los lotes por estrato (suelo, herbáceo) en cada período estudiado, en cultivos barbecho /soja (Santa Fe, Argentina).

barbecho al cultivado (B1-S1: 0,76) y entre barbechos (B1-B2: 0,74). Familias agrobiontas (Araneidae, Linyphiidae, Lycosidae, Philodromidae, Pisauridae y Tetragnathidae) fueron las que contribuyeron más a la disimilitud entre los diferentes períodos estudiados. Así, entre B1-S1 Lycosidae contribuyó en mayor proporción a la disimilitud de las comunidades, en cambio entre los períodos cultivados (S1-S2) y entrando en barbecho (S2-B2), lo fue Philodromidae. Entre barbecho (B1-B2), las familias con telas orbiculares que necesitan una estructura de la planta más compleja para asociar sus telas marcaron la diferencia, como lo fue Araneidae; mientras que Tetragnathidae lo fue en B2 (Tabla 2).

Las especies que contribuyeron en mayor medida a la disimilitud entre los ensambles obtenidos fueron una especie de *Allocosa* sp. (Lycosidae) y una filodrómide (Philodromidae Morfo145). *Larinia tucuman* y *Ocrepeira* sp. (Araneidae), una especie de linífido (Linyphiidae Morfo 619), *Oxyopes salticus* (Oxyopidae), *Paracleocnemis* sp. (Philodromidae), una especie de pisáurido (Pisauridae Morfo116) y de tetragnátido (Tetragnathidae Morfo 173), conformaron el elenco de especies que contribuyeron a la disimilitud entre las comunidades en los períodos estudiados, con valores que superaron el 5% (Tabla 2).

A nivel de estratos, las arañas que hicieron una mayor contribución a la disimilitud en la fauna de suelo pertenecen a la familia Lycosidae, disminuyendo su abundancia desde los períodos B1-S1, entre cultivos y al pasar nuevamente al barbecho. Las restantes familias mostraron una alta contribución entre barbechos. En cambio para el estrato herbáceo, Araneidae y Philodromidae contribuyeron principalmente a la disimilitud de los ensambles entre B1-S1, y junto con Oxyopidae y Pisauridae en los períodos cultivados; pero entre momentos de barbechos también estuvo presente en alta proporción Linyphiidae y Tetragnathidae (Tabla 3). Los ANOSIM entre períodos y estratos mostraron diferencias de significación estadística en la composición de las comunidades (R: 0,8175; p: 0,001), indicando que la araneofauna de suelo es muy diferente de la de vegetación y que ellas también cambian en virtud del uso del suelo (Tabla 4).

Al analizar las familias dominantes, en cuanto a riqueza de especies y abundancia, las familias tejedoras (Araneidae, Tetragnathidae, Linyphiidae y Pisauridae), las cazadoras corredoras sobre el suelo (Lycosidae) y las otras cazadoras (Miturgidae, Oxyopidae y Philodromidae) fueron los grupos que no mostraron diferencias de significación estadística ($p > 0,05$) entre los diferentes períodos estudiados, manteniendo una araneofauna en todos los momentos (Figura 3). La riqueza de especies de las arañas tejedoras fue superior en períodos de cultivo y en B2, pero su abundancia aumentó en períodos de barbecho. En cambio, cazadoras sobre el suelo tanto su abundancia como riqueza aumentó en B1 y S1 disminuyendo en S2, y el grupo de las otras cazadoras variaron su riqueza a lo largo de todo el período, pero su abundancia disminuyó en B2.

La complementariedad entre los ensambles obtenidos entre períodos analizados, es mostrada en la Tabla 5, donde se observó que pocas especies fueron compartidas entre períodos de barbecho; mostrando que los ensambles de arañas entre períodos cultivados fueron más similares (59 spp. compartidas), y nuevamente hay una diferenciación de ellos al pasar al barbecho (S2-B2).

Los gremios observados fueron siete (Figura 4), siendo Otras cazadoras, Tejedoras de telas orbiculares y Cazadoras corredoras sobre el suelo (1416, 1041 y 996 arañas, respectivamente) los más abundantes. Los mismos gremios se mantuvieron a lo largo del estudio en el área analizada aunque sus abundancias mostraron cambios entre períodos. En los períodos cultivados, casi todos los gremios incrementaron su abundancia, excepto las tejedoras de telas orbiculares que dominaron en el B2 (43,5%). Durante el cultivo, en S1 mostraron mayor porcentaje las Cazadoras corredoras sobre el suelo (36,4%), Corredoras deambuladoras (5,9%) y las Tejedoras de telas Espaciales (8,46%). En S2 las Otras cazadoras presentaron alta proporción de individuos (41%), al igual que las Tejedoras de telas en sábanas (14,9%)(Tabla 1).

Tabla 2. Contribución a la disimilitud de familias y especies de arañas, del total de los lotes en cada período estudiado, en cultivos barbecho /soja (Santa Fe, Argentina). (B: barbecho, S: soja).

Familia	Spp./msp.	% Contribución Disimilitud sp.			
		B1-S1	S1-S2	S2-B2	B1-B2
Araneidae	<i>Lariniatucuman</i>			7,39	9,20
Araneidae	<i>Ocrepeiras</i> p.	7,30	5,38		
Linyphiidae	msp.619				5,85
Lycosidae	<i>Allocosasp.</i>	18,2	9,03	6,61	
Oxyopidae	<i>Oxyopessalticus</i>		7,59	6,31	
Philodromidae	<i>Paracleocnemissp.</i>	6,5	5,32		
Philodromidae	msp.145	5,9	11,93	9,93	8,02
Pisauridae	msp.116		8,73	9,19	
Tetragnathidae	msp.173				7,97

Tabla 3. Contribución a la disimilitud de familias y especies de arañas, del total de los lotes por estrato (Suelo y Herbáceo) en cada período estudiado, en cultivos barbecho /soja (Santa Fe, Argentina). (B: barbecho, S: soja).

Estrato	Familias	Spp./msp.	% Contribución Disimilitud sp.			
			B1-S1	S1-S2	S2-B2	B1-B2
Suelo	Corinnidae	msp. 26		8,04	11,63	
	Lycosidae	<i>Allocosasp.</i>	34,4	25,42	24,7	12,03
	Lycosidae	msp. 11	6,22	7,91		
	Lycosidae	msp. 47	6,10	6,54		
	Lycosidae	<i>Lycosagalopavo</i>		5,55	5,80	
	Oxyopidae	<i>Oxyopessalticus</i>				6,82
	Philodromidae	msp. 3				5,34
Titanoecidae	<i>Goeldiasp.</i>		8,26	7,65		8,70
Herbáceo	Araneidae	<i>Lariniatucuman</i>	6,91		9,44	12,23
	Araneidae	<i>Metazygiasp.</i>				5,40
	Araneidae	<i>Ocrepeirasp.</i>	15,55	8,92		
	Linyphiidae	msp. 619				7,18
	Oxyopidae	<i>Oxyopessalticus</i>		13,13	8,38	5,92
	Philodromidae	<i>Paracleocnemissp.</i>	11,79	7,06		
	Philodromidae	msp. 145	11,11	17,97	12,74	10,77
	Pisauridae	msp. 116		13,33	11,94	
Tetragnathidae	msp. 173				10,16	

Tabla 4. Análisis de similitud entre la composición de especies, del total de los lotes de los diferentes períodos y estratos (Suelo y Herbáceo) estudiados en cultivos barbecho /soja (Santa Fe, Argentina). (B: barbecho, S: soja).

Estrato	Períodos	R estadístico	P (<0,05)
Suelo	B1-S1	0,787	0,002
	S1-S2	0,214	0,009
	S2-B2	0,330	0,012
	B1-B2	0,804	0,002
Herbáceo	B1-S1	0,456	0,002
	S1-S2	0,772	0,001
	S2-B2	0,850	0,003
	B1-B2	0,533	0,002

Al comparar los valores de abundancia entre gremios, las pruebas de Kruskal Wallis indicaron diferencias de significación estadística ($p < 0,05$) en varios gremios y en diferentes períodos. Las Cazadoras deambulatorias y las Corredoras sobre suelo se diferenciaron en S2-B2, lo mismo que el último de los gremios en el período B1-S1. Las abundancias de las Tejedoras de Telas en sábanas mostraron diferencias entre períodos cultivados y entre barbechos. En cambio, las Tejedoras de telas espaciales reportaron diferencias entre períodos de cultivo (S1-S2) y entre el cultivo y el barbecho (S2-B2); mientras que las Tejedoras de Telas Orbiculares mostraron cambios marcados en sus abundancias en tres momentos (B1-S1, S2-B2 y B1-B2). Las Especialistas y Otras Cazadoras no cambiaron sus abundancias de manera significativa entre los períodos estudiados.

DISCUSIÓN

Desde el punto de vista taxonómico, las familias de arañas en este estudio corresponden al 31,8% de familias catalogadas para Argentina según Platnick (2015); valores esperables por tratarse de ambientes que sufren disturbios frecuentes que reducen la diversidad de la vegetación y, por consiguiente, la diversidad faunística (Altieri, 1995). Las familias de arañas registradas en los lotes de soja para el norte de Santa Fe superan a las de otros trabajos realizados en el país; igualmente, la riqueza de especies aquí registrada es mayor a la de los trabajos de Minervino (1996), Liljesthröm et al. (2002), Benamú Pino (2010) para la provincia de Buenos Aires (16 familias y 50 especies; 13 familias y 37 especies de arañas, 8 familias y 28 especies, respectivamente). Para la

provincia de Santa Fe, Beltramo et al. (2006) registraron solo 8 familias de arañas; Weyland (2005) reportó 17 familias y 56 spp para Entre Ríos; mientras que Argañarás (2009) recolectó el mayor número de especies de arañas en cultivos de soja estudiados en el país (149 spp.) de 19 familias para la provincia de Tucumán. La diferencia en el número de familias y de especies de arañas registrada en los estudios realizados en las distintas provincias argentinas pueden ser el resultado de un sesgo debido a la técnica de colecta utilizado en cada uno de estos estudios, sumado a condiciones biogeográficas, climáticas, de distribución de los recursos y características del paisaje, que influyen sobre la composición de especies locales (Zobel, 1992; Altieri, 1999).

Lycosidae, Philodromidae y Araneidae son las familias dominantes durante todo este estudio, representan más del 57% de la abundancia total. Estos resultados son coincidentes en parte con los de otros estudios en sistemas agrícolas, donde las familias Thomisidae y Oxyopidae, constituyen las dominantes sobre los cultivos, seguidas por Araneidae, Lycosidae, Salticidae y Philodromidae (Minervino, 1996; Liljesthrom et al., 2002; Beltramo et al., 2006; Armendano & González, 2009; Benamú Pino, 2010; Almada et al., 2012; Sosa & Almada, 2014). En cuanto a la diversidad de especies, Salticidae, Araneidae, seguidas por Lycosidae y Linyphiidae muestran predominio en nuestro estudio, lo que corrobora los datos registrados por Liljesthrom et al., (2002) y Argañarás (2009) en cultivos de soja para Argentina.

La abundancia y la riqueza de especies de arañas se incrementaron en los periodos cultivados, y en

particular en los momentos donde las plantas de soja mostraron una mayor complejidad estructural. Eso se pudo observar en el muestreo de S2 donde las plantas alcanzaban una altura de 80 cm y poseían un mayor follaje que en el caso de las plantas de soja de S1, con no más de 70 cm de altura y un follaje menos denso. La fuerte dependencia de las arañas al hábitat podría explicar los mayores valores reportados, ya que ambientes más heterogéneos permiten una mayor riqueza de especies de arañas por la existencia de un mayor número de microhábitats que pueden explotar (Altieri, 1999; Lassau et al., 2005).

El barbecho es un tipo de rotación donde ningún cultivo crece durante una temporada, y priva a las plagas de alimento, reduce las malezas y mantiene la humedad del suelo (Gliessman, 2000). Esta rotación ha sido practicada para el control de insectos plaga en cultivos anuales, como algodón, sorgo y trigo, donde los enemigos naturales aumentan en gran número (Schoenly et al., 2010). El barbecho estudiado en B1 estuvo compuesto por diferentes tipos de rastrojos lo que demuestra una comunidad de arañas permanente habitando estos ambientes dados por las condiciones temporales (barbechos con un tiempo mínimos de seis meses), naturales y de heterogeneidad existente. Esto explica la diferencia en la diversidad de arañas existente al pasar de periodos de descanso a momentos de cultivo (B1-S1), donde la vegetación natural y los restos de vegetales del cultivo antecesor sirve de sustrato para el mantenimiento de la comunidad reflejando la disponibilidad de recursos en el ambiente (Gotelli & Colwell, 2001).

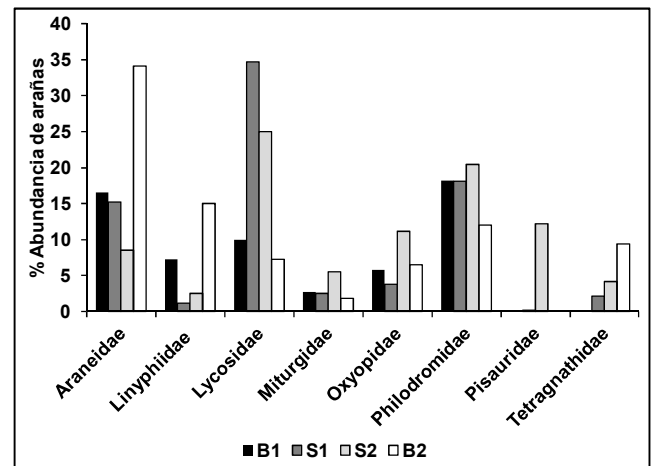
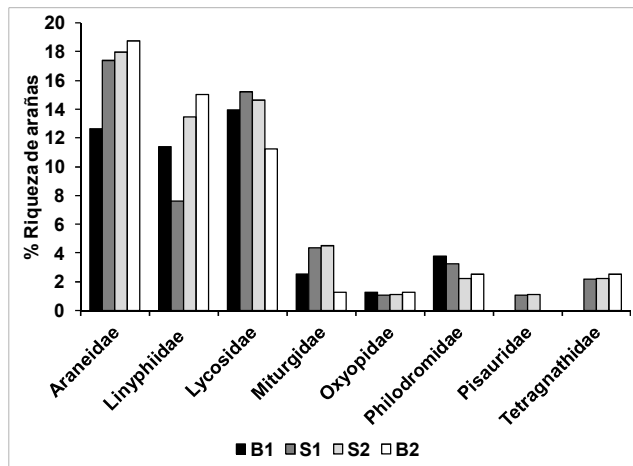


Figura 3. Proporción (%) de la riqueza y abundancia de especies de arañas, del total de los lotes en cada periodo estudiado en cultivos barbecho /soja (Santa Fe, Argentina). (B: barbecho, S: soja).

Tabla 5. Porcentaje de complementariedad, del total de los lotes entre los diferentes periodos presentes en cultivos de barbecho/soja (Santa Fe, Argentina). %: porcentaje de complementariedad; entre paréntesis: especies compartidas. (B: barbecho, S: soja).

	B1	S1	S2	B2
B1	-	(54)	(45)	(44)
S1	0,54	-	(59)	(54)
S2	0,63	0,52	-	(57)
B2	0,62	0,54	0,49	-

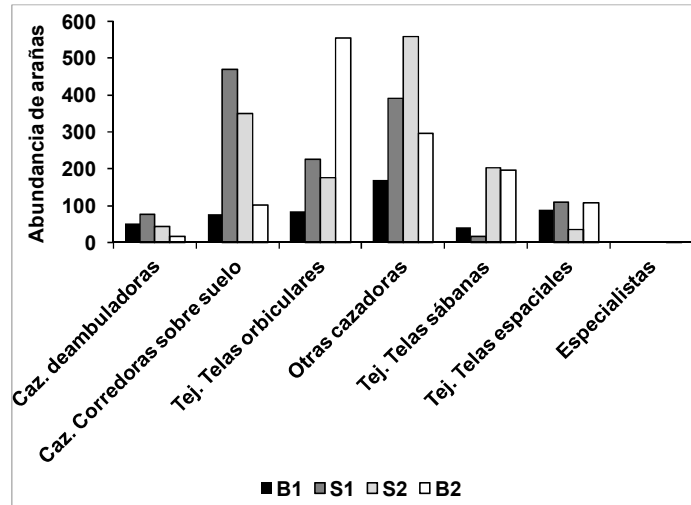


Figura 4. Abundancia de gremios de arañas, del total de los lotes en cada período estudiado en cultivos barbecho /soja (Santa Fe, Argentina). (B: barbecho, S: soja).

Se demostró que en el estrato de suelo conviven un grupo de especies que son típicas del cultivo de soja y del barbecho, por las diferencias reportadas en su abundancia al pasar por los diferentes momentos del ciclo (barbecho y cultivo). Las condiciones del sistema de siembra (directa) del cultivo de soja que se estudió, junto a las condiciones climáticas locales y los insumos utilizados, entre otros, determinan que ciertas especies puedan incrementarse y puedan sobrevivir (Días Porres et al., 2014). Cabe aclarar que todas estas variables del sistema no fueron evaluadas, y las variaciones halladas en la comunidad de arañas podrían explicarse por alguna de ellas.

Se evidenció una alta similitud de especies en ambientes cultivados, principalmente de los licósidos que son característicos de suelo y de los estratos inferiores de la vegetación, coincidiendo con muestreos realizados en cultivos de soja en otras provincias (Liljeström et al., 2002; Beltramo et al., 2006). Las especies *Allocosa* sp, *Lycosa galopavo* y dos morfoespecies aumentaron durante el cultivo de soja, pero cambiaron su contribución en momentos de barbecho junto a otras especies de la familia Oxyopidae, Philodromidae y Titanoecidae que contribuyeron positivamente. Los cambios en la composición de arañas al pasar de un momento del cultivo a otro, demuestran como la comunidad está influenciada por la vegetación presente (Días Porres et al., 2014) y por las condiciones microclimáticas favorables que se generan (cobertura del suelo, refugio y disponibilidad de presas), estableciendo ambientes más propicios para el desarrollo de las arañas (Toft, 1989).

En el estrato herbáceo se observó un aumento significativo de la comunidad de arañas a lo largo de los períodos estudiados, principalmente en momentos del cultivo, donde existe una mayor complejidad estructural lo cual se relaciona directamente con la densidad y

diversidad de las arañas (Maloney et al., 2003). Así mismo, esto se evidenció en la contribución a la disimilitud, donde en ambientes de cultivo predominó un grupo de especies que fue diferente a lo observado en momentos de barbecho. Los restos de la cosecha de soja, genera estructuras y condiciones con alto arreglo de microhábitats, con características microclimáticas y fuentes alternativas de alimentos, sitios de refugio para soportar y emplazar telas sobre todo de las familias Araneidae y Tetragnathidae que protagonizaron en B2 (Young & Edwards, 1990; Samu et al., 1996; Rypstra et al., 1999).

Los valores de disimilitud mostraron una disminución desde B1 a B2, coincidente con los valores de complementariedad, donde los cultivos de soja son colonizados por una comunidad de arañas existente en períodos de barbecho de primavera. En períodos de cultivo de soja, la comunidad de arañas comparte más especies propias del cultivo, disminuyendo al entrar en períodos de barbecho de invierno, recuperándose para iniciar nuevamente el ciclo. Esta comunidad de arañas propias del cultivo se corresponde a las familias de arañas que mayor abundancia presentaron, denominadas especies agrobiontes debido a que pocas especies de arañas dominan en los agroecosistemas (Luczak, 1979; Samu & Szinetár, 2002) y sus ciclos de vida se encuentran sincronizados con el desarrollo del cultivo, presentando una alta respuesta numérica en comparación a las demás especies (Samu & Szinetár, 2002; Schmidt & Tschamtko, 2005). Esto mismo coincide con estudios sobre araneofauna en varios cultivos (Morris et al., 1999; Armendano & González, 2009; Pérez-Guerrero et al., 2009), en los que se postula que en campos cultivados predomina una baja riqueza o alta dominancia de las especies.

La falta de diferencias sobre la abundancia de las principales familias en los diferentes momentos de sucesión (barbecho y cultivo) indica que existe un

ensamble de arañas que siempre está presente en todo el ciclo barbecho/soja, y las variaciones en la diversidad de los diferentes grupos de arañas (Tejedoras, Corredoras sobre el suelo y Otras cazadoras) refleja las condiciones ambientales presentes. Los análisis de SIMPER demuestran la contribución de las diferentes especies a lo largo de los momentos, cambiando su contribución de acuerdo a la heterogeneidad presente y a los disturbios acontecidos en cada situación (Marasas et al., 2001; Zaccagnini & Calamari, 2001; Liljesthröm et al., 2002; Beltramo et al., 2006).

Respecto a los gremios de arañas identificados, siete se presentaron en todo el período estudiado y se evidenció que la mayoría de los gremios se diferenció entre períodos de cultivo y de barbecho. Tres gremios (Otras cazadoras, Tejedoras de telas orbiculares y Cazadoras corredoras sobre el suelo) presentaron alta abundancia, posiblemente por la mayor disponibilidad de nichos y recursos presentes. En momentos de cultivo, se observó el incremento de las Cazadoras deambuladoras, Corredoras sobre el suelo y Otras cazadoras, a diferencia de lo indicado en momentos de barbecho que predominaron los gremios de las Tejedoras, posiblemente porque allí tienen mayor cantidad de sitios para fijar las telas. Esto demuestra la organización que presenta la comunidad en relación al ambiente en que se encuentra, con una fuerte y predecible influencia del tipo de hábitat y los patrones de uso del suelo (Uetz, 1991; Cardoso et al., 2011).

La comunidad de arañas presenta cambios en la abundancia y en la riqueza de especie que componen sus ensambles, tanto entre los períodos analizados (barbecho/ soja), como así también dentro de cada período. A pesar de ello, existe un conjunto de especies agrobiontes que se comparte entre esos diferentes momentos, estando siempre presentes en los lotes tanto cultivados como en los períodos en reposo. De esa manera, en los momentos en barbecho, encuentran en estos hábitats condiciones favorables de alimento y/o refugio para poder sobrevivir y luego incrementar su abundancia en los momentos cultivados, donde sus presas se encuentran en alta abundancia, pudiendo contribuir al control natural sobre los insectos plaga. Por ello, dejar los lotes en barbecho puede ser una estrategia a tener en cuenta para su implementación en los programas de manejo de plaga con la finalidad de mantener una fauna benéfica en el sistema.

CONCLUSIONES

La comunidad de arañas presenta un patrón de cambio a lo largo de períodos de descanso y de cultivo de soja, siendo el barbecho una buena estrategia de rotación del cultivo, importante para el mantenimiento de la fauna de arañas. Así mismo, la abundancia de arañas al incrementarse en períodos de cultivo, favorece al control biológico ya que incide negativamente sobre las especies plagas en los agroecosistemas.

Es fundamental el mantenimiento de este grupo depredador en los sistemas cultivados, sobre todo respetando las rotaciones en períodos de cultivos de soja, lo cual favorece el mantenimiento de la diversidad de especies y la sustentabilidad del sistema, constituyendo factores necesarios para considerar y

tener presente frente a programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Agradecimientos

Agradecemos al personal técnico y auxiliar del Laboratorio de Entomología de la Estación Experimental Agropecuaria INTA-Reconquista por su colaboración en las tareas de campo y sugerencias en el manuscrito. Al CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) por su apoyo y financiación.

BIBLIOGRAFÍA

- Almada, M.S., M.A. Sosa & A. González.** 2012. Araneofauna (Arachnida: Araneae) en cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum*) transgénicos y convencionales en el norte de Santa Fe, Argentina. *Revista Biología Tropical*, 60: 611-623.
- Altieri, M.A.** 1995. *Agroecology: the Science of Sustainable Agriculture*. Westview, Boulder, Colorado, EEUU.
- Altieri, M.A.** 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environments*, 74:19-31.
- Argañarás, M.F.** 2009. Efecto de la heterogeneidad del hábitat sobre la diversidad y fenología de arañas (Arachnida, Araneae), asociadas a un cultivo de soja (*Glycinemax*) en la provincia de Tucumán, Argentina. Tesis de Maestría en Entomología Aplicada, Universidad Nacional De La Rioja, Argentina.
- Argenbio.** 2015. Cultivos aprobados y adopción. Disponible en <http://www.argenbio.org>. Último acceso: agosto 2015.
- Armendano, A. & A. González.** 2009. Comunidad de arañas (Arachnida, Araneae) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en Buenos Aires, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 58: 747-757.
- Beltramo, J., I. Bertolaccini & A. González.** 2006. Spiders of soybean crops in Santa Fe province, Argentina: influence of surrounding spontaneous vegetation on lot colonization. *Brazilian Journal of Biology*, 66: 29-41.
- Benamú Pino, M.A.** 2010. Composición y estructura de la comunidad de arañas en el sistema de cultivo de soja transgénica. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UN de La Plata, Buenos Aires, Argentina. 218 pp.
- Cardoso, P., S. Pekár, R. Jocqué & J.A. Coddington.** 2011. Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS ONE* 6(6): e21710. doi:10.1371/journal.pone.0021710.
- Chao, A. & T. Shen.** 2009. Program SPADE (Species Prediction and Diversity Estimation). <http://chao.stat.nthu.edu.tw>. Último acceso: junio 2011.
- Churchill, T.** 1997. Effects of sampling method on composition of Tasmanian coastal heathland spider assemblages. *Mem. Queensl. Mus.* 33: 475-481.
- Clark, R.J., P.J. Gerard, & J.M. Mellsop.** 2004. Spider biodiversity and density following cultivation in pastures in the Waikato, New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 47: 247-259.

- Clausen, I.H.** 1986. The use of spiders (Araneae) as ecological indicators. *Bulletin British Arachnological Society* (BAS).7: 83-86.
- Colwell, R. & J. Coddington.** 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions Royal Society B*, 345: 101-118.
- Díaz Porres, M., M.H. Rionda, A.E. Duhour & F.R. Momo.** 2014. Artrópodos del suelo: Relaciones entre la composición faunística y la intensificación agropecuaria. *Ecología Austral*, 24: 327-334.
- Dippenaar-Schoeman, A.S. & R. Jocqué.** 1997. African spiders, an identification manual. Handbook N°9. Plant Protection Research Institute, Pretoria, South Africa. 170 pp.
- Foelix, R.F.** 1996. *Biology of spiders*. Second. Edition. Oxford University Press. New York, Oxford., NY, USA. 330 pp.
- Ghera, C.M. & M.A.M. Ghera.** 1989. Cambios ecológicos en los agrosistemas de la pampa ondulada. Efectos de la introducción de la soja. *Actas 5ta Conferencia Mundial de Soja, Buenos Aires*, p. 66-75.
- Gliessman, S.R.** 2000. *Agroecology: Ecological Process in Sustainable Agriculture*. Lewis Publishers. Boca Raton, FL. 357 pp.
- Gotelli, N. & R.K. Colwell.** 2001. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391.
- Halaj, J., A.B. Cady & G.W. Uetz.** 2000. Modular habitat refugia enhance generalist predators and lower plant damage in soybeans. *Environment Entomology*, 29 (2): 383-393.
- Hammer, O., D.A.T. Harper & P.D. Ryan.** 2012. PAST (Paleontological Statistics) version 2.16. Software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4:1-9. Disponible en: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>. Último acceso: agosto 2010.
- Lassau, S.A., D.F. Hochuli, G. Cassis & C.A.M. Reid.** 2005. Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: do functional groups respond consistently? *Diversity and Distributions*, 11: 73-82.
- Liljesthrom, G., E. Minervino, D. Castro & A. González.** 2002. La comunidad de arañas del cultivo de soja en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Neotropical Entomology*, 31: 197-210.
- Luczak, J.** 1979. Spiders in agroecosystems. *Polish Ecological Studies* 1: 151-200.
- Luna, M.G., E. Minervino & N. Buselini.** 1996. Diagnóstico sobre el manejo de plagas en el cultivo de soja en el partido de Chivilcoy, Buenos Aires, Argentina. *Revista Facultad Agronomía, La Plata* 101: 1-6.
- Maelfait, J.P., R. Jocque, L. Baert & K. Desender.** 1990. Heathland management and spiders. *Acta Zoologica Fennica* 190: 261-166.
- Maloney, D., F.A. Drummond & R. Alford.** 2003. Spider Predation in agroecosystems: Can spiders effectively control pest populations?. *Technical Bulletin* 190. Maine Agricultural and Forest Experiment Station, University of Maine. 1-32 pp.
- Marasas, M.E., S.J. Sarandón & A.C. Cicchino.** 2001. Changes in arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no tillage systems in Argentina. *Applied Soil Ecology*, 18: 61-68.
- Minervino, E.V.** 1996. Estudio biológico y ecobiológico de arañas depredadoras de plagas de la soja. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UN de La Plata, Buenos Aires, Argentina. 84 pp.
- Molinari, A.M.** 1996. Conceptos y descripción de especies entomófagas asociadas a insectos plaga del cultivo de soja. *Publicación Miscelaneas Nro 19 E.E.A., Oliveros, INTA*. 13p.
- Morris, T.I., W. Symondson, N. Kid & M. Campos.** 1999. Las arañas y su incidencia sobre Praysoleae en el olivar. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 25: 475-489.
- Öberg, S. & E. Ekblom.** 2006. Recolonisation and distribution of spiders and carabids in cereal fields after spring sowing. *Annals of Applied Biology*, 149: 203-211.
- Pérez-Guerrero, S., R. Tamajon, H.K. Aldebis & E. Vargas-Osuna.** 2009. Comunidad de arañas en cultivos de algodón ecológico en el sur de España. *Revista Colombiana de Entomología*, 35: 168-172.
- Platnick, N.I.** 2015. The world spider catalog, version 15. American Museum of Natural History, online at <http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog>. DOI: 10.5531/db.iz.0001. Último acceso: julio 2015.
- Ramírez, M.J.** 1999. Orden Araneae. En: Crespo, F.A.; Iglesias, M.S. & A.C. Valverde (eds.). *El ABC en la determinación de artrópodos. Claves para especímenes presentes en la Argentina I*. Editorial CCC Educando, Buenos Aires. 107 pp.
- Rypstra, A.L., P.E. Carter, R.A. Balfour & S.D. Marshall.** 1999. Architectural features of agricultural habitats and their impact on the spider inhabitants. *Journal of Arachnology*, 27: 371-377.
- Samu, F. & C. Szinetár.** 2002. On the nature of agrobiont spiders. *Journal of Arachnology*, 30: 389-402.
- Samu, F., G. Vörö & E. Botos.** 1996. Diversity and community structure of spiders of alfalfa fields and grassy field margins in South Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 31: 253-266.
- Schmidt, M. & T. Tschardt.** 2005. The role of perennial habitats for Central European farmland spiders. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 105: 235-242.
- Schoenly, K.G., J.E. Cohen, K.L. Heong, J.A. Litsinger, A.T. Barrion & G. Arida.** 2010. Fallowing did not disrupt invertebrate fauna in Philippine low-pesticide irrigated rice fields. *Journal Applied Ecology*, 47, 593-602.
- Sjödin, E.N., J. Bengtsson & B. Ekblom.** 2008. The influence of grazing intensity and landscape composition on the diversity and abundance of flower-visiting insects. *Journal of Applied Ecology*, 45: 763-772.
- Sosa, M.A. & M.S. Almada.** 2014. Diversity of arthropods communities in transgenic cotton varieties in Santa Fe province, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 113 (2): 147-156.
- Toft, S.** 1989. Aspects of the ground-living spider fauna of two barley fields in Denmark: species richness and phenological synchronization. *Entomologiske Meddelelser*, 57: 157-168.
- Tsai, Z.i., P.S. Huang & I.M. Tso.** 2006. Habitat management by aboriginals promotes high spider diversity on an Asian tropical island. *Ecography*, 29: 84-94.

Turnbull, A.L. 1997. Ecology of the true spiders (Araneomorpha). *Annual Review of Entomology*, 18: 305-348.

Uetz, G.W. 1991. Habitat structure and spider foraging. En: *Spiders in ecological webs*. Wise, D.H. (Ed.). Cambridge, Cambridge University Press, 328 pp.

Weyland, F. 2005. Efecto de prácticas de conservación de suelos sobre la diversidad de artrópodos en lotes de soja. Tesis Lic. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 54 p.

Whitcomb, W. 1980. Sampling Spiders in Soybean Fields. En: *Sampling Methods in Soybean Entomology*.

Kogan M. & D.C. Herzog (Eds.). New York, EEUU. Pp: 544-558.

Young, O.P. & G.B. Edwards. 1990. Spiders in United States field crops and their potencial effect on crop pest. *Journal Arachnology*, 18: 1-27.

Zaccagnini, M.E. & N.C. Calamari. 2001. Labranzas conservacionistas, siembra directa y biodiversidad. En: *Siembra directa II*. Panigatti, J.L., J.L. Buschiazzo & H. Marelli (Eds.). INTA, Buenos Aires. pp. 29-68.

Zobel, M. 1992. Plant-species coexistence: the role of historical, evolutionary and ecological factors. *Oikos*, 65: 314-320.