

Prefacio

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Biología, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia durante el período comprendido entre el 15/06/2010 y el 11/11/2014, bajo la dirección de la Dra. Adriana Ferrero, Profesora Adjunta con Dedicación Exclusiva de la asignatura Zoología de Invertebrados II, del Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, U.N.S. y el Dr. Miguel Simó, Profesor Adjunto Sección Entomología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay.

Pompozzi, Gabriel Alejandro

Licenciado en Ciencias Biológicas UNS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente Tesis ha sido aprobada el .../.../..... , mereciendo la
calificación de (.....)

Agradecimientos

En primer lugar deseo agradecer a mis directores, la Dra. Adriana Ferrero y el Dr. Miguel Simó, por permitirme realizar esta tesis bajo su dirección, estar siempre presentes cada vez que surgieron dudas, por su apoyo y su confianza en mí. Muchas gracias Adriana por darme un lugar en donde puedo trabajar en lo que más me gusta. Muchas gracias Miguel por haber aceptado dirigirme pese a la distancia y por la buena predisposición en todos estos años.

Quisiera agradecer al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por el financiamiento de las becas de postgrado, las cuales me permitieron llevar a cabo esta tesis. También me gustaría agradecer al Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia por brindarme el espacio para trabajar.

Agradezco a los dueños de los campos de Chasicó por permitirme trabajar en los mismos, la familia Gutiérrez y especialmente a la familia Copperi, Hugo y Guadalupe, muchas gracias por facilitarme el trabajo a campo y darme plena libertad para trabajar.

Un especial agradecimiento merecen mis compañeros aracnólogos, compañeros de viajes, muestreos, de cuantiosas horas en el laboratorio y muchísimo más...muchas gracias a Nelson Ferretti, Sofía Copperi y Leonela Schwerdt. Gracias por haberme acompañado a casi todas las salidas de muestreo durante cuatro años a Chasicó, sin importar lluvia, frío o calor, por estar ahí y no quejarse para nada cuando los hice capturar viudas negras. Sin ustedes no habría podido realizar ni la mitad de todo lo que hice. Además quisiera agradecer a Agostina Tammone y Mariana Griotti por haberme acompañado y ayudado en algunos muestreos.

También quisiera agradecer a mis compañeros del laboratorio: Merce, Patri, Jorge, Nati, Sabri y Vero, por todos estos años de buena onda, charlas y mates compartidos y por hacer del lugar de trabajo un lugar muy ameno para estar.

Al Dr. Rodrigo Tizón muchas gracias por todo el apoyo durante mis inicios con los bichos, por permitirme realizar mi tesis de grado con arañas y ser parte del punta pié inicial en mi formación dentro de este grupo. También gracias por ayudarme a identificar las hormigas.

Además quisiera agradecer a los siguientes colegas por su ayuda en la identificación de algunas especies de arañas: Dr. Martín Ramirez, Sr. Cristian Grismado, Dr. Gonzalo Rubio, Dr. Matías Izquierdo, Dr. Luis Piacentini, Mg. Marcelo Alves Dias y Lic. Álvaro Laborda.

A todos mis amigos que durante estos últimos años estuvieron presentes, y en especial a Mara Maldonado, una amiga de fierro que está presente desde mis inicios en la biología y que siempre estuvo cerca pase lo que pase.

A Geor, por aguantarme y quererme por tantos años y sobre todo por soportar a las arañas, un tema más que frecuente dentro de mi vida. Gracias por estar siempre ahí y por tu paciencia.

A mi familia, porque siempre me alentaron y me dieron la libertad para poder hacer y dedicarme a lo que más me gusta, y más que nada por tolerar los cientos de frasquitos con arañas que criaba cuando era chico.

Resumen

Los agroecosistemas son áreas disturbadas que se encuentran pobladas por una fauna numerosa de artrópodos. Entre éstos, las arañas se encuentran entre los depredadores dominantes de insectos en los ecosistemas terrestres, siendo un grupo útil como enemigos naturales de insectos plaga. Dentro de este contexto, conocer la fauna de artrópodos que habita dichos ambientes es de suma importancia para la gestión y manejo de los ecosistemas agrícolas. El objetivo general de la presente tesis fue estudiar la entomofauna y araneofauna realizando una descripción de la composición de las mismas y analizando la distribución de la abundancia de dichos artrópodos en el gradiente cultivo-borde y a lo largo del desarrollo fenológico de cultivos de avena y trigo. A su vez, se analizó la interacción araña-presa por medio de observación directa a campo y en laboratorio de las especies dominantes en los cultivos mencionados. En general, la composición, riqueza de órdenes y abundancia fue similar en ambos cultivos. Los órdenes más abundantes fueron Diptera, Collembola e Hymenoptera. En el estrato suelo no se registró un efecto marcado debido al gradiente cultivo-borde, aunque se detectó una leve tendencia a disminuir la abundancia de los artrópodos en los bordes de los cultivos. A su vez se encontró un incremento en la abundancia a medida que los cultivos se desarrollaban hasta un máximo en las últimas etapas fenológicas de los mismos. En el estrato herbáceo se hallaron diferencias significativas entre los sitios en el cultivo de avena, siendo la abundancia significativamente mayor fuera de los cultivos que dentro de los mismos, observándose la tendencia opuesta en trigo. Thomisidae, Anyphaenidae, Lycosidae, Linyphiidae y Araneidae fueron las familias de arañas dominantes. Se encontraron nueve gremios funcionales siendo errantes de suelo y cazadoras por emboscada los más abundantes. Se

registró una abundancia y riqueza específica similar y una alta diversidad en ambos cultivos. Lycosidae y Linyphiidae fueron las familias dominantes en el estrato suelo. Se observó una distribución similar en cuanto a la abundancia de las arañas a lo largo del gradiente cultivo-borde disminuyendo ligeramente fuera de los cultivos. A su vez se halló una abundancia significativamente mayor en las últimas etapas fenológicas de los cultivos. Las dos especies más abundantes en suelo en ambos cultivos fueron *Ostearius melanopygius* (Linyphiidae) y *Lycosa poliostrata* (Lycosidae), siendo ambas potenciales especies agrobiontes de los cultivos de avena y trigo del sudoeste de Buenos Aires. En el estrato herbáceo las familias más abundantes fueron Araneidae, Thomisidae y Anyphaenidae. En cuanto al gradiente cultivo-borde no se hallaron diferencias significativas en la abundancia de arañas entre los sitios en ninguno de los dos cultivos. Las especies dominantes en este estrato para ambos cultivos fueron *Lepthyphantes* sp. (Linyphiidae) y *Misumenops pallidus* (Thomisidae). Esta última especie es un habitante común de los agroecosistemas del centro de Argentina. La dieta de *Latrodectus mirabilis* (Theridiidae) fue casi exclusivamente insectívora siendo sus principales presas las hormigas. Se encontró una respuesta funcional de tipo II de la viuda negra (*Latrodectus mirabilis*) frente a las hormigas negras (*Acromyrmex lundii*). Los resultados obtenidos indican que esta especie tiene potencial como agente de control biológico de la hormiga negra. En cuanto a las experiencias realizadas entre hembras de *Lycosa poliostrata* se observó un incremento en la ocurrencia de canibalismo entre arañas que se encontraban en ayuno en comparación con arañas bien alimentadas, indicando un efecto del nivel de hambre sobre el mismo. A su vez se detectó una fuerte influencia de la territorialidad sobre el grado de canibalismo en esta especie.

Abstract

Agroecosystems are disturbed areas that are inhabited by a large arthropod fauna. Among these, spiders are one of the most dominant insect predators in terrestrial ecosystems, being a useful group as natural enemies of pest. In this context, the knowledge of the arthropod fauna that inhabiting these habitats is critical to the management and handling of agricultural ecosystems. The main goal of this thesis was to study the entomofauna and araneofauna of oat and wheat crops focusing in the taxonomic composition and the distribution of the abundance in crop-edge gradient and along the phenological development. Moreover, spider-prey interaction was analyzed through direct observation at field and laboratory experiences considering the dominant species in these crops. In general, the composition, orders richness and abundance were similar in both crops. Diptera, Collembola and Hymenoptera were the most dominant orders. At ground level, an effect due to crop-edge gradient was not recorded, although the abundance of arthropods had a slight tendency to decrease at crop's edge. Indeed, an increase in the abundance of arthropods was observed in the last phenological stages of the crops. At herbaceous level, a significant difference among sites in oat crop was found, being the abundance significantly greater in the edge of the crop. The opposite trend was observed in wheat. The dominant families of spiders were Thomisidae, Anyphaenidae, Lycosidae, Linyphiidae and Araneidae. Nine functional guilds were found, being ground runners and ambushers the most abundant. In both crops, the abundance and species richness were similar and a high diversity was found. Lycosidae and Linyphiidae were the most dominant families at ground level. A similar distribution of the spider's abundances throughout the crop-edge gradient was found, decreasing slightly out of crops. Besides, a significantly higher abundance was

found in the last phenological stages of crops. *Ostearius melanopygius* (Linyphiidae) and *Lycosa poliostrata* (Lycosidae) were the most abundant species at ground level. Both species are potential agrobiont spiders of oat and wheat in South of Buenos Aires Province. At herbaceous level, the most dominant families were Araneidae, Thomisidae and Anyphaenidae. In crop-edge gradient, no significant differences were found in the abundance of spiders among sites. The dominant species for both crops were *Lepthyphantes* sp. (Linyphiidae) and *Misumenops pallidus* (Thomisidae). This last species is a common inhabitant of agroecosystems of Central Argentina. The diet of *Latrodectus mirabilis* (Theridiidae) was almost insectivorous, being ants the most common prey. A functional response type II was found in black widow (*Latrodectus mirabilis*)-black ants (*Acromyrmex lundii*) interactions. The results obtained indicate that this spider species has a potential as biological control agent of black ants.

The experiences among females of *Lycosa poliostrata* showed an increased of cannibalism cases among hunger spiders, indicating that the hunger level of spiders has an important effect upon cannibalism. Further, a strong influence of territoriality upon the degree of cannibalism was detected.

ÍNDICE GENERAL

PREFACIO.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XX

CAPÍTULO 1. Introducción general.

1.1 Introducción.....	2
1.2 Cultivos invernales. Generalidades.....	6
1.2.1 Cereales de invierno.....	6
1.2.2 Cultivo de avena.....	7
1.2.3 Cultivo de trigo.....	8
1.3 Área de estudio.....	9
1.4 Las arañas como enemigos naturales de insectos plaga.....	10
1.5 Objetivos generales.....	13

CAPÍTULO 2. Entomofauna asociada a dos cultivos invernales del sur de la Provincia de Buenos Aires.

2.1 Introducción.....	15
2.2 Objetivo general.....	20
2.3 Objetivos específicos.....	20
2.4 Materiales y métodos.....	21
2.4.1 Diseño de muestreos de artrópodos.....	21
2.4.2 Análisis de datos.....	24

2.5 Resultados.....	25
2.5.1 Abundancia y riqueza total de artrópodos.....	25
2.5.2 Estrato suelo.....	26
2.5.2.1 Avena.....	26
2.5.2.2 Trigo.....	29
2.5.2.3 Abundancia de Formicidae (Hormigas).....	32
2.5.2.4 Abundancia de Aphididae (Pulgones).....	33
2.5.3 Estrato herbáceo.....	36
2.5.3.1 Avena.....	36
2.5.3.2 Trigo.....	38
2.5.3.3 Abundancia de Formicidae (Hormigas).....	40
2.5.3.4 Abundancia de Aphididae (Pulgones).....	41
2.6 Discusión.....	43
2.6.1 Abundancia y riqueza total de artrópodos.....	43
2.6.2 Estrato suelo.....	44
2.6.2.1 Abundancia de Formicidae (Hormigas).....	46
2.6.2.2 Abundancia de Aphididae (Pulgones).....	47
2.6.3 Estrato herbáceo.....	48
2.6.3.1 Abundancia de Formicidae (Hormigas).....	50
2.6.3.2 Abundancia de Aphididae (Pulgones).....	50

CAPÍTULO 3. Araneofauna asociada a dos cultivos invernales del sur de la Provincia de Buenos Aires.

3.1 Introducción.....	52
3.2 Objetivo general.....	57
3.3 Objetivos específicos.....	57
3.4 Materiales y métodos.....	58
3.4.1 Diseño de muestreo de arañas.....	58

3.4.2 Análisis de datos.....	59
3.5 Resultados.....	62
3.5.1 Abundancia, estructura de gremios y riqueza específica total de arañas.....	62
3.5.2 Estrato suelo.....	67
3.5.2.1 Avena.....	67
3.5.2.2 Trigo.....	76
3.5.3 Estrato herbáceo.....	85
3.5.3.1 Avena.....	85
3.5.3.2 Trigo.....	89
3.6 Discusión.....	94
3.6.1 Abundancia, estructura de gremios y riqueza específica total de arañas.....	94
3.6.2 Estrato suelo.....	96
3.6.3 Estrato herbáceo.....	101

CAPÍTULO 4. Aspectos de la ecología trófica de dos especies de arañas en dos cultivos invernales del sur de la Provincia de Buenos Aires.

4.1 *Latrodectus mirabilis* (Theridiidae)-tejedora

4.1.1 Introducción.....	107
4.1.2 Objetivo general.....	109
4.1.3 Objetivos específicos.....	109
4.1.4 Materiales y métodos.....	110
4.1.4.1 Composición de la dieta a campo.....	110
4.1.4.2 Densidad poblacional.....	111
4.1.4.3 Respuesta funcional en laboratorio.....	112
4.1.5 Resultados.....	115
4.1.5.1 Composición de la dieta a campo.....	115

4.1.5.2 Densidad poblacional.....	118
4.1.5.3 Respuesta funcional en laboratorio.....	119
4.1.6 Discusión.....	120
4.2 <i>Lycosa poliostoma</i> (Lycosidae)-errante	
4.2.1 Introducción.....	125
4.2.2 Objetivo general.....	129
4.2.3 Objetivos específicos.....	129
4.2.4 Materiales y métodos.....	130
4.2.4.1 Interacciones agonísticas entre hembras en laboratorio...	130
4.2.4.1.1 Canibalismo dependiente del nivel de hambre.....	130
4.2.4.1.2 Canibalismo dependiente de territorialidad.....	131
4.2.4.2 Respuesta funcional en laboratorio.....	132
4.2.5 Resultados.....	134
4.2.5.1 Interacciones agonísticas entre hembras en laboratorio...	134
4.2.5.1.1 Canibalismo dependiente del nivel de hambre.....	134
4.2.5.1.2 Canibalismo dependiente de territorialidad.....	137
4.2.5.2 Respuesta funcional en laboratorio.....	138
4.2.6 Discusión.....	139
CAPÍTULO 5. Conclusiones.	
5.1 Conclusiones generales y perspectivas.....	143
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148
ANEXO.....	168
APÉNDICE (Publicaciones y comunicaciones).....	174

Índice de figuras

Capítulo 1

Figura 1.1. Etapas fenológicas de los cultivos de trigo y avena estudiados en la presente tesis en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires.
.....7

Figura 1.2. Ubicación geográfica del sitio de estudio (Chasicó, Buenos Aires).
.....10

Capítulo 2

Figura 2.1. Trampa de caída colocada en el momento de la siembra del cultivo de trigo.
.....22

Figura 2.2. a- Esquema de la distribución de las trampas de caída en el gradiente cultivo-borde. b- Gradiente cultivo-borde en el sitio de estudio. Nótese la diferencia entre el cultivo recién sembrado (izquierda) y el borde de vegetación espontánea (derecha).
.....22

Figura 2.3. Toma de muestras en el estrato herbáceo realizada con la aspiradora (G-Vac).
.....23

Figura 2.4. Esquema de la distribución de los sitios de muestreo realizados con G-Vac.
.....23

Figura 2.5. Abundancia total de artrópodos en el gradiente cultivo-borde en avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.
.....27

Figura 2.6. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo-borde en el estrato suelo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,80).
.....28

Figura 2.7. Abundancia media \pm DS de artrópodos en las distintas etapas del desarrollo fenológico del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).	28
Figura 2.8. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis comparando las distintas etapas fenológicas del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,85).	29
Figura 2.9. Abundancia total de artrópodos en el gradiente cultivo-borde en trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	30
Figura 2.10. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo borde en el estrato suelo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,78).	31
Figura 2.11. Abundancia media \pm DS de artrópodos en las distintas etapas del desarrollo fenológico del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).	31
Figura 2.12. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis comparando las distintas etapas fenológicas del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,76).	32
Figura 2.13. Abundancia total de hormigas en el gradiente cultivo-borde en los cultivos de avena y trigo en el estrato suelo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	33
Figura 2.14. Abundancia total de hormigas en las distintas etapas fenológicas de los cultivos de avena y trigo en el estrato suelo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	33

Figura 2.15. Abundancia total de pulgones en el gradiente cultivo-borde en los cultivos de avena y trigo en el estrato suelo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	34
Figura 2.16. Abundancia total de pulgones en las distintas etapas fenológicas de los cultivos de avena y trigo en el estrato suelo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	35
Figura 2.17. Abundancia relativa de las distintas especies de pulgones capturadas en el estrato suelo a lo largo del desarrollo fenológico del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	35
Figura 2.18. Abundancia relativa de las distintas especies de pulgones capturadas en el estrato suelo a lo largo del desarrollo fenológico del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	36
Figura 2.19. Abundancia media \pm DS de artrópodos en el gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Distintas letras indican diferencias significativas (H: 11,44; p=0,0096).	37
Figura 2.20. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,84).	38
Figura 2.21. Abundancia media \pm DS de artrópodos en el gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Distintas letras indican diferencias significativas (H: 33,13; p<0,0001).	39
Figura 2.22. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,97).	

.....	40
Figura 2.23. Abundancia total de hormigas en el gradiente cultivo-borde en los cultivos de avena y trigo en el estrato herbáceo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	
.....	41
Figura 2.24. Abundancia total de pulgones en el gradiente cultivo-borde en los cultivos de avena y trigo en el estrato herbáceo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	
.....	42

Capítulo 3

Figura 3.1. Frecuencia relativa de los gremios funcionales de las arañas en cultivos de trigo y avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. ES: Errantes de suelo; CE: Cazadoras por emboscada; EF: Errantes de follaje; TTO: Tejedoras de tela orbicular; TES: Tejedoras errantes de tela tipo sábana; TI: Tejedoras de telas irregulares; TS: Tejedoras de tela tipo sábana; CA: Cazadoras al acecho; E: Especialistas.	
.....	64
Figura 3.2. Frecuencia relativa de machos, hembras y juveniles capturados en total en trigo y avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	
.....	64
Figura 3.3. Curva de rarefacción de riqueza específica de arañas basada en el número de muestras total en cultivos de trigo y avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	
.....	65
Figura 3.4. Diagrama de Venn representando el número de especies únicas y compartidas en cultivos de avena y trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	
.....	66

Figura 3.5. Abundancia total de arañas en cultivos de avena y trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, durante los años de estudio. A-Estrato suelo; B-Estrato herbáceo.	67
Figura 3.6. Abundancia de las familias de arañas dominantes en el estrato suelo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina en los cuatros años estudiados.	69
Figura 3.7. Abundancia total de arañas en el gradiente cultivo-borde (T1: 100 metros dentro del cultivo) en avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	69
Figura 3.8. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo-borde (T1 centro cultivo-T10 fuera del mismo) en el estrato suelo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,64).	70
Figura 3.9. Curva rango-abundancia de las familias de arañas en estrato suelo para cada sitio (trampa) en el gradiente cultivo-borde en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. A-Trampa 1; B-Trampa 2; C-Trampa 3; D-Trampa 4; E-Trampa 5; F-Trampa 6; G-Trampa 7; H-Trampa 8; I-Trampa 9; J-Trampa 10.	71
Figura 3.10. Abundancia media \pm DS de arañas en las distintas etapas del desarrollo fenológico del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).	73
Figura 3.11. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis comparando las distintas etapas fenológicas del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,88).	73

Figura 3.12. Curva rango-abundancia de las familias de arañas en estrato suelo para cada etapa fenológica del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. A-Siembra y germinación; B-Emergencia foliar; C-Desarrollo foliar; D-Macollaje; E-Encañazón; F-Espigado; G-Maduración espiga; H-Pre-cosecha.	74
Figura 3.13. Abundancia de las cinco especies de arañas dominantes en el estrato suelo en cada etapa fenológica del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	75
Figura 3.14. Abundancia de las familias de arañas dominantes en el estrato suelo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, en los cuatros años estudiados.	77
Figura 3.15. Abundancia total de arañas en el gradiente cultivo-borde (T1: 100 metros dentro del cultivo) en trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	77
Figura 3.16. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo-borde (T1 centro cultivo-T10 fuera del mismo) en el estrato suelo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,62).	78
Figura 3.17. Curva rango-abundancia de las familias de arañas en estrato suelo para cada sitio (trampa) en el gradiente cultivo-borde en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. A-Trampa 1; B-Trampa 2; C-Trampa 3; D-Trampa 4; E-Trampa 5; F-Trampa 6; G-Trampa 7; H-Trampa 8; I-Trampa 9; J-Trampa 10.	79
Figura 3.18. Abundancia media \pm DS de arañas en las distintas etapas del desarrollo fenológico del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).	81

Figura 3.19. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis comparando las distintas etapas fenológicas del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,74).	81
Figura 3.20. Curva rango-abundancia de las familias de arañas en estrato suelo para cada etapa fenológica del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. A-Siembra y germinación; B-Emergencia foliar; C-Desarrollo foliar; D-Macollaje; E-Encañazón; F-Espigado; G-Maduración espiga; H-Pre-cosecha.	83
Figura 3.21. Abundancia de las cinco especies dominantes capturadas en estrato suelo para cada etapa fenológica del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	84
Figura 3.22. Abundancia media de arañas \pm DS de las distintas técnicas de captura en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).	86
Figura 3.23. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. (Coeficiente de correlación cofenética: 0,97).	87
Figura 3.24. Curva-rango abundancia familias comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. A-Cultivo; B-Entre CyB; C-Límite cultivo; D-Borde.	88
Figura 3.25. Curva-rango abundancia especies comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. A-Cultivo; B-Entre CyB; C-Límite cultivo; D-Borde.	89

Figura 3.26. Abundancia media de arañas \pm DS de las distintas técnicas de captura en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

.....90

Figura 3.27. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. (Coeficiente de correlación cofenética: 0,97).

.....91

Figura 3.28. Curva-rango abundancia familias comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. A-Cultivo; B-Entre CyB; C-Límite cultivo; D-Borde.

.....92

Figura 3.29. Curva-rango abundancia especies comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. A-Cultivo; B-Entre CyB; C-Límite cultivo; D-Borde.

.....93

Capítulo 4

Figura 4.1. Esquema de la parcela de 25m² donde se llevó a cabo el muestreo de densidad poblacional de *Latrodectus mirabilis* en el cultivo de avena en Chasicó (Buenos Aires, Argentina).

.....112

Figura 4.2. Hembra de *Latrodectus mirabilis* colgando en su tela dentro del recipiente de plástico en el laboratorio.

.....114

Figura 4.3. Hormiguero de *Acromyrmex* sp. en el cultivo de trigo de Chasicó (Buenos Aires, Argentina). Nótese los restos de hojas de trigo en su alrededor.

.....114

Figura 4.4. Respuesta funcional de <i>Latrodectus mirabilis</i> al aumentar las densidad de hormigas durante un período de dos horas en laboratorio (Tasa de captura media por hora \pm DS).	119
Figura 4.5. Esquema simple donde se ilustra el canibalismo dentro de una cadena alimenticia en un agroecosistema, donde el depredador caníbal consume una presa co-específica (otro depredador) y ambos se alimentan de una plaga de cultivo.	126
4.6. Respuesta funcional de <i>Lycosa poliostroma</i> al aumentar la densidad de grillos durante un período de dos horas en laboratorio (Tasa de captura media por hora \pm DS).	138

Índice de tablas

Capítulo 2

Tabla 2.1. Abundancia relativa (%) de los órdenes de artrópodos capturados en estrato suelo y herbáceo en cultivos de trigo y avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	25
Tabla 2.2. Riqueza de órdenes e índice de diversidad de Margalef de los órdenes de artrópodos capturados en el gradiente cultivo-borde en los cultivos de trigo y avena en el estrato herbáceo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina..	37

Capítulo 3

Tabla 3.1. Abundancia relativa (%) de las familias de arañas en estrato suelo y herbáceo en cultivos de trigo y avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

.....63

Tabla 3.2. Riqueza específica observada, riqueza específica estimada e Índice de diversidad de Margalef para el cultivo de avena y de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

.....66

Tabla 3.3. Abundancia relativa, riqueza específica observada (S) y esperada (Chao 1 y Jacknife 1) e Índice de diversidad de Margalef comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

.....86

Tabla 3.4. Abundancia relativa, riqueza específica observada (S) y esperada (Chao 1 y Jacknife 1) e Índice de diversidad de Margalef comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

.....90

Capítulo 4

Tabla 4.1. Porcentaje de presas capturadas por los diferentes sexos y estadios de *Latrodectus mirabilis* en los cultivos de avena y trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (n = número de telas de araña registradas).

.....116

Tabla 4.2. Taxón presa de *Latrodectus mirabilis* en los cultivos de avena y trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

.....117

Tabla 4.3. Densidad media y desvío estándar de *Latrodectus mirabilis* en cultivos de avena y trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (** diferencias altamente significativas).

.....118

Tabla 4.4. Casos de canibalismo y proporción de pesos en cada interacción realizada en el grupo Ayuno entre hembras de *Lycosa poliostrata*.

.....135

Tabla 4.5. Casos de canibalismo y proporción de pesos en cada interacción realizada en el grupo Control entre hembras de *Lycosa poliostrata*.

.....136

Tabla 4.6. Pesos medios \pm DE inicial y final y % del cambio en el peso en grupo Ayuno y Control. ** indican diferencias altamente significativas.

.....136

Tabla 4.7. Casos de canibalismo, araña sobreviviente y proporción de pesos en cada interacción realizada entre hembras de *Lycosa poliostrata*.

.....137

Anexo

Tabla 1. Abundancia de especies/morfoespecies presentes en estrato suelo y herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

.....168

Tabla 2. Abundancia especies/morfoespecies presentes en estrato suelo y herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

.....171

CAPÍTULO 1

Introducción general



Capítulo 1

1.1 Introducción

La disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica se denomina “agroecología” y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia (Altieri 1994). La agroecología provee las bases ecológicas para la conservación de la biodiversidad en la agricultura, además del rol que ella puede jugar en el restablecimiento del balance ecológico de los agroecosistemas, de manera de alcanzar una producción sustentable (Altieri 1994). La biodiversidad promueve una variedad de procesos de renovación y servicios ecológicos en los agroecosistemas y cuando estos se pierden, los costos pueden ser significativos (Altieri & Nichols 2000). La biodiversidad también puede subsidiar el funcionamiento del agroecosistema al proveer servicios ecológicos tales como el reciclaje de nutrientes, el control biológico de plagas y la conservación del agua y del suelo (Altieri 1994). Por lo general se considera que el incremento de la biodiversidad lleva asociado un aumento de la estabilidad de los ecosistemas (Thomson & Hoffmann 2009).

En los agroecosistemas la intervención del hombre potencia mecanismos de retroalimentación positiva, generalmente impredecibles, que pueden llevar a nuevos equilibrios que tenderán siempre a reducir el grado de estabilidad. Una estrategia clave para lograr la construcción de sistemas agrícolas más sustentables es restaurar la diversidad del paisaje rural (Duelli 1997). La agroecología enfatiza un enfoque de ingeniería ecológica que consiste en ensamblar los componentes del agroecosistema (cultivos, animales, suelos, etc.), de manera que las interacciones temporales y espaciales entre estos componentes se traduzcan en rendimientos derivados de fuentes internas, reciclaje de nutrientes y materia orgánica, y de relaciones tróficas entre plantas, insectos, depredadores generalistas, etc.,

Capítulo 1

que resalten sinergias tales como los mecanismos de control biológico (Altieri & Nichols 2000). Así, los cultivos intercalados reducen malezas, plagas y enfermedades, mejoran la calidad del suelo y hacen más eficiente el uso del agua y nutrientes, incrementan la productividad de la tierra y reducen la variabilidad de rendimientos. Las interacciones complementarias entre los diversos componentes bióticos pueden ser utilizadas para inducir efectos positivos y directos en el control biológico de plagas específicas de cultivos, en la regeneración y aumento de la fertilidad del suelo y su conservación. Al reemplazar los sistemas simples por sistemas diversificados o agregar diversidad a los sistemas existentes, se ejercen cambios en la diversidad del hábitat que favorecen la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad (Altieri & Nichols 2000).

El manejo del hábitat (arreglos espaciales y temporales de la vegetación) en los agroecosistemas puede reducir los ataques de las plagas mediante efectos “top-down” operando a través del aumento de enemigos naturales (Altieri 1994); o mediante efectos “bottom-up” operando a través del primer nivel trófico (vegetación) por diversidad del hábitat (Andow 1991). El tipo y la abundancia de la biodiversidad deseada de manera que se puedan concretar los servicios ecológicos, dependen de la estructura y manejo del agroecosistema en cuestión (Landis *et al.* 2000, Nicholls & Altieri 2002). Algunos estudios han demostrado que es posible estabilizar las poblaciones de insectos en los agroecosistemas mediante el diseño y la construcción de arquitecturas vegetales que mantengan las poblaciones de enemigos naturales o que posean efectos disuasivos directos sobre los herbívoros plaga (Altieri & Letourneau 1982, Andow 1991, Asteraki *et al.* 2004).

Además del efecto de los monocultivos y la baja heterogeneidad vegetal que se generan en los agroecosistemas, el manejo o labranza de suelo utilizado también influye en

Capítulo 1

la biodiversidad de estos sistemas. 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 poblaciones de malezas (Lietti *et al.* 2008). La siembra directa como consecuencia de la falta de movimiento del suelo y la presencia de rastrojo en superficie crea un ambiente, que a diferencia del laboreo convencional, favorece el desarrollo de poblaciones de los individuos que viven en el suelo (Lietti *et al.* 2008). En este sistema, la fauna es más diversa y abundante y hay una tendencia al restablecimiento de la fauna nativa (Neave & Fox 1998). 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 (Rodríguez *et al.* 2006). Además, realizando siembra directa es necesario aplicar herbicidas para evitar el desarrollo de malezas, los cuales son perjudiciales para los insectos en general, incluyendo a los benéficos (Benamú *et al.* 2010). Utilizando el laboreo convencional del suelo no es necesario aplicar pesticidas, y con una buena rotación de los suelos cultivados se puede disminuir el deterioro de los mismos. Sin embargo, este manejo de los suelos disminuye el número de depredadores generalistas, los cuales se refugian en los bordes de los cultivos (Thorbek & Bilde 2004).

Por lo tanto, un hábitat de considerable importancia en los agroecosistemas es el constituido por la vegetación espontánea existente en los bordes de los cultivos, los cuales son un reservorio para los artrópodos y otros depredadores generalistas (Thorbek & Bilde 2004), y además funcionan como un lugar desde donde ciertas especies colonizan los cultivos (Nyffeler *et al.* 1992; Beltramo *et al.* 2006). Los cultivos anuales están a menudo

Capítulo 1

rodeados por hábitats que presentan una vegetación perenne o anual diferente al cultivo (Denys & Tschardtke 2002). Estos ambientes semi-naturales o bordes de cultivos están siendo actualmente revalorizados ya que incrementan la diversidad en los agroecosistemas (Holland & Farhig 2000, Marasas *et al.* 2010). Si bien, éstos han sido durante mucho tiempo considerados hábitats propicios para el desarrollo de plagas potenciales que luego podrían ingresar al cultivo, hoy se reconoce que, desde el punto de vista agroecológico, los bordes de cultivo actúan como sitios de refugio, reproducción y alimento para organismos que cumplen importantes roles en el agroecosistema, como lo son los enemigos naturales (Liljesthröm *et al.* 2002; Schmidt & Tschardtke 2005).

Los artrópodos representan a los principales grupos funcionales que mantienen la diversidad en los ecosistemas y en los últimos años se han ponderado las ventajas de utilizarlos en estudios de biodiversidad debido a su abundancia, diversidad y facilidad de captura (Murphy *et al.* 1990, Janzen 1991, Kremen *et al.* 1993, Martín-Piera 1997). Debido a estas características los artrópodos son un grupo útil como bio-indicador de sistemas alterados como los agroecosistemas, la cuales son áreas que presentan distintos tipos de disturbios. Consecuentemente, conocer la diversidad de artrópodos es fundamental, no sólo por su importancia en cuestiones básicas tanto en ecología como en sistemática y biogeografía, sino también para la gestión y manejo de los ecosistemas agrícolas. Los mismos cumplen funciones de gran importancia en estos sistemas, como lo son los servicios ecosistémicos que exhiben, tales como la polinización y el control biológico (Kaiser 2000; Loreau 2000).

Capítulo 1

1.2 Cultivos invernales. Generalidades.

1.2.1 Cereales de invierno.

Los agroecosistemas estudiados en esta tesis pertenecen a dos cultivos invernales ampliamente difundidos en Argentina: la avena (*Avena sativa* Linnaeus) y el trigo (*Triticum aestivum* Linnaeus). Ambos cultivos se encuentran entre los más importantes del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, ya que las condiciones de semi-aridez de la zona, impiden el crecimiento y la producción de otros cultivos, como por ejemplo la soja. Con el fin de facilitar y simplificar la comparación entre las etapas fenológicas del desarrollo de los cultivos, éstas se unificaron siguiendo términos de la escala de Zadoks con algunas modificaciones (Zadoks *et al.* 1974). Esta escala es utilizada en trigo y permite, por medio de una apreciación de la morfología exterior del cultivo, tener idea del estado de desarrollo que se sucede. En la Figura 1.1 se presentan las distintas etapas fenológicas tal como se trataran a lo largo de la tesis y la fecha en la que éstas aparecen.

Capítulo 1

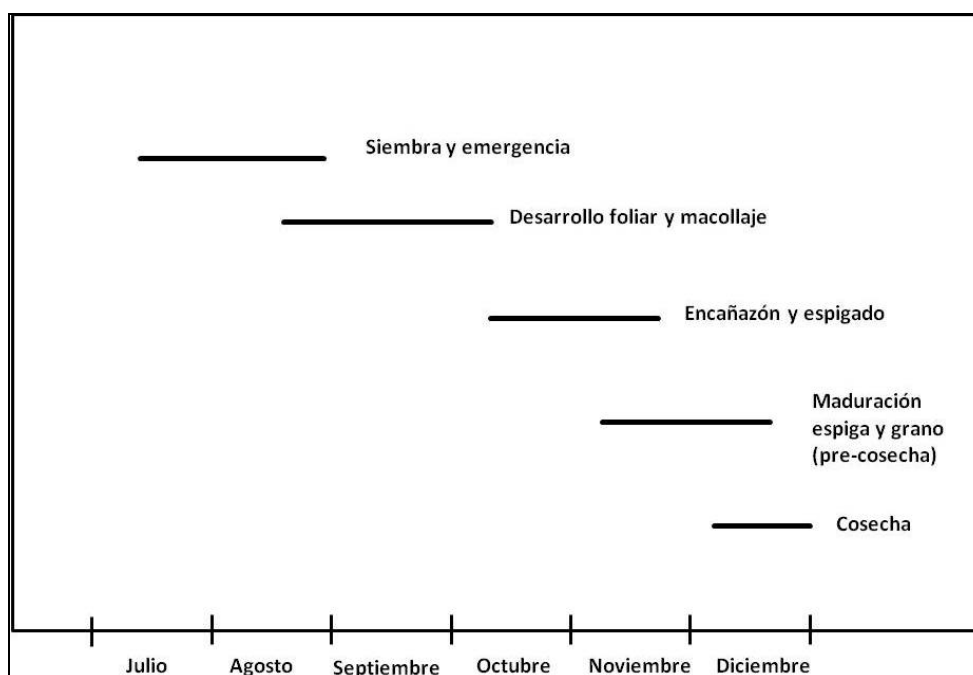


Figura 1.1. Etapas fenológicas de los cultivos de trigo y avena estudiados en la presente tesis en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Modificado Zadoks *et al.* 1974).

1.2.2 Cultivo de avena.

La avena es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas. El género *Avena* comprende alrededor de 70 especies, aunque las más cultivadas son *A. sativa* L. y *A. byzantina* C.L.Koch, a veces conocidas como avena blanca y avena roja (F.A.O. 2014). La avena posee un sistema radicular potente, con raíces más abundantes y profundas que el trigo y la cebada. Los tallos son gruesos y rectos y su altura puede variar de medio metro hasta metro y medio (Watson & Dallwitz 1992). Las hojas son planas y alargadas, presentan un color verde oscuro, son ásperas al tacto y en la base poseen numerosos pelos. Los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados (Metcalf 1960). La inflorescencia es en panícula. Es un racimo de espiguillas de dos o tres flores situadas sobre largos pedúnculos y el fruto es en cariósipide (Metcalf 1960). Es frecuente que la avena sea un cultivo poco cuidado, tanto en labores preparatorias como en abonado. Como se mencionó

Capítulo 1

anteriormente el sistema radicular de la avena es más profundo y desarrollado que el de otros cereales, lo que le permite aprovechar mejor los nutrientes del suelo, requiriendo menos aportes de fertilizantes. Es una planta de estación fría muy sensible a altas temperaturas (Watson & Dallwitz 1992). Sus necesidades hídricas son más altas que las del resto de los cereales de invierno. Es bastante rústica y se adapta bien a terrenos diversos pero prefiere los suelos arenosos o arcillo-arenosos (Ahmad *et al.* 2014). El grano de avena se emplea principalmente en la alimentación del ganado, aunque también es utilizada como planta forrajera, en pastoreo, heno, sola o con leguminosas forrajeras (Welch 1995). En menor escala la avena se emplea como alimento para consumo humano, en productos dietéticos, triturada o molida y para preparar diversos platos. También se mezcla con harina de otros cereales en la fabricación de pan, alcohol y bebidas (Kent & Evers 1994). Además los granos de avena son una buena fuente de proteínas, fibras y minerales. En la producción mundial de cereales la avena ocupa el sexto lugar, detrás del trigo, maíz, arroz, centeno y sorgo. Argentina es uno de los mayores productores de avena a nivel mundial encontrándose ubicado en el décimo puesto (COTRISA 2014), donde usualmente se siembra en julio-agosto y se cosecha a fines de la primavera (diciembre).

1.2.3 Cultivo de trigo.

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es una gramínea anual. Es una planta de caña erguida, de hasta un metro y medio de altura (Watson & Dallwitz 1992). Tiene un sistema radicular homorrizo y el follaje es de color verde claro. Las hojas tienen forma lineal lanceolada con vaina, lígula y aurícula bien definidas (Watson & Dallwitz 1992). La inflorescencia es una espiga de aproximadamente 15 cm compuesta por varias espiguillas en forma alterna y

Capítulo 1

compacta. Cada espiguilla presenta un número variable de flores (entre siete y diez), aunque por lo general producen de dos a tres granos. Los granos son cariósides y presentan forma ovalada (Watson & Dallwitz 1992). El trigo generalmente es molido como harina para su utilización (Kent & Evers 1994). Un gran porcentaje de la producción total de trigo es utilizada para el consumo humano en la elaboración de pan, galletas, tortas y pastas, otro tanto es destinado a alimentación animal y el restante se utiliza en la industria o como simiente; también se utiliza para la preparación de aditivos para la cerveza y otros licores (Kent & Evers 1994). El trigo es el cereal más cultivado en todo el mundo y la provincia de Buenos Aires aporta más del 60% de la producción triguera del país (Intagro 2014). En Argentina se producen en promedio 15 millones de toneladas anuales, siendo el quinto país exportador de trigo a nivel mundial (Garzón 2012). Es un cereal de invierno y en el sudoeste de Buenos Aires se siembra en invierno y se cosecha a fines de la primavera.

1.3 Área de estudio

El estudio se realizó en campos ubicado en cercanías de Chasicó en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (38° 20' 09'' S; 62° 42' 44'' O) (Fig. 1.2). En el mismo se estudiaron un cultivo de trigo y un cultivo de avena de aproximadamente 50 ha. cada uno. En los campos estudiados no se aplican pesticidas desde los últimos 30 años. Los cultivos de trigo y avena se sembraron a finales de julio y principios de agosto en todos los años de muestreo (2010-2013) y se cosecharon a principios de diciembre. El método de siembra fue convencional, realizándose arado y re-arado previo a la siembra. Los cultivos estaban rodeados de vegetación natural donde dominaban especies de Gramineae y Cruciferae, siendo dominantes *Stipa ambigua* (paja vizcachera) y *Diplotaxis tenuifolia* (flor

Capítulo 1

amarilla). El área se encuentra en una zona de clima templado con una temperatura media anual de 14° y una precipitación media anual de 670 mm. Estos datos fueron aportados por los dueños de los campos.

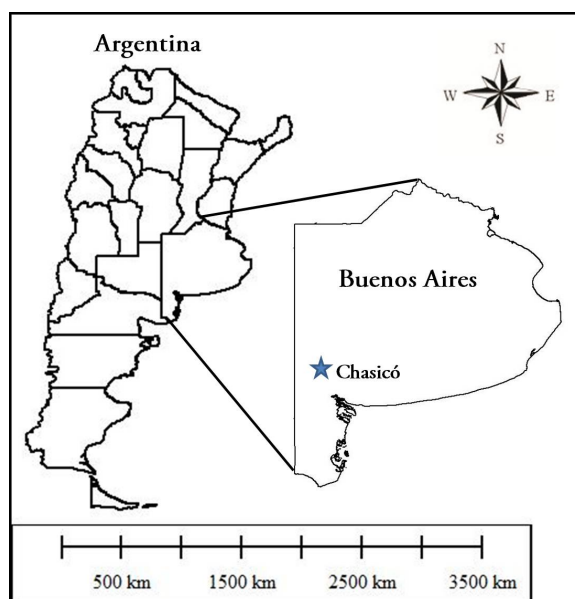


Figura 1.2. Ubicación geográfica del sitio de estudio (Chasicó, Buenos Aires).

1.4 Las arañas como enemigos naturales de insectos plaga

El orden Araneae es uno de los órdenes de artrópodos hiperdiversos, con más de 44000 especies descritas en la actualidad (World Spider Catalog 2014), además se encuentra entre los depredadores dominantes de insectos en los ecosistemas terrestres. En condiciones favorables pueden alcanzar densidades máximas que superan aproximadamente los 1000 individuos/m² (Nyffeler 1982). Entre otras características importantes, las arañas son polífagas, se alimentan en exceso cuando la comida es abundante, y pueden sobrevivir largos períodos de inanición cuando la densidad de presas disminuye (Foelix 2011).

Capítulo 1

De acuerdo con la teoría tradicional de alimentación, las arañas son consideradas depredadores sólo de presas móviles. Sin embargo, recientes estudios han evidenciado un rango de estrategias de alimentación mucho más amplio, incluyendo alimentación de huevos de artrópodos, animales muertos, polen de plantas e incluso dieta artificial (Nyffeler *et al.* 1994a). Una comunidad diversa de arañas puede ocupar una gran variedad de biotopos en un agroecosistema. Además, esta comunidad deja pocos refugios para las potenciales presas en tiempo y espacio. Debido a la variación de tamaño de las arañas y/o a sus estrategias de captura de las presas son capaces de capturar presas que varían en tamaño y/o estado de desarrollo (Pinkus-Rendón *et al.* 2006).

Existen varios estudios sobre arañas en agroecosistemas en todo el mundo (Nyffeler *et al.* 1994a; Nyffeler 1999; Gravesen 2008; Miñarro *et al.* 2009; Opatovsky & Lubin 2012; entre otros). En Argentina el número de estudios es marcadamente menor, pero ha habido un incremento notable en los últimos años (Liljestrom *et al.* 2002; Beltramo *et al.* 2006; Cheli *et al.* 2006; Armendano & González 2009; Benamú 2010; Armendano & González 2011a; Almada *et al.* 2012; Avalos *et al.* 2013). Estos estudios trataron diferentes aspectos de las arañas que han contribuido a un considerable entendimiento de la ecología de las arañas en los agroecosistemas. Actualmente debido al auge de la agroecología y el desarrollo sustentable es necesario realizar más estudios de la fauna de arañas y sus presas para poder llevar a cabo un mejor aprovechamiento de esta tendencia de la agricultura moderna. Por lo tanto, es de suma importancia generar el conocimiento que sirva de base para futuras prácticas agrícolas. En la presente tesis se genera información sobre la fauna de arañas y la dinámica de sus poblaciones en dos cultivos poco estudiados del sur de Buenos

Capítulo 1

Aires con el fin de aportar información valiosa para realizar prácticas sustentables en los agroecosistemas de esta zona.

Capítulo 1

1.5 Objetivos generales

- ✓ Describir la diversidad, estructura y composición específica de la entomofauna y araneofauna presentes en cultivos de avena y trigo del sudoeste de la provincia de Buenos Aires.
- ✓ Analizar la interacción araña-presa por medio de observación directa a campo y en laboratorio de las especies de arañas dominantes de dichos cultivos.

CAPÍTULO 2

Entomofauna asociada a dos cultivos invernales del sur de la Provincia de Buenos Aires



Capítulo 2

2.1 Introducción

Los artrópodos fitófagos cuyas poblaciones alcanzan niveles de plaga son responsables de pérdidas pre y post-cosecha de los cultivos de aproximadamente el 20-50% de la producción potencial (Thacker 2002). Innegablemente el problema de las plagas no es nuevo, ya que desde el inicio de las prácticas agrícolas, aproximadamente 10.000 a 16.000 años atrás, los artrópodos fitófagos provocaban daños sobre los cultivos. Desde entonces se ha tratado de encontrar la forma de disminuir el efecto que las plagas provocan en los mismos (Thacker 2002). Inicialmente, algunas culturas aborígenes utilizaban extractos de plantas para controlar las plagas. Estos extractos dominaron el mercado de control de plagas hasta la aparición de los compuestos inorgánicos a principios del siglo XX (Lamberth *et al.* 2013). A mediados de este siglo, aparecen los pesticidas modernos (DDT y organofosforados) y de esta forma se produce una explosión en la utilización de estos productos como controladores de plagas (Lamberth *et al.* 2013).

El uso indiscriminado de los insecticidas provocó efectos negativos como la extinción de especies, el surgimiento de resistencia en las especies plaga, pérdida de nutrientes y alta toxicidad con efecto residual que contribuyeron a la contaminación ambiental y perjudicaron la salud humana (Altieri 1995). Debido a estos problemas surgió un enfoque distinto, el llamado manejo integrado de plagas (MIP), el cual se trata de una estrategia de control aplicado que combina e integra el control biológico y químico. Un concepto fundamental en el MIP es el control biológico que llevan a cabo los enemigos naturales. En este marco cobran una gran importancia los estudios de las comunidades de artrópodos en agroecosistemas, teniendo en cuenta no sólo la dinámica poblacional de las plagas sino también la de sus enemigos naturales (Altieri & Nicholls 2000).

Capítulo 2

Los agroecosistemas son áreas disturbadas que se encuentran pobladas por una fauna numerosa de invertebrados (Altieri 1994). Diversos estudios a gran escala han proporcionado revisiones generales sobre los efectos de los cultivos sobre esta fauna; resultando en una reducción en la abundancia y diversidad de especies con el incremento de las parcelas cultivadas (Kladviko 2001, Aparicio *et al.* 2003, Postma-Blaauw *et al.* 2010). En sistemas agrícolas simples, en comparación con diversificados, los insectos herbívoros alcanzan mayores niveles de abundancia; mientras que se registra menor abundancia de los depredadores (Andow 1991, Tonhasca 1993). El monocultivo al eliminar la diversidad vegetal reduce las fuentes de alimento y de refugio de los organismos depredadores provocando un aumento de los daños producidos por insectos plaga (Altieri & Nicholls 2000).

La estimación de la biodiversidad en los agro-ambientes se ha concentrado a escalas de paisaje, incorporando hábitats semi-naturales o adyacentes a los cultivos, utilizando una gran variedad de organismos (Sauberer *et al.* 2005, Eyre & Leifert 2012). Los artrópodos fueron incluidos en algunas estimaciones de biodiversidad en agroecosistemas, usualmente incorporando los bordes de vegetación espontánea (Beltramo *et al.* 2006, Billeter *et al.* 2008, Armendano & González 2011b). Debido a su pequeño tamaño, su diversidad y su alta sensibilidad a las variaciones del ambiente los artrópodos son buenos indicadores de la heterogeneidad del hábitat, de la diversidad del ecosistema y del estado de estrés del ambiente (Weaver 1995, Andersen & Majer 2004).

Los artrópodos han sido utilizados en monitoreos para examinar cambios en el hábitat, ya que responden a cambios de pequeña escala en la estructura del mismo (Kareiva 1987, Kremen *et al.* 1993). En consecuencia estas comunidades pueden servir como

Capítulo 2

sistemas modelo de experimentación que son útiles en la comprensión de los efectos de la fragmentación del hábitat, un proceso que puede funcionar en múltiples escalas (Rescia *et al.* 1997). El uso de los insectos como sistema modelo está justificado debido a que poseen un amplio rango de comportamientos de alimentación y de especialización de hábitat (Kremen *et al.* 1993).

Los cultivos pueden afectar la supervivencia de los artrópodos de dos maneras distintas: directa, causando destrucción física del suelo; e indirecta, modificando el hábitat y la disponibilidad de comida (Holland & Reynolds 2003). La materia orgánica y su posición dentro del perfil de suelo son consideradas como uno de los principales factores que afectan la diversidad de la fauna del suelo (Rhoton 2000). El arado, sin embargo, no siempre es destructivo, ya que algunas especies pueden no verse afectadas, e incluso aumentar su abundancia por la ausencia de competencia inter-específica. En consecuencia la abundancia total puede no diferir pero sí existen cambios en la composición del ensamble de artrópodos (Holland & Reynolds 2003). A su vez, la abundancia y la diversidad de los artrópodos están fuertemente influenciadas por condiciones ambientales, las cuales son determinadas dentro de los cultivos por el tipo de cultivo y las técnicas de labranza (Hance 2002).

Dentro de esta fauna, los depredadores juegan un rol importante porque persisten en los cultivos durante períodos de baja densidad de plagas y de esta forma previenen un incremento temprano del número de las mismas (Curry 1993). Varios estudios experimentales han demostrado efectos positivos en el consumo de insectos plaga por depredadores generalistas en la producción primaria en cultivos de alfalfa (Armendano & González 2011a), avena (Helenius 1990), maíz (Clark *et al.* 1994), soja (Carter & Rypstra

Capítulo 2

1995) y trigo (Dennis & Wratten 1991, Armendano & González 2011b). Diversas técnicas se han sugerido para conservar ensambles con alta riqueza específica de depredadores generalistas en agroecosistemas. Entre estas se incluyen, cultivos intercalados (Ferguson *et al.* 1984), preservación de sitios de hibernación en los márgenes de los cultivos (Pollard 1968), establecimiento de “islas” de refugio dentro de los cultivos (Thomas *et al.* 1991, Beltramo *et al.* 2006, Armendano & González 2011b) y la conservación de los sistemas de labranza y el manejo de la cobertura de los mismos (Stinner & House 1990). Por ejemplo, se han utilizado exitosamente franjas de paja para incrementar la densidad de los depredadores y disminuir el daño de las plantas en algunos sistemas experimentales (Riechert & Bishop 1990). A escala local, el sistema de manipulación del hábitat ha demostrado tener una fuerte influencia en la abundancia y diversidad de la comunidad de artrópodos (Melnychuk *et al.* 2003, Clough *et al.* 2007). Los refugios naturales tienen una influencia positiva en las poblaciones de estos enemigos naturales en climas templados, beneficiándose de las áreas adyacentes a los cultivos (Thomas *et al.* 1991, Collins *et al.* 2003, Fiedler & Landis 2007).

Si bien existen muchos estudios en áreas cultivadas, todavía no se conoce bien cómo la modernización de los ecosistemas agrícolas afecta la diversidad de artrópodos. Debido a las grandes extensiones de tierra que se encuentran bajo la agricultura en todo el mundo, es imperativo entender cómo los agroecosistemas pueden servir para mantener la diversidad biológica y cómo esta biodiversidad es afectada por el proceso de transformación de los agroecosistemas tradicionales a los modernos (Perfecto *et al.* 1997).

En Argentina se han realizado diversos estudios en distintos cultivos sobre la fauna de artrópodos. La mayoría se basan en algunos grupos específicos como por ejemplo,

Capítulo 2

arañas (Liljeström *et al.* 2002, Beltramo *et al.* 2006, Armendano & González 2011a, 2011b, Almada *et al.* 2012, Avalos *et al.* 2013), coleópteros (Marasas *et al.* 1997), hemípteros (Rebecchi *et al.* 2006, Reviriego *et al.* 2006) y formícidos (Vilches & Quirán 2013). Sin embargo, otros estudios analizan la comunidad de artrópodos en su conjunto (Marasas *et al.* 2001, Zalazar & Salvo 2007, Lietti *et al.* 2008, Paleologos *et al.* 2008, Weyland & Zaccagnini 2008). En este capítulo se busca incrementar el conocimiento de la fauna de artrópodos de los agroecosistemas de Argentina, sobre todo en cultivos invernales de la zona del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, donde los estudios de este tipo son escasos.

Capítulo 2

2.2 Objetivo general

Estudiar la entomofauna presente en cultivos de avena y trigo del sudoeste de la provincia de Buenos Aires.

2.3 Objetivos específicos

- Realizar una descripción de la composición de la fauna de artrópodos;
- Analizar la abundancia de los mismos en el gradiente cultivo-borde;
- Determinar cómo se distribuyen durante el desarrollo fenológico de los cultivos;
- Analizar la distribución espacial y temporal de los formícidos y los áfidos en ambos cultivos.

Capítulo 2

2.4 Materiales y Métodos

2.4.1 Diseño de muestreo de artrópodos- Se realizó un muestreo a nivel de suelo y otro a nivel herbáceo en cada cultivo. Para el muestreo en el estrato suelo se utilizaron trampas de caída, las cuales consistían en vasos plásticos de 9 cm de diámetro por 16 cm de alto, con etilen-glicol al 20%, agua y tres gotas de detergente. Se colocaron techos de plástico sobre las trampas para evitar la inundación de las mismas debida a lluvias (Figura 2.1). Las mismas fueron revisadas cada 15 días y se consideró a cada trampa durante ese período de tiempo como una muestra. Se colocaron 10 trampas por cultivo, en una línea recta desde el centro del cultivo hacia las zonas adyacentes, terminando la transecta fuera del cultivo (Figura 2.2a y b). Se llevaron a cabo ocho períodos de muestreo correspondiendo éstos al desarrollo fenológico completo de los cultivos. Las trampas se activaron luego de la siembra y se desactivaron en el momento previo a la cosecha. El contenido de las trampas se colocó en alcohol 70% y fue analizado posteriormente en el laboratorio de Zoología de Invertebrados II, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur. Se identificaron los ejemplares a nivel de orden utilizando una lupa estereoscópica Olympus SZ40. El muestreo a nivel suelo se realizó durante dos años consecutivos (2010 y 2011). El muestreo del estrato herbáceo se realizó con una aspiradora de jardín modificada (G-vac, Belarra SA627) (Figura 2.3). Cada unidad muestral consistió en una muestra de 1 minuto. Se realizaron una muestra y dos réplicas por cada colector en cada sector de muestreo. Tres colectores tomaron muestras en cuatro zonas distintas: cultivo (100 metros dentro del cultivo), entre cultivo y borde (50 metros del cultivo), límite del cultivo y borde (área de vegetación adyacente al cultivo), resultando en un total de 36 muestras de G-Vac por cultivo/fecha (Figura 2.4). Se llevaron a cabo tres períodos de muestreo

Capítulo 2

correspondientes a las últimas etapas fenológicas de los cultivos. No se realizaron muestreos en las primeras etapas debido a que la altura de las plantas no superaba los 15 centímetros, y de esta forma se evitó provocar daños considerables a las plántulas.



Figura 2.1. Trampa de caída colocada en el momento de la siembra del cultivo de trigo.

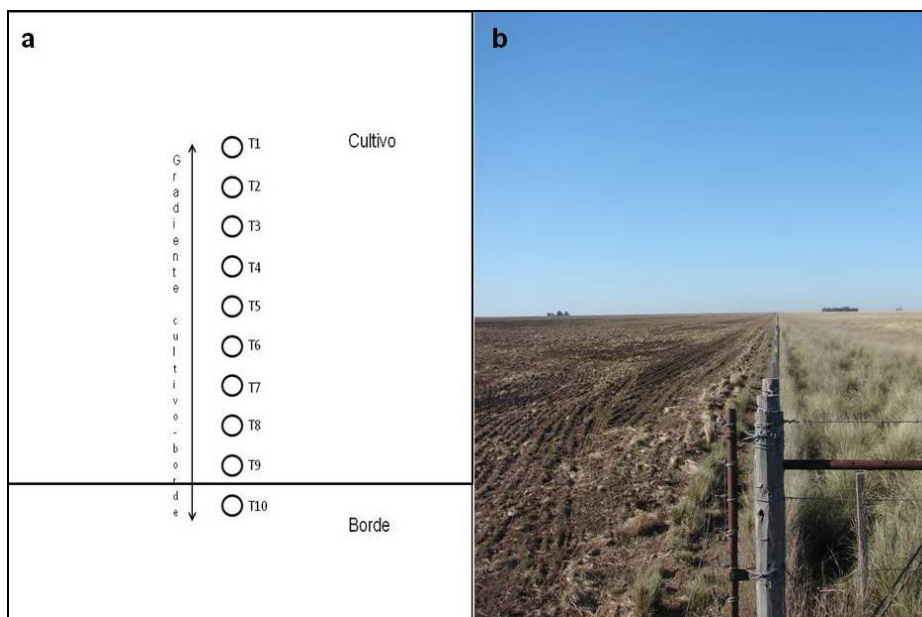


Figura 2.2. a- Esquema de la distribución de las trampas de caída en el gradiente cultivo-borde. b- Gradiente cultivo-borde en el sitio de estudio. Nótese la diferencia entre el cultivo recién sembrado (izquierda) y el borde de vegetación espontánea (derecha).

Capítulo 2



Figura 2.3. Toma de muestras en el estrato herbáceo realizada con la aspiradora (G-Vac).

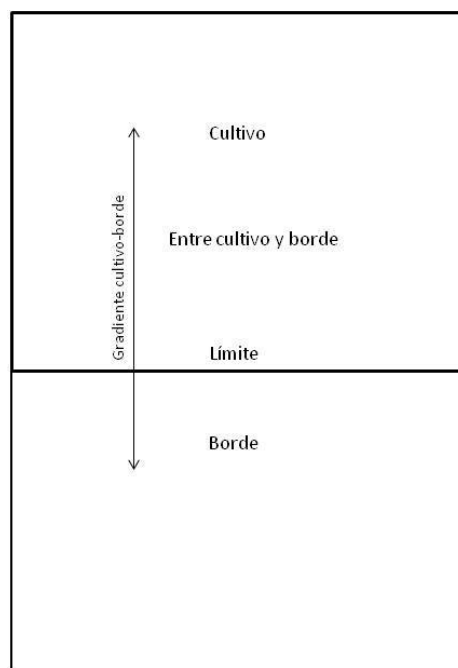


Figura 2.4. Esquema de la distribución de los sitios de muestreo realizados con G-Vac.

Capítulo 2

2.4.2 Análisis de datos- Para comparar el gradiente cultivo-borde y las distintas etapas fenológicas de los cultivos se realizaron análisis de agrupamiento con el índice de disimilitud de Bray-Curtis (enlace simple) utilizando el programa PAST v1.89 (Hammer *et al.* 2001). El índice de disimilitud de Bray-Curtis es un estadístico utilizado para conocer las diferencias composicionales entre dos sitios. Este índice fue utilizado por ser uno de los más usados en este tipo de estudios y por ser uno de los más confiables (Bloom 1981). A su vez para comparar la abundancia de artrópodos entre las distintas etapas fenológicas de los cultivos en los estratos suelo y herbáceo se utilizó el test de Kruskal-Wallis (ANOVA no paramétrico) utilizando el programa Infostat (Di Rienzo *et al.* 2008). Se hicieron comparaciones de a pares con la prueba de diferencia mínima significativa de Fisher. Se calcularon la riqueza de órdenes y el índice de diversidad de Margalef de los órdenes de artrópodos capturados en el estrato herbáceo en ambos cultivos con el fin de comparar los diferentes sitios en el gradiente cultivo-borde.

Riqueza de órdenes (S): Es el número total de órdenes obtenido por un censo de la comunidad (Moreno 2001).

Índice de diversidad de Margalef (D_{mg}): $D_{mg} = (S-1)/(\ln N)$

Donde: S =número de órdenes

N =número total de individuos

Este índice transforma el número de órdenes por muestra a una proporción a la cual los órdenes son añadidos por expansión de la muestra. Valores inferiores a 2 son considerados de baja diversidad y por el contrario valores superiores a 5 son considerados de alta diversidad (Moreno 2001).

Capítulo 2

2.5 Resultados

2.5.1 Abundancia y riqueza total de artrópodos- En total se recolectaron 74.758 artrópodos en los dos estratos en ambos cultivos pertenecientes a 22 órdenes (Tabla 2.1). Los órdenes más abundantes fueron Diptera, Collembola, Hymenoptera, Hemiptera y Acari completando el 85,2% del total capturado. En el cultivo de trigo se capturaron 40.017 individuos pertenecientes a 19 órdenes; mientras que en el cultivo de avena se registraron 34.741 ejemplares de 21 órdenes. Los órdenes más abundantes en trigo fueron Diptera, Hemiptera y Collembola. De manera similar, en avena el orden más abundante fue Diptera, sin embargo, fue seguido en abundancia por Collembola e Hymenoptera.

Tabla 2.1. Abundancia relativa (%) de los órdenes de artrópodos capturados en estrato suelo y herbáceo en cultivos de trigo y avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Órdenes	Trigo		Avena		Total
	Suelo	Herbáceo	Suelo	Herbáceo	
Diptera	30,5	15,7	27,8	13,6	26,10
Collembola	21,1	0,5	26,4	1,6	18,80
Hymenoptera	14,3	11,8	18,2	24,5	16,20
Hemiptera	5,0	51,5	3,2	25,8	12,50
Acari	15,6	1,2	13,4	1,7	11,60
Coleoptera	7,8	8,7	5,2	7,7	6,90
Araneae	2,7	7,2	2,5	15,9	4,20
Thysanoptera	1,0	1,0	1,4	4,2	1,40
Orthoptera	0,8	1,1	0,3	1,7	0,70
Lepidoptera	0,5	1,2	0,3	2,9	0,70
Julida	0,01	0,0	0,9	0,0	0,40

Capítulo 2

Scolopendromorpha	0,6	0,01	0,2	0,0	0,30
Dictyoptera	0,04	0,02	0,1	0,02	0,04
Isoptera	0,0	0,0	0,007	0,3	0,02
Psocoptera	0,02	0,0	0,03	0,0	0,02
Tricoptera	0,01	0,0	0,02	0,0	0,01
Neuroptera	0,01	0,02	0,003	0,002	0,01
Isopoda	0,01	0,0	0,01	0,0	0,007
Solifugae	0,01	0,0	0,003	0,0	0,007
Odonata	0,0	0,01	0,0	0,0	0,001
Ephemeroptera	0,0	0,0	0,003	0,0	0,001
Pthiraptera	0,0	0,0	0,003	0,0	0,001
TOTAL	100	100	100	100	100

2.5.2 Estrato Suelo

2.5.2.1 Avena- Se capturaron 29.353 artrópodos pertenecientes a 21 órdenes (Tabla 2.1). En avena se registraron la totalidad de los órdenes capturados en todo el estudio a excepción del orden Odonata (Tabla 2.1). El número de ejemplares capturados en el gradiente cultivo-borde fue similar a lo largo de todo el gradiente, encontrándose valores menores en las trampas que se hallaban fuera del cultivo (borde), en el límite del mismo y la trampa 3 (aproximadamente 70 metros dentro del cultivo) (Figura 2.5). Esta tendencia se ve reflejada en el análisis de conglomerado, donde las trampas que se encuentran dentro del cultivo son más similares entre sí que con las trampas que se encuentran en el límite o fuera del mismo, con excepción de la trampa 3 (Figura 2.6). La abundancia media de artrópodos fue mayor en las últimas etapas fenológicas del cultivo, encontrándose

Capítulo 2

diferencias significativas entre las etapas ($H=28,9$; $p=0,002$; Figura 2.7). El análisis de agrupamiento con el índice de Bray-Curtis encontró tres grupos distintos (Figura 2.8). El grupo más disímil es el conformado por las dos últimas etapas del cultivo (maduración espiga y pre-cosecha), luego se separan las dos primeras etapas del cultivo (siembra y emergencia foliar) agrupándose el resto en un tercer grupo (Figura 2.8). La abundancia de la mayoría de los órdenes de artrópodos se incrementa hacia las últimas etapas fenológicas del cultivo, exceptuando a los colémbolos y a los ácaros. Estos alcanzan sus mayores registros en las etapas iniciales del cultivo disminuyendo hacia las últimas.

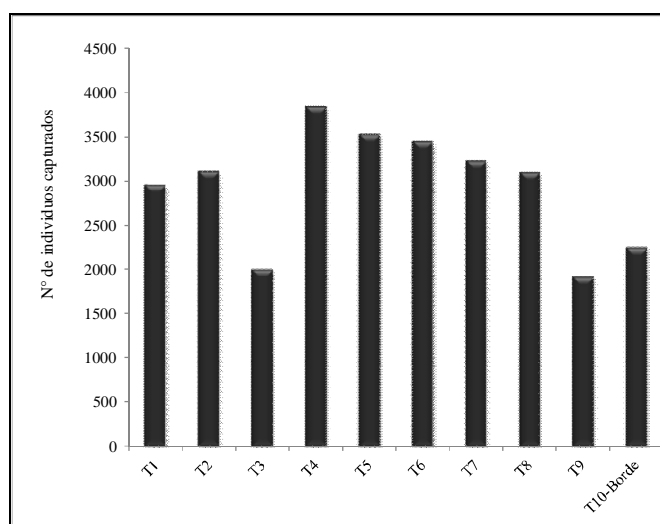


Figura 2.5. Abundancia total de artrópodos en el gradiente cultivo-borde en avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 2

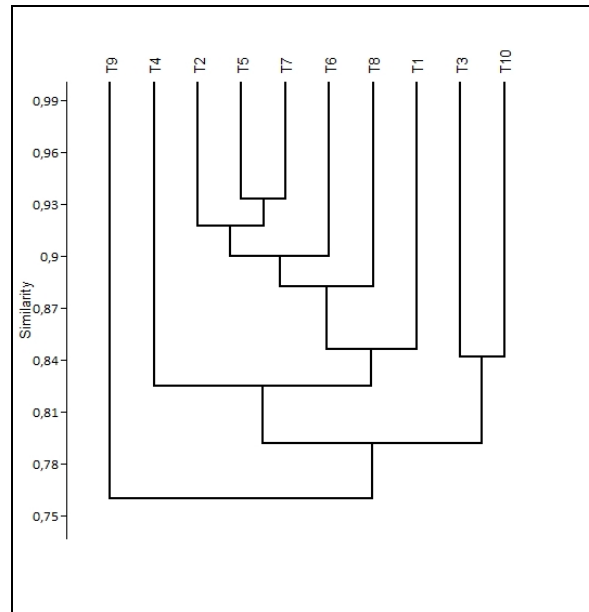


Figura 2.6. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo-borde en el estrato suelo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,80).

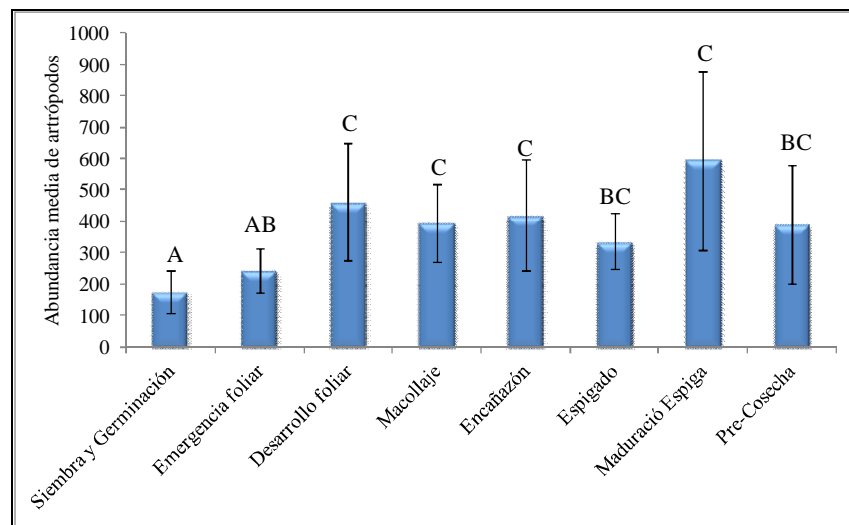


Figura 2.7. Abundancia media \pm DS de artrópodos en las distintas etapas del desarrollo fenológico del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Capítulo 2

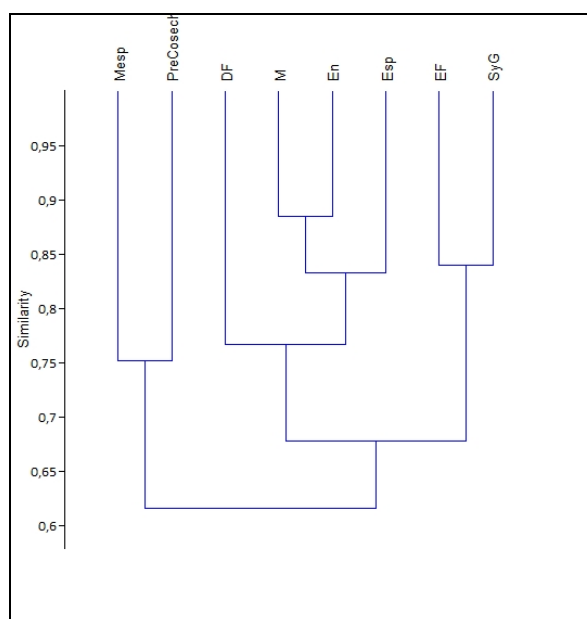


Figura 2.8. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis comparando las distintas etapas fenológicas del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,85).

2.5.2.2 Trigo- En el cultivo de trigo se recolectaron 29.146 artrópodos y se registraron 18 órdenes (Tabla 2.1). Se observó una abundancia similar a lo largo de todo el gradiente cultivo-borde, siendo las trampas 1, 2, 3 y 6 las que presentaron una abundancia ligeramente mayor (Figura 2.9). El análisis de agrupamiento con el índice de Bray-Curtis separa a la T10 (fuera del cultivo) del resto de las trampas (Figura 2.10). En este análisis no se observa una clara separación del gradiente más allá de la trampa 10. En cuanto a las fechas, se observa un patrón similar al encontrado en el cultivo de avena. La abundancia media de artrópodos se incrementa significativamente conforme se desarrolla el cultivo ($H=48,9$; $p<0,0001$; Figura 2.11). La abundancia media en las primeras etapas fenológicas del trigo (siembra y emergencia foliar) es significativamente menor que en el resto de las etapas (Figura 2.11). Con el análisis de agrupamiento se observa que las dos últimas etapas

Capítulo 2

del cultivo (maduración espiga y pre-cosecha) se diferencian bastante del resto de las etapas (Figura 2.12). A su vez se agrupan por un lado las dos primeras etapas y por otro las etapas intermedias (desarrollo foliar, macollaje y encañazón) (Figura 2.12). Similar a lo encontrado en avena, los colémbolos y los ácaros presentan una mayor abundancia en las etapas iniciales del cultivo disminuyendo hacia las últimas.

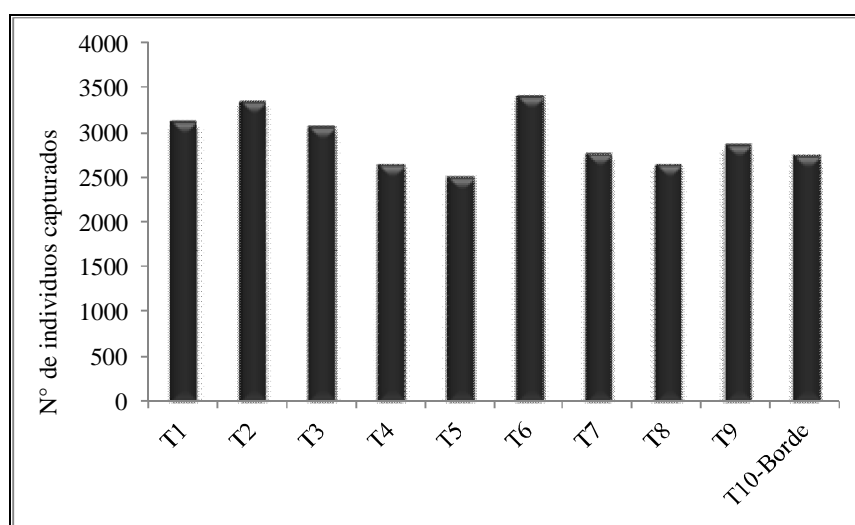


Figura 2.9. Abundancia total de artrópodos en el gradiente cultivo-borde en trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 2

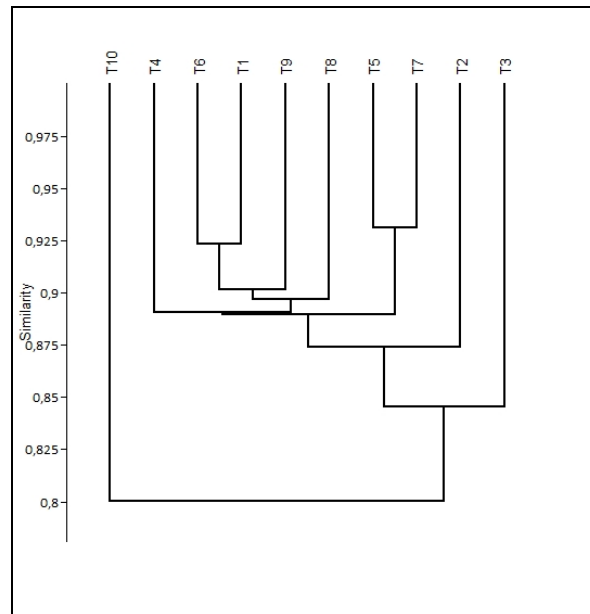


Figura 2.10. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo borde en el estrato suelo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,78).

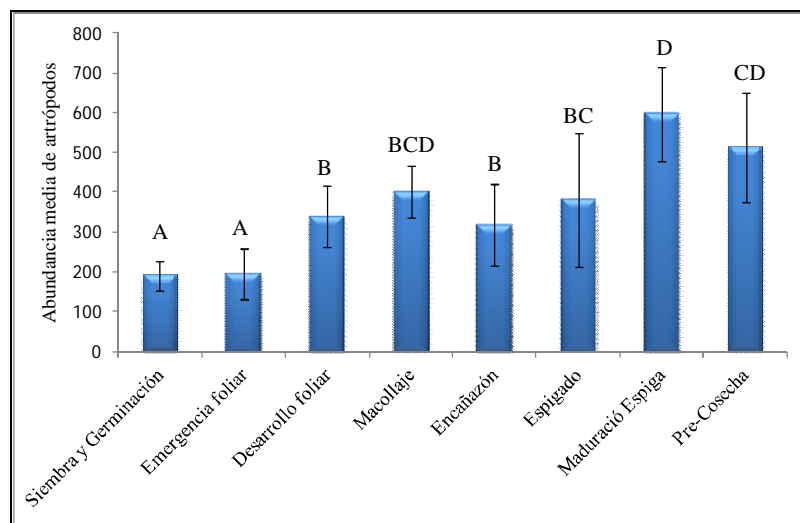


Figura 2.11. Abundancia media \pm DS de artrópodos en las distintas etapas del desarrollo fenológico del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Capítulo 2

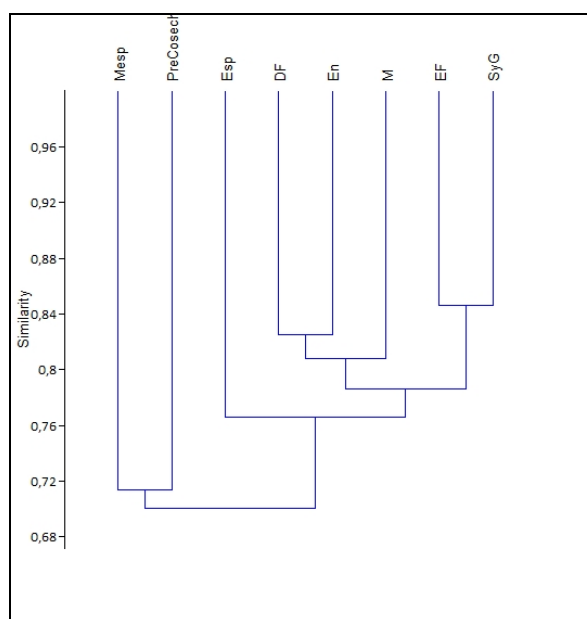


Figura 2.12. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis comparando las distintas etapas fenológicas del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. (Coeficiente de correlación cofenética: 0,76).

2.5.2.3 Abundancia de Formicidae (Hormigas)- Los formícidos fueron uno de los grupos más abundantes en este estudio y por este motivo se presenta su abundancia espacial y temporal en ambos cultivos. Se recolectaron 4.966 hormigas en avena y 3.528 en trigo. En el cultivo de avena las hormigas fueron más abundantes dentro del mismo. Se observó una abundancia marcadamente menor en el límite y fuera del cultivo (Figura 2.13). En trigo no se observó una influencia tan marcada, sin embargo, la mayor abundancia se encontró dentro del cultivo a más de 50 metros del borde (Figura 2.13). En cuanto al desarrollo fenológico de los cultivos, la abundancia se incrementó de manera similar en ambos cultivos en las últimas etapas fenológicas de los mismos (Figura 2.14). Dentro de la familia se registraron los géneros *Acromyrmex* (cortadoras de hojas), *Pogonomyrmex* (granívoras), *Pheidole* (carnívoras), entre otros.

Capítulo 2

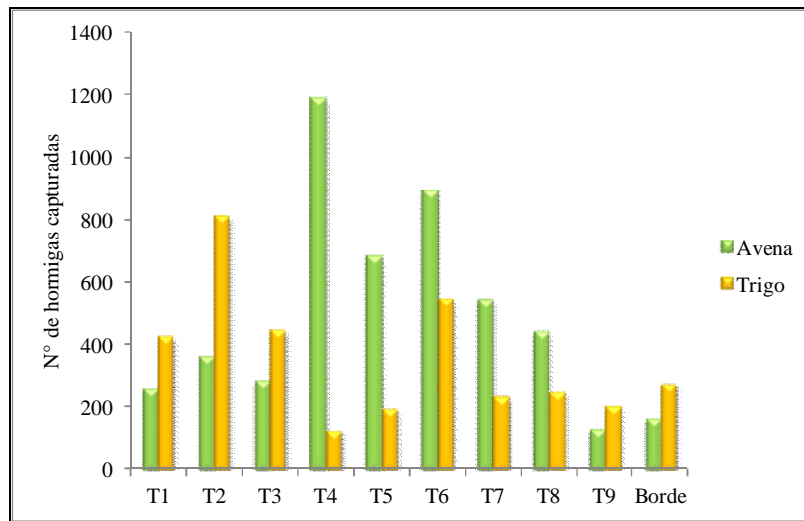


Figura 2.13. Abundancia total de hormigas en el gradiente cultivo-borde en los cultivos de avena y trigo en el estrato suelo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

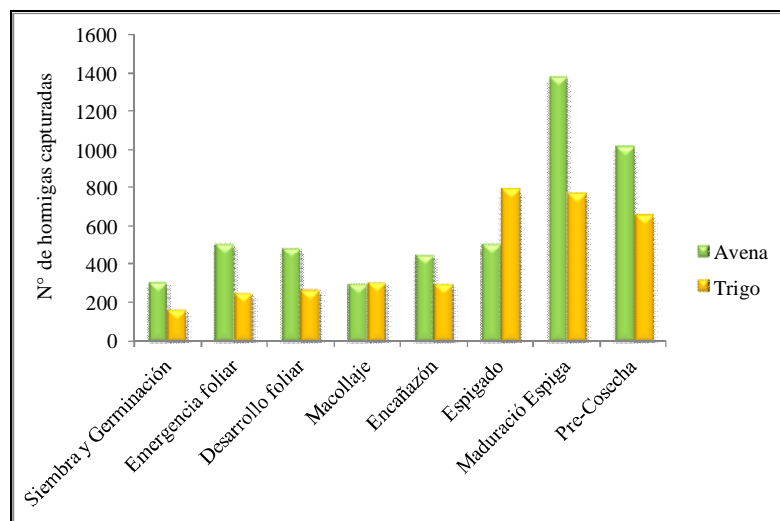


Figura 2.14. Abundancia total de hormigas en las distintas etapas fenológicas de los cultivos de avena y trigo en el estrato suelo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

2.5.2.4 Abundancia de *Aphididae* (pulgonos)- Los pulgones presentaron una baja abundancia en el estrato suelo habiéndose capturado 256 pulgones en avena y 110 en trigo.

Capítulo 2

La abundancia en el gradiente cultivo-borde presentó distintos picos, sin embargo, se detectó un menor registro de pulgones en las trampas que se encuentran en el límite y fuera del cultivo (Figura 2.15). Las fechas con mayor abundancia se corresponden con las etapas fenológicas intermedias de ambos cultivos (macollaje y elongación del tallo) acompañando el momento de mayor desarrollo de las plantas (Figura 2.16). Se registraron las especies: *Schizapis graminum* (Rondani) (pulgón verde), *Metopolophium dirhodum* (Walker) (pulgón amarillo) y *Diuraphis noxia* Mordvilko (pulgón ruso). Se observó una sucesión de estas especies a lo largo de las etapas fenológicas de ambos cultivos (Figura 2.17 y 2.18).

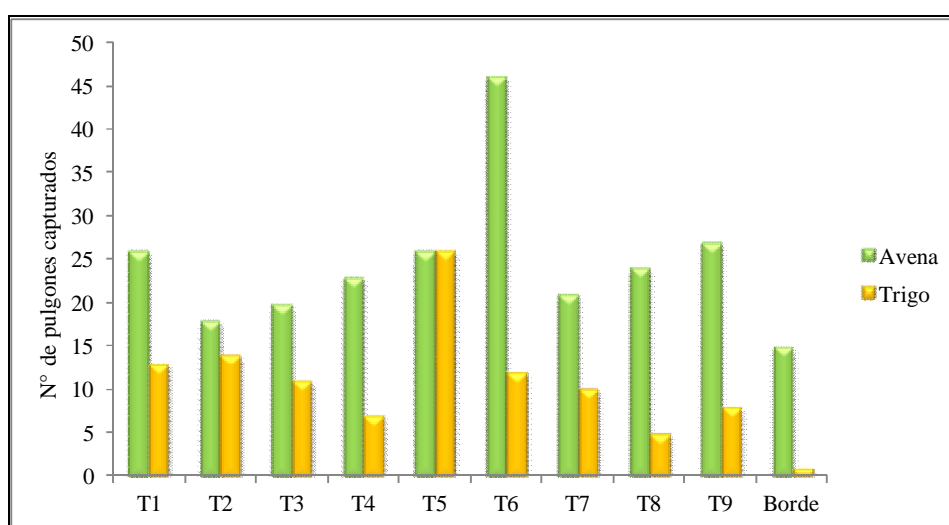


Figura 2.15. Abundancia total de pulgones en el gradiente cultivo-borde en los cultivos de avena y trigo en el estrato suelo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 2

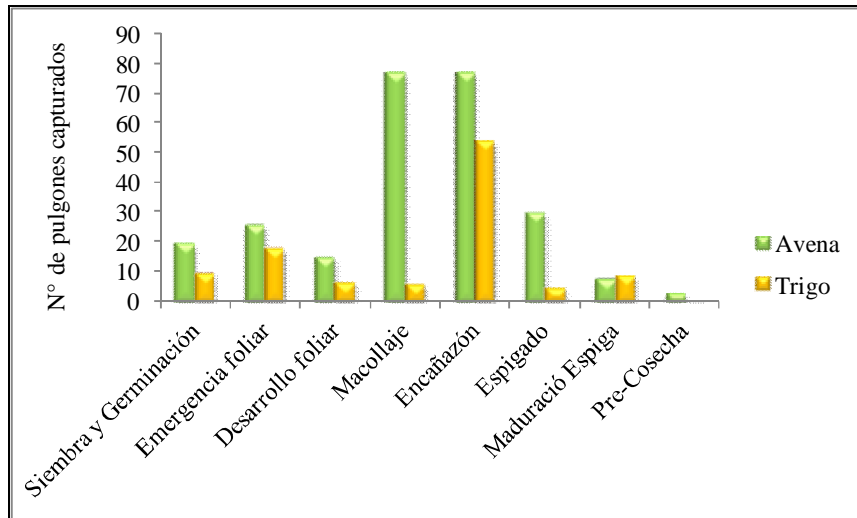


Figura 2.16. Abundancia total de pulgones en las distintas etapas fenológicas de los cultivos de avena y trigo en el estrato suelo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

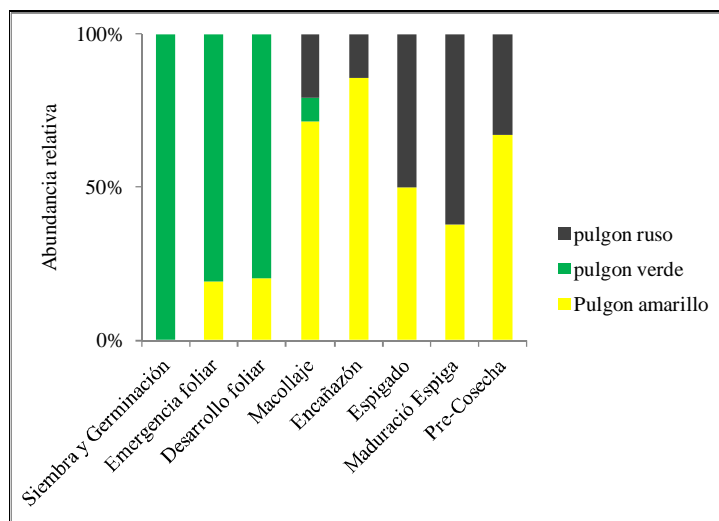


Figura 2.17. Abundancia relativa de las distintas especies de pulgones capturadas en el estrato suelo a lo largo del desarrollo fenológico del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 2

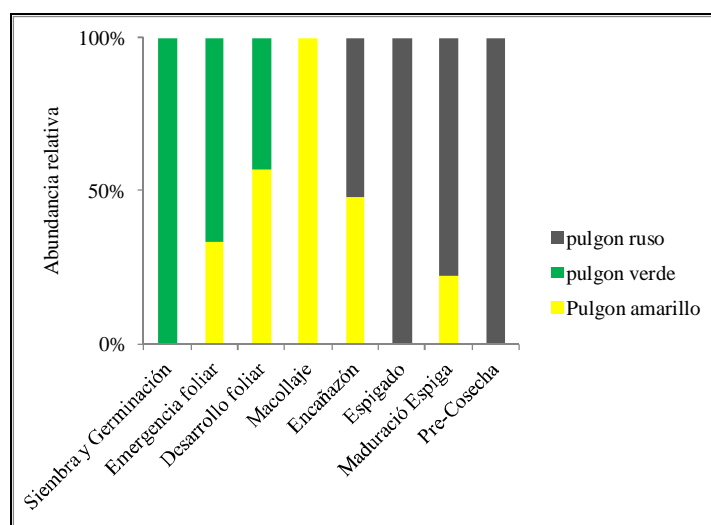


Figura 2.18. Abundancia relativa de las distintas especies de pulgones capturadas en el estrato suelo a lo largo del desarrollo fenológico del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

2.5.3 Estrato Herbáceo

2.5.3.1 Avena- Se capturaron 5.388 artrópodos pertenecientes a 13 órdenes (Tabla 2.1). Los más abundantes fueron Hemiptera, Hymenoptera y Araneae completando el 66,3% del total. En este cultivo se observó una mayor riqueza de órdenes y un mayor índice de diversidad de Margalef fuera del cultivo, en comparación con el resto de los sitios (Tabla 2.2). Se encontraron diferencias significativas en la abundancia media de los artrópodos entre los distintos sitios de muestreo ($H=11,4$; $p=0,0096$; Figura 2.19). La abundancia media en el cultivo (a 100 metros del borde) fue significativamente menor que fuera del cultivo (borde), incrementándose en sentido cultivo-borde (Figura 2.19). El análisis de conglomerado separó los sitios siguiendo el gradiente cultivo-borde (Figura 2.20).

Capítulo 2

Tabla 2.2. Riqueza de órdenes e índice de diversidad de Margalef de los órdenes de artrópodos capturados en el gradiente cultivo-borde en los cultivos de trigo y avena en el estrato herbáceo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Estrato Herbáceo	Cultivo	Entre Cultivo y Borde	Límite	Borde
Riqueza Trigo	12	10	12	11
Riqueza Avena	10	11	10	12
Índice de Margalef Trigo	3,07	2,55	3,22	3,29
Índice de Margalef Avena	2,99	3,23	2,88	3,38

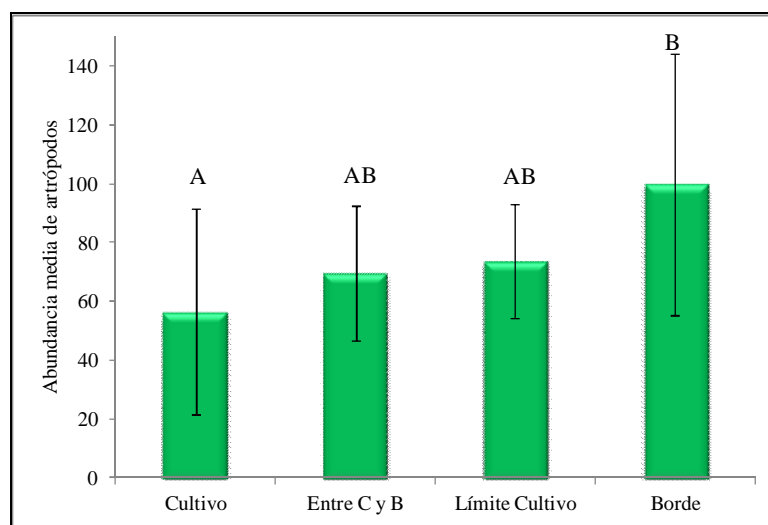


Figura 2.19. Abundancia media \pm DS de artrópodos en el gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Distintas letras indican diferencias significativas (H: 11,44; $p=0,0096$).

Capítulo 2

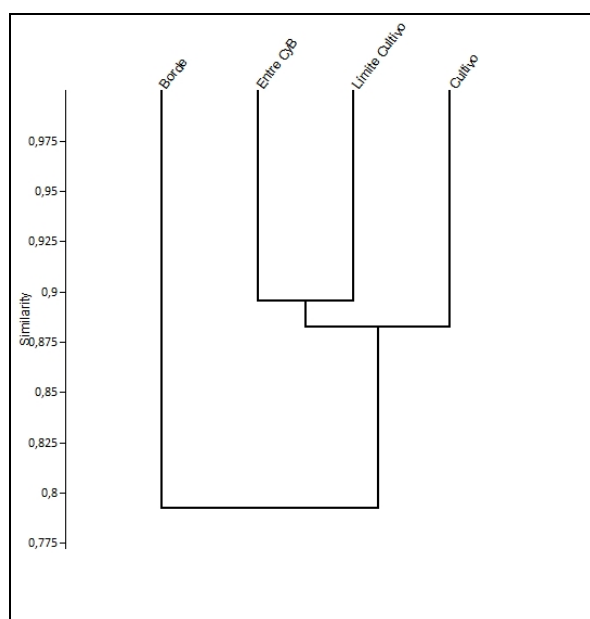


Figura 2.20. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,84).

2.5.3.2 Trigo- En trigo se recolectaron 10.871 ejemplares pertenecientes a 14 órdenes (Tabla 2.1). Se observó una marcada abundancia del orden Hemiptera, quien alcanzó el 51,5% del total. Junto a los órdenes Diptera e Hymenoptera completaron el 79% de los ejemplares capturados. En el cultivo de trigo se halló una mayor riqueza de órdenes en los sitios Cultivo y Límite (Tabla 2.2). Sin embargo, la mayor diversidad según el índice de Margalef se encontró fuera del cultivo, al igual que en avena (Tabla 2.2). Se encontraron diferencias significativas en la abundancia media de los artrópodos entre los distintos sitios de muestreo ($H=33,1$; $p<0,0001$; Figura 2.21). Al contrario de lo hallado en avena, la abundancia media fue significativamente menor fuera del cultivo (borde) (Figura 2.21). En el cultivo de trigo se registró la tendencia opuesta a la registrada en avena, la abundancia

Capítulo 2

media de los artrópodos decrece en sentido cultivo-borde. El análisis de agrupamiento separa los sitios siguiendo el gradiente cultivo-borde (Figura 2.22).

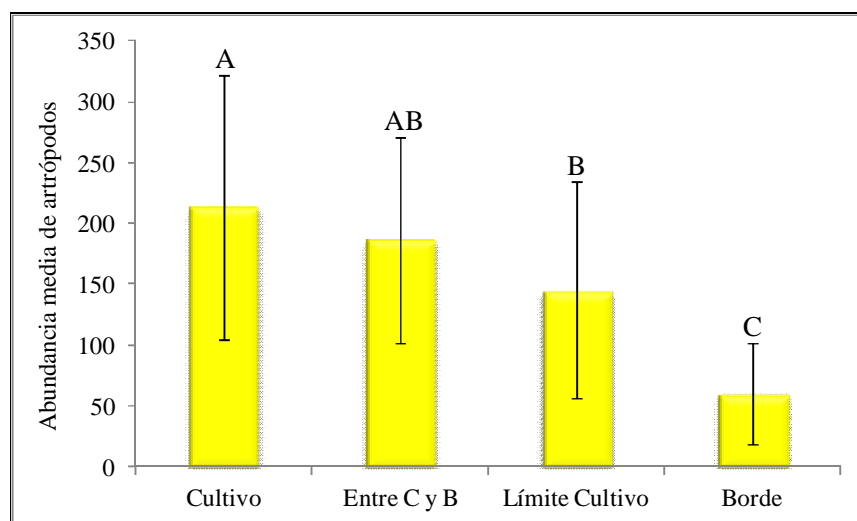


Figura 2.21. Abundancia media \pm DS de artrópodos en el gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Distintas letras indican diferencias significativas (H: 33,13; $p < 0,0001$).

Capítulo 2

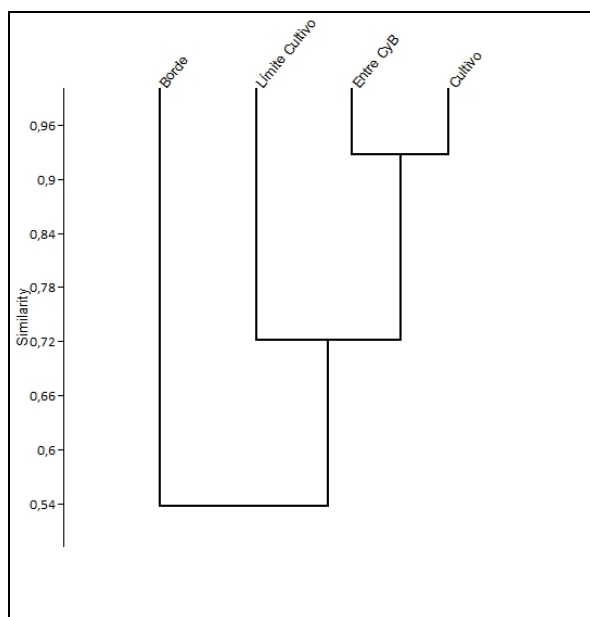


Figura 2.22. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,97).

2.5.3.3 Abundancia de Formicidae (Hormigas)- En el estrato herbáceo se capturaron 1.008 hormigas, 763 en avena y 245 en trigo. La abundancia de las hormigas fue marcadamente mayor en el borde de vegetación espontánea (Figura 2.23).

Capítulo 2

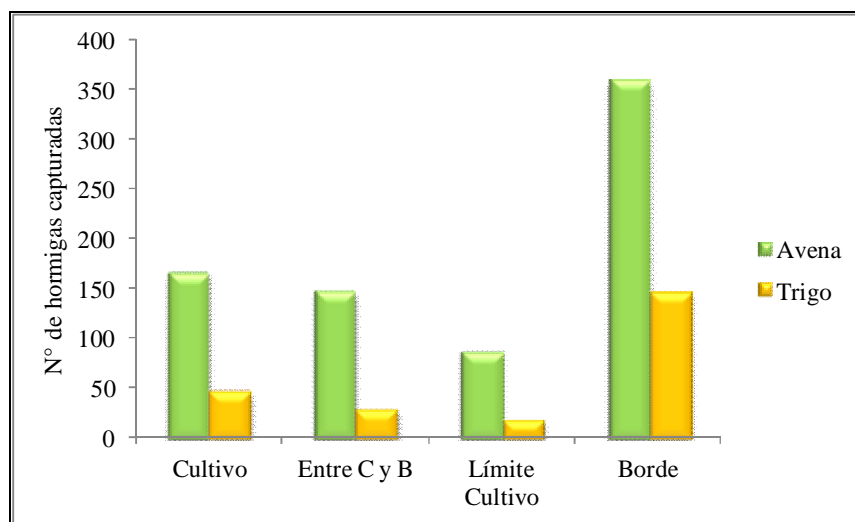


Figura 2.23. Abundancia total de hormigas en el gradiente cultivo-borde en los cultivos de avena y trigo en el estrato herbáceo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

2.5.3.4 Abundancia de *Aphididae* (pulgonos)- Se capturaron 530 pulgonos, 243 en avena y 287 en trigo. En el estrato herbáceo los pulgonos representaron el 7,5% del total de los hemípteros capturados. Se observó una distribución espacial influenciada por los cultivos (Figura 2.24). Muy pocos ejemplares (1,3%) se hallaron en el área de vegetación espontánea fuera de los cultivos y a su vez esta distribución fue similar en ambos cultivos (Figura 2.24).

Capítulo 2

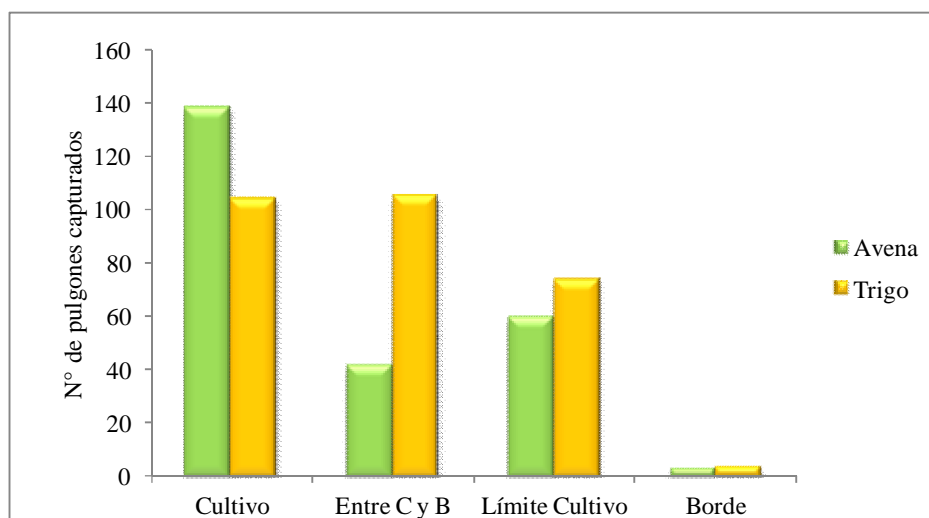


Figura 2.24. Abundancia total de pulgones en el gradiente cultivo-borde en los cultivos de avena y trigo en el estrato herbáceo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 2

2.6 Discusión

2.6.1 Abundancia y riqueza total de artrópodos-En los cultivos de avena y trigo del presente estudio, la ausencia de pesticidas para el control de plagas se ve reflejada por la alta abundancia y diversidad de órdenes de artrópodos hallados, en particular por la gran abundancia de depredadores generalistas. Es sabido que los artrópodos depredadores son afectados por los plaguicidas en forma directa o indirecta, a través de sus residuos tóxicos o por medio de presas contaminadas (Stark *et al.* 2007). En general, luego de la aplicación de plaguicidas se registra un descenso en las poblaciones de invertebrados (Shaw *et al.* 2006). Weyland & Zaccagnini (2008) en un estudio realizado en cultivos de soja en el sur de Santa Fe, registraron una menor riqueza de órdenes en comparación con lo hallado en nuestro estudio. Dichos cultivos se sembraron de manera directa y se aplicaron herbicidas al momento de la siembra, además de una aplicación posterior de insecticidas.

El efecto positivo de la ausencia de pesticidas sobre la biodiversidad de artrópodos puede verse disminuido por la técnica de labranza utilizada en los campos estudiados. Al realizar el arado se reduce la diversidad de los invertebrados del suelo en comparación con pastizales naturales o cultivos sembrados de manera directa (Paoletti *et al.* 1992).

Los colémbolos son sensibles al manejo del suelo y son indicadores de la calidad del mismo (Lindberg & Bengtsson 2005). Bedano *et al.* (2006) en un cultivo del centro de Argentina encontraron que la densidad de colémbolos era menor en sitios en los que se había realizado labranza convencional. En este estudio fueron el segundo orden más abundante a nivel de suelo. Por lo tanto, la labranza convencional podría no estar produciendo cambios muy drásticos en la micro-fauna del suelo, justamente debido a la gran abundancia de colémbolos capturados. Otros factores como la materia orgánica y la

Capítulo 2

humedad del suelo podrían tener una influencia mayor en la abundancia de este grupo de artrópodos (Bedano *et al.* 2006). De manera similar, Lietti *et al.* (2008) encontraron que el manejo del suelo no afecta la actividad de los macro-artrópodos, a excepción de los depredadores, al comparar labranza convencional con siembra directa en cultivos de soja, maíz y trigo.

La composición de la fauna de artrópodos fue similar en ambos cultivos. Si bien en trigo se capturaron una mayor cantidad de individuos, en avena se registró una riqueza de órdenes mayor. Esto podría deberse a la cercanía de los campos estudiados, ya que se encontraban a una distancia menor a 5 km. A su vez, la composición de la vegetación de las áreas adyacentes a ambos cultivos era similar.

2.6.2 Estrato Suelo- Las interacciones entre los cultivos y las áreas adyacentes a los mismos pueden tener tanto impactos agronómicos negativos como positivos. Mientras los márgenes proveen sitios de refugios para insectos benéficos para el control de las plagas (Sotherton 1985), algunas especies perjudiciales pueden migrar desde estas áreas provocando daños significativos en los cultivos (Frank 1998).

En el gradiente cultivo-borde en el estrato suelo no se hallaron diferencias marcadas en relación con la abundancia de los artrópodos, siendo similar a lo largo del mismo, con una pequeña tendencia a disminuir a medida que nos alejamos del cultivo. Para artrópodos móviles como los son los grupos voladores (himenópteros, hemípteros, coleópteros), o que poseen dispersión por el aire, como el caso de las arañas, es probable que las densidades en los márgenes de los cultivos y dentro de los mismos sean similares (Roy *et al.* 2003). Sin embargo, al realizar los análisis de conglomerado con el índice de disimilitud de Bray-

Capítulo 2

curtis, se observaron diferencias en el gradiente cultivo-borde, separando las trampas que se encuentran en el límite y fuera del cultivo de las que se encuentran dentro del mismo. En consecuencia, existen diferencias composicionales de la fauna de artrópodos a lo largo del gradiente, que pueden deberse a diferencias en la complejidad del hábitat debido a la diversidad vegetal. Los bordes de cultivo presentan una mayor diversidad de vegetación y por ende presentan mayor de diversidad de invertebrados. Según Meek *et al.* (2002), existe una tendencia pronunciada de varias especies de variados taxa de disminuir notablemente su abundancia en áreas cultivadas. Estos autores aseguran que esta tendencia está claramente demostrada en carábidos, mariposas, abejorros, arañas y milípedos, donde los márgenes de los cultivos contienen el doble del número de invertebrados que áreas similares cultivadas. Sin embargo, en este estudio en el estrato suelo no se observa la tendencia mencionada en dichos grupos, el margen del cultivo es el área de menor abundancia de invertebrados. Los resultados obtenidos sugieren que otros factores podrían estar influyendo en la distribución espacial de los artrópodos en los cultivos estudiados.

La abundancia de la comunidad de artrópodos asociada con los cultivos incrementó en las últimas etapas fenológicas de los mismos. Este aumento en la abundancia es esperado por un incremento en las temperaturas y en la complejidad estructural de la vegetación. Existe un rango de temperaturas en el cual la misma influye de manera positiva sobre la tasa metabólica y la actividad de la mayoría de los insectos (Guillot 2005). A su vez, el crecimiento de las plantas de trigo y avena provee fuentes de alimento y refugio tanto a artrópodos fitófagos como a depredadores. La vegetación puede ser utilizada directamente como fuente de alimento por insectos fitófagos (ej. chinches, pulgones)

Capítulo 2

(Southwood & Leston 1959) y otros utilizan las plantas para la construcción de telas (arañas) o para trepar en ellas en busca de presas (Alderweireldt 1994).

Ciertos órdenes (Hemiptera y Orthoptera) mostraron un marcado aumento en su abundancia en las últimas etapas fenológicas de los cultivos (maduración de espiga y grano); mientras que otros órdenes abundantes de artrópodos, como Acari, Collembola e Hymenoptera, mantuvieron valores relativamente constantes durante todo el desarrollo fenológico de ambos cultivos. El marcado incremento de órdenes como Orthoptera, se explica por un aumento en la disponibilidad de comida (Thomas & Marshall 1999). Por otro lado, órdenes como Collembola y Acari, se encuentran asociados con el suelo y tal vez debido a esta razón no se observan cambios en su abundancia con el incremento de la cobertura de la vegetación (Lindberg & Bengtsson 2005).

2.6.2.1 Abundancia de Formicidae (Hormigas)-Las hormigas han sido citadas como buenos candidatos para analizar los efectos de la alteración del hábitat porque son a menudo dominantes e importantes en los procesos de los ecosistemas terrestres (Andersen 1990, Majer & Beeston 1996, Andersen & Sparling 1997). Se considera a las hormigas útiles para evaluar los efectos de la alteración del hábitat (Golden & Crist 2000). En un estudio realizado en Estados Unidos, en diversos agroecosistemas, Peck *et al.* (1998) hallaron que la diversidad de hormigas era mayor en los márgenes de los cultivos que dentro de los mismos. Estos autores consideran que las áreas cultivadas presentan generalmente niveles más altos de disturbio debido al manejo, el tipo de labranza y el uso de insecticidas que los márgenes de los cultivos.

Sin embargo, los resultados observados en este estudio indican una mayor abundancia dentro del cultivo. Esto podría deberse a la ausencia de plaguicidas, los cuales

Capítulo 2

son un disturbio importante en los agroecosistemas. Hansen *et al.* (1988) propusieron una hipótesis, en la que plantean que la superposición de disturbios puede crear efectos sinérgicos que son adversos para muchas especies, resultando en una reducción en el número de especies y abundancia en el eco-tono (márgenes de los cultivos) en comparación con los cultivos. Los resultados obtenidos coinciden con esta hipótesis ya que se produce un descenso en la abundancia de hormigas en el borde del cultivo. No obstante, en este estudio no se analizó la diversidad o riqueza de hormigas, parámetros que podrían responder mejor a esta hipótesis.

2.6.2.2 Abundancia de *Aphididae* (pulgonos)-Las trampas de caída no son la técnica adecuada para capturar este grupo de artrópodos porque son habitantes de la vegetación (van Emden & Harrington 2007). Sin embargo, los resultados son los esperados ya que las plagas suelen tener una abundancia mayor dentro de los cultivos que fuera de los mismos (Thacker 2002).

En cuanto a la distribución temporal de los pulgonos se observó un pico de abundancia en las etapas de macollaje y encañazón, que se relaciona con una explosión en la abundancia del pulgón amarillo. La densidad de pulgonos se caracteriza por sus amplias fluctuaciones tanto temporales como espaciales (Wellings *et al.* 1985). Entre los factores que causan variaciones en la densidad poblacional, se destacan los enemigos naturales y las condiciones meteorológicas (Dixon 1987, Pons *et al.* 1993, Debaraj & Singh 1996).

Tanto en el cultivo de avena como en el de trigo se observó la misma sucesión de las tres especies de pulgonos halladas en este estudio. La distribución temporal observada siguió el patrón general, siendo el pulgón verde el que aparece en las primeras etapas de los cultivos, el pulgón amarillo en las etapas intermedias y el pulgón ruso en las últimas etapas

Capítulo 2

fenológica de los cultivos (Igarzábal 2007). El pulgón ruso presentó su pico de actividad durante el espigado en el cultivo de trigo, resultados similares a los hallados por Reviriego *et al.* (2006) en un cultivo de trigo de Bahía Blanca.

2.6.3 Estrato Herbáceo- En este estrato se registró una marcada dominancia de los hemípteros. Este grupo de insectos alcanzó grandes valores de abundancia relativa en comparación con el resto de los grupos en la comunidad de artrópodos de estos cultivos. En el cultivo de trigo, la mitad de los ejemplares capturados correspondieron a este orden. Este grupo de insectos presenta una gran diversidad de modos de vida y alimentación. La mayoría de los hemípteros son fitófagos, siendo algunos depredadores generalistas (Guillot 2005). La mayoría de los representantes de este orden están asociados a la vegetación y es por eso que en este estrato se observó una abundancia relativa mucho mayor que la hallada en el estrato suelo.

En cuanto al gradiente cultivo-borde, ocurrió un hecho particularmente llamativo. En el cultivo de avena la abundancia media de los artrópodos se incrementó significativamente desde el cultivo hacia el borde de vegetación espontánea. Estos registros de mayor abundancia fuera del cultivo concuerdan con la hipótesis que a mayor complejidad de hábitat mayor es la diversidad y abundancia de los artrópodos (Maudsley 2000).

Al observar los resultados del cultivo de trigo se registró el mismo patrón de distribución espacial en cuanto a la abundancia de los artrópodos que el observado a nivel de suelo, ya que se registra una abundancia media significativamente mayor dentro del cultivo que fuera del mismo. Estos resultados podrían explicarse, en parte, teniendo en

Capítulo 2

cuenta a los insectos fitófagos dentro de la comunidad de artrópodos. La diversidad estructural y la composición de una comunidad vegetal en la que se encuentra una asociación insecto-planta en particular, puede afectar la abundancia de los insectos (Hodkinson & Hughes 1993). Esta diversidad puede influir en las poblaciones de fitófagos de tres modos diferentes (Smith & Whittaker 1980): en comunidades diversas los estímulos químicos y visuales por los que los insectos localizan sus huéspedes pueden volverse difusos y confusos, determinando una reducción en la probabilidad de la localización de la planta-huésped y finalizando en una menor densidad de población (Tahvanainen & Root 1972); un incremento en la diversidad vegetal, como ocurre en las áreas adyacentes a los cultivos, puede estimular a los depredadores proporcionando refugios o incrementando el número de presas alternativas, ayudando a mantener una alta densidad de depredadores (Hodkinson & Hughes 1993); y por último, la comunidad vegetal en la que una planta-huésped en particular está creciendo puede alterar la disponibilidad de dicha planta huésped respecto al insecto a través de efectos competitivos. Esto puede implicar una reducción del tamaño de la planta, un cambio en la calidad, o una modificación en el modelo de crecimiento estacional, por estos factores es que los niveles de supervivencia más altos de los insectos fitófagos se producen en los monocultivos (Smith & Whittaker 1980).

A pesar de las diferencias aparentes entre los mecanismos implicados, parece existir una correlación negativa entre la densidad de insectos fitófagos y la diversidad de plantas (Hodkinson & Hughes 1993). En este trabajo no se llevó a cabo la identificación de los distintos grupos tróficos de la comunidad de artrópodos ni se cuantificó su abundancia. Por lo tanto, no se podría explicar la distribución espacial de esta comunidad de artrópodos asumiendo que siguen una dinámica similar a la de los insectos fitófagos, ya que no se sabe

Capítulo 2

bien su proporción dentro de esta comunidad. Sin embargo, no se puede descartar este concepto ya que en estos campos no se aplican insecticidas, por lo que podría haber una gran influencia de insectos fitófagos. A su vez, como se mencionara anteriormente el orden más abundante en este estrato, Hemiptera, es un orden predominantemente fitófago.

2.6.3.1 Abundancia de Formicidae (Hormigas)- A diferencia de lo hallado en las trampas de caída, la abundancia de las hormigas se incrementó en el borde del cultivo. Los datos obtenidos con la G-vac concuerdan con lo reportado por Peck *et al.* (1998), a pesar de que la técnica empleada no sería la más efectiva.

2.6.3.2 Abundancia de Aphididae (pulgones)- Los pulgones representaron el 0,03% del total de los artrópodos capturados en el estrato herbáceo. Estos números indicarían una baja incidencia de este grupo considerado plaga en los agroecosistemas del sur de Buenos Aires (Reviriego *et al.* 2006). Los resultados obtenidos en este estrato fueron similares a los registrados en el estrato suelo, dónde la mayoría de los pulgones fueron capturados dentro de los cultivos.

CAPÍTULO 3

Araneofauna asociada a dos cultivos invernales del sur de la Provincia de Buenos Aires



Capítulo 3

3.1 Introducción

En las últimas décadas las tendencias de la agricultura hacia la reducción del uso de los pesticidas y la sostenibilidad ecológica han conducido a un mayor interés en las arañas como potenciales agentes de control biológico. Para que un depredador pueda controlar eficaz y económicamente a un insecto plaga debe ser capaz de reducir la densidad de la plaga por debajo de un umbral económico y de estabilizar las densidades de la misma con el tiempo (Maloney *et al.* 2003). Si las poblaciones de las plagas no son estables, los depredadores pueden conducir a una extinción local de las presas, y en consecuencia desaparecer, permitiendo de esta manera la posibilidad de un brote de plaga secundaria en su ausencia (Pedigo 2001).

Las arañas pueden ser capaces de cumplir con ambos requisitos, como lo son la reducción y estabilización de las poblaciones de plagas (Midega *et al.* 2008). Su importancia radica en las siguientes características: las arañas existen en gran abundancia y no causan daños a la vegetación o cultivos; coexisten naturalmente como diversas especies en un sistema agrícola; tienen una dieta variada; muestran diferentes modos de alimentación y estrategias de caza en la captura de las presas; tienen ciclos de vida variados; son depredadores en todas sus etapas de desarrollo; son capaces de ocupar diversos micro-hábitats y nichos dentro de un ecosistema y la mayoría de ellas son polífagas (se alimentan de una gran variedad de presas), teniendo así una amplia gama de selección de presas (Wise 1993, Marc & Canard 1997).

Muchos estudios han demostrado la capacidad de las arañas para reducir significativamente la densidad de sus presas (Riechert 1999, Symondson *et al.* 2002, Tahir & Butt 2009). Lang *et al.* (1999) encontraron que las arañas eran capaces de reducir las

Capítulo 3

poblaciones de cicadélidos (Cicadellidae), trips (Thysanoptera) y áfidos (Aphididae) en un cultivo de maíz. Las arañas son capaces de reducir las poblaciones de plagas que no se ven limitadas por competencia ni por disponibilidad de alimento en algunos agroecosistemas (Sunderland 1999). Se ha demostrado que las poblaciones de insectos herbívoros incrementan significativamente cuando se liberan de la depredación por arañas (Riechert 1999). Riechert & Lawrence (1997) reportaron que parcelas en las cuales se habían eliminado las arañas tenían un número significativamente mayor de insectos herbívoros que parcelas en las que había arañas.

Los campos agrícolas que son a menudo rociados con pesticidas presentan un número más bajo de arañas que campos no tratados (Holland *et al.* 2000, Amalin *et al.* 2001a). En general las arañas suelen ser más sensibles a algunos pesticidas que muchas de las plagas que son el blanco inicial de los mismos (Minervino 1996, Yardim & Edwards 1998, Benamú *et al.* 2010). Una disminución en el número de arañas debido al uso de agroquímicos puede resultar en un incremento de las poblaciones de plagas (Holland *et al.* 2000, Tanaka *et al.* 2000).

Las arañas pueden ejercer efectos “top-down” significativos, lo que significa que el daño de plantas producido por insectos herbívoros es menor cuando las arañas están presentes que cuando están ausentes (Armendano & González 2011a). Se ha demostrado que incrementar el número de arañas añadiendo mantillo, el cual provee refugio y humedad para las arañas errantes, disminuye significativamente el daño de las plantas en distintos cultivos (Riechert & Bishop 1990). Otra ventaja importante de las arañas como enemigos naturales de las plagas es que pueden controlar las poblaciones de las presas no sólo por las presas que consumen, sino también por la cantidad de presas que matan y no consumen,

Capítulo 3

una característica conocida como caza superflua o “wasteful killing” (Maupin & Riechert 2001). Varios estudios han reportado este comportamiento, y con números muy elevados, ya que se han detectado casos en los que una araña podría matar 50 veces el número de presas que en realidad consume (Riechert & Lockley 1984).

Se sabe que un conjunto de especies es más eficaz para reducir las densidades de presas que una sola especie (Greenstone 1999). De esta forma un grupo diverso es más eficiente en el control biológico, ya que en el grupo se encuentra una gran variedad de estrategias de caza, preferencias de hábitat y períodos de actividad. Debido a la diversidad de arañas en un agroecosistema, es probable que haya una o más especies de arañas que atacan a una plaga determinada (Marc *et al.* 1999). Diferentes especies de arañas se alimentan de diferentes presas en distintos momentos del día, por lo que una pérdida en la diversidad de la comunidad de arañas de un cultivo puede resultar en la liberación de la presión de depredación que una plaga estaba sufriendo (Riechert & Lawrence 1997).

La composición de especies de arañas varía con los diferentes tipos de ecosistemas agrícolas, principalmente debido a condiciones ambientales variables y diferentes estratos de las comunidades de especies vegetales, proporcionando nichos específicos para que distintas especies de arañas prosperen (Norma-Rashid *et al.* 2009). Wise (1993) reportó que las poblaciones de arañas son influenciadas por las características arquitectónicas de los hábitats y cambios en el medio ambiente circundante. La variedad de la estructura de la vegetación también afectaría el microclima de la zona agrícola que influyen a las poblaciones de arañas en un hábitat particular (Turnbull 1973). Whittaker (1975) explicó que un hábitat heterogéneo aumentaría la abundancia de enemigos naturales, incluyendo a las arañas. Es debido a esto que las estrategias de control biológico por conservación

Capítulo 3

promueven el uso racional de agroquímicos combinado con un aumento de la heterogeneidad del hábitat (Settle *et al.* 1996). Se conoce que existe una relación entre la complejidad física del ambiente y la abundancia y diversidad de arañas a través de un gradiente sucesional y a través de regiones geográficas. A mayor complejidad de la estructura del hábitat, mayor es la diversidad y abundancia de las arañas (Uetz 1991). Es por ello que pequeñas manipulaciones del hábitat, pueden provocar un aumento en la abundancia de los depredadores, lo que mejoraría el control de las plagas (Rypstra *et al.* 1999). Más específicamente, la composición y diversidad de la comunidad vegetal pueden influenciar la diversidad de los depredadores ya sea cambiando la eficacia de captura de las presas (Andow & Prokim 1990) y/o la calidad nutricional de estas presas (Price *et al.* 1980).

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores, el estudio de la araneofauna asociada a agroecosistemas se ha incrementado notoriamente en los últimos 30 años en todo el mundo, generándose valiosa información sobre este grupo particular de artrópodos. En nuestro país todavía queda mucho por saber sobre las arañas que habitan nuestros agroecosistemas. Sin embargo, en los últimos 10 años se han realizado numerosos estudios en variados agroecosistemas sobre la araneofauna en general, incluyendo también interacciones de depredación entre algunas especies de arañas y sus presas (Cheli *et al.* 2006, González *et al.* 2009a, Armendano & González 2011a). Debido a la sojización en nuestro país, proceso de expansión desmedida e incontrolada del monocultivo de soja transgénica, la mayoría de estos estudios se han enfocado en el cultivo de soja (Minervino 1996, Liljestrom *et al.* 2002, Beltramo *et al.* 2006, Benamú 2010, Almada *et al.* 2012) siendo poco lo que se sabe sobre las arañas en otros cultivos. Cultivos de cítricos y alfalfa

Capítulo 3

han sido estudiados en Corrientes y el norte de Buenos Aires, respectivamente (Armendano & González 2009, Avalos *et al.* 2013). Los cultivos invernales han sido los menos estudiados existiendo antecedentes en cultivos de trigo invernal en el norte de la provincia de Buenos Aires (Armendano & González 2011b). En el sur de la provincia de Buenos Aires no existen antecedentes de estudios de las comunidades de arañas en ningún agroecosistema. En consecuencia, es de suma importancia realizar estudios en un grupo depredador dominante y bio-indicador en agroecosistemas, a la vez de buscar combinaciones espacio-temporales diversas y sustentables en estos sistemas agrícolas.

Capítulo 3

3.2 Objetivo general

Estudiar la araneofauna presente en cultivos de avena y trigo del sudoeste de la provincia de Buenos Aires.

3.3 Objetivos específicos

- Conocer la composición taxonómica y estructura de la comunidad de arañas;
- Analizar la abundancia de las arañas en el gradiente cultivo-borde;
- Determinar cómo se distribuyen durante el desarrollo fenológico de los cultivos;
- Analizar la distribución espacial y temporal de las especies de arañas dominantes en ambos cultivos.

Capítulo 3

3.4 Materiales y Métodos

3.4.1 Diseño de muestreo de arañas- Se siguió la misma metodología utilizada para la captura de los artrópodos mencionada en el Capítulo 2. Se realizó un muestreo a nivel de suelo y otro a nivel herbáceo en cada cultivo. Para llevar a cabo el muestreo en el estrato suelo se utilizaron trampas de caída. Las características de las mismas y su disposición fueron descritas en el capítulo anterior. Se establecieron ocho fechas de muestreo en cada año correspondiendo éstas con desarrollo fenológico completo de los cultivos. Las trampas se activaron luego de la siembra y se desactivaron en el momento previo a la cosecha. El contenido de las mismas se colocó en alcohol 70% y fue analizado posteriormente en el laboratorio. El muestreo a nivel suelo se realizó durante cuatro años consecutivos (2010, 2011, 2012 y 2013). El muestreo del estrato herbáceo se realizó con dos técnicas de captura. Durante el primer año (2010) se utilizó una aspiradora de jardín modificada (G-vac, Belarra SA627) siguiendo el procedimiento mencionado en el Capítulo 2. Se utilizó otra técnica de captura a nivel herbáceo debido a problemas técnicos con la G-vac. Debido a estos inconvenientes, durante los años 2012 y 2013 se realizó el muestreo herbáceo con la técnica de red entomológica de arrastre (red: 39cm de diámetro) en reemplazo de la G-vac. Cada unidad muestral consistió en 10 pasadas o golpes con la red. La recolección de las arañas con ambos métodos se llevó a cabo entre las 9:00h y las 15:00h. El diseño seguido con red fue el mismo que el de los muestreos realizados con G-vac, y es detallado en el Capítulo 2. Los ejemplares se identificaron a nivel de familia utilizando una lupa estereoscópica Olympus SZ40 en el laboratorio de Zoología de Invertebrados II, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur. Los ejemplares adultos se identificaron luego a nivel de especies y en el caso de los ejemplares

Capítulo 3

que no se pudieron determinar hasta especie se les asignó una morfoespecie. Se utilizaron los ejemplares adultos debido a la imposibilidad de determinar con certeza a nivel de especie a los individuos inmaduros. Según Sackett *et al.* (2008) la exclusión de los juveniles no afecta negativamente la precisión de los estimadores de riqueza, aunque disminuye el tamaño de la muestra. Los ejemplares se incorporaron a la colección aracnológica del Laboratorio de Zoología de Invertebrados II, Universidad Nacional del Sur.

3.4.2 Análisis de datos- Las comunidades de arañas se caracterizaron teniendo en cuenta dos parámetros fundamentales: la medición de la biodiversidad y la estructura de gremios, que permite establecer las similitudes entre áreas de estudio (gradiente cultivo-borde) y a lo largo de las distintas etapas de desarrollo del cultivo (siembra, encañazón, maduración, etc.) para cada cultivo particular y su posterior comparación entre avena y trigo. Para esto se contrastó la riqueza específica entre cultivos mediante curvas de rarefacción basadas en el número de muestras, técnica que permite estimar la riqueza de especies esperada a un mismo nivel de abundancia; las curvas se construyeron usando el programa EstimateS v9.1.0 (Colwell 2013). Para analizar el gradiente cultivo-borde y las distintas etapas fenológicas de los cultivos se realizaron análisis de agrupamiento con el índice de disimilitud de Bray-Curtis (enlace simple) utilizando el programa PAST v1.89 (Hammer *et al.* 2001). El índice de disimilitud de Bray-Curtis es un estadístico utilizado para conocer las diferencias composicionales entre dos sitios. Este índice fue utilizado por ser uno de los más usados en este tipo de estudios y por ser uno de los más confiables (Bloom 1981). A su vez para comparar la abundancia de arañas entre las distintas etapas fenológicas de los

Capítulo 3

cultivos en los estratos suelo y herbáceo se utilizó el test de Kruskal-Wallis (ANOVA no paramétrico) utilizando el programa Infostat (Di Rienzo *et al.* 2008). Se hicieron comparaciones de a pares con la prueba de diferencia mínima significativa de Fisher. La diversidad de especies y familias de arañas se analizó mediante curvas de rango-abundancia las cuales permiten comparar gráficamente la riqueza de especies/familias (número de puntos), sus abundancias relativas, la forma de las curvas (equitatividad) y la secuencia de cada una de las especies que componen la comunidad sin perder su identidad (Feinsinger 2004).

Estructura de gremios:

Las comunidades de arañas presentes en ambos cultivos se agruparon en gremios según la clasificación de Uetz *et al.* (1999). En el caso de la familia Zodariidae, se siguió la clasificación de Cardoso *et al.* (2011), debido a que esta familia no es tomada en cuenta en la clasificación de Uetz y colaboradores (1999).

Riqueza de especies (S): Es el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad (Moreno 2001).

Índice de diversidad de Margalef (D_{mg}): $D_{mg} = (S-1)/(\ln N)$

Donde: S =número de órdenes

N =número total de individuos

Este índice transforma el número de familias por muestra a una proporción a la cual las familias son añadidas por expansión de la muestra. Valores inferiores a 2 son considerados

Capítulo 3

de baja diversidad y por el contrario valores superiores a 5 son considerados de alta diversidad (Moreno 2001).

Estimadores no paramétricos de la riqueza específica:

Jackknife de primer orden: Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra. Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, reduciendo la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad (Moreno 2001).

$$Jack\ 1 = S + L(m-1/m)$$

Donde S es el número de especies total, L el número de especies “únicas”, y m el número de muestras.

Chao 1: Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Moreno 2001).

$$Chao\ 1 = S + a/2b$$

Donde S es el número de especies en una muestra, a es el número de especies que están representadas por un único individuo en esa muestra (*singletons*), y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (*doubletons*).

Capítulo 3

3.5 Resultados

3.5.1 Abundancia, estructura de gremios y riqueza específica total de arañas- En total se recolectaron 5.083 arañas pertenecientes a 18 familias (Tabla 3.1). Se registraron 9 gremios funcionales, siendo errantes de suelo y cazadoras por emboscada los dominantes de ambos cultivos (Figura 3.1). En el cultivo de trigo, las arañas se estructuraron en ocho gremios mientras que en el cultivo de avena se registró un gremio más, denominado especialistas representado por la familia Zodariidae. La distribución de los gremios fue similar en ambos cultivos (Figura 3.1). Las familias más abundantes fueron Thomisidae, Anyphaenidae, Lycosidae, Linyphiidae y Araneidae alcanzando el 73,9% del total de las arañas capturadas. En total se recolectaron 1.711 individuos adultos, entre los que se registraron 60 especies/morfoespecies (ver Anexo Tabla 1 y Tabla 2). Los juveniles completaron un 66% del total de las arañas capturadas (Figura 3.2).

Capítulo 3

Tabla 3.1. Abundancia relativa (%) de las familias de arañas en estrato suelo y herbáceo en cultivos de trigo y avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Familias	Trigo		Avena		Total
	Suelo	Herbáceo	Suelo	Herbáceo	
Thomisidae	10,5	32,3	7,4	25,7	17,2
Anyphaenidae	12,0	23,9	9,1	21,1	15,4
Lycosidae	22,7	2,1	25,0	1,7	14,8
Linyphiidae	22,4	3,4	20,1	3,6	13,9
Araneidae	0,7	25,4	2,7	30,3	12,6
Theridiidae	5,3	2,2	8,0	7,1	5,9
Gnaphosidae	10,1	0,0	9,4	0,4	5,8
Corinnidae	8,5	0,7	7,4	0,5	4,9
Salticidae	1,6	5,3	1,8	5,4	3,2
Titanoecidae	2,6	0,0	6,3	0,0	2,6
Philodromidae	0,6	4,4	0,9	4,1	2,2
Hahniidae	1,4	0,0	0,9	0,0	0,6
Amaurobiidae	0,9	0,0	0,7	0,0	0,5
Dictynidae	0,6	0,0	0,2	0,0	0,2
Sparassidae	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1
Tetragnathidae	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
Amphinectidae	0,0	0,0	0,13	0,0	0,04
Zodariidae	0,0	0,0	0,13	0,0	0,04
TOTAL	100	100	100	100	100

Capítulo 3

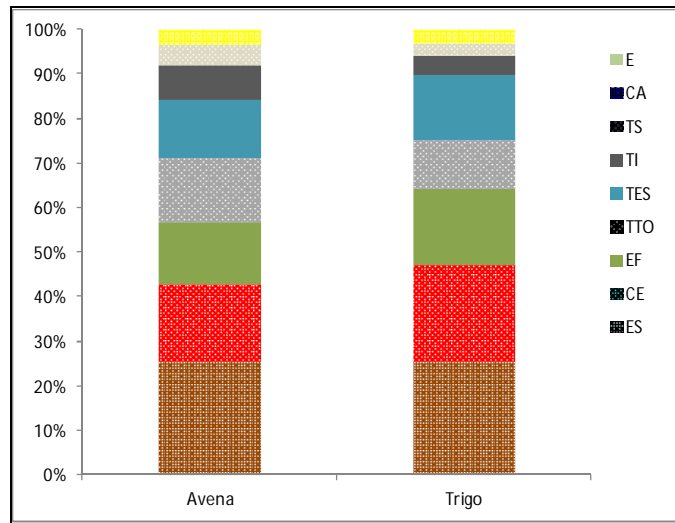


Figura 3.1. Frecuencia relativa de los gremios funcionales de las arañas en trigo y avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. ES: Errantes de suelo; CE: Cazadoras por emboscada; EF: Errantes de follaje; TTO: Tejedoras de tela orbicular; TES: Tejedoras errantes de tela tipo sábana; TI: Tejedoras de telas irregulares; TS: Tejedoras de tela sábana; CA: Cazadoras al acecho; E: Especialistas.

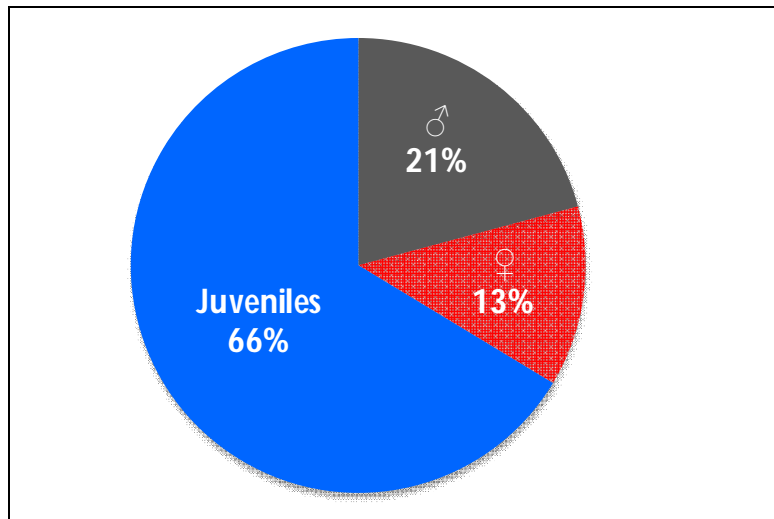


Figura 3.2. Frecuencia relativa de machos, hembras y juveniles capturados en total en cultivos de trigo y avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 3

En total se capturaron 2.624 individuos en avena y 2.459 ejemplares en trigo. En la curva de rarefacción de especies basada en el número de muestras se observó una riqueza específica similar en ambos cultivos (Figura 3.3). Se registraron ocho especies exclusivamente en el cultivo de avena, nueve en el de trigo y 43 especies compartidas (Figura 3.4). Se obtuvo una riqueza específica ligeramente menor a la esperada por los estimadores no paramétricos (Chao 1 y Jackknife de primer orden) en cada cultivo (Tabla 3.2). Según el índice de diversidad de Margalef se registró una alta diversidad en ambos cultivos (Tabla 2). Se halló mayor abundancia de arañas en el primer año de muestreo en ambos cultivos y ambos estratos (Figura 3.5A y B). Asimismo, la abundancia total de arañas entre cultivos fue similar en cada año estudiado (Figura 3.5A y B).

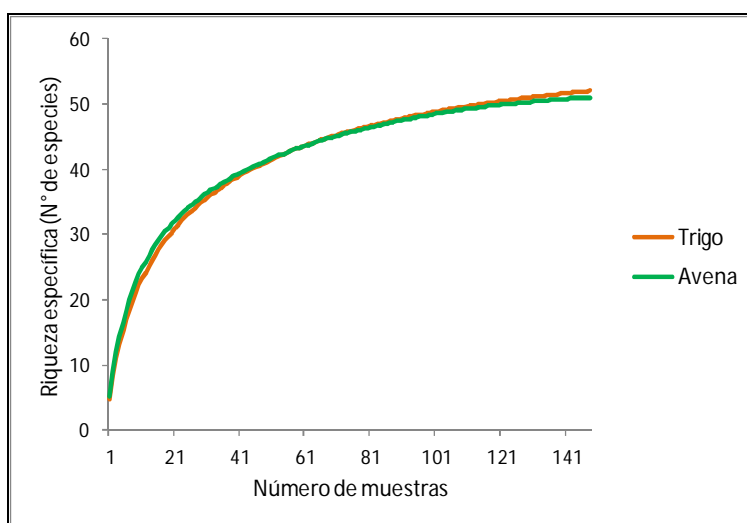


Figura 3.3. Curva de rarefacción de riqueza específica de arañas basada en el número de muestras total en cultivos de trigo y avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 3

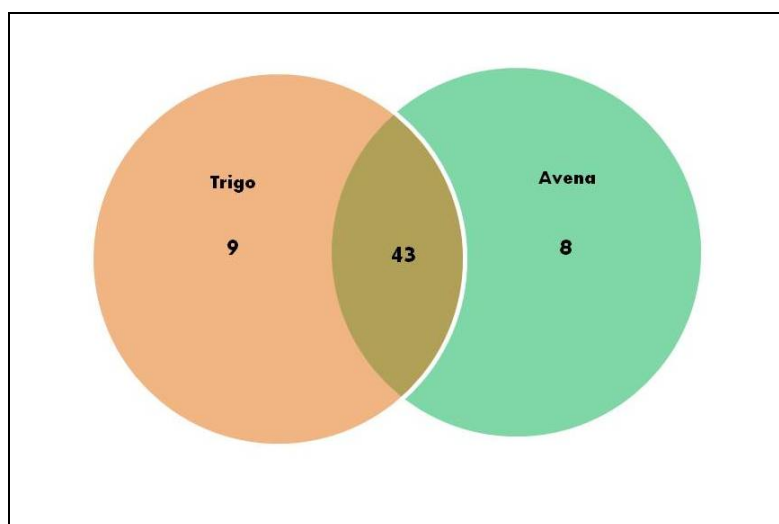


Figura 3.4. Diagrama de Venn representando el número de especies únicas y compartidas en cultivos de trigo y avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Tabla 3.2. Riqueza específica observada, riqueza específica estimada e Índice de diversidad de Margalef para el cultivo de avena y de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Cultivo	Riqueza Específica (S)	Chao 1	Jacknife 1	Índice de Margalef
Avena	51	51,5	56,96	14,62
Trigo	52	54,33	59,95	14,97

Capítulo 3

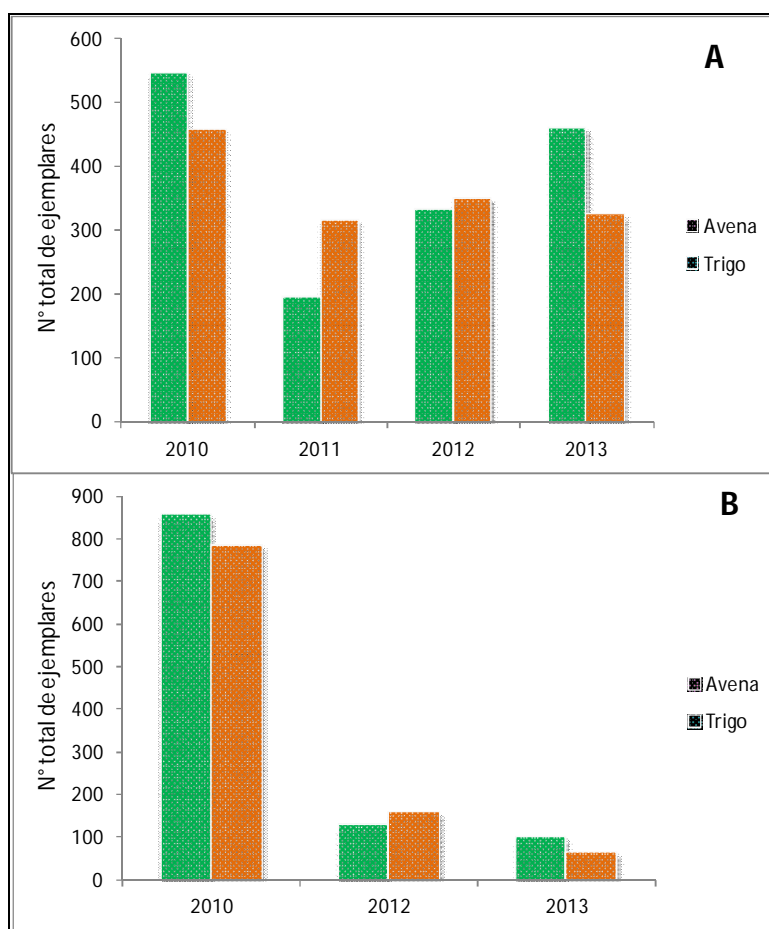


Figura 3.5. Abundancia total de arañas en cultivos de avena y trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, durante los años de estudio. **A**-Estrato suelo; **B**-Estrato herbáceo.

3.5.2 Estrato Suelo

3.5.2.1 Avena- Se capturaron 1.535 ejemplares pertenecientes a 16 familias y 49 especies.

El 93% de las arañas de este cultivo en el estrato suelo estuvieron representadas por ocho familias, siendo Lycosidae, Linyphiidae, Gnaphosidae y Anyphaenidae las más abundantes (Figura 3.6). La familia Lycosidae presentó un pico de marcada abundancia en el último año de muestreo en comparación con los primeros tres años (Figura 3.6). Este patrón también se halló para la familia Titanoecidae. Contrariamente, las familias Gnaphosidae y

Capítulo 3

Anyphaenidae mostraron su pico de abundancia en el primer año de muestreo (Figura 3.6). Cuatro familias de arañas (Amaurobiidae, Dictynidae, Amphinectidae y Zodariidae) presentaron bajos valores de abundancia, de dos a cuatro individuos, en cuatro años de muestreo. Las familias Amphinectidae y Zodariidae sólo se registraron en este estrato en el año 2013 y se hallaron fuera del cultivo (trampa 10). En cuanto a la estructura de gremios en el estrato suelo se registraron la totalidad de los gremios presentes en el cultivo de avena (nueve), siendo errantes de suelo y tejedoras errantes de tela tipo sábana los más abundantes (61,9% del total). A pesar que la técnica de captura no fue la adecuada, se capturaron los gremios tejedoras de tela orbicular y cazadoras al acecho en bajos porcentajes (2,7% y 1,8%, respectivamente). El número de arañas en el gradiente cultivo-borde fue similar a lo largo del mismo, encontrándose menores valores en las trampas que se hallaban fuera del cultivo (borde), en el límite del mismo y la trampa 3 (aproximadamente 70 metros dentro del cultivo) (Figura 3.7). El índice de Bray-Curtis permitió establecer que no existe diferenciación del gradiente entre las trampas que se encontraban dentro del cultivo (Figura 3.8).

Capítulo 3

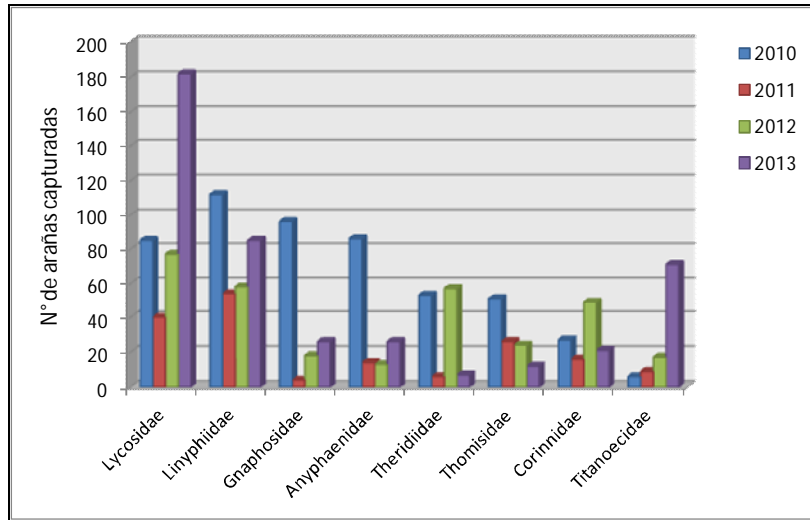


Figura 3.6. Abundancia de las familias de arañas dominantes en el estrato suelo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, en los cuatro años estudiados.

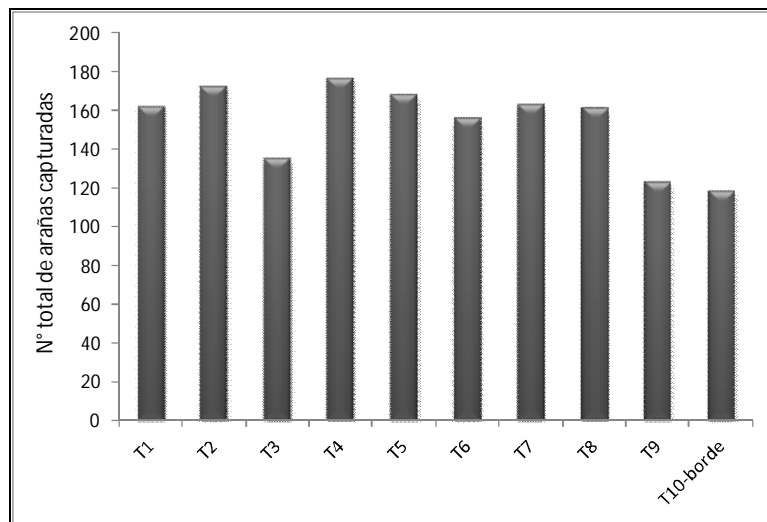


Figura 3.7. Abundancia total de arañas en el gradiente cultivo-borde (T1: 100 metros dentro del cultivo) en avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 3

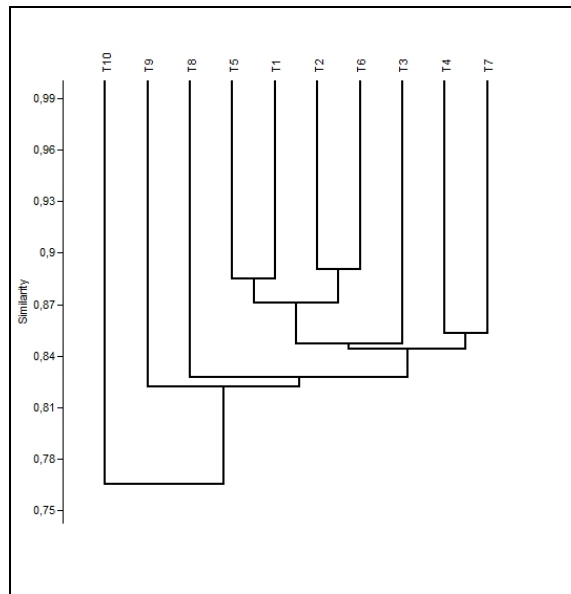
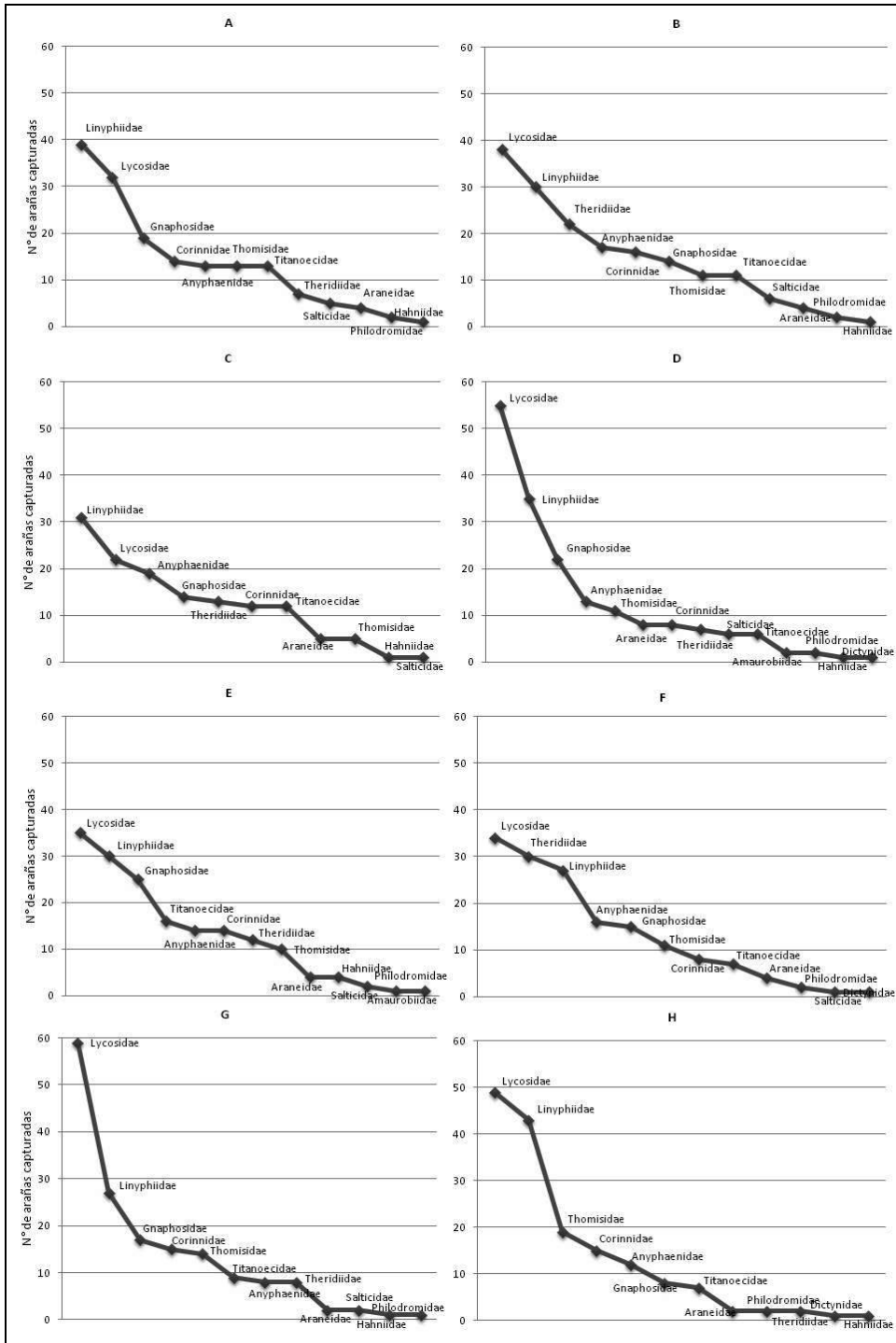


Figura 3.8. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo-borde (T1 centro cultivo-T10 fuera del mismo) en el estrato suelo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,64).

En las curvas rango-abundancia la distribución de las abundancias de las familias de arañas fue similar en cada sitio (trampa) dentro del gradiente (Figura 3.9A-J). Como generalidad en cada trampa se presentó una dominancia de dos a tres familias de arañas, siendo Lycosidae y Linyphiidae las más abundantes en todas las trampas dentro del gradiente (Figura 3.9). En la trampa 6 se detectó una alta abundancia de la familia Theridiidae encontrándose detrás de las Lycosidae (Figura 3.9F). En cuanto al número de familias por trampa se observó un mayor número en la trampa 10 fuera del cultivo (Figura 3.9J).

Capítulo 3



Capítulo 3

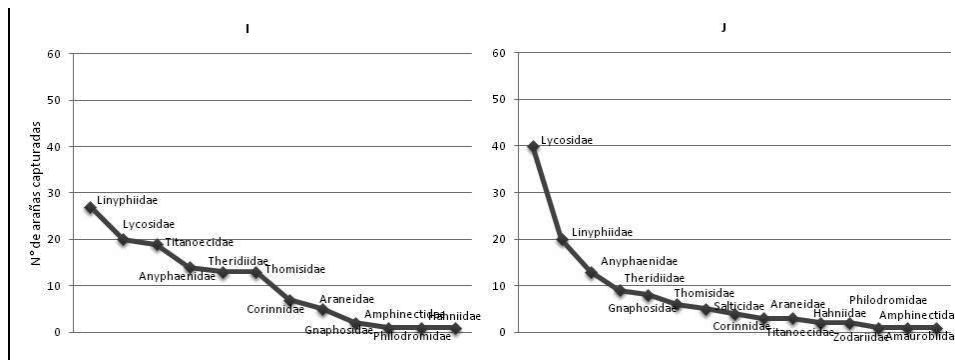


Figura 3.9 A-J. Curva rango-abundancia de las familias de arañas en estrato suelo para cada sitio (trampa) en el gradiente cultivo-borde en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. **A**-Trampa 1; **B**-Trampa 2; **C**-Trampa 3; **D**-Trampa 4; **E**-Trampa 5; **F**-Trampa 6; **G**-Trampa 7; **H**-Trampa 8; **I**-Trampa 9; **J**-Trampa 10.

La abundancia media de arañas fue mayor en las últimas etapas fenológicas del cultivo, encontrándose diferencias significativas entre las distintas etapas ($H=59,2$; $p<0,0001$; Figura 3.10). Esta tendencia se ve reflejada en el análisis de agrupamiento con el índice de Bray-Curtis donde las mismas se reúnen en dos grandes grupos (Figura 3.11). Así en un grupo, se encuentran las primeras cuatro etapas del desarrollo fenológico del cultivo en tanto que el otro se encuentran las cuatro restantes. Se detectó una distribución equitativa de la comunidad de arañas a lo largo de las distintas etapas fenológicas del cultivo de avena. Sin embargo en las últimas etapas (espigado, maduración espiga y pre-cosecha) se observó una marcada dominancia de Lycosidae y Linyphiidae (Figura 3.12A-H). La familia Linyphiidae fue la más abundante en las primeras etapas fenológicas, reemplazada luego por Lycosidae siendo su pico de mayor abundancia en la última etapa (pre-cosecha) (Figura 3.12H).

Capítulo 3

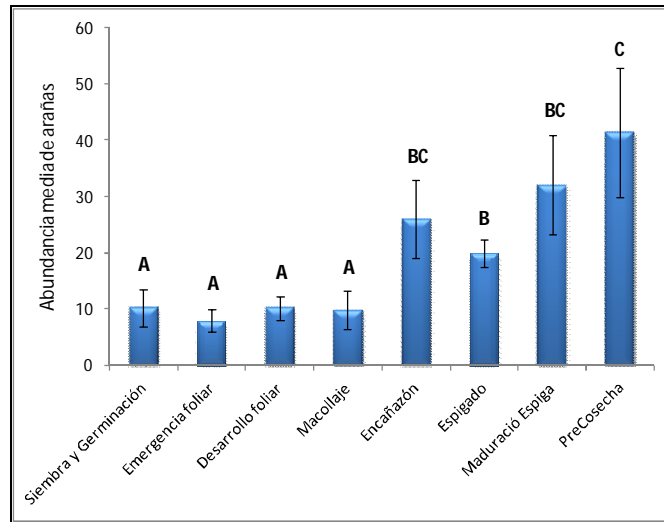


Figura 3.10. Abundancia media \pm DS de arañas en las distintas etapas del desarrollo fenológico del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

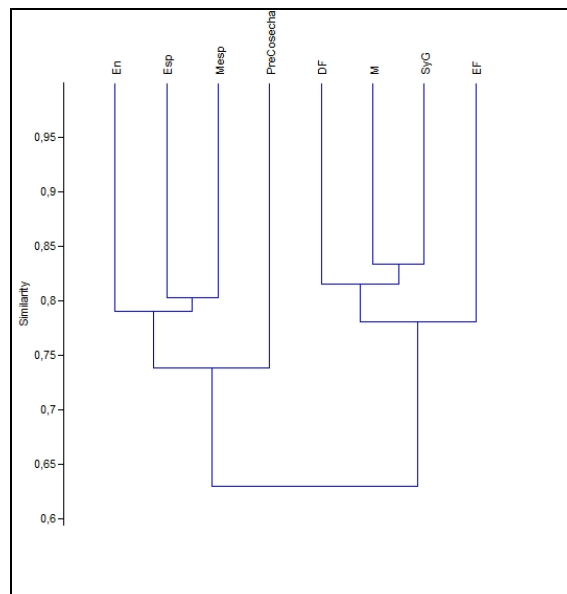


Figura 3.11. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis comparando las distintas etapas fenológicas del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,88).

Capítulo 3

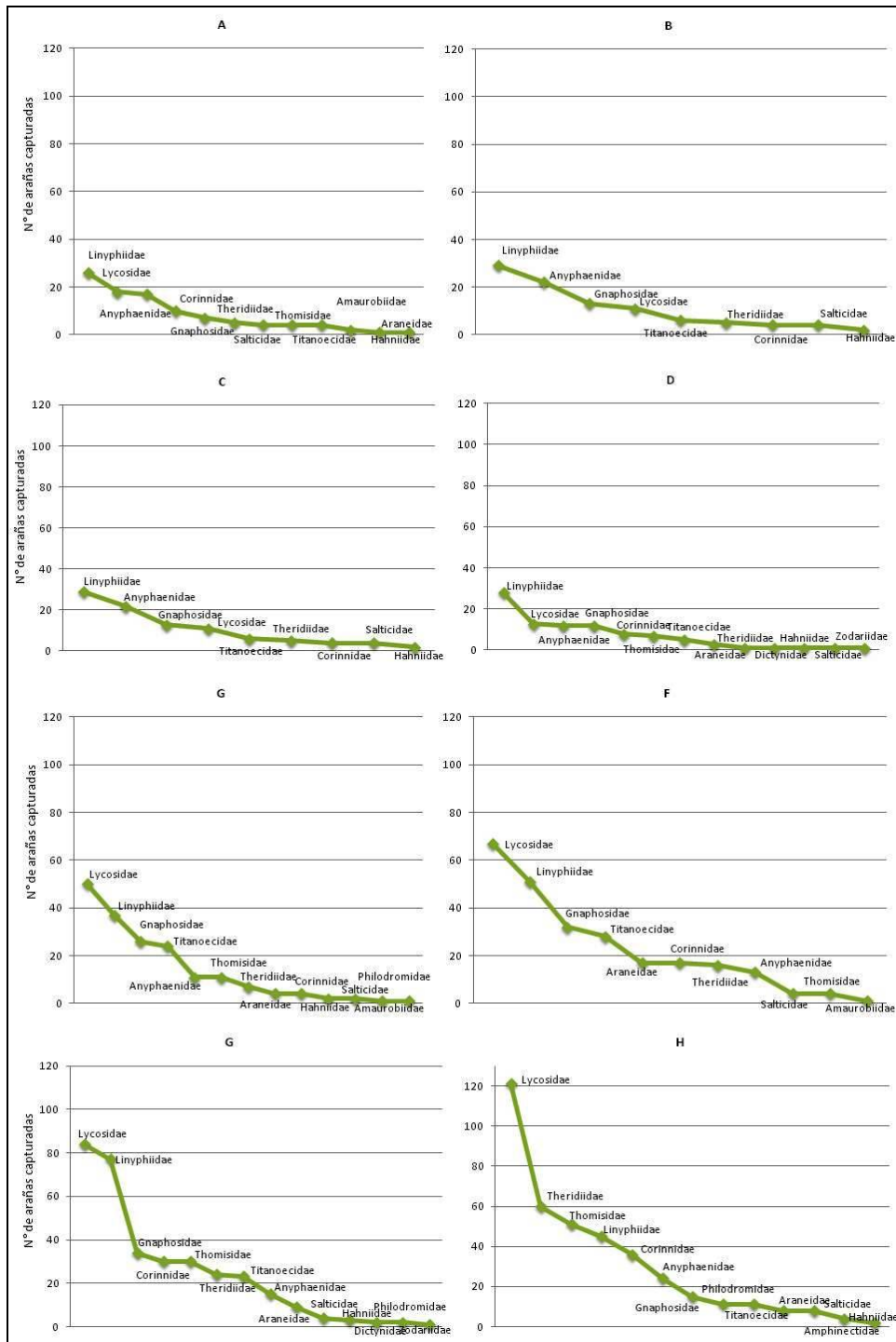


Figura 3.12 A-H. Curva rango-abundancia de las familias de arañas en estrato suelo para cada etapa fenológica del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. A-Siembra y germinación; B-Emergencia foliar; C-Desarrollo foliar; D-Macollaje; E-Encañazón; F-Espigado; G-Maduración espiga; H-Pre-cosecha.

Capítulo 3

Como se mencionó anteriormente en suelo y en el cultivo de avena se registraron 49 morfo/especies, entre las que se destacaron por su alta abundancia *Ostearius melanopygius* (Cambridge 1879) (Linyphiidae), *Lycosa poliostrata* (Koch 1847) (Lycosidae), *Goeldia* sp. (Titanoeidae), *Ozyptila* sp. (Thomisidae) y *Latrodectus mirabilis* (Holmberg 1876) (Theridiidae) (ver Anexo Tabla 1). La especie más abundante en este estrato, *O. melanopygius*, se registró en todas las etapas del desarrollo del cultivo de avena, incluso siendo muy abundante en la etapa de siembra y germinación (Figura 3.13). Las especies *L. poliostrata* y *Goeldia* sp. estuvieron presentes en las etapas de emergencia foliar y desarrollo foliar e incrementaron su abundancia en las últimas etapas fenológicas del cultivo (Figura 3.13). Por el contrario, las especies *Ozyptila* sp. y *L. mirabilis* aparecieron en las últimas etapas del cultivo siendo muy abundantes en las mismas (Figura 3.13).

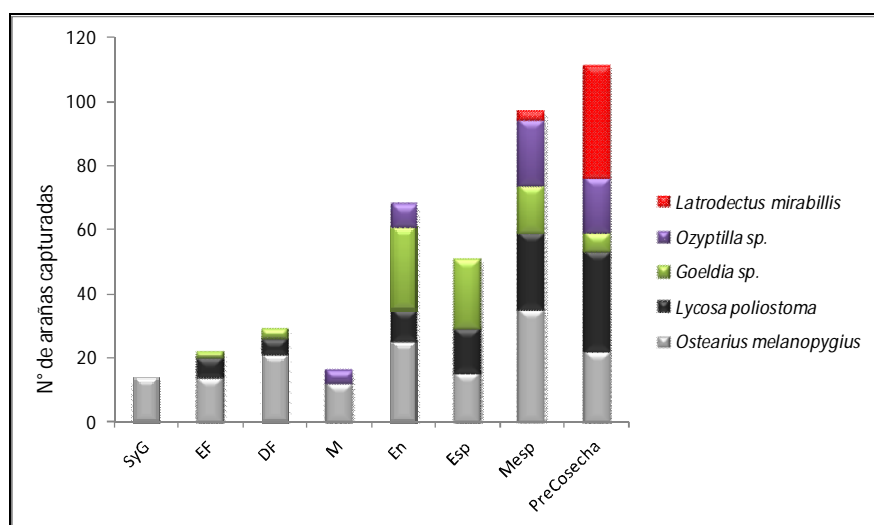


Figura 3.13. Abundancia de las cinco especies de arañas dominantes en el estrato suelo en cada etapa fenológica del cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina..

3.5.2.2 Trigo- Se capturaron 1.448 ejemplares pertenecientes a 15 familias y 49 especies. Ocho familias representaron el 94% de las arañas recolectadas en este cultivo, siendo

Capítulo 3

Lycosidae, Linyphiidae, Anyphaenidae, Thomisidae y Gnaphosidae las más abundantes (Figura 3.14). La familia Linyphiidae tuvo una marcada abundancia en los tres primeros años disminuyendo notablemente en el 2013 (Figura 3.14). De manera similar las familias Gnaphosidae y Thomisidae registraron mayor abundancia en el primer año de muestreo. Contrariamente, Lycosidae, Corinnidae y Titanoecidae fueron más abundantes en el último año de muestreo (Figura 3.14). Al igual que en avena, los gremios dominantes en el estrato suelo fueron errantes de suelo y tejedoras errantes de tela tipo sábana completando el 66,1% del total de las arañas capturadas. En el gradiente de trampas se observó una mayor abundancia de arañas en las trampas 1 y 2, siendo similar la abundancia en el resto del gradiente (Figura 3.15). En el cultivo de trigo no se observó una clara separación de las trampas siguiendo el gradiente cultivo-borde analizando el dendrograma realizado con el índice de Bray-Curtis (Figura 3.16). Este análisis de agrupamiento separa a la trampa 8 del resto, y se ve también una separación de las trampas 1 y 2 de la mayoría de las trampas.

Capítulo 3

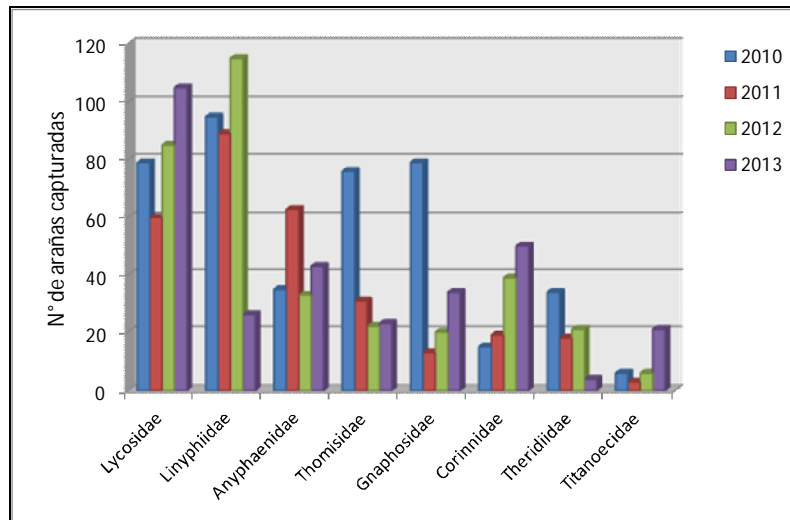


Figura 3.14. Abundancia de las familias de arañas dominantes en el estrato suelo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, en los cuatro años estudiados.

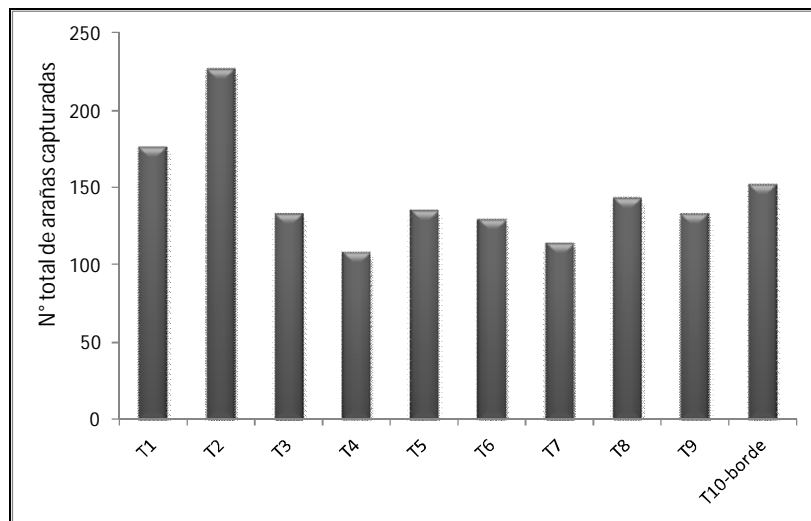


Figura 3.15. Abundancia total de arañas en el gradiente cultivo-borde (T1: 100 metros dentro del cultivo) en trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 3

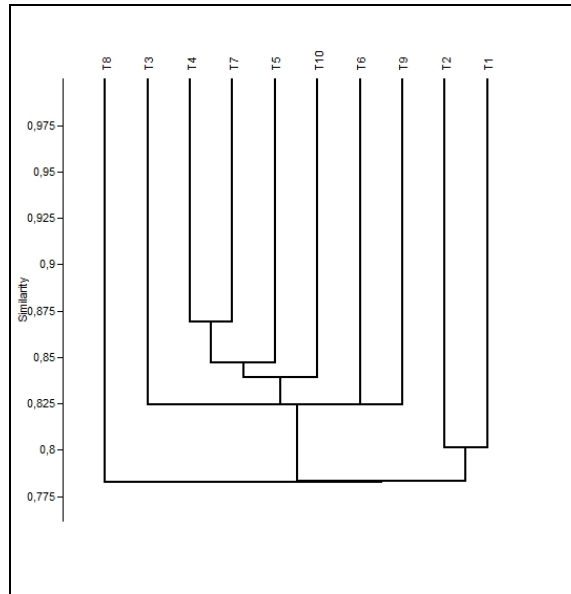
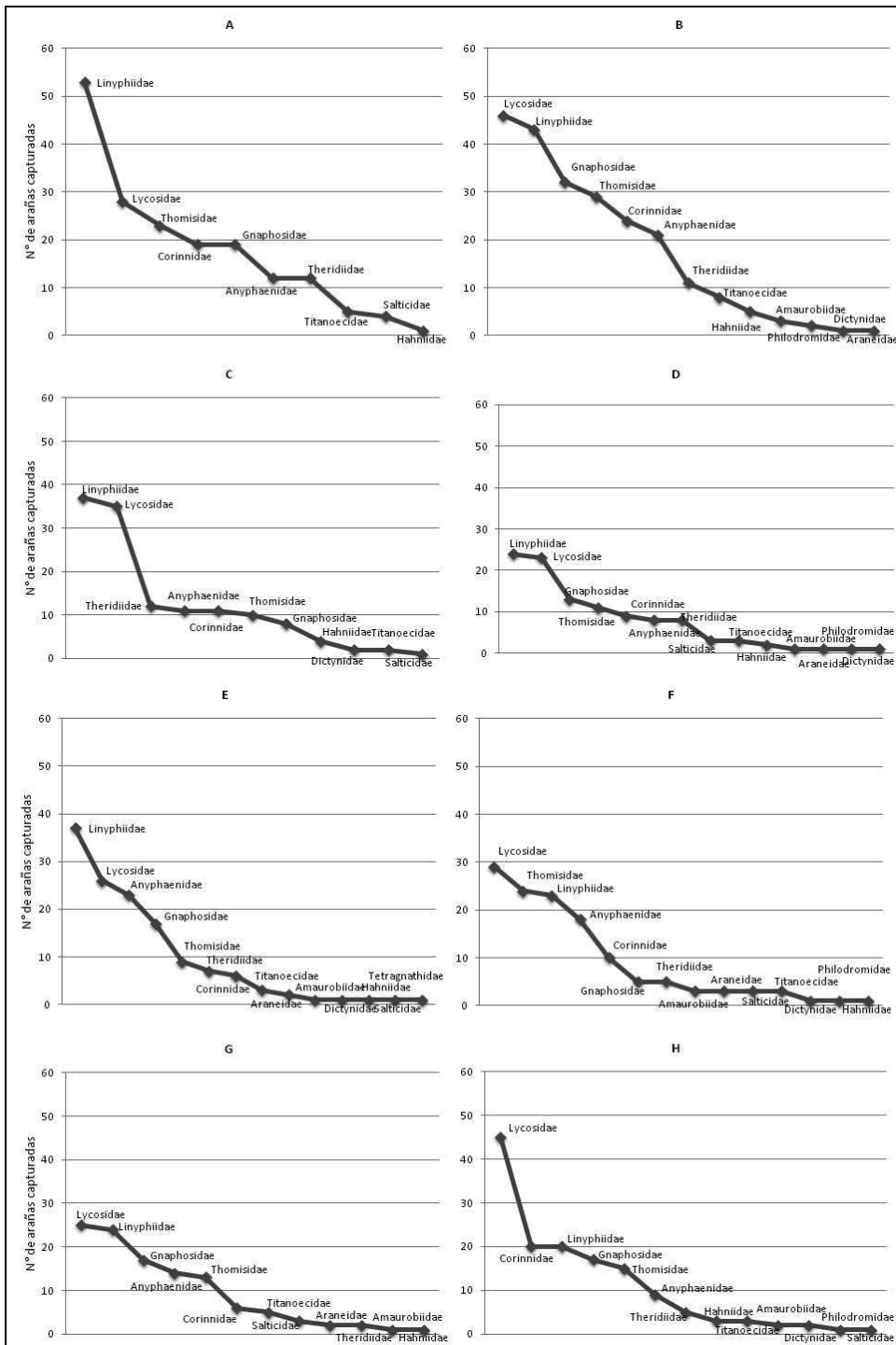


Figura 3.16. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo-borde (T1 centro cultivo-T10 fuera del mismo) en el estrato suelo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,62).

Según las curvas rango-abundancia de las familias de arañas se observó en las trampas 4, 5 y 6 una comunidad equitativa (Figura 3.17 A-J). Las familias dominantes en la mayoría de las trampas fueron Lycosidae y Linyphiidae. En la trampa 1 se registró el menor número de familias capturadas (Figura 3.17A). Fuera del cultivo se encontró una marcada dominancia de las familias Linyphiidae, Lycosidae y Anyphaenidae (Figura 3.17J).

Capítulo 3



Capítulo 3

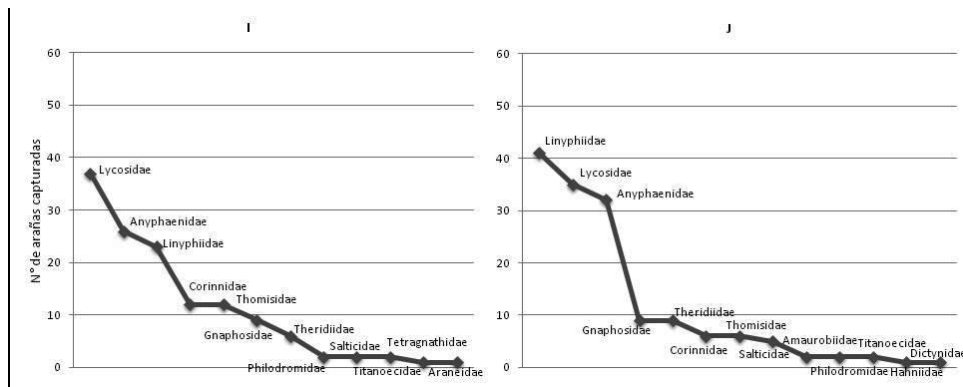


Figura 3.17 A-J. Curva rango-abundancia de las familias de arañas en estrato suelo para cada sitio (trampa) en el gradiente cultivo-borde en el cultivo de trigo. **A**-Trampa 1; **B**-Trampa 2; **C**-Trampa 3; **D**-Trampa 4; **E**-Trampa 5; **F**-Trampa 6; **G**-Trampa 7; **H**-Trampa 8; **I**-Trampa 9; **J**-Trampa 10.

Al analizar la comunidad de arañas con respecto al desarrollo fenológico del cultivo de trigo se encontró que la abundancia media de arañas es significativamente mayor en las dos últimas etapas fenológicas del mismo (maduración espiga y pre-cosecha) ($H=50,5$; $p<0,0001$; Figura 3.18). A diferencia del cultivo de avena no se hallaron diferencias entre etapas distantes en el tiempo como la primera etapa (siembra y germinación) y la antepenúltima etapa (espigado) (Figura 3.18). Sin embargo, en el análisis de agrupamiento (índice de Bray-Curtis) se observó que las etapas se agrupan cronológicamente, siendo más similares entre sí las cuatro primeras etapas del desarrollo del cultivo y a su vez las últimas etapas entre sí (Figura 3.19).

Capítulo 3

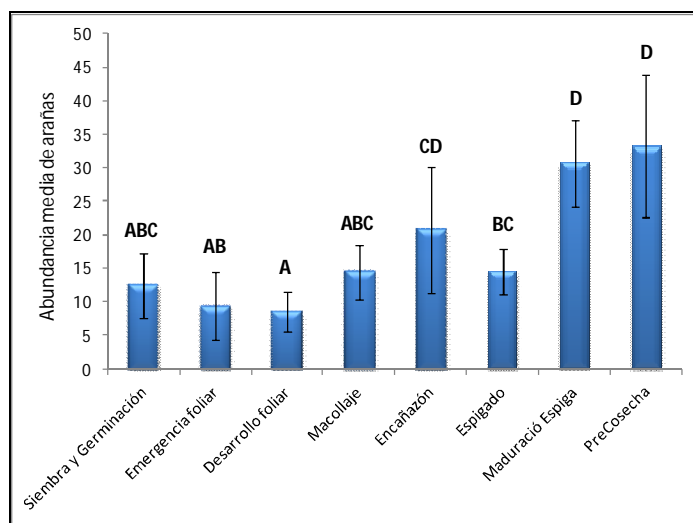


Figura 3.18. Abundancia media \pm DS de arañas en las distintas etapas del desarrollo fenológico del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

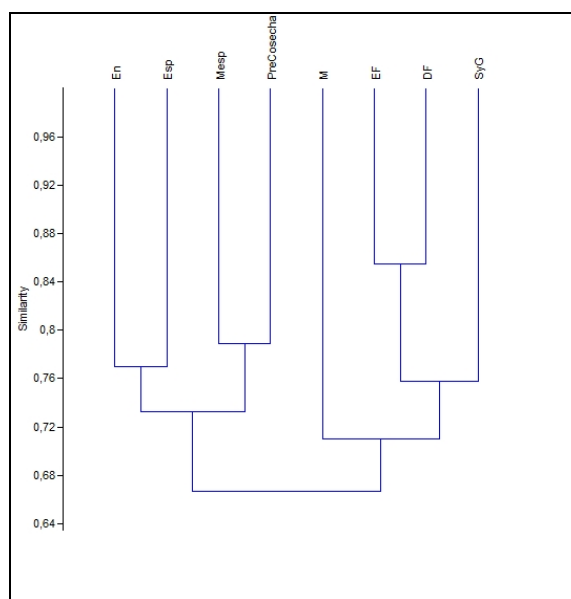


Figura 3.19. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis comparando las distintas etapas fenológicas del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,74).

Capítulo 3

Al observar las curvas rango-abundancia de las familias de arañas en las distintas etapas fenológicas del trigo se detectó el mismo patrón que en avena (Figura 3.20 A-H). Se registró una sucesión en cuanto a la familia dominante, siendo Linyphiidae en las primeras cinco etapas, y luego Lycosidae fue la más abundante en las últimas tres etapas del desarrollo (Figura 3.20 A-H). En las etapas encañazón, maduración espiga y pre-cosecha se observó una menor equitatividad que en el resto de las etapas. A su vez se reveló un notable incremento en la abundancia de la familia Thomisidae en la última etapa fenológica del cultivo (Figura 3.20H).

Capítulo 3

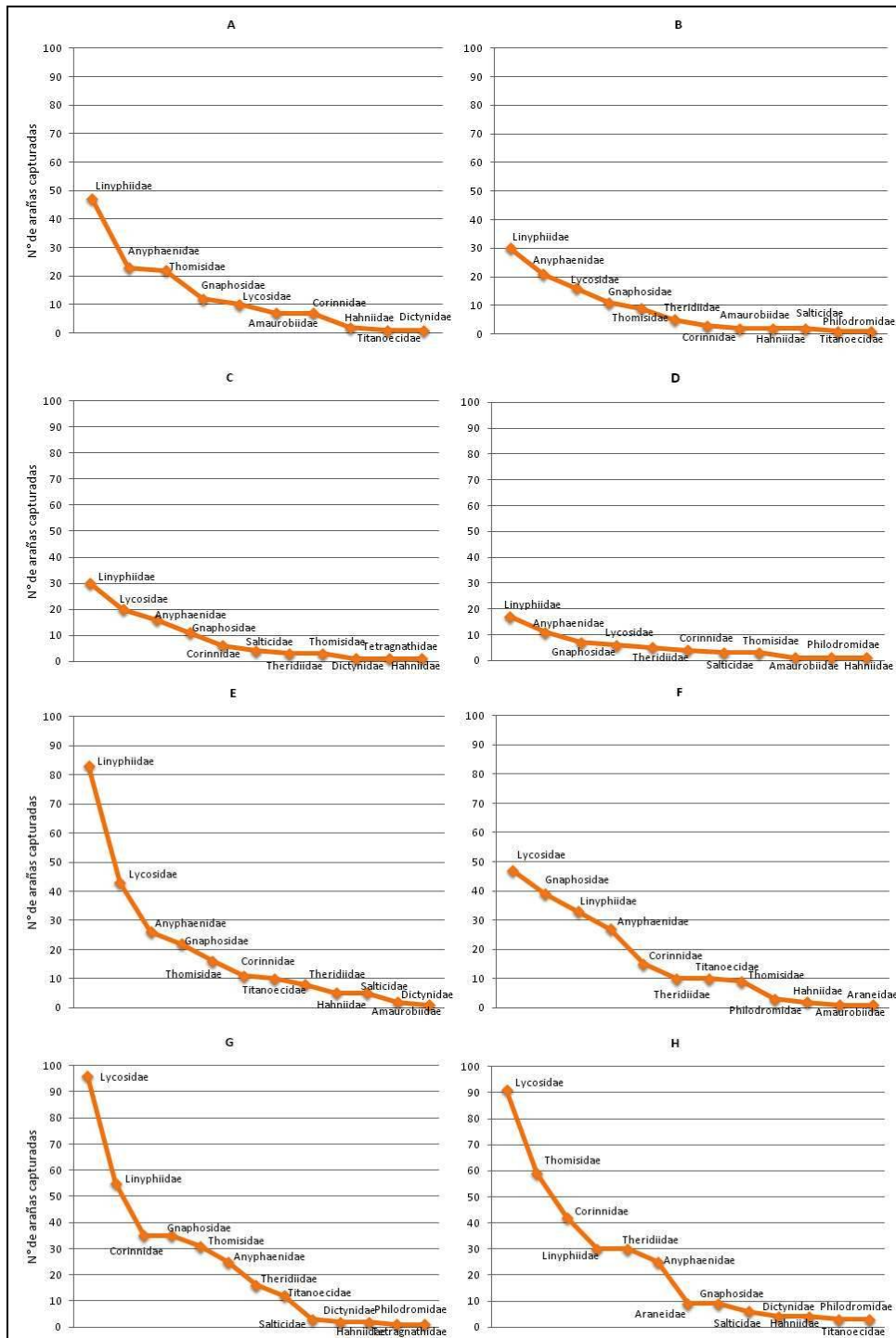


Figura 3.20 A-H. Curva rango-abundancia de las familias de arañas en estrato suelo para cada etapa fenológica del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. **A**-Siembra y germinación; **B**-Emergencia foliar; **C**-Desarrollo foliar; **D**-Macollaje; **E**-Encañazón; **F**-Espigado; **G**-Maduración espiga; **H**-Pre-cosecha.

Capítulo 3

En trigo se registraron 49 morfo/especies siendo *Ostearius melanopygius* (Linyphiidae), *Lycosa poliostrata* (Lycosidae), *Ozyptila* sp. (Thomisidae), *Apopyllus silvestrii* (Simon 1905) (Gnaphosidae) y Thomisidae-Sp1 las especies más abundantes (ver Anexo Tabla 2). La distribución temporal de estas especies se presenta en la Figura 3.21. La especie *O. melanopygius* fue abundante durante todo el cultivo; mientras que *A. silvestrii*, *L. poliostrata* y *Ozyptila* sp. aparecieron en bajo número en las etapas intermedias e incrementaron su abundancia en las etapas finales del cultivo (Figura 3.21).

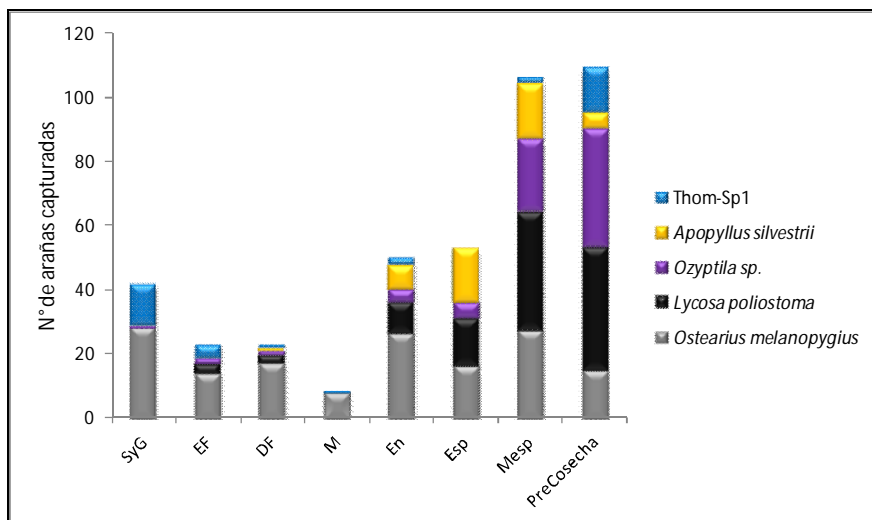


Figura 3.21. Abundancia de las cinco especies dominantes capturadas en estrato suelo para cada etapa fenológica del cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 3

3.5.3 Estrato Herbáceo

3.5.3.1 Avena- Se capturaron 1.089 arañas pertenecientes a 11 familias y a 20 morfo/especies. Las familias más abundantes registradas en este estrato fueron Araneidae (30,3%), Thomisidae (25,7%) y Anyphaenidae (21,1%). Los gremios más abundantes en este estrato fueron las tejedoras tela orbicular y cazadoras por emboscada completando entre los dos el 60,2% del total. Se encontraron diferencias significativas entre las técnicas de captura ($H=103,8$; $p<0,0001$), siendo más efectiva en cuanto al número de ejemplares capturados la técnica G-vac (Figura 3.22). En cuanto al gradiente cultivo-borde no se hallaron diferencias significativas entre los sitios ($H=5,67$; $p=0,128$), sin embargo, se halló una menor abundancia relativa en el sitio Cultivo en comparación al resto de los sitios (Tabla 3.3). A su vez, en este sitio se encontró la menor riqueza específica y se obtuvo el menor valor con el índice de Margalef (Tabla 3.3). El mayor valor de diversidad según el índice de Margalef se obtuvo en el límite del cultivo seguido por el sitio Borde (fuera del mismo) (Tabla 3.3). Según los estimadores no paramétricos de riqueza específica el valor observado total de la riqueza estuvo cercano a los estimados indicando que la comunidad estuvo bien representada según los muestreos realizados (Tabla 3.3). En el análisis de agrupamiento no se observó una clara división según el gradiente ya que se obtuvo al sitio Cultivo como el más disímil en comparación con el resto de los sitios (Figura 3.23). El sitio Borde (muestreos realizados fuera del cultivo) es más similar a los sitios Límite y Entre C y B que el sitio Cultivo (Figura 3.23).

Capítulo 3

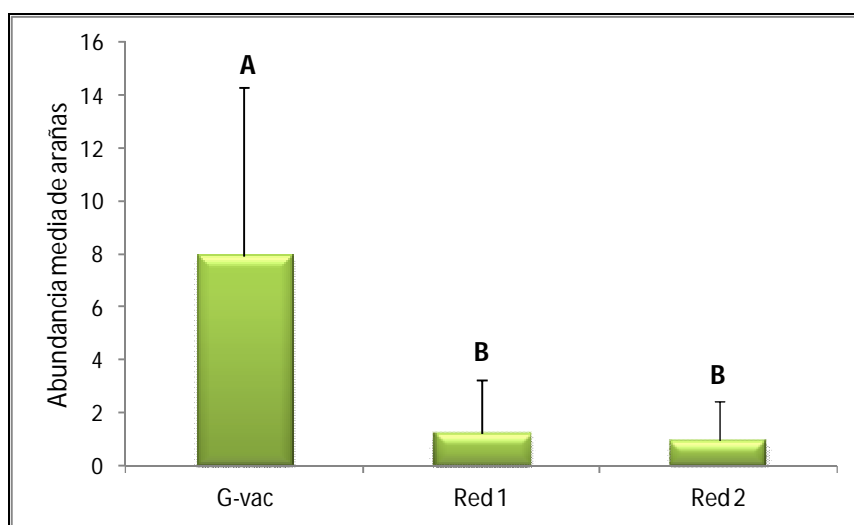


Figura 3.22. Abundancia media de arañas \pm DS de las distintas técnicas de captura en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 3.3. Abundancia relativa, riqueza específica observada (S) y esperada (Chao 1 y Jackknife 1) e Índice de diversidad de Margalef comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Sitio	Abundancia relativa (%)	Riqueza específica (S)	Riqueza estimada Chao 1	Riqueza estimada Jackknife 1	Índice de diversidad de Margalef
Cultivo	16,6	8	9,4	10,9	3,1
Entre CyB	27,5	11	18,3	16,8	4
Límite	27,5	13	17,8	18,8	4,8
Borde	28,4	12	13,9	16,8	4,4
Total	100	20	21,7	25	6,3

Capítulo 3

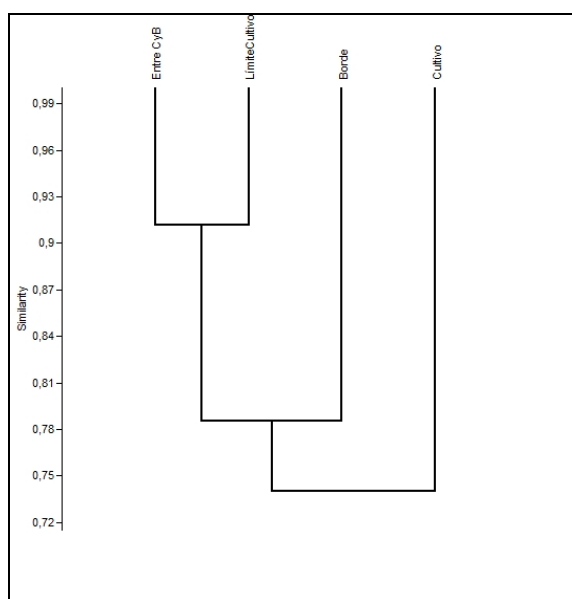


Figura 3.23. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,97).

En las curvas rango-abundancia se observó una distribución similar en los cuatro sitios muestreados, presentándose en todos los sitios una marcada dominancia de las familias Araneidae, Thomisidae y Anyphaenidae (Figura 3.24 A-D). La diferencia más notable se dio fuera del cultivo de avena donde la familia Anyphaenidae fue la más abundante superando a las familias Araneidae y Thomisidae (Figura 3.24D). Las especies más abundantes en este estrato fueron *Lepthyphantes* sp. (Linyphiidae), *Misumenops pallidus* (Keyserling 1880) (Thomisidae), *Paracleocnemis* sp. (Philodromidae) y *Larinia tucuman* Harrod, Levi & Leibensperger 1991 (Araneidae) (ver Anexo Tabla 1). En las curvas rango-abundancia se observó que la menor riqueza se registró dentro del cultivo, mientras que los sitios Límite y Borde presentaron más especies (Figura 3.25 A-D). Sin embargo, estos sitios registraron una comunidad menos equitativa en comparación con los otros sitios de

Capítulo 3

muestreo (Figura 3.25CyD). También se desprende de estas curvas la gran dominancia de *Lepthyphantes* sp. fuera del cultivo (Figura 3.25 A-D).

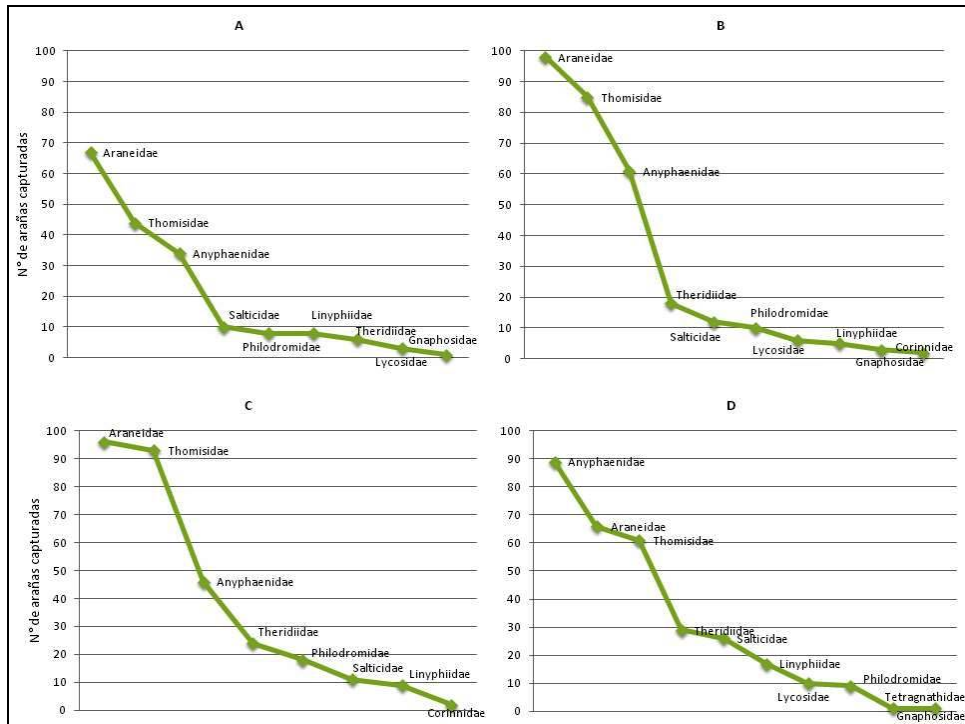


Figura 3.24 A-D. Curva-rango abundancia familias comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. **A**-Cultivo; **B**-Entre CyB; **C**-Límite cultivo; **D**-Borde.

Capítulo 3

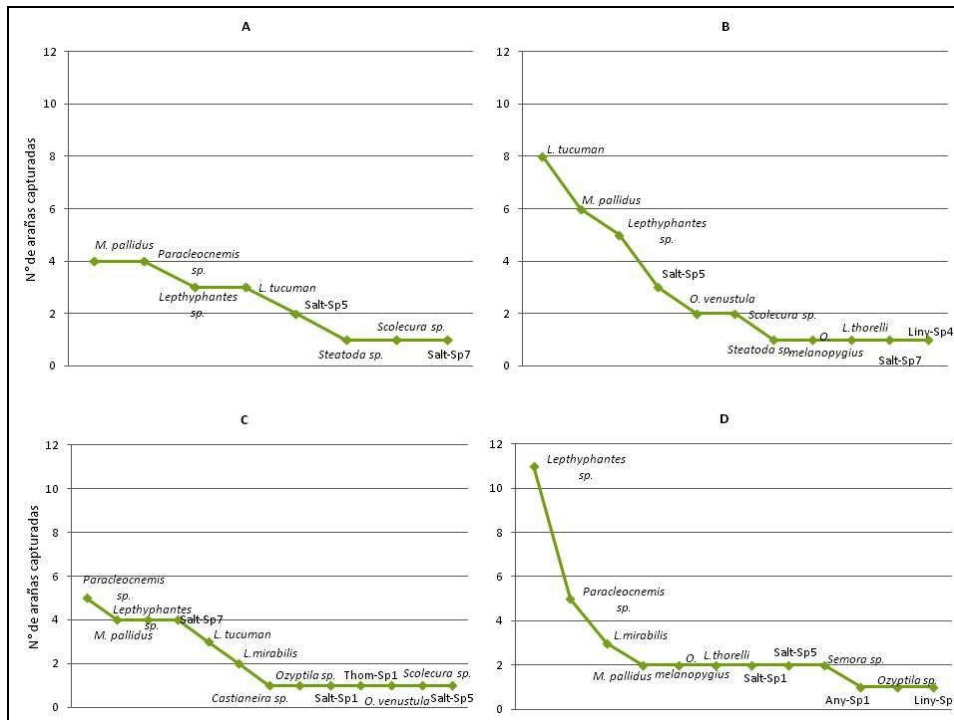


Figura 3.25 A-D. Curva-rango abundancia especies comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. **A-Cultivo; B-Entre CyB; C-Límite cultivo; D-Borde.**

3.5.3.2 Trigo- Se recolectaron 1.011 arañas pertenecientes a 10 familias y 20 a morfo/especies. Al igual que en el cultivo de avena las familias más abundantes fueron Thomisidae (32%), Araneidae (25%) y Anyphaenidae (24%), pero a diferencia de éste las arañas cangrejo (Thomisidae) fueron más abundante que las Araneidae. Se registraron siete gremios siendo cazadoras por emboscada (36,7%), tejedoras tela orbicular (25,4%) y errantes de follaje (24,2%) los más abundantes. Se hallaron diferencias significativas entre las técnicas de captura, incluso dentro de la misma técnica, al hallarse diferencias entre red entomológica del año 2012 (Red 1) con respecto a red entomológica del 2013 (Red 2) ($H=102,9$; $p<0,0001$) (Figura 3.26). Al comparar los sitios de muestreo dentro del gradiente cultivo-borde no se encontraron diferencias significativas en la abundancia entre sitios

Capítulo 3

($H=3,85$; $p=0,278$). Fuera del cultivo se registró la mayor diversidad según el índice de Margalef y la mayor riqueza específica (Tabla 3.4).

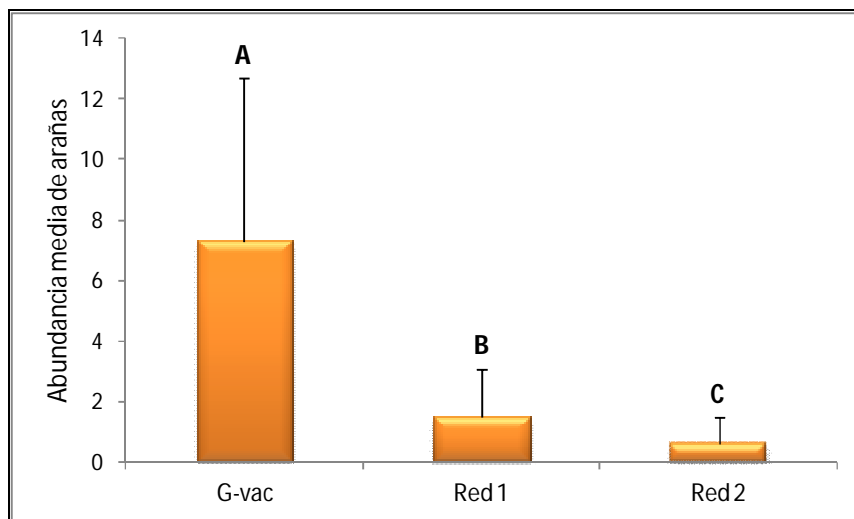


Figura 3.26. Abundancia media de arañas \pm DS de las distintas técnicas de captura en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 3.4. Abundancia relativa, riqueza específica observada (S) y esperada (Chao 1 y Jacknife 1) e Índice de diversidad de Margalef comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Sitio	Abundancia relativa (%)	Riqueza específica (S)	Riqueza estimada Chao 1	Riqueza estimada Jacknife 1	Índice de diversidad de Margalef
Cultivo	24,0	8	17,5	12,8	2,9
Entre CyB	23,8	8	8,7	10,9	2,9
Límite	29,8	9	11,9	12,9	3,2
Borde	22,4	11	12,9	15,8	4,2
Total	100	20	31,1	29,9	6,3

Capítulo 3

A su vez, en este sitio la riqueza observada estuvo cercana a los valores estimados por los estimadores no paramétricos indicando un esfuerzo de muestreo eficiente. Sin embargo, al analizar los valores totales se observó que todavía quedarían especies por recolectar ya que el valor observado de la riqueza específica es considerablemente menor al de los estimados (Tabla 3.4). El análisis de agrupamiento aglomeró los tres sitios dentro del cultivo y separó el sitio Borde (fuera del mismo) (Figura 3.27).

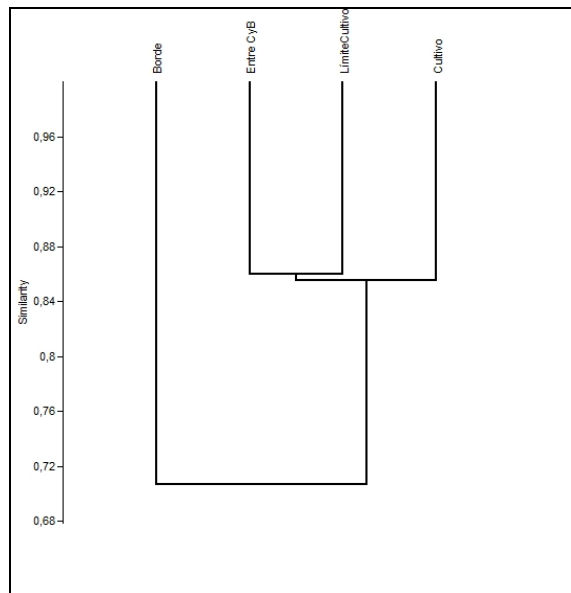


Figura 3.27. Análisis de agrupamiento resultante con el índice de disimilitud de Bray-Curtis en el gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Coeficiente de correlación cofenética: 0,97).

Capítulo 3

En las curvas rango-abundancia se observó una clara dominancia de las tres familias más abundantes en este estrato, siendo Thomisidae la más abundante dentro del cultivo (Figura 3.28 A-C) y Anyphaenidae fuera del mismo (Figura 3.28 D). Las especies más abundantes en este estrato en trigo fueron *Lepthyphantes* sp. (Linyphiidae) (30%), *Misumenops pallidus* (Thomisidae) (24%) y *Paracleocnemis* sp. (Philodromidae) (11%). En cuanto a la especie *Larinia tucuman* (Araneidae), una de las más abundantes en avena, sólo se registró un ejemplar en trigo (ver Anexo Tabla 2). En las curvas rango-abundancia se detectó que en los cuatro sitios muestreados existió una marcada dominancia de dos especies (*Lepthyphantes* sp. y *M. pallidus*) (Figura 3.29 A-D).

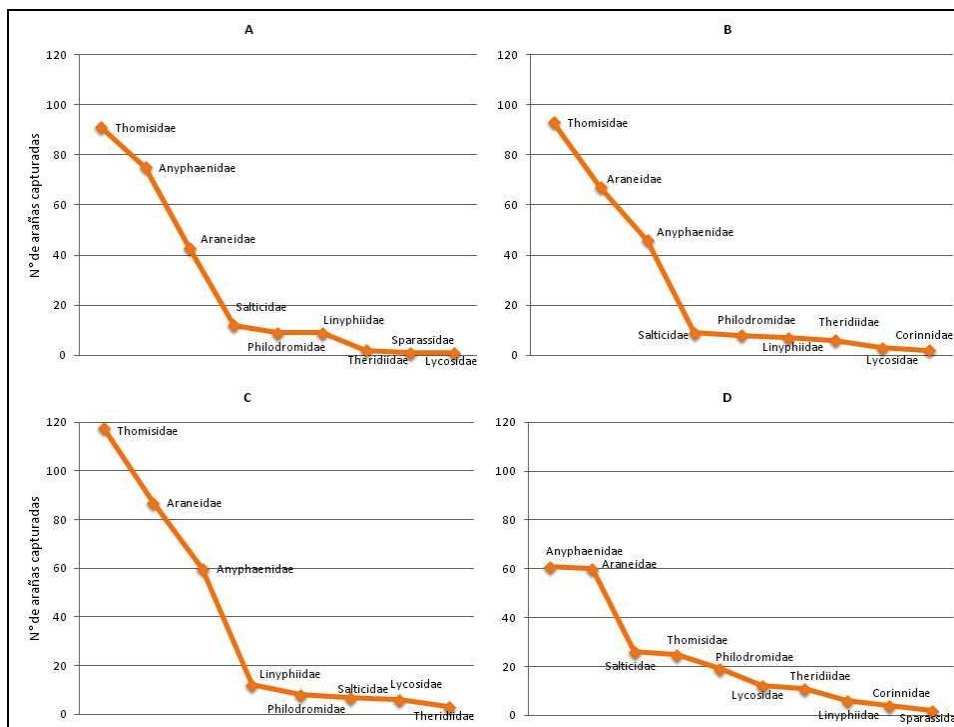


Figura 3.28 A-D. Curva-rango abundancia familias comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. **A-Cultivo; B-Entre CyB; C-Límite cultivo; D-Borde.**

Capítulo 3

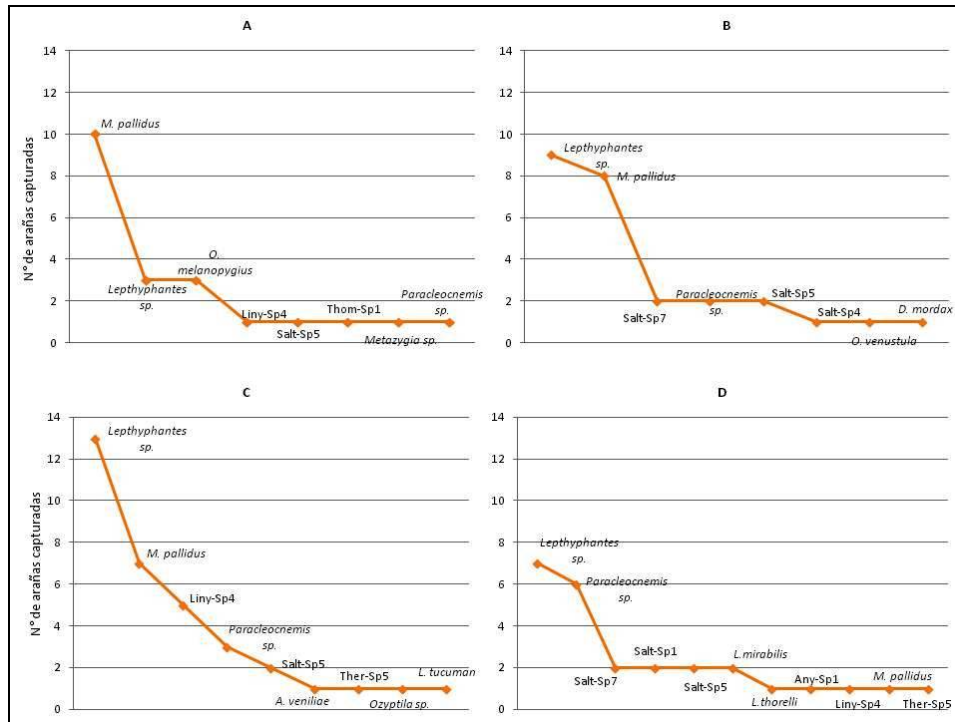


Figura 3.29 A-D. Curva-rango abundancia especies comparando sitios en gradiente cultivo-borde en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. **A**-Cultivo; **B**-Entre CyB; **C**-Límite cultivo; **D**-Borde.

Capítulo 3

3.6 Discusión

3.6.1 Abundancia, estructura de gremios y riqueza específica total de arañas- El número de familias registradas en los cultivos estudiados resultó ser el esperado en este tipo de ambientes (Nyffeler & Benz 1987). En distintos agroecosistemas de Argentina y utilizando las mismas técnicas de captura se registraron valores similares en cuanto al número de familias capturadas. Así en cultivos del norte de la provincia de Buenos Aires se hallaron 15 familias en alfalfa, 16 en soja y 13 en trigo (Armendano & González 2009, Benamú 2010, Armendano & González 2011b). En la provincia de Santa Fe los valores son similares en algodón (16 familias) y menores en cultivos de soja (ocho) (Almada *et al.* 2012; Beltramo *et al.* 2006). Es sabido que ambientes naturales que sufren menos alteraciones que los agroecosistemas presentan una mayor riqueza de familias, como lo demuestran estudios realizados en el sudeste de La Pampa donde se registraron 20 familias (Pompozzi *et al.* 2011b) y en un sitio de pastizal pampeano, dentro del Parque Provincial Ernesto Tornquist, donde se registraron 28 familias de arañas (Pompozzi *et al.* 2011a). Ambos estudios utilizaron trampas de caída como única técnica de captura. Los agroecosistemas presentan ambientes simples y normalmente su diversidad se ve reducida en comparación con ambientes naturales (Nyffeler *et al.* 1994b).

El número y la dominancia de los gremios funcionales resultó también similar a lo registrado en otros cultivos de la provincia de Buenos Aires (Benamú 2010, Armendano & González 2011b). Las arañas cazadoras (errantes de suelo, cazadoras por emboscada y errantes de follaje) suelen ser las más abundantes en varios agroecosistemas (Nyffeler & Sunderland 2003). Al comparar los cultivos de trigo y avena, no se encontraron grandes diferencias entre los mismos, presentando similar riqueza y composición específica. Como

Capítulo 3

se mencionó en el capítulo anterior esto puede deberse en parte a la cercanía de los campos estudiados y a que las áreas adyacentes a los cultivos eran similares en cuanto a su vegetación. La proporción de juveniles capturados fue similar a la hallada en varios estudios en distintos agroecosistemas (Benamú 2010, Almada 2014). Esta elevada proporción de juveniles concuerda con lo que afirman Samu & Szinetár (2002), quienes mencionan que los hábitats cultivados son generalmente colonizados por juveniles de distintas familias de arañas.

Las familias más abundantes registradas en este estudio son coincidentes con las dominantes en cultivos de otras regiones (Young & Edwards 1990, Liljeström *et al.* 2002, Armendano & González 2009, Almada *et al.* 2012). Por lo general, las familias Lycosidae, Linyphiidae, Thomisidae, Araneidae, Salticidae y Theridiidae son las dominantes en agroecosistemas (Young & Edwards 1990). En este estudio estas seis familias junto a la familia Anyphaenidae registraron el 83% del total. Sin embargo, se observa una clara diferencia en la abundancia de los linífidos en el cultivo de trigo estudiado y lo hallado por Armendano & González (2011b) en un cultivo de trigo del norte de la provincia de Buenos Aires. Estos autores encontraron que las arañas de la familia Linyphiidae presentaban valores bajos de abundancia; mientras que esta familia en los campos aquí estudiados (aproximadamente 700km al sur) se encontró entre las dominantes. Una diferencia importante entre estos cultivos (más allá de la latitudinal) es que las zonas muestreadas en este estudio poseen un clima más seco y frío. Además, se encontró otra diferencia importante con respecto al cultivo de trigo del norte de Buenos Aires. En este último cultivo se halló una gran abundancia de la familia Oxyopidae (Armendano & González 2011b); mientras que esta familia estuvo ausente en Chasicó. Esto concuerda con lo hallado

Capítulo 3

por Dean & Sterling (1987) quienes mencionan que en zonas más secas los oxiópidos son reemplazados por los tomísidos.

En ambos cultivos los valores de riqueza específica observada estuvieron cercanos a los esperados según los estimadores no paramétricos, indicando que la comunidad de arañas está relativamente bien representada (Scharff *et al.* 2003). En el año 2010 se halló la mayor abundancia de arañas en los cultivos de avena y trigo y en ambos estratos. Dado de que se trataba de la misma zona y que ambas poseían similares características de los ambientes, estos cambios notorios en la abundancia de arañas podría deberse al efecto de factores ambientales sobre todo en el estrato suelo. En cambio en el estrato herbáceo si bien fue el primer año (2010) el que tuvo una marcada abundancia en relación con los restantes años de muestreo, además de factores ambientales que podrían haber influenciado, en este estrato se ve reflejado el uso de distintas técnicas de captura. Existen estudios en los que se ha probado una mayor efectividad de captura utilizando G-vac en comparación con red de arrastre (Samu & Sárospataki 1995). En 2010 se utilizó G-vac y en 2012 y 2013 se utilizó red de arrastre. La diferencia en la efectividad de las técnicas de captura se discutirá más adelante en este capítulo.

3.6.2 Estrato Suelo- En este estrato el número de arañas capturadas como así también el número de familias y especies registradas fue similar en ambos cultivos. Las familias Lycosidae y Linyphiidae fueron las familias dominantes tanto en avena como en trigo, coincidiendo con otros estudios en donde estas familias son predominantes al utilizar pit-falls como técnica de captura (Costa *et al.* 1991, Liljeström *et al.* 2002, Beltramo *et al.*

Capítulo 3

2006, Armendano & González 2009, Armendano & González 2011b, Pompozzi *et al.* 2011b).

En el gradiente cultivo-borde en el estrato suelo la abundancia de las arañas siguió un patrón similar al hallado para los artrópodos en general (ver Capítulo 2). Se halló una abundancia similar a lo largo de todo el gradiente con una pequeña tendencia a disminuir a medida que nos acercamos al borde del cultivo. Sin embargo, en ambos cultivos, se halló una mayor riqueza de familias fuera de los mismos. De esta manera las trampas 1 y 2 presentaron los valores más bajos en cuanto al número de familias. Estos resultados no concuerdan con la hipótesis que a mayor complejidad de la estructura del hábitat (borde de los cultivos), mayor es la abundancia de las arañas (Uetz 1991). Sin embargo, otros factores podrían estar influenciando la distribución de las arañas entre los cultivos y el borde de los mismos. Esta mayor abundancia en los cultivos podría deberse a una migración de las arañas a estos ambientes desde el borde (Beltramo *et al.* 2006). Como ya fuera mencionado en el capítulo anterior, es sabido que las arañas debido a su gran capacidad de dispersión, incluida dispersión aérea o “ballooning”, presentan valores similares de densidad entre áreas cultivadas y sus márgenes (Roy *et al.* 2003). Sin embargo, los análisis de agrupamiento, tanto en trigo como en avena, separa las trampas que se encuentran fuera y en el límite de los cultivos del resto.

Además, de las diferencias en abundancia, se encontraron diferencias en cuanto a la riqueza de familias, pero en este caso los mayores valores de riqueza se hallaron fuera de los cultivos. Esta mayor diversidad en ambientes más complejos ha sido registrada en varios estudios (Alderweireldt 1994, Rypstra & Carter 1995, Huusela-Veistola 1998, Beltramo *et al.* 2006). Hábitats diversos proveen una mayor variedad de microclimas,

Capítulo 3

fuentes de alimentación alternativas y un mayor número de refugios potenciales que pueden alentar la colonización y el establecimiento de poblaciones diversas (Rypstra *et al.* 1999).

Respecto de la composición de familias a lo largo del gradiente, se observó una marcada abundancia en todas las trampas de las familias Lycosidae y Linyphiidae en ambos cultivos. Los linífidos son poco susceptibles a los cambios provocados por la agricultura, y suelen ser habitantes típicos en agroecosistemas de diversas partes del mundo (Glück & Ingrisch 1990). Asimismo, las arañas lobo (Lycosidae) son las arañas predominantes a nivel de suelo tanto en agroecosistemas como en áreas naturales (Russell-Smith 2002, Beltramo *et al.* 2006, Armendano & González 2011b, Pompozzi *et al.* 2011b, Royauté & Buddle 2012).

Armendano & González (2011b) no encontraron diferencias entre la composición de familias entre un cultivo de trigo y el margen del mismo en el norte de la Provincia de Buenos Aires, pese a haber hallado diferencias en cuanto a riqueza y abundancia. Los mismos autores concluyen que la fauna que se encuentra en los cultivos migra desde los márgenes y es por esto que la composición es similar. Estos datos coinciden con lo hallado en el estrato suelo en ambos cultivos.

Si bien se encontraron arañas en todas las etapas fenológicas de los dos cultivos, desde la siembra hasta el momento previo a la cosecha, se hallaron diferencias significativas en su abundancia media entre estas etapas. La mayor abundancia se halló en las últimas etapas fenológicas de los cultivos, las cuales se suceden durante la primavera. Esta mayor abundancia se debe a que durante la primavera ocurren los períodos reproductivos y de emergencia de juveniles de muchas especies de arañas, como así también coincide con un incremento notorio de la cobertura vegetal que proporciona un

Capítulo 3

micro-hábitat con más refugios y mayor disponibilidad de alimento. Como fuera mencionado en el capítulo anterior, la abundancia de hemípteros y otros insectos se incrementa notoriamente en las últimas etapas fenológicas de los cultivos. Este aumento en la disponibilidad de presas estaría influyendo en la abundancia de las arañas. Como es sabido la abundancia y diversidad de las arañas se encuentran fuertemente afectadas por la abundancia de sus presas (Pommersche *et al.* 2013). Estos resultados concuerdan con lo hallado por Armendano & González (2011b) en el norte de la Provincia de Buenos Aires.

La familia Thomisidae incrementa marcadamente su abundancia en la última etapa fenológica de los cultivos, y esto podría estar relacionado con la emergencia de juveniles y un incremento en la actividad de los adultos a fines de la primavera, coincidiendo con lo encontrado por Quevedo Romero & Vasconcellos-Neto (2003) en *Misumenops argenteus*. La presencia de linífidos se da durante todo el cultivo, y es la familia de arañas dominante durante las primeras etapas de los cultivos. Las arañas de la familia Linyphiidae son consideradas arañas pioneras o colonizadoras de ambientes alterados o modificados (Harwood *et al.* 2004). En las siguientes etapas fenológicas las arañas de la familia Lycosidae reemplazan en la predominancia a los linífidos. Bishop & Riechert (1990) mencionan a estas dos familias como los primeros colonizadores de campos cultivados. Además, son importantes desde el punto de vista del control biológico ya que se conoce que tienen un impacto importante sobre plagas de la agricultura como por ejemplo los áfidos (Nyffeler & Benz 1987, Lang 2003, Harwood *et al.* 2004). Estas dos familias presentan distintos modos de dispersión, y es por esto que pueden presentar distintos patrones de diversidad en los agroecosistemas. Los linífidos, como ya fuera mencionado, se pueden dispersar grandes distancias por el aire; mientras que los licósidos lo hacen principalmente

Capítulo 3

caminando o corriendo por el suelo (Luczak 1979, Weyman *et al.* 2002). En general, la comunidad de arañas en estrato suelo mantiene una distribución equitativa en ambos cultivos, exceptuando las últimas etapas donde se produce un pico de dominancia de las familias Lycosidae y Thomisidae.

Las dos especies más abundantes en suelo en ambos cultivos fueron *Ostearius melanopygius* (Linyphiidae) y *Lycosa poliostrata* (Lycosidae). Se hallaron diferencias entre cultivos en la dominancia de las especies subsiguientes. Tal es el caso de *Goeldia* sp. (Titanoeidae) y *Latrodectus mirabilis* (Theridiidae) quienes tuvieron una marcada abundancia en el cultivo de avena y una presencia mucho menor en trigo.

El linívido *O. melanopygius* fue la especie predominante en las primeras etapas fenológicas de los cultivos, inclusive desde la siembra cuando no existía cobertura vegetal, y mantuvo valores elevados de abundancia en las últimas etapas. Esta especie presenta actualmente una distribución cosmopolita aunque fue descrita originalmente en Nueva Zelanda (World Spider Catalog 2014). Es una especie que se encuentra en una gran variedad de hábitats, a menudo asociados con el hombre, como jardines y cultivos (Ruzicka 1995). Si bien no se menciona en un estudio realizado por Armendano & González (2011b) en trigo invernal en el norte de Buenos Aires, varias especies de Linyphiidae no han llegado a ser identificadas, por lo que esta especie podría ser un de los morfos citados en el mismo. *Ostearius melanopygius* es un habitante común en agroecosistemas de varias partes del mundo, como cultivos de trigo en Inglaterra (Collins *et al.* 2002) y cultivos de maíz, pistacho, entre varios otros, en Sudáfrica (Dippenaar-Schoeman *et al.* 2013). Incluso Dippenaar-Schoeman *et al.* (2013) la mencionan como una especie agrobionte que podría desempeñar un papel muy importante como agente natural del control de las plagas. Esta

Capítulo 3

especie podría considerarse una especie agrobionte de los cultivos de avena y trigo del sudoeste de Buenos Aires, ya que se encuentra en gran abundancia y con presencia de adultos a lo largo de todo el desarrollo fenológico de los dos cultivos. En general una especie agrobionte se encuentra adaptada y sincronizada con los ciclos de los cultivos, y tiene la capacidad de refugiarse en los momentos de disturbios comunes de los agroecosistemas (Samu & Szinetár 2002).

Lycosa poliostruma es una Lycosidae de tamaño grande y es una de las especies más frecuentes en Argentina, sur de Brasil y Uruguay (Capocasale 2001). *Lycosa poliostruma* ha sido registrada en estudios realizados en áreas naturales y agroecosistemas (trigo y alfalfa) del norte de la provincia de Buenos Aires (Grismado *et al.* 2011, Armendano & González 2009, 2011b). En estos estudios fue hallada junto a otra especie de licósido de gran tamaño como *Lycosa erythrognatha*; sin embargo en los campos de trigo y avena del sur de Buenos Aires, ésta última especie no fue registrada. Esta araña lobo es un buen candidato a ser considerado agrobionte de los cultivos invernales del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, porque presenta una distribución similar a la de *O. melanopygius*, siendo más abundante en las últimas etapas fenológicas de los cultivos. En el Capítulo 4 de la presente tesis se discutirán distintos aspectos de la ecología trófica e interacciones agonísticas de *Lycosa poliostruma*.

3.6.3 Estrato Herbáceo- Conforme a lo hallado en el estrato suelo, el número de arañas capturadas y el número de familias y especies registradas es similar en ambos cultivos. Como ya fuera mencionado, existieron diferencias significativas en la abundancia de arañas capturadas con las distintas técnicas. Es sabido que la técnica de G-vac es más eficiente que

Capítulo 3

la red de arrastre o red entomológica para capturar artrópodos que habitan sobre la vegetación (Samu & Sárospataki 1995). En un estudio realizado en un cultivo de soja del norte de la Provincia de Buenos Aires, Benamú (2010) halló una diferencia entre estas técnicas de captura, siendo la G-vac la más eficiente, coincidiendo con lo hallado en este estudio. La técnica G-vac provee una buena estimación de la densidad de las poblaciones y son particularmente útiles en sitios de vegetación homogénea, como lo son los monocultivos, en los cuales permiten capturar un buen número de especies pequeñas principalmente inactivas o poco móviles (Dinter 1995).

Las familias más abundantes en este estrato fueron Araneidae, Thomisidae y Anyphaenidae. Los araneidos y tomísidos también fueron las más abundantes en estrato herbáceo en otros cultivos de Argentina, como lo son soja, alfalfa, trigo y algodón del norte de Buenos Aires y Santa Fe (Liljesthröm *et al.* 2002, Armendano & González 2009, Almada *et al.* 2012, Armendano & González 2011b). Una diferencia importante en cuanto a la composición de familias en este estrato, en comparación con estudios realizados en otros cultivos, incluso en cultivos de trigo, es la ausencia de la familia Oxyopidae. En trigo invernal del norte de Buenos Aires, como en cultivos de soja y alfalfa de la misma zona y soja en Santa Fe, los oxiópidos son parte fundamental de la araneofauna presente en estos cultivos (Beltramo *et al.* 2006, Armendano & González 2009, Benamú 2010, Armendano & González 2011b). Sin embargo, no se hallaron en este estudio, y esto podría estar relacionado con cuestiones ambientales. En la zona de Chasicó, las precipitaciones medias anuales son menores que en las de los campos en donde se registraron las arañas Oxyopidae, y como ya fuera mencionado anteriormente, existen evidencias de que en zonas más áridas no se encontrarían oxiópidos (Dean & Sterling 1987).

Capítulo 3

En cuanto al gradiente cultivo-borde no se hallaron diferencias significativas en la abundancia de arañas entre los sitios en ninguno de los dos cultivos estudiados. A pesar de esto, existen diferencias composicionales entre los sitios, y se observa que el sitio Borde (fuera del cultivo) fue el más diverso. Esto coincide con lo esperado según la hipótesis que una mayor complejidad de la estructura del hábitat (borde de los cultivos), mayor es la diversidad de arañas (Uetz 1991). Varios estudios han confirmado la influencia positiva que los ambientes adyacentes a los monocultivos tienen sobre la diversidad de arañas (Clough *et al.* 2005, Öberg *et al.* 2007, Gavish-Rajev *et al.* 2008). A su vez, dentro de los cultivos se observó una clara dominancia de las familias Araneidae y Thomisidae; mientras que fuera de los mismos la familia más abundante fue Anyphaenidae. Las arañas de la familia Anyphaenidae son arañas de tamaño pequeño a medio y son arañas cazadoras errantes de vegetación (Ramírez 2003). Pertenecen al gremio funcional de errantes de follaje (Uetz *et al.* 1999), poseen colores miméticos y son cazadoras activas y veloces (Grismado *et al.* 2011). Las arañas de esta familia podrían ser de gran utilidad en el control de insectos plaga, ya que estudios realizados con especies norteamericanas han demostrado una gran capacidad depredadora de estas arañas sobre ciertas plagas de cultivos (Amalin *et al.* 2001b).

La especie más abundante del estrato herbáceo fue el linífidio *Lepthyphantes* sp., seguido por tomísido *Misumenops pallidus*. En un cultivo de soja del norte de Buenos Aires se registraron ejemplares pertenecientes al género *Lepthyphantes*, pero en baja abundancia (Benamú 2010). Contrariamente, la especie *M. pallidus* (Thomisidae) es uno de los habitantes más comunes en diversos agroecosistemas de Argentina, encontrándose como especie dominante en alfalfa, algodón, trigo y soja en Buenos Aires y Santa Fe (Liljeström

Capítulo 3

et al. 2002, Armendano & González 2009, Armendano & González 2011b, Almada *et al.* 2012). Además, estudios sobre su dieta y actividad depredadora sobre diversas plagas de estos cultivos se han llevado a cabo y han demostrado el potencial de esta especie como un agente natural del control de varias plagas (Cheli *et al.* 2006, González *et al.* 2009a, b). Asimismo, González *et al.* (2009a) consideran que *M. pallidus* posee ciertas características de araña agrobionte de cultivos de soja debido a la presencia de adultos en la etapa de principal de la vegetación del cultivo y por presentar un largo período reproductivo. Sin embargo, no podría considerarse una especie agrobionte de los cultivos invernales, ya que los juveniles eclosionan en primavera y los adultos sólo están presentes en las últimas etapas fenológicas de los cultivos de avena y trigo.

CAPÍTULO 4

Aspectos de la ecología trófica de dos especies de arañas en los cultivos invernales del sur de la Provincia de Buenos Aires



CAPÍTULO 4.1

***Latrodectus mirabilis* (Theridiidae)-tejedora**



Capítulo 4

4.1.1 Introducción

Las arañas son abundantes, ubicuas, muestran una gran variedad de hábitos alimenticios, son importantes depredadores terrestres y se encuentran en la parte superior de varias redes tróficas de invertebrados (Wise 1993). Generalmente, las redes tróficas terrestres presentan una gran diversidad de depredadores generalistas, entre los cuales, las arañas son muy comunes (Polis & Strong 1996). De hecho, son uno de los depredadores naturales más abundantes de los agroecosistemas (Nyffeler & Benz 1987, Nyffeler & Sunderland 2003). El conocimiento sobre los *items* presa y las tasas de depredación de las arañas es de suma importancia para determinar el efecto de los depredadores sobre las poblaciones de presas y especialmente en la estimación de la eficacia potencial de un depredador como agente de control biológico (Hayes & Lockley 1990). La mayoría de las arañas son polípagas y son capaces de alimentarse de varios insectos incluidos las plagas más importantes de los cultivos (Nyffeler & Benz 1988). La polifagia les provee a las arañas acceso a una variedad de nutrientes que no pueden obtener de un solo recurso. De esta manera, maximizan las tasas de crecimiento y supervivencia de los juveniles (Toft & Wise 1999). No obstante, existen algunas especies de arañas que son especialistas, es decir que se alimentan de una presa particular, como por ejemplo las arañas que se alimentan de hormigas mejor conocidas como “ant-eating spiders” (Cushing 2012, Pekár *et al.* 2012).

Se ha registrado una depredación significativa de varias especies de la familia Theridiidae sobre especies plaga en varios agroecosistemas (Riechert & Lockley 1984). Existen varios estudios sobre dieta y comportamiento alimenticio de distintas especies del género *Latrodectus* alrededor del mundo (Shulov 1940, Ross 1981, Mackay 1982, Nyffeler *et al.* 1988, Rocha Dias & Kobler 1999, Hódar & Sánchez-Piñero 2002, Bertani *et al.* 2008,

Capítulo 4

Johnson *et al.* 2011, Salomon 2011). Sin embargo, en Argentina se conoce poco sobre la composición de la dieta y selección de presas de las arañas en agroecosistemas, existiendo algunos estudios en las familias Araneidae, Lycosidae, Oxyopidae y Thomisidae, llevados a cabo en cultivos de alfalfa y soja (Cheli *et al.* 2006, González *et al.* 2009b, Armendano & González 2011a). En éstos se analizaron la selección de presas o las tasas de consumo en laboratorio o mediante experiencias en el campo, pero no involucraron composición de dieta a campo. Actualmente en nuestro país el conocimiento sobre la dieta natural de las arañas asociadas a agroecosistemas es escaso.

Latrodectus mirabilis (Holmberg 1876), comúnmente conocida como viuda negra, es una araña tejedora que presenta una amplia distribución en el centro y sur de la Argentina (Abalos 1980). Pertenece a la familia Theridiidae y junto a otras especies del mismo género son conocidas en todo el mundo por su potente veneno (Garb *et al.* 2004). Construye telas irregulares a nivel de suelo y en los cultivos de cereales vive entre las plantas y con frecuencia se la encuentra en la entrada de las cuevas de pequeños mamíferos (Abalos 1980). Es una especie abundante en los cultivos de cereales del sudoeste de Buenos Aires (ver Anexo Tabla 1). A su vez, fue la especie más capturada en muestreos pilotos de arañas tejedoras con técnica de captura manual en los cultivos estudiados. Sin embargo, los únicos datos reportados sobre la dieta de *Latrodectus* en nuestro país se basan principalmente en pocos registros observacionales (González 1979, Abalos 1980). Los registros indican que esta especie se alimenta de hormigas de los géneros *Acromyrmex* y *Camponotus* pero su grado de mirmecofagia es desconocido (Abalos 1980, Cushing 2012).

Capítulo 4

4.1.2 Objetivo general

Conocer aspectos de la ecología trófica de *L. mirabilis*, incluyendo estudios a campo y en laboratorio.

4.1.3 Objetivo específicos

- Conocer la composición de la dieta a campo de *L. mirabilis* en un cultivo de avena y uno de trigo en el sudoeste bonaerense;
- Registrar la densidad de *L. mirabilis* en ambos cultivos;
- Evaluar la respuesta funcional de hembras adultas de *L. mirabilis* frente a hormigas cortadoras negras (*Acromyrmex lundii*) en laboratorio.

Capítulo 4

4.1.4 Materiales y métodos

4.1.4.1 Composición de la dieta a campo

El estudio se llevó a cabo en dos cultivos de invierno (avena y trigo) ubicados en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (ver Área de estudio Capítulo 1). El mismo comprendió tres fechas de muestreo durante el período noviembre-diciembre (primavera) del año 2012 correspondiente con las últimas etapa fenológicas de los cultivos. Cada fecha de muestreo involucró cuatro colectores, los cuales realizaron búsqueda activa de telas de *L. mirabilis* durante una hora (entre las 10am y 3pm) en cada cultivo. Cuando una tela era encontrada se recogieron todos los *items* presa que habían sido capturados por la araña. Los especímenes recolectados se preservaron en alcohol 70%. Todas las presas se identificaron en el laboratorio hasta nivel de orden/familia. Además, se recolectaron las arañas que colgaban de las telas para una identificación más precisa de la especie, las cuales fueron también depositadas en alcohol 70%. Todos los especímenes recolectados se incorporaron a la colección aracnológica del Laboratorio de Zoología de Invertebrados II, Depto. de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur.

Se calculó el coeficiente de superposición de dieta con la siguiente ecuación propuesta por Pianka (1974):

$$\alpha = (\sum p_{ij} p_{ik}) / \sqrt{(\sum p_{ij}^2 \sum p_{ik}^2)}$$

Donde p_{ij} y p_{ik} representan la proporción de ítems presa de trigo (p_{ij}) y avena (p_{ik}). Los valores oscilan entre 0 (sin superposición) y 1 (superposición completa). También se cuantificó el grado de variación de la composición de las presas utilizando el Índice de amplitud de dieta estandarizado de Levin:

$$B_A = ((1/\sum p_i^2) - 1) / (n - 1)$$

Capítulo 4

Donde p_i es la proporción de *items* presa de cada tipo de presa, y n es el número total de tipos de presas (Hurlbert 1978). Este índice varía entre valores cercanos a 0, los cuales indican que el depredador consume pocas presas en alta proporción, y valores cercanos a 1, los cuales indican que todas las presas son consumidas en igual o similar proporción. Se calcularon los valores de B_A para cada cultivo y para el estudio en general. A su vez, también se calculó el B_A para comparar los distintos estados de desarrollo y sexos de las arañas.

4.1.4.2 Densidad poblacional

Los muestreos se llevaron a cabo utilizando cuatro parcelas dispuestas al azar en cada cultivo de 25m² cada una (Figura 4.1). En total se realizaron dos fechas de muestreo cubriendo un total de 200m² por cultivo. Las fechas correspondieron a las últimas etapas fenológicas de los cultivos durante noviembre y diciembre del año 2013. En cada parcela un recolector realizó la búsqueda exhaustiva de ejemplares de viuda negra con el fin de estimar la densidad. Se determinó el sexo o estado de desarrollo de los individuos encontrados. Los ejemplares no fueron capturados. Se realizó la prueba *t* de student para comparar las densidades medias entre cultivos utilizando el programa Infostat (Di Rienzo *et al.* 2008).

Capítulo 4

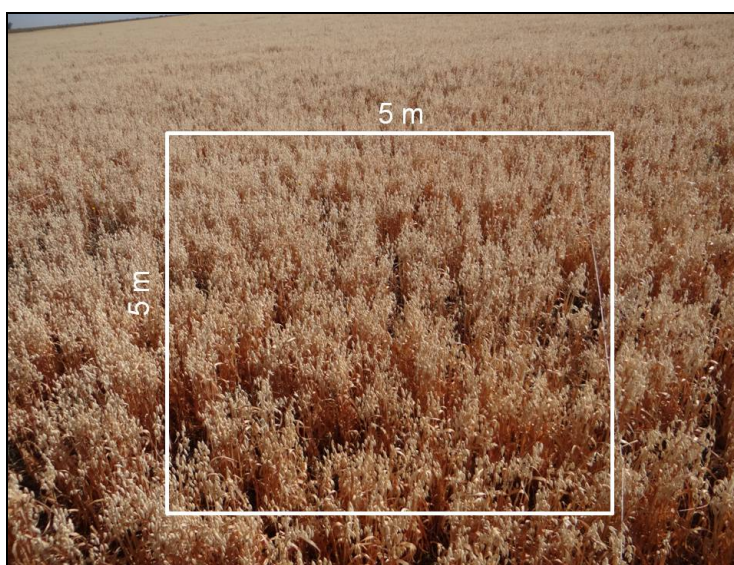


Figura 4.1. Esquema de la parcela de 25m² donde se llevó a cabo el muestreo de densidad poblacional de *L. mirabilis* en el cultivo de avena en Chasicó (Buenos Aires, Argentina).

4.1.4.3 Respuesta funcional en laboratorio

Veinte hembras adultas de *L. mirabilis* se capturaron en los bordes de los cultivos en Chasicó en enero de 2014. Las arañas se mantuvieron en el laboratorio individualmente en frascos de plástico de 14 x 7.5 x 3.5cm con dos varillas metálicas como soporte para que realicen sus telas (Figura 4.2). Tuvieron un ciclo de 16/8 horas luz/oscuridad y la temperatura media de la sala durante la cría y las experiencias fue 26,7°C±1,52°C. Los ejemplares se alimentaron con cucarachas (*Blatella germanica* Linnaeus 1767) durante dos semanas y luego se mantuvieron en ayuno durante los cinco días previos a las experiencias con el fin de estandarizar los niveles de hambre. La presa utilizada en estas experiencias fue la hormiga cortadora negra, *Acromyrmex lundii* Guérin-Ménéville 1838. La decisión de elegir este tipo de presa fue debido a que las hormigas fueron el *item* presa más frecuente en la composición de la dieta de *L. mirabilis* en los cultivos estudiados (ver resultados Composición de la dieta a campo), y porque algunos estudios mencionan cierta preferencia

Capítulo 4

por este tipo de presa (González 1979). Además las hormigas del género *Acromyrmex* provocan daños en cultivos de cereales del centro de Argentina, como por ejemplo el sorgo (Dans *et al.* 2009). En los cultivos de avena y trigo se registró la presencia de hormigas del género *Acromyrmex* y a su vez se observó que causaban daños en las plantas aunque los mismos no fueron cuantificados (Figura 4.3). Las hormigas se recolectaron en el patio de la Universidad Nacional del Sur el mismo día en que se realizaron las experiencias. Cada experiencia consistió en un frasco de plástico que contenía a una hembra adulta de *L. mirabilis* y diferentes densidades de *A. lundii*. Las experiencias iniciaban en el momento en el que las hormigas eran colocadas en el recipiente de la araña y finalizaban dos horas después. Se registraron las presas capturadas por la araña cada 15 minutos, reponiendo las presas capturadas con el fin de mantener constante la densidad de presas durante toda la experiencia. Se realizaron cinco réplicas por cada densidad de presa. Las densidades de presa utilizadas fueron: 1, 3, 5, 7, 10 y 15 hormigas. La respuesta funcional se analizó graficando la tasa media de captura versus la densidad de hormigas. La misma describe la relación entre el número de presas consumidas por un depredador en función de la densidad de la presa, en un espacio e intervalo de tiempo fijo. Es utilizada para evaluar la potencialidad de agentes de control biológico de plagas (Fernández-Arhex & Corley 2004).

Capítulo 4



Figura 4.2. Hembra de *L. mirabilis* colgando en su tela dentro del recipiente de plástico en el laboratorio.



Figura 4.3. Hormiguero de *Acromyrmex* sp. en el cultivo de trigo de Chasicó (Buenos Aires, Argentina). Nótese los restos de hojas de trigo a su alrededor.

Capítulo 4

4.1.5 Resultados

4.1.5.1 Composición de la dieta a campo

En total se recolectaron 144 arañas en ambos cultivos. Se registraron tres machos, cinco hembras, 18 machos inmaduros, 17 hembras inmaduras y 101 juveniles de sexo indeterminado. Los juveniles pertenecían principalmente a los estadios VI y VII de desarrollo (González 1981). En ambos cultivos se recolectaron e identificaron un total de 1004 presas, correspondientes a nueve órdenes de artrópodos (Tabla 4.1). La composición de las presas fue variada, pero las arañas capturaron principalmente hormigas (Hymenoptera, Formicidae), las cuales representaron más del 86% del total (Tabla 4.1). En el cultivo de avena se recolectaron 456 presas pertenecientes a 13 *items* presa de 77 telas de araña (Tabla 4.2). El *item* presa más frecuente fue Formicidae, el cual alcanzó el 80,9% del total, seguido por Aphididae (pulgonos) con el 8,6% (Tabla 4.2). En el cultivo de trigo se observaron 67 telas de araña y se encontraron 548 presas de 10 *items* presa (Tabla 4.2). Al igual que en el cultivo de avena, Formicidae, Aphididae y Coleoptera fueron los más comunes en el cultivo de trigo, y las arañas se alimentaron principalmente de hormigas (Tabla 4.2). En ambos cultivos las arañas capturaron en baja proporción enemigos naturales de plagas como lo son Staphylinidae, algunos Hymenoptera (micro-parasitoides) y otras arañas (pertenecientes a las familias Araneidae y Lycosidae) (Tabla 4.2). Las presas más comunes en los dos cultivos fueron hormigas y áfidos, alcanzando el 92,6% del total de las presas. El coeficiente de superposición fue $\alpha=1,006$. La amplitud de la dieta general de *L. mirabilis* en el sitio de estudio en los dos cultivos fue 0,022 (B_A , Índice estandarizado de Levin). El valor de B_A para cada sexo fue de 0 en hembras y 0,097 en machos. Para cada

Capítulo 4

estadio fue 0,041 (hembras inmaduras), 0,046 (machos inmaduros) y 0,031 (juveniles). El índice B_A fue 0,041 en avena y 0,019 en trigo.

Tabla 4.1. Porcentaje de presas capturadas por los diferentes sexos y estadios de *Latrodectus mirabilis* en los cultivos de avena y trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (n = número de telas de araña registradas).

Ítem presa	Hembras (n=5)	Machos (n=3)	Hembras inmaduras (n=17)	Machos inmaduros (n=18)	Juveniles (n=101)
Insecta					
Formicidae	100	91,4	88	90,1	83,8
Aphididae	0	0	2,4	3,9	8,4
Coleoptera	0	4,3	7,0	3,4	2,8
Hemiptera	0	0	0	1,3	1,7
Hymenoptera	0	0	0	1,3	0,8
Diptera	0	4,3	0	0	1,1
Lepidoptera	0	0	1,3	0	0,2
Orthoptera	0	0	0	0	0,5
Psocoptera	0	0	0	0	0,2
Arachnida					
Acarii	0	0	0	0	0,3
Araneae	0	0	1,3	0	0,2
Total	100	100	100	100	100

Capítulo 4

Tabla 4.2. Taxón presa de *Latrodectus mirabilis* en cultivos de avena y trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Taxón presa	% Total en avena	% Total en trigo
Hymenoptera		
Formicidae	80,9	90,9
Otros	1,1	0,4
Coleoptera		
Staphylinidae	0,7	0,4
Curculionidae	0,2	0,2
Otros	4,0	1,8
Hemiptera		
Aphididae	8,6	4,4
Otros	1,5	1,1
Lepidoptera	0,7	0
Orthoptera	0,4	0,2
Diptera	1,1	0,2
Psocoptera	0,2	0
Acarii	0,4	0
Araneae		
Lycosidae	0,2	0
Araneidae	0	0,2
Otros	0	0,2
Total	100	100

Capítulo 4

4.1.5.2 Densidad poblacional

En total se registraron 76 arañas en ambos cultivos. Todos los ejemplares hallados correspondieron a individuos inmaduros. Los valores de densidad observados para cada cultivo se muestran en la Tabla 4.3. Se registró una densidad de viudas negras significativamente mayor en el cultivo de trigo con respecto al de avena para el período muestreado (Tabla 4.3).

Tabla 4.3. Densidad media y desvío estándar de *Latrodectus mirabilis* en cultivos de avena y trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (** diferencias altamente significativas).

Cultivo	Densidad Media (N° individuos por metro²)	Desvío Estándar	Valor p (t student)
Avena	0,09	0,03	0,0013 **
Trigo	0,30	0,12	

Capítulo 4

4.1.5.3 Respuesta funcional en laboratorio

Se registró una alta tasa de captura de hormigas por parte de las arañas (Tasa captura media/hora= 2,25 hormigas x hora). Al graficar la tasa de captura media de hormigas versus las distintas densidades de presa, se observó una curva similar a una respuesta funcional de tipo II (Figura 4.4).

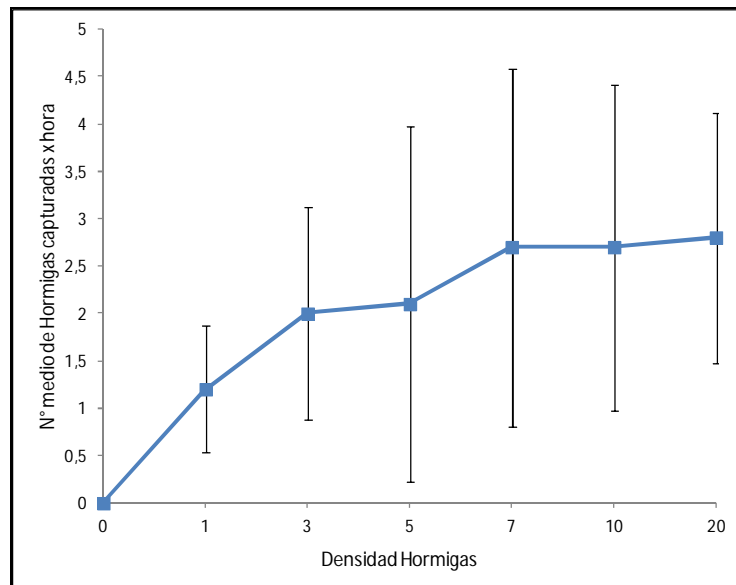


Figura 4.4. Respuesta funcional de *L. mirabilis* al aumentar las densidad de hormigas durante un período de dos horas en laboratorio (Tasa de captura media por hora \pm DS).

Capítulo 4

4.1.6 Discusión

La dieta natural de *L. mirabilis* fue variada en ambos cultivos, ya que se observó que se alimentan de nueve órdenes de artrópodos. La misma fue casi exclusivamente insectívora y más aún sus fuentes primarias de presa las obtuvieron de dos órdenes de insectos, Hymenoptera y Hemiptera, siendo el primero el más capturado por las arañas. A su vez, dentro de este orden las hormigas fueron el *item* presa más relevante de la dieta de la viuda negra. A menudo sucede que un taxa particular de presa se presenta en forma desproporcionada en la dieta de arañas polífagas (Nyffeler 1999).

Otras especies del género *Latrodectus* alrededor del mundo presentan también una dieta polífaga pero en el caso de varias de éstas el ítem presa predominante es Coleoptera (Shulov 1940; Hódar & Sánchez-Piñero 2002; Rossi & Godoy 2005; Salomon 2011). No obstante, algunas especies de *Latrodectus*, como *L. pallidus* (Pickard-Cambridge 1872) de Israel y *L. mactans* (Fabricius 1775) de Estados Unidos son importantes depredadores de Hymenoptera, principalmente hormigas (Shulov & Weissmann 1959; Nyffeler *et al.* 1988), coincidiendo con lo hallado en el presente estudio. Además, la dieta de *L. mactans* en un cultivo de algodón de Texas (EE.UU.) fue similar a la hallada para *L. mirabilis* ya que las hormigas alcanzaron el 75% del total de las presas consumidas (Nyffeler *et al.* 1988). Las posibles explicaciones para este alto porcentaje de hormigas en la dieta se basan en que:

- i) las telas irregulares de *L. mirabilis*, como cualquier otra Theridiidae, están adaptadas primariamente para capturar artrópodos que caminan o se arrastran por el suelo (Levi 2005);
- ii) las hormigas representan uno de los grupos más abundantes en ambos cultivos estudiados (ver Capítulo 2).

Capítulo 4

La dieta de los juveniles fue más diversa que la de los machos inmaduros, las hembras inmaduras y los adultos en general, ya que éstos se alimentaron de todos los *items* presa registrados. El valor del índice (B_A) de las hembras fue cero ya que sólo se encontró un *item* presa en sus telas (hormigas). Dentro de la dieta de estas arañas se observó depredación intragremial, pero sólo en bajos porcentajes, tal lo encontrado en otras especies de este género (Nyffeler *et al.* 1988; Salomon 2011). A su vez, no se hallaron diferencias en la composición de la dieta entre las arañas que habitaban en el cultivo de avena con respecto al de trigo. El coeficiente de superposición indicó una superposición completa de presas capturadas por *L. mirabilis* entre ambos cultivos. Esto podría deberse a que ambos cultivos presentaron una disponibilidad de presas similar (ver Capítulo 2).

Los bajos valores del índice B_A indican que las arañas capturaron pocos órdenes de artrópodos en alta proporción y varios órdenes en pequeñas cantidades, lo que demuestra que la dieta de *L. mirabilis* es muy cercana a ser especialista, siendo definida como aquella dieta que exhibe una estrecha amplitud de dieta en un ambiente particular (Nyffeler 1999). Sin embargo, la dieta debería ser considerada polífaga porque las arañas depredan sobre varios ítems presa, más allá de que capturen una alta proporción de uno de los *items*, como por ejemplo las hormigas. No obstante, la viuda negra no selecciona activamente sus presas, sino que tiene que esperar por ellas a que se enreden y queden atrapadas en los hilos de su tela. Como resultado de esta estrategia de caza pasiva, las presas capturadas por la viuda negra a menudo reflejan la disponibilidad de presas en el ambiente (McReynolds & Polis 1987). Como se mencionó las hormigas fueron muy abundantes en ambos cultivos, por lo que resultó la presa más disponible para las arañas, lo que estaría explicando los bajos valores del índice B_A . En consecuencia, la amplitud de la dieta depende de varios

Capítulo 4

factores, incluso de factores intrínsecos como el comportamiento de captura de presa y el modo de búsqueda del alimento y de factores extrínsecos como las características del hábitat y las características ecológicas de las presas, o una combinación de estos factores (Uetz 1990).

El comportamiento de captura puede influenciar de varias maneras la amplitud de la dieta. Por ejemplo, la mayoría de las arañas, como muchos artrópodos depredadores, se resisten a depredar hormigas, debido a que éstas son generalmente agresivas y venenosas, y la mayoría son simplemente nocivas (Cushing 2012). Sin embargo, las arañas terídidas como *Latrodectus* típicamente capturan a sus presas “peinando” con sus patas traseras una seda pegajosa sobre las mismas y de esta forma inmovilizándolas antes de morderlas (Japyassú & Caires 2008). Esta técnica les permite capturar presas de gran tamaño o potencialmente peligrosas como por ejemplo las hormigas (Nentwig 1987).

Si bien la densidad de *L. mirabilis* no presentó valores elevados en los cultivos estudiados, estos fueron similares a los hallados para otra especie del género, *L. katipo*, de Nueva Zelanda (Costall & Death 2010). La densidad media fue significativamente mayor en trigo que en avena, lo cual podría deberse a la dispersión al colonizar los cultivos o a diferencias en la densidad de arañas en el reservorio (áreas adyacentes a los cultivos).

A pesar que las hormigas cortadoras de hoja son una presa peligrosa debido a que son grandes y presentan mandíbulas de gran tamaño y espinas sobre su cuerpo, se registró una alta tasa de captura en las experiencias realizadas en el laboratorio. Se encontró una respuesta funcional de tipo II de la viuda negra frente a las hormigas. Este tipo de respuesta resulta en un aumento desacelerado a medida que aumentan las presas consumidas, hasta llegar a una asíntota en la cual se expresa la máxima tasa de ataque. A esta densidad de

Capítulo 4

presas, el tiempo disponible por el depredador es usado para manipular la presa y el tiempo de búsqueda es despreciable (Hassell 2000). Esta respuesta es denso-dependiente inverso, lo que implica que las presas, a altas densidades poblacionales, tendrán una menor probabilidad de ser atacadas que cuando están a densidades bajas. Se ha observado que otras arañas tejedoras presentan otro tipo de respuesta, como por ejemplo una araña orbicular que presentó una respuesta funcional de tipo I (Smith & Wellington 1986). Sin embargo, el tipo de respuesta funcional hallada en *L. mirabilis* también se registró para otra especie de la familia Theridiidae (*Nesticodes rufipes* (Lucas 1846)) (Rossi *et al.* 2006).

Los datos obtenidos representan principalmente la dieta de individuos inmaduros, ya que más del 70% de las telas observadas correspondían a estos ejemplares. Es sabido que los cultivos de avena y trigo se siembran en invierno y se cosechan a fines de la primavera y que los adultos de *L. mirabilis* aparecen en las últimas etapas fenológicas de los mismos (González 1981).

CAPÍTULO 4.2

Lycosa poliostroma (Lycosidae)-errante



Capítulo 4

4.2.1 Introducción

Las arañas pueden ser agentes de mortalidad importantes de plagas de los cultivos, tales como saltamontes, pulgones, cicadélidos, larvas de Lepidoptera, entre otras (Nyffeler & Sunderland 2003). Sin embargo, la misma especie de araña que se alimenta principalmente de plagas en un lugar puede alimentarse de insectos benéficos en otro (Sloggett 2010). Esto es una de las causas de la dieta generalista de las arañas como así también lo es el canibalismo o la depredación intragremial (DIG), la cual se define como las interacciones de depredación entre miembros de un mismo gremio (Wise 2006). En el manejo de plagas por medio de control biológico es de suma importancia tener en cuenta el efecto del canibalismo y la DIG (Hodge 1999).

El canibalismo es un tipo de interacción antagonista que ocurre frecuentemente entre artrópodos depredadores que habitan tanto en ambientes naturales como en sistemas agrícolas (Finke & Denno 2002, 2003, Snyder & Ives 2001). Estas interacciones agresivas entre depredadores pueden disminuir marcadamente el efecto “top-down” sobre las presas que éstos comparten (Snyder & Ives 2001, Finke & Denno 2003), alterar las dinámicas de las redes alimenticias (Polis & Strong 1996, Fagan 1997), afectar las funciones del ecosistema (Ostrom *et al.* 1997) e interrumpir el control biológico (Hodge 1999, Symondson *et al.* 2002). El canibalismo no es una opción sorprendente dentro del grupo de las arañas, ya que las mismas a menudo tienen un número de presas limitadas (Wise 1993, Hodge 1999, Marshall & Rypstra 1999) y están privados de nitrógeno (Denno & Fagan 2003), los cuales son factores que se conoce que afectan negativamente el crecimiento y supervivencia de las arañas (Toft 1999, Mayntz & Toft 2001). Este tipo de depredación se distingue de la depredación tradicional en el hecho de que al alimentarse de su propia

Capítulo 4

especie (otro depredador) no sólo obtiene energía y nutrientes, sino que también reduce la competencia potencial por comida (Hodge 1999). Durante el canibalismo, los depredadores caníbales se alimentan de sus ítems presa y de las presas de sus presas (Fig. 4.5). Cuando esto sucede la supresión de las plagas puede verse comprometida, reduciendo así los rendimientos de los cultivos (Hunter 2009).

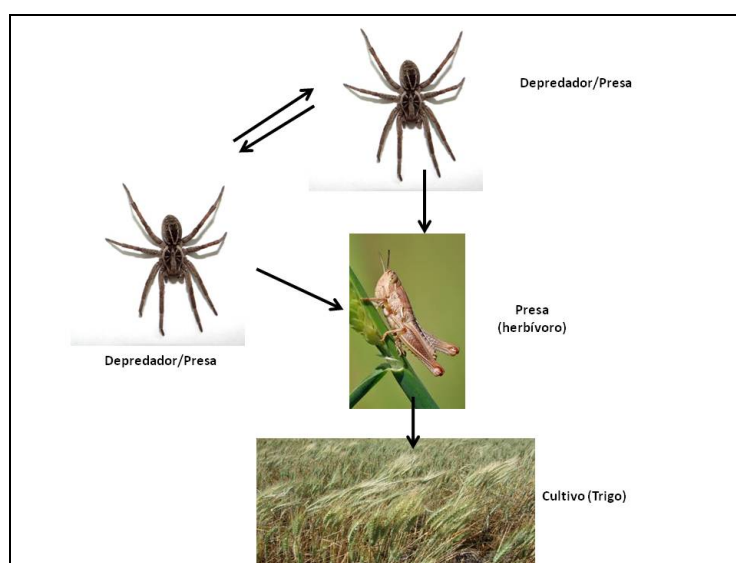


Figura 4.5. Esquema simple donde se ilustra el canibalismo dentro de una cadena alimenticia en un agroecosistema, donde el depredador caníbal consume una presa co-específica (otro depredador) y ambos se alimentan de una plaga de cultivo.

Las arañas lobo (Lycosidae) son uno de los componentes más abundantes en las comunidades de arañas en diferentes agroecosistemas, incluidos los estudiados en la presente tesis (Young & Edwards 1990, Bishop & Riechert 1990, Armendano & González 2011b, ver resultados Capítulo 3). Debido a su tipo de vida errante, presentan gran movilidad, ocurren encuentros frecuentes entre individuos de la misma especie, incrementando la posibilidad que suceda canibalismo. Distintos factores influyen en los

Capítulo 4

encuentros agonísticos entre individuos de la misma especie. Es sabido que el tamaño (peso corporal) de los contendientes tiene una fuerte influencia sobre la araña que termina canibalizando a su contrincante (Samu *et al.* 1999, Rypstra & Samu 2005). A su vez, el nivel de hambre que presentan las arañas juega un rol muy importante a la hora de arriesgarse a atacar a una co-específica (Samu *et al.* 1999). Otro factor de suma importancia que muchas veces no es considerado es el efecto de la territorialidad, que ya ha sido demostrado que tiene un rol más que importante en interacciones antagonistas entre arañas lobo (Moya-Laraño *et al.* 2002). El canibalismo puede servir para mejorar el “fitness” individual cuando no hay otras presas disponibles (Samu *et al.* 1999). Sin embargo, el mismo tiene costos potenciales que incluyen matar a un miembro de la misma especie, lo cual reduce el “fitness” inclusivo (Pfennig *et al.* 1993) y el riesgo de transmisión de patógenos o parásitos de una presa co-específica (Pfennig *et al.* 1998). Un riesgo aún más importante asociado al canibalismo es que el depredador se enfrente a una presa de tamaño y capacidades predatorias similares, lo cual posibilita la acción de contraataques por parte de la misma presa (Elgar & Crespi 1992). A pesar de los mecanismos existentes para evitarlo, ha sido demostrado en varios estudios que el canibalismo puede ser un fenómeno frecuente en las arañas lobo (Samu *et al.* 1999, Moya-Laraño *et al.* 2002, Rypstra & Samu 2005).

Lycosa poliostoma (Koch 1847) es una araña lobo perteneciente a la familia Lycosidae que presenta una amplia distribución en Sudamérica (World Spider Catalog 2014). Estas arañas tienen un tamaño mediano (20mm excluidas las patas) y son muy comunes en ambientes modificados, tales como agroecosistemas y centros urbanos (Capocasale 2001). Esta especie presenta dificultades taxonómicas, y si bien es conocida

Capítulo 4

como “*Lycosa*” *poliostoma*, no pertenece a ese género dado a que éste es europeo. En una reciente revisión sobre las Lycosinae de Sudamérica, en su tesis de Magíster, Álvares (2006) planteó la transferencia de esta especie del género *Lycosa* al género *Hogna*. Sin embargo, este trabajo todavía no ha sido publicado, por lo que en la presente tesis la especie será nombrada como *Lycosa poliostoma*. Si bien las licósidas de Norteamérica y Europa han sido muy estudiadas, y se conocen muchos de sus aspectos ecológicos y biológicos, poco es lo que se sabe de las especies presentes en nuestro país (Grismado *et al.* 2011). Recientemente, se ha hecho un estudio en donde se evaluó el efecto de *L. poliostoma*, junto a otras especies de arañas, sobre el número de presas en un cultivo de alfalfa del norte de Buenos Aires (Armendano & González 2011a).

Capítulo 4

4.2.2 Objetivo general

Estudiar aspectos de la ecología trófica de *Lycosa poliostruma* (Lycosidae) en laboratorio.

4.2.3 Objetivos específicos

- Analizar el grado de canibalismo dependiente del nivel de hambre y dependiente de territorialidad por medio de interacciones agonísticas entre hembras adultas de *L. poliostruma* en laboratorio;
- Evaluar la respuesta funcional de hembras adultas de *L. poliostruma* frente a grillos domésticos (*Acheta domesticus*) en laboratorio.

Capítulo 4

4.2.4 Materiales y métodos

4.2.4.1 Interacciones agonísticas entre hembras en laboratorio

4.2.4.1.1 Canibalismo dependiente del nivel de hambre

Para llevar a cabo las experiencias de canibalismo dependiente del nivel de hambre se recolectaron ejemplares en la zona de Chasicó dentro de los cultivos y en los bordes de los mismos en diciembre del año 2013. En total se recolectaron 40 hembras sub-adultas, las cuales se conservaron en el laboratorio hasta que alcanzaron la madurez sexual. Las arañas se mantuvieron individualmente en frascos de plástico de 7cm de alto x 8cm de diámetro con un sustrato de tierra y un algodón húmedo para proveerles humedad. Tuvieron un ciclo de 16/8 horas luz/oscuridad y la temperatura media de la sala durante la cría y las experiencias fue $26,7^{\circ}\text{C}\pm 1,52^{\circ}\text{C}$. Los ejemplares se alimentaron con cucarachas (*Blattella germanica* Linnaeus 1767) y grillos (*Acheta domesticus* (Linnaeus 1758)) durante tres semanas. El objetivo de esta experiencia fue comparar el grado de canibalismo de hembras adultas de *L. poliostruma* bajo dos regímenes de dieta: Ayuno y Control. Una vez que los ejemplares maduraron sexualmente se dividieron en dos grupos con dietas distintas para llevar a cabo luego las experiencias de canibalismo. En el grupo Ayuno, se separaron 20 arañas las cuales se privaron de alimento por un período de 30 días. En el grupo Control, se contaba con 20 arañas que se alimentaron con dos cucarachas adultas por semana durante 30 días. Todos los ejemplares se pesaron antes del inicio de las dietas diferenciadas (Peso Inicial) utilizando una balanza de precisión Ohaus PA313 Explorer (310 g, 0.001 g). Una vez transcurridos los 30 días, las arañas se pesaron nuevamente (Peso Final) y se dio inicio a las experiencias agonísticas. Todos los pesos se registraron en gramos. Se seleccionaron parejas al azar dentro de cada grupo, 10 parejas en grupo Ayuno y 10 parejas en grupo

Capítulo 4

Control. Cada experiencia incluyó una pareja de arañas en un terrario de vidrio de 38cm largo x 22cm ancho x 27cm de alto con un sustrato de tierra. Cada experiencia se inició al colocar las dos hembras de *L. poliostoma* simultáneamente en el terrario. De esta forma, se evitó el efecto territorialidad. A su vez, las arañas que fueron enfrentadas tenían entre sí un peso similar, evitando de esta forma el efecto tamaño (Tablas 4.4 y 4.5). Para esto se calculó la proporción de pesos (PP) para cada pareja:

PP= Peso araña mayor/Peso araña menor. Un valor cercano a uno indica que las arañas tienen un tamaño similar.

La experiencia tuvo una duración de 24 horas y al finalizar este tiempo se registró si hubo o no canibalismo. Se realizó la prueba *t* de *student* apareada para comparar los pesos medios iniciales y finales en cada grupo. A su vez se realizó una prueba *t* de *student* para comparar los pesos medios finales entre grupos. Todas estas pruebas se realizaron con el programa Infostat (Di Rienzo *et al.* 2008).

4.2.4.1.2 Canibalismo dependiente de territorialidad

Se recolectaron 20 hembras adultas de *L. poliostoma* en la zona de Chasicó en enero del año 2014. Las arañas se mantuvieron en el laboratorio de la manera anteriormente mencionada. Todos los ejemplares se pesaron antes de realizar las experiencias. Se seleccionaron las parejas al azar y ninguna de ellas tuvo una PP mayor a dos. El objetivo de esta experiencia fue comparar el grado de canibalismo de hembras adultas de *L. poliostoma* teniendo en cuenta el efecto territorialidad. Todas las hembras se alimentaron con un grillo (*Acheta domesticus*) y una cucaracha (*Blatella germanica*) por semana durante 30 días y luego se mantuvieron en ayuno durante los tres días previos a las

Capítulo 4

experiencias con el fin de estandarizar los niveles de hambre. Se seleccionó al azar una hembra de cada pareja y se colocó en un terrario de vidrio de 38cm largo x 22cm ancho x 27cm de alto con un sustrato de tierra. La araña, llamada residente, estuvo 72 horas en el terrario y transcurrido ese tiempo se llevó a cabo la experiencia. Se dió inicio a la experiencia al colocar la otra hembra, llamada intrusa, en el terrario y tuvo una duración de 24 horas. Al finalizar este tiempo, se registró si hubo o no canibalismo y cuál de las arañas depredó sobre la otra.

4.2.4.2 Respuesta funcional en laboratorio

Se capturaron 10 hembras adultas de *L. poliostruma* en la zona de Chasicó en febrero del año 2014. Las arañas se mantuvieron en el laboratorio de la forma mencionada anteriormente. Los ejemplares se alimentaron con cucarachas (*Blattella germanica*) durante dos semanas y luego se mantuvieron en ayuno durante los cinco días previos a las experiencias con el fin de estandarizar los niveles de hambre. La presa utilizada en estas experiencias fue el grillo doméstico (*Acheta domestica*). Se eligió esta presa por poseer un criadero de los mismos en el laboratorio y por ser una presa similar a otras presentes en los campos estudiados (Observación personal). Cada experiencia consistió en un frasco de plástico que contenía a una hembra adulta de *L. poliostruma* y diferentes densidades de *A. domestica*. Los grillos utilizados pertenecían al último estadio antes de llegar a la madurez sexual. Las experiencias iniciaban en el momento en el que los grillos se colocaban en el recipiente de la araña y finalizaban dos horas después. Se registraron las presas capturadas por la araña cada 15 minutos, reponiendo los grillos capturados con el fin de mantener

Capítulo 4

constante la densidad de presas durante toda la experiencia. Se usaron cinco réplicas por cada densidad de presa. Las densidades de presa utilizadas fueron: 1, 3, 5, 7 y 10 grillos.

Capítulo 4

4.2.5 Resultados

4.2.5.1 Interacciones agonísticas entre hembras en laboratorio

4.2.5.1.1 Canibalismo dependiente del nivel de hambre

En total se registraron 11 casos de canibalismo en las 20 interacciones realizadas. En el grupo Ayuno se observó un alto grado de canibalismo, detectándose el mismo en el 70% de las interacciones (Tabla 4.4), en tanto que en el grupo Control se observó un 40% (Tabla 4.5). En las interacciones en las que no hubo canibalismo las arañas se encontraron al término de la experiencia en los extremos opuestos del terrario. Se registraron diferencias significativas en los pesos medios de las arañas entre los grupos ($t=3,24$; $p=0,0043$). A su vez se observó un descenso significativo en el peso medio de las arañas del grupo Ayuno y un incremento significativo en las arañas del grupo Control tras los 30 días de dieta diferenciada (Tabla 4.6). En promedio las arañas del grupo Ayuno disminuyeron un 14,5% en su peso y las arañas del grupo Control incrementaron un 8,5% su peso (Tabla 4.6).

Capítulo 4

Tabla 4.4. Casos de canibalismo y proporción de pesos en cada interacción realizada en el grupo Ayuno entre hembras de *L. poliostruma*.

N° de interacción	Canibalismo	PP
1	No	1,082
2	No	1,04
3	No	1,07
4	Sí	1,64
5	Sí	1,26
6	Sí	1,13
7	Sí	1,16
8	Sí	1,02
9	Sí	1,13
10	Sí	1,15

Capítulo 4

Tabla 4.5. Casos de canibalismo y proporción de pesos en cada interacción realizada en el grupo Control entre hembras de *L. poliostruma*.

N° de interacción	Canibalismo	PP
1	Sí	1,21
2	No	1,48
3	Sí	1,20
4	No	1,24
5	Sí	1,22
6	No	1,13
7	No	1,09
8	Sí	1,19
9	No	1,019
10	No	1,18

Tabla 4.6. Pesos medios \pm DE inicial y final y % del cambio en el peso en grupo Ayuno y Control. ** indican diferencias altamente significativas.

Grupo	PI (gr) \pm DE	PF (gr) \pm DE	% cambio	t student
Ayuno	1,246 \pm 0,235	1,066 \pm 0,20	-14,5%	**
Control	1,154 \pm 0,194	1,24 \pm 0,209	8,5%	**

Capítulo 4

4.2.5.1.2 Canibalismo dependiente de territorialidad

El canibalismo se registró en todas las interacciones (Tabla 4.7). Se observó una fuerte influencia de territorialidad ya que en el 80% de los casos la araña residente depredó a la intrusa (Tabla 4.7). En el caso de la interacción cuatro, donde la araña intrusa depredó sobre la residente se detectó que la araña visitante tenía un peso bastante mayor al de la residente, siendo la PP cercana a dos (Tabla 4.7).

Tabla 4.7. Casos de canibalismo, araña sobreviviente y proporción de pesos en cada interacción realizada entre hembras de *L. poliostroma*.

N° de interacción	Canibalismo	Araña sobreviviente	PP
1	Sí	Residente	1,27
2	Sí	Residente	1,31
3	Sí	Residente	1,47
4	Sí	Intrusa	1,66
5	Sí	Residente	1,03
6	Sí	Residente	1,12
7	Sí	Intrusa	1,07
8	Sí	Residente	1,09
9	Sí	Residente	1,07
10	Sí	Residente	1,01

Capítulo 4

4.2.5.2 Respuesta funcional en laboratorio

La tasa máxima de captura de grillos por parte de *L. poliostruma* se registró a bajas densidades de presa y se observó que al aumentar la densidad de las mismas dicha tasa disminuyó alcanzándose una asíntota en las densidades más altas (Figura 4.6). No se observó que esta curva se asemeje a alguna de las curvas teóricas de respuesta funcional.

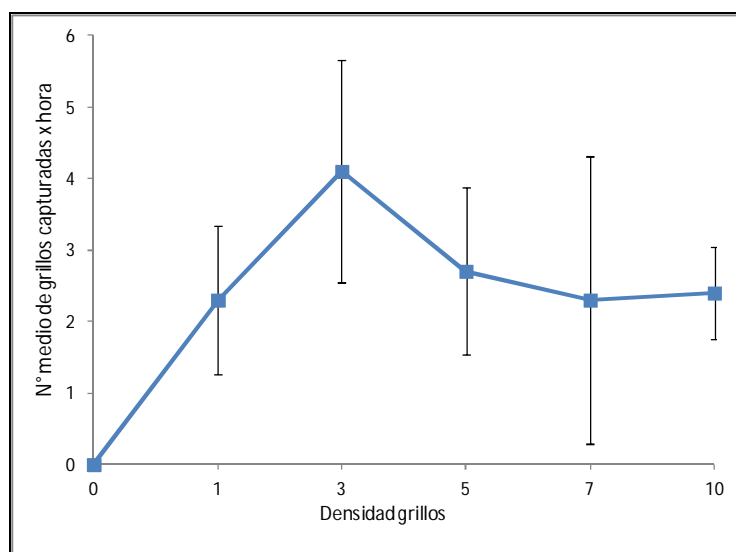


Figura 4.6. Respuesta funcional de *L. poliostruma* al aumentar la densidad de grillos durante un período de dos horas en laboratorio (Tasa de captura media por hora \pm DS).

Capítulo 4

4.2.6 Discusión

Las experiencias de canibalismo dependiente de nivel de hambre mostraron que hubo una relación positiva entre el ayuno y la frecuencia de canibalismo entre hembras de igual tamaño. Este resultado es relevante ya que existe mucha evidencia que las poblaciones de arañas se encuentran limitadas por la comida (Wise 1993) y que el canibalismo podría ser importante bajo estas circunstancias (Rypstra 1983), ya que puede ser una manera de reducir los riesgos de inanición de las arañas. Un moderado nivel de hambre puede incrementar la propensión al riesgo de un depredador, alterando la proporción y tamaños de co-específicos incluidos en su dieta (Dong & Polis 1992, Elgar & Crespi 1992).

El incremento en la ocurrencia de canibalismo en arañas que se encontraban en ayuno en comparación con arañas bien alimentadas, indica un efecto del nivel de hambre de las arañas sobre el mismo. Esto resultó similar a lo hallado por Samu *et al.* (1999), quienes registraron casi un 100% de ocurrencia de canibalismo en arañas lobo (*Pardosa agrestis* (Westring 1861)) que tenían 28 días de ayuno. Sin embargo, Nossek & Rovner (1984), obtuvieron resultados diferentes en especies del género *Lycosa*. Estos autores encontraron que la depredación intra-específica no era mayor al incrementar los niveles de hambre de las arañas, sino que las mismas están bien adaptadas a resistir largos períodos de tiempo sin alimentarse (Anderson 1974), y una araña hambrienta no se arriesgará en atacar a una presa de igual tamaño que ella. Para corroborar dicha afirmación se deberían realizar nuevos estudios teniendo en cuenta más parámetros para analizar en dichos encuentros. En nuestro estudio para *L. poliostroma* existiría cierto efecto del nivel de hambre sobre el canibalismo.

Capítulo 4

En cuanto al canibalismo dependiente de territorialidad, los resultados fueron bastante contundentes, al hallarse un 80% de casos de canibalismo en el que la hembra residente depredó a la hembra intrusa. Estos resultados fueron similares a los informados por Moya-Laraño *et al.* (2002) quienes demostraron una fuerte influencia de la territorialidad sobre el grado de canibalismo en *Lycosa tarantula* (Linnaeus 1758). Estos autores registraron, con experiencias a campo en poblaciones naturales, que las hembras de la tarántula mediterránea (*L. tarantula*) excluyen a sus co-específicos de un área cercana a sus cuevas y en los encuentros que se produjeron hallaron un alto grado de canibalismo a favor de la araña residente (Moya-Laraño *et al.* 2002). En el caso de *L. poliostroma* podría darse una situación similar a esta especie europea; sin embargo, es necesario realizar estudios a campo para probar dicho efecto.

Con respecto a la respuesta funcional de *L. poliostroma* sobre grillos, se observó una tasa de captura elevada a bajas densidades de presa. Sin embargo, luego de llegar a un máximo la tasa media de captura disminuyó al aumentar la densidad de las presas. Los resultados obtenidos no parecerían indicar ninguno de los tipos de respuesta conocidos y más estudios serían necesarios para obtener mejores conclusiones sobre este tipo de análisis. De cualquier forma, el tipo de respuesta funcional que exhiben las arañas es bastante variable. Por ejemplo, Riechert & Lockley (1984) observaron la presencia de una respuesta funcional de tipo III para varias especies de arañas, pese a que algunos de los estudios que citan no presentaron un claro soporte para este tipo de respuesta (Kiritani & Kakiya 1975, Mansour *et al.* 1980). Nakamura (1977) encontró dos tipos de respuesta, tipo II y tipo III, para licósidos, y la respuesta tipo III más pronunciada ocurrió con cicadélidos como presas. Hardman & Turnbull (1974) encontraron una evidencia débil de respuesta

Capítulo 4

tipo III en arañas lobo pero no en todas las etapas de sus vidas. Sin embargo, otro estudio registró una respuesta tipo II para Lycosidae, haciendo muy variable el tipo de respuesta para esta familia (Samu & Biro 1993). En general, se ha encontrado que arañas errantes tienen una respuesta tipo III. No obstante, aunque existen estudios que han investigado la respuesta funcional de las arañas, es muy difícil establecer un patrón acorde al tipo de forrajeo porque son necesarios una gran cantidad de datos para correlacionar estrategias de caza con tipos de respuesta funcional.

Para determinar el alcance de la depredación de las arañas en una multitud de cultivos y climas bajo una variedad de prácticas de gestión y manejo se necesitan más estudios, previo a arribar a conclusiones generales sobre su eficacia como agentes de control biológico (Rypstra *et al.* 1999).

CAPÍTULO 5

Conclusiones



Capítulo 5

5.1 Conclusiones generales y perspectivas

- Este estudio constituye una de las primeras contribuciones al conocimiento de la fauna de artrópodos asociadas a cultivos de avena y trigo del sudoeste de la provincia de Buenos Aires. En el mismo, se analizó dicha fauna teniendo en cuenta la fenología de los cultivos como así también su distribución a lo largo de un gradiente cultivo-borde.
- La riqueza de órdenes de artrópodos fue similar en ambos cultivos, siendo los más representativos Diptera, Collembola, Hymenoptera y Hemiptera. Los resultados obtenidos demostraron que la labranza convencional no produciría cambios drásticos en la microfauna del suelo, debido a la gran abundancia de colémbolos, un grupo considerado indicador de la calidad del suelo.
- En general, no se observó un efecto importante del gradiente cultivo-borde sobre la entomofauna en ninguno de los cultivos. Dentro de los mismos, la abundancia fue mayor que en el límite y fuera del cultivo. Sin embargo, se registraron diferencias composicionales de la fauna de artrópodos a lo largo del gradiente.
- Un incremento importante se observó en la abundancia de artrópodos a medida que los cultivos se desarrollaban, alcanzándose la mayor abundancia y diversidad de órdenes en las últimas etapas fenológicas de los mismos. Órdenes como Acarii, Collembola e Hymenoptera tuvieron una abundancia similar a lo largo de todo el cultivo; mientras que, Hemiptera y Orthoptera mostraron un marcado aumento en su abundancia en las últimas etapas fenológicas de los cultivos (maduración de espiga y grano).

Capítulo 5

- Las hormigas fue uno de los grupos más abundantes registrados en este estudio, detectándose una mayor abundancia dentro de los cultivos que fuera de los mismos.
- Los pulgones presentaron su pico de abundancia en las etapas de macollaje y encañazón. El pulgón amarillo, el pulgón ruso y el pulgón verde fueron las especies más comunes.
- La diversidad de arañas en este estudio fue similar a las encontradas en otros agroecosistemas y menor a la registrada en áreas naturales. En trigo se observaron 16 familias de arañas y en avena 17. Las familias dominantes en ambos cultivos fueron Thomisidae, Anyphaenidae, Lycosidae, Linyphiidae y Araneidae.
- Nueve gremios funcionales se contabilizaron en avena y ocho en trigo. Los gremios más frecuentes fueron errantes de suelo y cazadoras por emboscada. La distribución de ellos fue similar en ambos cultivos.
- Las dos terceras partes de las arañas capturadas correspondieron a juveniles. Entre los adultos se detectaron 60 especies/morfo-especies. Se registraron 51 especies/morfo-especies en avena y 52 en trigo.
- En el estrato suelo la abundancia de las arañas como así también el número de familias y especies registradas fue similar en ambos cultivos. Las familias Lycosidae y Linyphiidae fueron las dominantes tanto en avena como en trigo.
- En suelo se observó una abundancia similar de arañas a lo largo de todo el gradiente cultivo-borde con una pequeña tendencia a disminuir hacia el borde del cultivo. Sin

Capítulo 5

embargo, en ambos cultivos, se halló mayor riqueza de familias fuera de los mismos apoyando la hipótesis de que un ambiente con mayor complejidad vegetal presenta mayor diversidad de invertebrados.

➤ Las arañas se hallaron en todas las etapas fenológicas de ambos cultivos, incluso luego de la siembra. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en la abundancia de las mismas siendo significativamente mayor en las últimas etapas fenológicas de los cultivos debido a un mayor porte y heterogeneidad de la vegetación.

➤ Se registraron arañas pertenecientes a la familia Linyphiidae a lo largo de todo el desarrollo de los cultivos, indicando que estas arañas tienen una gran capacidad colonizadora de ambientes alterados o modificados. Su presencia es de suma importancia dado que tienen un impacto importante sobre plagas de la agricultura como por ejemplo los pulgones.

➤ Las dos especies más abundantes de arañas en suelo en ambos cultivos fueron *Ostearius melanopygius* (Linyphiidae) y *Lycosa poliostrata* (Lycosidae). Ambas podrían considerarse especies agrobiontes de los cultivos de avena y trigo del sudoeste de Buenos Aires.

➤ En el estrato herbáceo existieron diferencias significativas en la abundancia de arañas capturadas con las distintas técnicas. La técnica de G-vac fue más eficiente que la red entomológica para capturar arañas que habitan sobre la vegetación.

➤ Las familias más abundantes en el estrato herbáceo fueron Araneidae, Thomisidae y Anyphaenidae.

Capítulo 5

- No se hallaron diferencias significativas en la abundancia de arañas entre los sitios dentro del gradiente cultivo-borde en ninguno de los dos cultivos. Sin embargo, existieron diferencias en la composición de las arañas entre sitios.
- Dentro de los cultivos se detectó una marcada dominancia de las familias Araneidae y Thomisidae; mientras que, fuera de los mismos la familia Anyphaenidae fue más abundante.
- Las especies más abundantes en el estrato herbáceo fueron *Lepthyphantes* sp. (Linyphiidae) y *Misumenops pallidus* (Thomisidae). Ésta última es uno de los habitantes más comunes en diversos agroecosistemas de Argentina y ya ha sido demostrado su potencial como un agente natural del control de varias especies de plagas.
- Hormigas y pulgones fueron las presas más comunes de *Latrodectus mirabilis* en los dos cultivos, alcanzando el 92,6% del total de las presas. Dentro de la dieta de estas arañas se observó depredación intragremial pero sólo en bajos porcentajes.
- En las experiencias en laboratorio se encontró una respuesta funcional de tipo II de la viuda negra frente a las hormigas.
- Los resultados obtenidos conforman la primera contribución sobre la dieta natural de *L. mirabilis*. Asimismo, los datos registrados son un valioso aporte que permiten comprender la interacción depredador-presa y el potencial de esta especie de araña como un agente de control biológico de la hormiga negra en la zona del sudoeste de Buenos Aires.

Capítulo 5

- Las experiencias de canibalismo dependiente de nivel de hambre entre hembras de *L. poliostruma* mostraron que hubo una relación positiva entre el ayuno y la frecuencia de canibalismo entre hembras de igual tamaño. A su vez, se encontró una fuerte influencia de la territorialidad sobre el grado de canibalismo en esta especie de araña lobo. Sin embargo, son necesarios más estudios para corroborar dicho efecto.
- La respuesta funcional de *L. poliostruma* sobre grillos permitió observar una tasa de captura elevada a bajas densidades de presa. Los resultados obtenidos no parecerían indicar ninguno de los tipos de respuesta conocidos, en consecuencia serían necesarios más estudios para obtener mejores conclusiones sobre este tipo de análisis.
- Resulta de suma importancia realizar aportes en el conocimiento de *L. poliostruma*, ya que presenta una amplia distribución y es una de las arañas más frecuentes en los cultivos estudiados.
- Los resultados presentados permitieron generar conocimientos sobre aspectos comportamentales y ecológicos de *L. poliostruma*.
- La presente tesis constituye un aporte significativo a la agroecología y a su potencial aplicación al manejo integrado de plagas en cultivos invernales del sudoeste de la provincia de Buenos Aires.

Referencias Bibliográficas

- Abalos J.W. 1980. Las arañas del género *Latrodectus* en la Argentina. *Obras Centenarias del Museo de La Plata*, 6: 29-51.
- Ahmad M., Gul-Zaffar Z.A.D. & Habib M. 2014. A review on Oat (*Avena sativa* L.) as a dual-purpose crop. *Scientific Research & Essays*, 9 (4): 52-59.
- Alderweireldt M. 1994. Prey selection and prey capture strategies of linyphiid spiders in high-input agricultural fields. *Bulletin of the British Arachnological Society*, 9: 300-308.
- Almada M.S. 2014. Biodiversidad y densidad de arañas (Araneae) en un sistema agropastoril, tendientes a mejorar el impacto de los enemigos naturales sobre insectos plaga. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. 123 pp.
- Almada M.S., Sosa M.A. & González A. 2012. Araneofauna (Arachnida: Araneae) en cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum*) transgénicos y convencionales en el norte de Santa Fe, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 60 (2): 611-623.
- Altieri M.A. 1994. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. Food Products Press, Nueva York, E.E.U.U. 185 pp.
- Altieri M.A. 1995. *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press, Boulder, Colorado, E.E.U.U. 446 pp.
- Altieri M.A. & Letourneau D.L. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, 1: 405-430.
- Altieri M.A. & Nicholls C. 2000. *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, México D.F., México. 250 pp.
- Álvares E.S.S. 2006. A subfamília Lycosinae no Brasil (Araneae, Lycosidae), com notas sobre espécies ocorrentes em países limítrofes. Tesis de Magíster, Universidad de Sao Paulo, Brasil. 236 pp.
- Amalin, D.M., Peña J.E., McSorley R., Browning H.W. & Crane J.H. 2001a. Comparison of different sampling methods and effect of pesticide application on spider populations in lime orchards in South Florida. *Environmental Entomology*, 30: 1021-1027.
- Amalin, D.M., Reiskind J., Peña J.E. & McSorley R. 2001b. Predatory behavior of three species of sac spiders attacking citrus leafminer. *Journal of Arachnology*, 29: 72-81.

- Andersen A.N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. *The Proceedings of the Ecological Society of Australia*, 16: 347-357.
- Andersen A.N. & Majer J.D. 2004. Ants show the way Down Under: Invertebrates as bioindicators in land management. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2 (6): 91-298.
- Andersen A.N. & Sparling G.P. 1997. Ants as indicators of restoration success: relationships with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics. *Restoration Ecology*, 5: 109-114.
- Anderson J.F. 1974. Responses to starvation in the spiders *Lycosa lenta* Hentz and *Filistata hibernalis* (Hentz). *Ecology*, 55: 576-585.
- Andow D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561-586.
- Andow D.A. & Prokym D.R. 1990. Plant structural complexity and host finding by a parasitoid. *Oecologia*, 82:162-165.
- Aparicio M.S., Castro-Ramírez A., León Cortés J. & Ishiara M.I. 2003. Entomofauna asociada a maíz de temporal con diferentes manejos de malezas en Chiapas, México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 70: 65-73.
- Armendano A. & González A. 2009. Comunidad de arañas (Arachnida, Araneae) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en Buenos Aires, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 58 (2): 757-767.
- Armendano A. & González A. 2011a. Efecto de las arañas (Arachnida: Araneae) como depredadores de insectos plaga en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) (Fabaceae) en Argentina. *Revista de Biología Tropical* 59 (4): 1651-1662.
- Armendano A. & González A. 2011b. Spiders fauna associated with wheat crops and adjacent habitats in Buenos Aires, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1176-1182.
- Asteraki E.J., Hart B.J., Ings T.C. & Manley W.J. 2004. Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 102: 219-231.
- Avalos G., Bar M.E., Oscherov E.B. & González A. 2013. Diversidad de Araneae en cultivos de *Citrus sinensis* (Rutaceae) de la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 61 (3): 1243-1260.

Bedano J.C., Cantú M.P. & Doucet M.E. 2006. Soil springtails (Hexapoda: Collembola), symphylans and pauropods (Arthropoda: Myriapoda) under different management systems in agroecosystems of the subhumid Pampa (Argentina). *European Journal of Soil Biology*, 42: 107-119.

Beltramo J., Bertolaccini I. & González A. 2006. Spiders of soybean crops in Santa Fe province, Argentina: influence of surrounding spontaneous vegetation on lot colonization. *Brazilian Journal of Biology*, 66(3): 891-898.

Benamú M.A. 2010. Composición y estructura de la comunidad de arañas en el sistema de cultivo de soja transgénica. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. 219 pp.

Benamú M.A., Schneider M.I. & Sánchez N.E. 2010. Effects of the herbicide glyphosate on biological attributes of *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae), in laboratory. *Chemosphere*, 78: 871-876.

Bertani R., Fukushima C.S. & Martins R. 2008. Sociable widow spiders? Evidence of subsociality in *Latrodectus* Walckenaer, 1805 (Araneae, Theridiidae). *Journal of Ethology*, 26: 299-302.

Billeter R., Liira J., Bailey D., Bugter R., Arens P., et al. 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied Ecology* 45:141-150.

Bishop L. & Riechert S. 1990. Spider colonization of agroecosystems: mode and source. *Environmental Entomology*, 19: 1738-1745.

Bloom S.A. 1981. Similarity indices in community studies: Potential Pit-falls. *Marine Ecology-Progress Series* 5: 125-128.

Capocasale R. 2001. Redescrición de *Lycosa poliostrata* (C.L. Koch) (Araneae, Lycosidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, 3: 79-86.

Cardoso P., Pekár S., Jocqué R. & Coddington J.A. 2011. Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS ONE*, 6(6): e21710.

Carter P. E. & Rypstra A. L. 1995. Top-down effects in soybean agroecosystems: spider density affects herbivore damage. *Oikos* 72: 433-439.

Cheli G., Armendano A. & González A. 2006. Preferencia alimentaria de arañas *Misumenops pallidus* (Araneae: Thomisidae) sobre potenciales insectos presa de cultivos de alfalfa. *Revista Biología Tropical*, 54 (2): 505-513.

Clark M.S., Luna J.M., Stone N.D. & Youngman R.R. 1994. Generalist predator consumption of armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and effect of predator removal on damage in no-till corn. *Environmental Entomology* 23: 617-622.

- Clough Y., Kruess A., Kleijn D. & Tscharntke T. 2005. Spider diversity in cereal fields: comparing factors at local, landscape and regional scales. *Journal of Biogeography*, 32: 2007-2014.
- Clough Y., Kruess A. & Tscharntke T. 2007. Organic versus conventional arable farming systems: functional grouping helps understand staphylinid response. *Agriculture Ecosystem and Environment* 118: 285-290.
- Collins K.L., Boatman N.D., Wilcox A. & Holland J.M. 2003. A 5-year comparison of overwintering polyphagous predator densities within a beetle bank and two conventional hedgebanks. *Annals of Applied Biology* 143: 63-71.
- Collins K.L., Boatman N.D., Wilcox A., Holland J.M. & Chaney K. 2002. Influence of beetle banks on cereal aphid predation in winter wheat. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 3: 337-350.
- Colwell R.K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Costa F., Pérez-miles F., Gudynas E., Prandi L. & Capocasale R. 1991. Ecología de los arácnidos criptozoicos, excepto ácaros, de Sierras de las Animas (Uruguay). Órdenes y familias. *Aracnología*, 13/15: 1-41.
- Costall J.A. & Death R.G. 2010. Population monitoring of the endangered New Zealand spider, *Latrodectus katipo*, with artificial cover objects. *New Zealand Journal of Ecology*, 34 (2): 253-258.
- COTRISA. 2014. Comercializadora de trigo S.A. Página web disponible en: <http://www.cotrisa.cl/mercado/avena/internacional/detalle.php>. Fecha de acceso: 20/05/2014.
- Curry J.P. 1993. *Grassland invertebrates: ecology, influence on soil fertility and effects on plant growth*. Chapman & Hall, Londres, Inglaterra. 424 pp.
- Cushing P.E. 2012. Spider-ant associations: An updated review of myrmecomorphy, myrmecophily, and myrmecophagy in spiders. *Psyche*, 2012: 1-23.
- Dans D., Anglada M. & Maidana A. 2009. Caracterización del daño de hormigas cortadoras en el cultivo de sorgo (*Sorghum* spp). *Revista Científica Agropecuaria*, 13 (1): 7-15.
- Dean D.A. & Sterling W.L. 1987. Distribution and abundance patterns of spiders inhabiting cotton in Texas. *Texas Agricultural Experimental Station Bulletin*, 1566: 1-8.

- Debaraj Y. & Singh T.K. 1996. Aerial population fluctuation of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. *Annals of Agri-Bio Research*, 17: 308-310.
- Dennis P. & Wratten S.D. 1991. Field manipulation of populations of individual staphylinid species in cereals and their impact on aphid populations. *Ecological Entomology* 16: 17-24.
- Denys C. & Tschamtker T. 2002. Plant-insect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields, and fallows. *Oecologia*, 130: 315-324.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. & Robledo C.W. 2008. *InfoStat*, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Dinter A. 1995. Estimation of epigeic spider population densities using intensive D-vac sampling technique and comparison with pitfall trap catches in winter wheat. En: *Arthropod natural enemies in arable land. I. Density, spatial heterogeneity and dispersal*. Toft S. & Riedel W. (eds.). pp 33-45. Aarhus University Press, Aarhus, Dinamarca.
- Dippenaar-Schoeman A.S., Van den Berg A.M., Haddad C.R. & Lyle R. 2013. Current knowledge of spiders in South African agroecosystems (Arachnida, Araneae). *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 68 (1): 57-74.
- Dixon A.F.G. 1987. Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. En: Minks A.K & Harrewijn P. (eds.). *Aphids: their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, Holanda. Pp. 269-287.
- Dong Q. & Polis G.A. 1992. The dynamics of cannibalistic populations: a foraging perspective. En: *Cannibalism: ecology and evolution among diverse taxa*. Elgar M.A. & Crespi B.J. (eds.). pp 13-37. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Duelli P. 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 62: 81-91.
- Elgar M.A. & Crespi B.J. 1992. *Cannibalism: ecology and evolution among diverse taxa*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido. 112 pp.
- Eyre M.D. & Leifert C. 2012. A pragmatic approach for improving invertebrate biodiversity assessment in the agricultural landscape. *Journal of Insect Conservation*, 16: 847-855.
- F.A.O. 2014. Food and Agricultural Organization of United States. Disponible on-line en: <http://www.fao.org/ag/agg/AGPC/doc/Gbase/DATA/pf000466.HTM>. Fecha de acceso 26/03/14.

Fagan W.F. 1997. Omnivory as a stabilizing feature of natural communities. *American Naturalist*, 150: 554-567.

Feinsinger P. 2004. *El Diseño de Estudios de Campo para la Conservación de la Biodiversidad*. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 243 pp.

Ferguson H.J., McPherson R.M. & Allen W.A. 1984. Ground- and foliage-dwelling spiders in four soybean cropping systems. *Environmental Entomology* 13: 975-980.

Fernández-Arhex V. & Corley J.C. 2004. La respuesta funcional: una revisión y guía experimental. *Ecología Austral*, 14: 83-93.

Fiedler A.K. & Landis D.A. 2007. Attractiveness of Michigan native plants to arthropod natural enemies and herbivores. *Environmental Entomology* 36: 751-765.

Finke D.L. & Denno R.F. 2002. Intra-guild predation diminished in complex-structured vegetation: implications for prey suppression. *Ecology*, 83: 643-652.

Finke D.L. & Denno R.F. 2003. Intra-guild predation relaxes natural enemy impacts on herbivore populations. *Ecological Entomology*, 28: 67-73.

Foelix R. 2011. *Biology of spiders*. Third Edition. Oxford University Press. Oxford, Inglaterra. 330 pp.

Frank T. 1998. The role of different slug species in damage to oilseed rape bordering on sown wildflower strips. *Annals of Applied Biology*, 133: 483-493.

Garb J.E., González A. & Gillespie R. 2004. The black widow spider genus *Latrodectus* (Araneidae: Theridiidae): phylogeny, biogeography, and invasion history. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31: 1127-1142.

Garzón J.M. 2012. *Tendencias y Oportunidades para la Cadena del Trigo en los Mercados de Latinoamérica*. Asociación Argentina de Trigo. 74 pp.

Gavish-Regev E., Lubin Y. & Coll M. 2008. Migration patterns and functional groups of spiders in a desert agroecosystem. *Ecological Entomology*, 33: 202-212.

Gluck E. & Ingrisch S. 1990. The effect of bio-dynamic and conventional agriculture management on Erigoninae and Lycosidae spiders. *Journal of Applied Entomology*, 110: 113-148.

Golden D.M. & Crist T.O. 2000. Experimental effects of habitat fragmentation on rove beetles and ants: patch area or edge? *Oikos* 90: 525-538.

González A. 1979. Observaciones bioecológicas sobre una especie del género *Latrodectus* (Walckenaer 1805) del grupo mactans, de Sierra de la Ventana (Provincia de Buenos Aires,

Argentina) (Araneae, Theridiidae): III-Desarrollo post-embriionario. *Acta Zoológica Lilloana*, 35(1): 97-110.

González A. 1981. Desarrollo postembrionario de *Latrodectus mirabilis*, *Latrodectus corallinus* y *Latrodectus antheratus* (Araneae, Theridiidae). *Physis, sección C*, 39 (97): 83-91.

González A., Liljeström G., Castro D., & Armendano A. 2009a. Development and recruitment of *Misumenops pallidus* (Keyserling) (Araneae: Thomisidae), and its synchronicity with three potential prey species in soybean cultures from Argentina. *Entomological News*, 120(1): 41-52.

González A., Liljeström G., Minervino E., Castro D., González S. & Armendano A. 2009b. Predation by *Misumenops pallidus* (Araneae: Thomisidae) on insect pests of soybean cultures in Buenos Aires Province, Argentina. *Journal of Arachnology*, 37: 282-286.

Gravesen E. 2008. Linyphiid spider populations in sustainable wheat-clover bi-cropping compared to conventional wheat-growing practice. *Journal of Applied Entomology*, 132: 545-556.

Greenstone M.H. 1999. Spider predation: how and why we study it. *Journal of Arachnology*, 27: 333-342.

Grismado C.J., Crudele I., Damer L., López N., Olejnik N. & Trivero S. 2011. Comunidades de arañas de la Reserva Natural Otamendi, Provincia de Buenos Aires. Composición taxonómica y riqueza específica. *Biologica*, 14:7-48.

Guillot C. 2005. *Entomology*. Third Edition. Springer, Dordrecht, Holanda. 829 pp.

Hammer O., Harper D.A.T. & Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4 (1): 9.

Hance T. 2002. Impact of cultivation and crop husbandry practice. En: *The agroecology of carabid beetles*. Holland J.M. (ed.). pp. 231-250. Intercept, Andover, Inglaterra.

Hansen A.J., di Castri F. & Naiman R.J. 1988. Ecotones: what and why? *Biology International* (Special Issue), 17: 9-45.

Hardman J.M. & Turnbull A.L. 1974. Interaction of spatial heterogeneity, predator competition and functional response to prey density in a laboratory system of wolf spiders (Araneae: Lycosidae) and fruit-flies (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Animal Ecology*, 43: 155-171.

Harwood J.D., Sunderland K.D. & Symondson W.O.C. 2004. Prey selection by linyphiid spiders: Molecular tracking of the effects of alternative prey on rates of aphid consumption in the field. *Molecular Ecology*, 13: 3549-3560.

- Hassell M.P. 2000. *The spatial and temporal dynamics of host-parasitoid interactions*. Oxford University Press. Oxford.
- Hayes J.L. & Lockley T.C. 1990. Prey and nocturnal activity of wolf spiders (Araneae: Lycosidae) in cotton fields in the delta region of Missisipi. *Environmental Entomology*, 19 (5): 1512-1518.
- Helenius J. 1990. Effect of epigeal predators on infestation by the aphid *Rhopalosiphum padi* and on grain yield of oats in monocrops and mixed intercrops. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 54: 225-236.
- Hódar J.A. & Sánchez-Piñero F. 2002. Feeding habits of the blackwidow spider *Latrodectus lilianae* (Araneae: Theridiidae) in an arid zone of south-east Spain. *Journal of Zoology*, 257: 101-109.
- Hodge M. 1999. The implications of intraguild predation for the role of spiders in biological control. *The Journal of Arachnology*, 27: 351-362.
- Hodkinson I.D. & Hughes M.K. 1993. *La fitofagia en los insectos*. Oikos-Tau, Barcelona, España. 99 pp.
- Holland J. & Farhig L. 2000. Effect of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape- scale analysis. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 78: 115-122.
- Holland J.M. & Reynolds C.J.M. 2003. The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Araneae) emergence on arable land. *Pedobiologia* 47: 181-191.
- Holland J.M., Winder L. & Perry J.N. 2000. The impact of dimethoate on the spatial distribution of beneficial arthropods in winter wheat. *Annals of Applied Biology*, 136: 93-105.
- Hunter M. 2009. Trophic promiscuity, intraguild predation and the problem of omnivores. *Agricultural and Forest Entomology*, 11: 125-131.
- Hurlbert S.H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 59: 67-77.
- Huusela-Veistula E. 1998. Effects of perennial grass strips on spiders (Araneae) in cereal fields and impact on pesticide side-effects. *Journal of Applied Entomology*, 122: 575-583.
- Igarzábal D. 2007. Plagas del Trigo en la Región Centro-Norte de Argentina. *Asociación Argentina de Protección Vegetal (ASAPROVE)*: 5-9.

Intagro 2014. Intagro S.A. Página web disponible en: http://www.intagro.com/mapas/prod_trigo.asp. Fecha de acceso: 27/03/2014.

Japyassú H.F. & Caires R.A. 2008. Hunting tactics in a cobweb spider (Araneae-Theridiidae) and the evolution of behavioral plasticity. *Journal of Insect Behavior*, 21: 258-284.

Janzen D.H. 1991. How to save tropical biodiversity? *American Entomologist*, 37: 159-171.

Johnson A., Revis O. & Chadwick-Johnson J. 2011. Chemical prey cues influence the urban microhabitat preferences of Western black widow spiders, *Latrodectus hesperus*. *Journal of Arachnology*, 39: 449-453.

Kaiser J. 2000. Rift over biodiversity divides ecologists. *Science*, 289: 1282-1283.

Kareiva P. 1987. Habitat fragmentation and the stability of predator-prey interactions. *Nature*, 326: 388-390.

Kent N.L. & Evers D. 1994. *Technology of Cereals: An introduction for students of food science and agriculture*. 4th edition. Elsevier Science Ltd, Oxford, Reino Unido. 334 pp.

Kiritani K. & Kakiya N. 1975. An analysis of the predator-prey system in the paddy field. *Researches on Population Ecology*, 17: 29-38.

Kladviko E.J. 2001. Tillage systems and soil ecology. *Soil and Tillage Research* 61: 61-76.

Kremen C., Colwell R.K., Erwin T.L., Murphy D.D., Noss R.F. & Sanjayan M.A. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology*, 7: 796-808.

Lamberth C., Jeanmart S., Luksch T. & Plant A. 2013. Current Challenges and Trends in the Discovery of Agrochemicals. *Science*, 341 (6147): 742.

Landis D., Wratten S.D. & Gurr G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45: 175-201.

Lang A. 2003. Intraguild interference and biocontrol effects of generalist predators in a winter wheat field. *Oecologia*, 134: 144-153.

Lang A., Filser J. & Henschel J.R. 1999. Predation by ground beetles and wolf spiders on herbivorous insects in a maize crop. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 72:189-199.

Levi H.W. 2005. Theridiidae. En: *Spiders of North America: an identification manual*. Ubick D., Paquin P., Cushing P. & Roth V. (eds.). pp 235-243. American Arachnological Society, Estados Unidos.

- Lietti M., Gamundi J.C., Montero G., Molinari A. & Bulacio V. 2008. Efecto de dos sistemas de labranza sobre la abundancia de artrópodos que habitan en el suelo. *Ecología Austral*, 18: 71-87.
- Liljeström G., Minervino E., Castro D. & González A. 2002. La comunidad de arañas del cultivo de soja en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Neotropical Entomology*, 31 (2): 197-210.
- Lindberg N. & Bengtsson J. 2005. Population responses of oribatid mites and collembolans after drought. *Applied Soil Ecology*, 28: 163-174.
- Loreau M. 2000. Biodiversity and ecosystem functioning: recent theoretical advances. *Oikos*, 91: 3-17.
- Luczak J. 1979. Spiders in agroecosystems. *Polish Ecological Study*, 5: 151-200.
- Mackay W.P. 1982. The effect of predation of western widow spiders (Araneae: Theridiidae) on harvester ants (Hymenoptera: Formicidae). *Oecologia*, 53: 406-411.
- Majer J.D. & Beeston G. 1996. The biodiversity integrity index: an illustration using ants in Western Australia. *Conservation Biology*, 10: 65-73.
- Maloney D., Drummond F.A. & Alford R. 2003. *Spider predation in agroecosystems: Can spiders effectively control pest populations?* Technical bulletin. Maine Agricultural and Forest Experiment Station, Orono, Estados Unidos. 32 pp.
- Mansour F., Rosen D. & Shulov A. 1980. Functional response of the spider *Chiracanthium mildei* (Arachnida: Clubionidae) to prey density. *Entomophaga*, 25: 313-316.
- Marasas M.E., Sarandón S.J. & Cicchino A.C. 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: 59-63.
- Marasas M.E., Sarandón S.J. & Cicchino A.C. 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.
- Marasas M.E., Sarandón S. & Cicchino A.C. 2010. Seminatural habitats and field margins in a typical agroecosystem of the Argentinean Pampas as a reservoir of carabid beetles. *Journal Sustainability Agriculture*, 34 (2): 153-168.
- Marc P. & Canard A. 1997. Maintaining spider biodiversity in agroecosystems as a tool in pest control. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 62: 229-235.

Marc P., Canard A. & Ysnel F. 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 74: 229-273.

Marshall S.D. & Rypstra A.L. 1999. Spider competition in structurally simple ecosystems. *Journal of Arachnology*, 27: 334-350.

Martín-Piera F. 1997. Apuntes sobre Biodiversidad y Conservación de Insectos: Dilemas, Ficciones y ¿Soluciones? *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20: 25-55.

Maudsley M.J. 2000. A review of the ecology and conservation of hedgerow invertebrates in Britain. *Journal of Environmental Management*, 60: 65-76.

Maupin J. & Riechert S. 2001. Superfluous killing in spiders: a consequence of adaptation to food-limited environments? *Behavioral Ecology*, 12(5): 569-576.

Mayntz D. & Toft S. 2001. Nutrient composition of the preys diet affects growth and survivorship of a generalist predator. *Oecologia*, 127: 207-213.

McReynolds C.N. & Polis G.A. 1987. Ecomorphological factors influencing prey use by two sympatric species of orb-weaving spiders, *Argiope aurantia* and *Argiope trifasciata*. *Journal of Arachnology*, 15: 371-384.

Meek B., Loxton D., Sparks T., Pywell R., Pickett H. & Nowakowski M. 2002. The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. *Biological Conservation*, 106: 259-271.

Melnychuk N.A., Olfert O., Youngs B. & Gillot C. 2003. Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. *Agriculture Ecosystem and Environment* 95: 69-72.

Metcalf C.R. 1960. *Anatomy of monocotyledons I. Gramineae*. Clarendon Press, Oxford, Reino Unido. 731 pp.

Midega C.A.O., Khan Z.R., van der Berg J., Ogol C.K.P.O., Dippenaar-Schoeman A.S., Pickett J.A. & Wadhams L.J. 2008. Response of ground-dwelling arthropods to a 'push-pull' habitat management system: spiders as an indicator group. *Journal of Applied Entomology*, 132(3): 248-254.

Minervino E. 1996. Estudio biológico y ecobiológico de arañas depredadoras de plagas de la soja. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina.

Miñarro M., Espadaler X., Melero V.X. & Suárez-Álvarez V. 2009. Organic versus conventional management in an apple orchard: effects of fertilization and tree-row management on ground-dwelling predaceous arthropods. *Agriculture and Forest Entomology*, 11: 133-142.

- Moreno C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.
- Moya-Laraño J., Orta-Ocaña J.M., Barrientos J.A., Bach C. & Wise D.H. 2002. Territoriality in a cannibalistic burrowing wolf spider. *Ecology*, 83(2): 356-361.
- Murphy D.D., Freas K.E. & Weiss S. B. 1990. An environment-metapopulation approach to population viability analysis for a threatened invertebrate. *Conservation Biology*, 4: 41-51.
- Nakamura K. 1977. A model for the functional response of a predator to varying prey densities based on the feeding ecology of wolf spiders. *Bulletin of the National Institute of Agricultural Science Japan*, 31: 28-89.
- Neave P. & Fox C.A. 1998. Response of soil invertebrates to reduced tillage systems established on a clay loam soil. *Applied Soil Ecology*, 9: 423-428.
- Nentwig W. 1987. The prey of spiders. En: *Ecophysiology of Spiders*. Nentwig W. (ed.). pp. 249-263. Springer-Verlag, Berlin, Alemania.
- Nichols C. & Altieri M. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio del manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 65: 50-64.
- Norma-Rashid Y., Rahman N.A. & Li D. 2009. Mangrove spiders (Araneae) of Peninsular Malaysia. *International Journal of Zoology Research*, 5: 9-15.
- Nossek M.E. & Rovner J.S. 1984. Agonistic behavior in female wolf spiders (Araneae, Lycosidae). *Journal of Arachnology*, 11: 407-422.
- Nyffeler M. 1982. Field studies on the ecological role of the spiders as predators of insects in agroecosystems. PhD Thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich. 180 pp.
- Nyffeler M. 1999. Prey selection of spiders in the field. *Journal of Arachnology*, 27: 317-324.
- Nyffeler M. & Benz G. 1987. Spiders in natural pest control: A review. *Journal of Applied Entomology*, 103: 321-339.
- Nyffeler M. & Benz G. 1988. Feeding ecology and predatory importance of wolf spiders (*Pardosa* spp) (Araneae, Lycosidae) in winter wheat fields. *Journal of Applied Entomology*, 106: 123-134.
- Nyffeler M. & Sunderland K.D. 2003. Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 95: 579-612.

- Nyffeler M.; Dean D.A. & Sterling W.L. 1988. The southern black widow spider, *Latrodectus mactans* (Araneae, Theridiidae), as a predator of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera, Formicidae), in Texas cotton fields. *Journal of Applied Entomology*, 106: 52-57.
- Nyffeler M., Dean A.D. & Sterling W.L. 1992. Diets, feeding specialization and predatory role of two lynx spiders, *Oxyopes salticus* and *Peucetia viridans* (Araneae: Oxyopidae), in a Texas cotton agroecosystem. *Environmental Entomology*, 21: 1457-1465.
- Nyffeler M., Sterling W.L. & Dean A.D. 1994a. How spiders make a living. *Environmental Entomology*, 23: 1357-1367.
- Nyffeler M., Sterling W.L. & Dean D.A. 1994b. Insectivorous activities of spiders in United States field crops. *Journal of Applied Entomology*, 118: 113-128.
- Öberg S., Ekblom B. & Bommarco R. 2007. Influence of habitat type and surrounding landscape on spider diversity in Swedish agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 122: 211-219.
- Opatovsky I. & Lubin Y. 2012. Coping with abrupt decline in habitat quality: Effects of harvest on spider abundance and movement. *Acta Oecologia*, 41: 14-19.
- Ostrom P.H., Colunga-Garcia M. & Gage S.H. 1997. Establishing pathways of energy flow for insect predators using stable isotope ratios: field and laboratory evidence. *Oecologia*, 109: 108-113.
- Paleologos M.F., Flores C.C., Sarandón S.J., Stupino S.A. & Bonicatto M.M. 2008. Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 3 (1): 28-40.
- Paoletti M.G., Pimentel D., Stinner B.R. & Stinner D. 1992. Agroecosystem biodiversity: matching production and conservation biology. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 40: 3-23.
- Peck S.L., McQuaid B. & Campbell C.L. 1998. Using ant species (Hymenoptera: Formicidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. *Environmental Entomology* 27 (5): 1102-1110.
- Pedigo L.P. 2001. *Entomology and Pest Management*. Fourth Edition. Prentice Hall, New Jersey, Estados Unidos. 742 pp.
- Pekár S., Coddington J.A. & Blackledge T.A. 2012. Evolution of stenophagy in spiders (Araneae): evidence based on the comparative analysis of spider diets. *Evolution*, 66(3): 776-806.

- Perfecto I., Vandermeer J., Hanson P. & Cartín V. 1997. Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro-ecosystem. *Biodiversity and Conservation* 6: 935-945.
- Pfennig D.W., Ho S.G. & Hofman E.A. 1998. Pathogen transmission as a selective force against cannibalism. *Animal Behaviour*, 55: 1255-1261.
- Pfennig D.W., Reeve H.K. & Sherman P.W. 1993. Kin recognition and cannibalism in spadefoot toad tadpoles. *Animal Behaviour*, 46: 87-94.
- Pianka E.R. 1974. Niche overlap and diffuse competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 71 (5): 2141-2145.
- Pinkus-Rendón M.A., Ibarra-Núñez G., Parra-Tabla V., García-Ballinas J.A. & Hénaut Y. 2006. Spider diversity in coffee plantations with different management in southeast Mexico. *Journal of Arachnology*, 34: 104-112.
- Polis G.A. & Strong D.R. 1996. Food web complexity and community dynamics. *American Naturalist*, 147: 813-46.
- Pollard E. 1968. The effect of removal of the bottom flora of a hawthorn hedgerow on the carabidae of the hedge bottom. *Journal of Applied Ecology*, 5: 125-139.
- Pommeresche R., Bakken A.K. & Korsæth A. 2013. Abundance and diversity of spiders (Araneae) in barley and young leys. *Journal of Arachnology*, 41: 168-175.
- Pompozzi G., Copperi S. & Ferretti N. 2011a. Composición faunística y fenología de arañas epigeas (Araneae) en la Reserva Natural “Ernesto Tornquist” (Buenos Aires, Argentina). III Congreso Latinoamericano de Aracnología, Montenegro, Colombia.
- Pompozzi G., Tizón R.F. & Peláez D. 2011b. Effects of different frequencies of fire on an epigeal spider community in southern Caldenal, Argentina. *Zoological Studies*, 50 (6): 718-724.
- Pons X., Comas J. & Albajes R. 1993. Overwintering of cereal aphids (Homoptera Aphididae) on durum wheat in a Mediterranean climate. *Environmental Entomology*, 22: 381-387.
- Postma-Blaauw M.B., de Goede R.G.M., Bloem J., Faber J.H. & Brussaard L. 2010. Soil biota community structure and abundance under agricultural intensification and extensification. *Ecology*, 91: 460-473.
- Price P.W., Bouton C.E., Gross P., McPherson B.A., Thompson J.N. & Weis A.E. 1980. Interactions among three trophic levels: Influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 11:41-65.

Quevedo Romero G. & Vasconcellos-Neto J. 2003. Natural history of *Misumenops argenteus* (Thomisidae): seasonality and diet on *Trichogoniopsis adenantha* (Asteraceae). *Journal of Arachnology*, 31: 297-304.

Ramírez M. 2003. The spider subfamily Amaurobidinae (Araneae, Anyphaenidae): A phylogenetic revision at the generic level. *Bulletin of the American Museum of the Natural History*, N° 277, 262 pp.

Rebechi M.C., Baudino E.M. & Belmonte V. 2006. Presencia y distribución temporal de pulgones (Homóptera: Aphididae) y sus parasitoides en variedades de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L) en el este de la provincia de La Pampa, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, UNLPam*, 17 (1-2): 41-50.

Rescia A.J., Schmitz M.F., Martín de Agar P., de Pablo C.L. & Pineda F. D. 1997. A fragmented landscape in northern Spain analyzed at different spatial scales: implications for management. *Journal of Vegetation Science* 8 (3): 343-352.

Reviriego M.E., Descamps L.R. & Ferrero A.A. 2006. Fluctuaciones de las poblaciones de *Diuraphis noxia* y sus enemigos naturales en cultivos de trigo en la zona de Bahía Blanca, Argentina. *Agricultura Técnica*, 66 (4): 425-434.

Rhoton F.E. 2000. Influence of time on soil response to no-till practices. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 700-709.

Riechert S.E. 1999. The hows and whys of successful pest suppression by spiders: insights from case studies. *Journal of Arachnology*, 27: 387-396.

Riechert S.E. & Bishop L. 1990. Prey control by an assemblage of generalist predators: spiders in garden test systems. *Ecology*, 71: 1441-1450.

Riechert S.E. & Lawrence K. 1997. Test for predation effects of single versus multiple species of generalist predators: spiders and their insect prey. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 84: 147-155.

Riechert S.E. & Lockley T. 1984. Spiders as biological control agents. *Annual Review of Entomology*, 29: 299-320.

Rocha Dias M.F. & Kobler T. 1999. Comportamento e padrão alimentar de uma espécie de *Latrodectus* do grupo *Mactans* (Araneae, Theridiidae) em cativeiro. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(4): 991-996.

Rodríguez E., Fernandez-Anero F.J., Ruiz P. & Campos M. 2006. Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in a Mediterranean climate. *Soil and Tillage Research*, 85: 229-233.

Ross K.G. 1981. Report of necrophagy in the black widow spider, *Latrodectus hesperus* (Araneae: Theridiidae). *Journal of Arachnology*, 9: 109.

Rossi M.N. & Godoy W.A.C. 2005. Web contents of *Nesticodes rufipes* and *Latrodectus geometricus* (Araneae: Theridiidae) in a Brazilian poultry house. *Journal of Entomological Science*, 40: 347-351.

Rossi M.N., Reigada C. & Godoy W.A.C. 2006. The role of habitat heterogeneity for the functional response of the spider *Nesticodes rufipes* (Araneae: Theridiidae) to houseflies. *Applied Entomology & Zoology*, 41 (3): 419-427.

Roy B.R., Bohan D.A., Haughton A.J., Hill M.O., Osborne J.L., Clark S.J., Perry J.N., Rothery P., Scott R.J., Brooks D.R., Champion G.T., Hawes C., Heard M.D. & Firbank L.G. 2003. Invertebrates and vegetation of field margins adjacent to crops subject to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 358: 1879-1898.

Royauté R. & Buddle C.M. 2012. Colonization dynamics of agroecosystem spider assemblages after snow-melt in Quebec (Canada). *Journal of Arachnology*, 40: 48-58.

Russell-Smith A. 2002. A comparison of the diversity and composition of ground-active spiders in Mkomazi Game Reserve, Tanzania and Etosha National Park, Namibia. *Journal of Arachnology*, 40: 383-388.

Ruzicka V. 1995. The spreading of *Ostearius melanopygius* (Araneae: Linyphiidae) through Central Europe. *European Journal of Entomology*, 92: 723-726.

Rypstra A.L. 1983. The importance of food and space in limiting web-spider densities: a test using field enclosures. *Oecologia*, 59: 312-316.

Rypstra A.L. & Carter P.E. 1995. The web-spider community of soybean agroecosystems in Southwestern Ohio. *Journal of Arachnology*, 23: 135-144.

Rypstra A.L. & Samu F. 2005. Size dependent intraguild predation and cannibalism in coexisting wolf spiders (Araneae, Lycosidae). *Journal of Arachnology*, 33: 390-397.

Rypstra A.L., Carter P.E., Balfour R.A. & Marshall S.D. 1999. Architectural features of agricultural habitats and their impacts on the spider inhabitants. *Journal of Arachnology*, 27: 371-377.

Sackett T.E., Buddle C.M. & Vincent C. 2008. Relevance of collected juveniles to the analysis of spider communities. *Journal of Arachnology*, 36: 187-190.

Salomon M. 2011. The natural diet of a polyphagous predator, *Latrodectus hesperus* (Araneae: Theridiidae), over one year. *Journal of Arachnology*, 39: 154-160.

- Samu F. & Biro Z. 1993. Functional response, multiple feeding and wasteful killing in a wolf spider (Araneae: Lycosidae). *European Journal of Entomology*, 90: 471-476.
- Samu F. & Sároszpataki M. 1995. Design and use of a hand-hold suction sampler, and its comparison with sweep net and pitfall trap sampling. *Folia Entomologica Hungarica*, 56: 195-203.
- Samu F. & Szinetár C. 2002. On the nature of agrobiont spider. *Journal of Arachnology*, 30: 389-402.
- Samu F., Toft S. & Kiss B. 1999. Factors influencing cannibalism in the wolf spider *Pardosa agrestis* (Araneae, Lycosidae). *Behavioral, Ecology and Sociobiology*, 45: 349-354.
- Sauberer N., Zulka K.P., Abensperg-Traun M., Berg H.M., Bieringer G., Milasowszky N., Moser D., Plutzer C., Pollheimer M., Storch C., Tröstl R., Zechmeister H. & Grabherr G. 2005. Surrogate taxa for biodiversity in agricultural landscapes of eastern Austria. *Biological Conservation* 117:181-190.
- Scharff, N., Coddington J.A., Griswold C.E., Hormiga G. & Bjorn P.P. 2003. When to quit? Estimating spider species richness in a northern European deciduous forest. *Journal of Arachnology*, 31: 246-273.
- Settle W.H, Ariawan H., Astuti E.T., Cahyane W., Hakim A.L., Hundayana D. & Lestari A.S. 1996. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology*, 77: 1975-1988.
- Schmidt M.H. & Tschamntke T. 2005. The role of perennial habitats for Central European farmland spiders. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, 105: 235-242.
- Shaw E., Waddicor M. & Langan M. 2006. Impact of cypermethrin on feeding behaviour and mortality of the spider *Pardosa amentata* in arenas with artificial “vegetation”. *Pest Management Science*, 62 (1): 64-68.
- Shulov A. 1940. On the biology of two *Latrodectus* spiders in Palestine. *Proceedings of the Linnean Society of London*, 152: 309-328.
- Shulov, A. & A. Weissmann. 1959. Notes on the life habits and potency of the venom of the three *Latrodectus* spiders species of Israel. *Ecology*, 40:515-518.
- Sloggett J.J. 2010. Predation of ladybird beetles by the orb-web spider *Araneus diadematus*. *BioControl*, 55: 631-638.

Smith R.B. & Wellington W.G. 1986. The functional response of a juvenile orb-weaving spider. En: *Proceedings of the Ninth International Congress of Arachnology*. Eberhard W.G., Lubin Y.D. & Robinson B.C. (eds.). pp 275-279. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., Estados Unidos.

Smith R.W. & Whittaker J.B. 1980. The influence of habitat type on the population dynamics of *Gastrophysa viridula* Degeer (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Animal Ecology*, 49: 225-236.

Snyder W.E. & Ives A.R. 2001. Generalist predators disrupt biological control by a specialist parasitoid. *Ecology*, 82: 705-716.

Sotherton N.W. 1985. The distribution and abundance of predatory Coleoptera overwintering in field boundaries. *Annals of Applied Biology*, 106: 17-21.

Southwood T.R.E. & Leston D. 1959. *Land and water bugs of the British Isles*. Frederick Warne, Londres, Reino Unido.

Stark J., Vargas R., Banks J. 2007. Incorporating ecologically relevant measures of pesticide effect for estimating the compatibility of pesticides and biocontrol agents. *Journal of Economic Entomology*, 100(4):1027-1032.

Stinner B.R. & House G.J. 1990. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. *Annual Review of Entomology*, 35: 299-318.

Sunderland K.D. 1999. Mechanisms underlying the effects of spiders on pest populations. *Journal of Arachnology*, 27:308-316.

Symondson W.O.C., Sunderland K.D. & Greenstone M.H. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annual Review of Entomology*, 47: 561-594.

Tahir H.M. & Butt A. 2009. Predatory potential of three hunting spiders inhabiting the rice ecosystems. *Journal of Pest Science*, 82: 217-225.

Tahvanainen J.O. & Root R.B. 1972. The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized herbivore *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Oecologia*, 10: 321-346.

Tanaka K., Endo S. & Kazano H. 2000. Toxicity of insecticides to predators of rice planthoppers: spiders, the mired bug, and the dryinid wasp. *Applied Entomology & Zoology*, 35:177-187.

Thacker J.R.M. 2002. An introduction to arthropod pest control. University Press, Cambridge, Reino Unido. 343 pp.

Thomas C.F.G. & Marshall E.J.P. 1999. Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 72: 131-144.

Thomas M.B., Wratten S.D. & Sotherton N.D. 1991. Creation of "island" habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and emigration. *Journal of Applied Ecology*, 28: 906-917.

Thomson L.J. & Hoffman A.A. 2009. Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards. *Biological Control*, 49: 259-269.

Thorbek P. & Bilde T. 2004. Reduced numbers of generalist arthropod predators after crop management. *Journal of Applied Ecology*, 41: 526-538.

Toft S. 1999. Prey choice and spider fitness. *Journal of Arachnology*, 27: 301-307.

Toft S. & Wise D.H. 1999. Growth, development, and survival of a generalist predator fed single- and mixed-species diets of different quality. *Oecologia*, 119: 191-197.

Tonhasca Jr. A. 1993. Effects of agroecosystem diversification on natural enemies of soybean herbivores. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 69: 83-90.

Turnbull A.L. 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). *Annual Review of Entomology*, 18: 305-348.

Uetz G.W. 1990. Prey selection in web-building spiders and evolution of prey defenses. En: *Insect defenses: adaptive mechanisms and strategies of prey and predators*. Evans D.L. & Schmidt J.O. (eds.). pp 93-128. State University of New York Press, New York, Estados Unidos.

Uetz G.W. 1991. Habitat structure and spider foraging. En: *Habitat structure: The physical arrangement of objects in space*. Bell S.S., McCoy E.D. & Mushinsky H.R. (eds.). pp 325-348. Chapman & Hall, Londres, Inglaterra.

Uetz G.W., Halaj J. & Cady A.B. 1999. Guild structure of spiders in Major Crops. *Journal of Arachnology*, 27: 270-280.

van Emden H.F. & Harrington R. 2007. *Aphids as crop pests*. CABI, Wallingford, Reino Unido. 717 pp.

Vilches J.Y. & Quirán E.M. 2013. Estimate biodiversity araneids (Arthropoda: Queliceriformes) and Formicidae (Insecta: Hymenoptera) in cultures of soybean and Peanuts from a site of the ecoregion pampeana. *Munis Entomology & Zoology*, 8 (1): 317-330.

Watson L. & Dallwitz M.J. 1992. The grass genera of the world: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy,

physiology, phytochemistry, cytology, classification, pathogens, world and local distribution, and references. Version: 5th February 2014. Página web disponible en: <http://delta-intkey.com>. Fecha de Acceso 29/05/2014.

Weaber J. 1995. Indicator species and scale observation. *Conservation Biology*, 94: 939-942.

Welch R.W. 1995. *The Oat Crop: Production and Utilization*. Chapman and Hall, Londres, Reino Unido. 584 pp.

Wellings P.W, Chambers R.J., Dixon A.F.G. & Alkman D.P. 1985. Sycamore aphids' numbers and population density. 1. Some patterns. *Journal of Animal Ecology*, 54: 411-424.

Weyman G.S., Sunderland K.D. & Jepson P.C. 2002. A review of the evolution and mechanisms of ballooning by spiders inhabiting arable farmland. *Ethology, Ecology and Evolution*, 14: 307-326.

Weyland F. & Zaccagnini M.E. 2008. Efecto de las terrazas sobre la diversidad de artrópodos caminadores en cultivos de soja. *Ecología Austral*, 18: 357-366.

Wise D.H. 1993. *Spiders in ecological webs*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 328 pp.

Wise D.W. 2006. Cannibalism, food limitation, intraspecific competition, and the regulation of spider populations. *Annual Review of Entomology*, 51: 441-465.

Whittaker R.H. 1975. *Communities and ecosystems*. MacMillan Publishers, Nueva York, Estados Unidos. 385 pp.

World Spider Catalog. 2014. World Spider Catalog. Natural History Museum of Bern, online at: <http://wsc.nmbe.ch>, version 15.5, fecha de acceso: 20/10/14.

Yardim E.N. & Edwards C.A. 1998. The influence of chemical management of pests, diseases and weeds on pest and predatory arthropods associated with tomatoes. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 70: 31-48.

Young O.P & Edwards G.B. 1990. Spiders in United States field crops and their potential effect on crop pest. *Journal of Arachnology*, 18: 1-29.

Zadoks J.C., Chang T.T. & Konzak C.F. 1974. A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. *Weed Research*, 14:415-421.

Zalazar L. & Salvo A. 2007. Entomofauna Asociada a Cultivos Hortícolas Orgánicos y Convencionales en Córdoba, Argentina. *Neotropical Entomology*, 36 (5): 765-773.

ANEXO

Tabla 1. Abundancia de especies/morfoespecies presentes en estrato suelo y herbáceo en el cultivo de avena en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Especie	Familia	Gremio	Suelo	Herbáceo
<i>Anisacate sp.</i>	Amaurobiidae	Tejedoras tela tipo sábana	1	0
<i>Metaltella simoni</i> (Keyserling, 1878)	Amphinectidae	Tejedoras tela tipo sábana	2	0
Anyphaenidae-Sp1	Anyphaenidae	Errantes de follaje	6	1
<i>Sanogasta minuta</i> (Keyserling, 1891)	Anyphaenidae	Errantes de follaje	10	0
<i>Alpaida veniliae</i> (Keyserling, 1865)	Araneidae	Tejedoras tela orbicular	22	0
<i>Larinia tucuman</i> Harrod, Levi & Leibensperger, 1991	Araneidae	Tejedoras tela orbicular	0	13
<i>Ocrepeira venustula</i> (Keyserling, 1879)	Araneidae	Tejedoras tela orbicular	8	3
<i>Castianeira sp.</i>	Corinnidae	Errantes de suelo	17	1
Corinnidae-Sp3	Corinnidae	Errantes de suelo	2	0
<i>Meriola arcifera</i> (Simon, 1886)	Corinnidae	Errantes de suelo	39	0
<i>Meriola hyltonae</i> (Mello-Leitão, 1940)	Corinnidae	Errantes de suelo	2	0
Dictynidae-Sp1	Dictynidae	Tejedoras irregulares	3	0
<i>Apopyllus silvestrii</i> (Simon, 1905)	Gnaphosidae	Errantes de suelo	38	0
<i>Camillina chilensis</i> (Simon, 1902)	Gnaphosidae	Errantes de suelo	1	0
<i>Camillina minuta</i> (Mello-Leitão, 1941)	Gnaphosidae	Errantes de suelo	9	0
<i>Echemoides sp.</i>	Gnaphosidae	Errantes de suelo	4	0

Gnaphosidae-Sp4	Gnaphosidae	Errantes de suelo	4	0
Gnaphosidae-Sp5	Gnaphosidae	Errantes de suelo	2	0
Hahniidae-Sp1	Hahniidae	Tejedoras tela tipo sábana	2	0
<i>Lepthyphantes</i>	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	1	23
Linyphiidae-Sp3	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	3	0
Linyphiidae-Sp4	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	17	1
Linyphiidae-Sp5	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	14	1
Linyphiidae-Sp6	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	2	0
<i>Ostearius melanopygius</i> (O.P. Cambridge, 1879)	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	158	3
<i>Scolecurea</i> sp.	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	3	4
<i>Hogna bivittata</i> (Mello-Leitão, 1939)	Lycosidae	Errantes de suelo	11	0
<i>Lycosa poliostroma</i> (C.L. Koch, 1847)	Lycosidae	Errantes de suelo	90	0
<i>Lycosa thorelli</i> (Keyserling, 1877)	Lycosidae	Errantes de suelo	11	3
Lycosidae-Sp4	Lycosidae	Errantes de suelo	2	0
Lycosidae-Sp5	Lycosidae	Errantes de suelo	36	0
<i>Paracleonemis</i> sp.	Philodromidae	Cazadoras por emboscada	11	3
<i>Dendryphantes mordax</i> (C.L. Koch, 1846)	Salticidae	Cazadoras al acecho	2	0
Salticidae-Sp1	Salticidae	Cazadoras al acecho	2	2
Salticidae-Sp2	Salticidae	Cazadoras al	6	0

acecho				
Salticidae-Sp4	Salticidae	Cazadoras al acecho	1	0
Salticidae-Sp5	Salticidae	Cazadoras al acecho	1	7
Salticidae-Sp7	Salticidae	Cazadoras al acecho	0	6
Salticidae-Sp8	Salticidae	Cazadoras al acecho	1	0
<i>Semora</i> sp.	Salticidae	Cazadoras al acecho	0	2
<i>Guaraniella</i> sp.	Theridiidae	Tejedoras irregulares	2	0
<i>Latrodectus mirabilis</i> (Holmberg, 1876)	Theridiidae	Tejedoras irregulares	38	5
<i>Steatoda</i> sp.	Theridiidae	Tejedoras irregulares	24	2
Theridiidae-Sp2	Theridiidae	Tejedoras irregulares	2	0
Theridiidae-Sp5	Theridiidae	Tejedoras irregulares	12	0
<i>Misumenops pallidus</i> (Keyserling, 1880)	Thomisidae	Cazadoras por emboscada	1	16
<i>Ozyptila</i> sp.	Thomisidae	Cazadoras por emboscada	57	2
Thomisidae-Sp1	Thomisidae	Cazadoras por emboscada	21	1
Thomisidae-Sp3	Thomisidae	Cazadoras por emboscada	1	0
<i>Goeldia</i> sp.	Titanoecidae	Tejedoras tela tipo sábana	74	0
<i>Cybaeodamus ornatus</i> Mello-Leitão, 1938	Zodariidae	Especialista	2	0

Tabla 2. Abundancia especies/morfoespecies presentes en estrato suelo y herbáceo en el cultivo de trigo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Especie	Familia	Gremio	Suelo	Herbáceo
<i>Anisacate sp.</i>	Amaurobiidae	Tejedoras tela tipo sábana	2	0
Anyphaenidae-Sp1	Anyphaenidae	Errantes de follaje	7	1
Anyphaenidae-Sp3	Anyphaenidae	Errantes de follaje	1	0
<i>Sanogasta minuta</i> (Keyserling, 1891)	Anyphaenidae	Errantes de follaje	12	0
<i>Alpaida veniliae</i> (Keyserling, 1865)	Araneidae	Tejedoras tela orbicular	1	1
<i>Larinia tucuman</i> Harrod, Levi & Leibensperger, 1991	Araneidae	Tejedoras tela orbicular	0	1
<i>Metazygia sp.</i>	Araneidae	Tejedoras tela orbicular	4	1
<i>Ocrepeira venustula</i> (Keyserling, 1879)	Araneidae	Tejedoras tela orbicular	1	1
<i>Castianeira sp.</i>	Corinnidae	Errantes de suelo	20	0
Corinnidae-Sp3	Corinnidae	Errantes de suelo	8	0
Corinnidae-Sp6	Corinnidae	Errantes de suelo	2	0
<i>Meriola arcifera</i> (Simon, 1886)	Corinnidae	Errantes de suelo	37	0
<i>Meriola cetiformis</i> (Strand, 1908)	Corinnidae	Errantes de suelo	2	0
Dictynidae-Sp1	Dictynidae	Tejedoras irregulares	4	0
<i>Apopyllus silvestrii</i> (Simon, 1905)	Gnaphosidae	Errantes de suelo	50	0
<i>Camillina chilensis</i> (Simon, 1902)	Gnaphosidae	Errantes de suelo	4	0
<i>Camillina minuta</i> (Mello-Leitão, 1941)	Gnaphosidae	Errantes de suelo	11	0
<i>Echemoides sp.</i>	Gnaphosidae	Errantes de suelo	8	0

Gnaphosidae-Sp4	Gnaphosidae	Errantes de suelo	3	0
Gnaphosidae-Sp5	Gnaphosidae	Errantes de suelo	6	0
Gnaphosidae-Sp6	Gnaphosidae	Errantes de suelo	1	0
Hahniidae-Sp1	Hahniidae	Tejedoras tela tipo sábana	4	0
<i>Lepthyphantes</i> sp.	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	6	32
Linyphiidae-Sp4	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	15	7
Linyphiidae-Sp5	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	13	0
Linyphiidae-Sp8	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	1	0
<i>Ostearius melanopygius</i> (O.P. Cambridge, 1879)	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	151	3
<i>Scolecurea</i> sp.	Linyphiidae	Tejedoras errantes tela tipo sabana	2	0
<i>Hogna bivittata</i> (Mello-Leitão, 1939)	Lycosidae	Errantes de suelo	13	0
<i>Lycosa poliostoma</i> (C.L. Koch, 1847)	Lycosidae	Errantes de suelo	106	0
<i>Lycosa thorelli</i> (Keyserling, 1877)	Lycosidae	Errantes de suelo	18	1
Lycosidae-Sp5	Lycosidae	Errantes de suelo	3	0
<i>Paracleocnemis</i> sp.	Philodromidae	Cazadoras por emboscada	6	12
<i>Dendryphantes mordax</i> (C.L. Koch, 1846)	Salticidae	Cazadoras al acecho	6	1
Salticidae-Sp1	Salticidae	Cazadoras al acecho	0	2
Salticidae-Sp2	Salticidae	Cazadoras al acecho	4	0

Salticidae-Sp4	Salticidae	Cazadoras al acecho	1	1
Salticidae-Sp5	Salticidae	Cazadoras al acecho	1	7
Salticidae-Sp7	Salticidae	Cazadoras al acecho	1	4
Salticidae-Sp8	Salticidae	Cazadoras al acecho	1	0
Tetragnathidae-Sp1	Tetragnathidae	Tejedoras tela orbicular	1	0
Guaraniella sp.	Theridiidae	Tejedoras irregulares	7	0
<i>Latrodectus mirabilis</i> (Holmberg, 1876)	Theridiidae	Tejedoras irregulares	9	2
<i>Steatoda sp.</i>	Theridiidae	Tejedoras irregulares	16	0
Theridiidae-Sp5	Theridiidae	Tejedoras irregulares	7	2
<i>Misumenops pallidus</i> (Keyserling, 1880)	Thomisidae	Cazadoras por emboscada	0	26
<i>Ozyptila sp.</i>	Thomisidae	Cazadoras por emboscada	73	1
Thomisidae-Sp1	Thomisidae	Cazadoras por emboscada	39	1
Thomisidae-Sp3	Thomisidae	Cazadoras por emboscada	1	0
Thomisidae-Sp4	Thomisidae	Cazadoras por emboscada	5	0
Thomisidae-Sp6	Thomisidae	Cazadoras por emboscada	1	0
<i>Goeldia sp.</i>	Titanoecidae	Tejedoras tela tipo sábana	32	0

APÉNDICE

Publicaciones y comunicaciones derivadas de la tesis

Comunicaciones a congresos

- ❖ Pompozzi, G.; Sánchez-Chopa, C.; Descamps, L. & A.A. Ferrero. 2010. “Artrópodos asociados al período vegetativo de un cultivo de trigo de la provincia de Buenos Aires, Argentina”. XXXII Congreso Nacional de Entomología. Tarapacá, Chile. CD-ROM.
- ❖ Pompozzi, G.; Copperi, S.; Ferretti, N.; Ferrero, A. & M. Simó. 2011. “Estructura y abundancia de arañas (Araneae) asociadas a un cultivo de trigo invernal en el sudoeste de Buenos Aires, Argentina”. III Congreso Latinoamericano de Aracnología. Montenegro, Quindío, Colombia. Pág. 92.
- ❖ Pompozzi, G.; Ferretti, N.; Copperi, S.; Ferrero, A. & M. Simó. 2011. “Comunidad de arañas (Araneae) asociada a un cultivo de avena en el sudoeste de Buenos Aires, Argentina”. III Congreso Latinoamericano de Aracnología. Montenegro, Quindío, Colombia. Pág. 95.
- ❖ Pompozzi, G.; Schwerdt, L.; Ferrero, A. & M. Simó. 2013. “Tasa de consumo de *Latrodectus mirabilis* (Araneae: Theridiidae) sobre *Acromyrmex lundii* (Hymenoptera: Formicidae) en cautiverio”. IV Jornadas Uruguayas de Comportamiento Animal. Montevideo, Uruguay. Pág. 71.
- ❖ Pompozzi, G.; Schwerdt, L.; Copperi, S.; Ferrero, A. & M. Simó. 2014. “Araneofauna asociada a dos cultivos invernales del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina”. III Congreso Uruguayo de Zoología. Montevideo, Uruguay.

Publicaciones

- Pompozzi, G.; Ferretti, N.; Schwerdt, L.; Copperi S.; Ferrero, A. & M. Simó. 2013. The diet of the black widow spider *Latrodectus mirabilis* (Theridiidae) in two cereal crops of central Argentina. *Iheringia*, 103 (4): 388-392.
- Pompozzi, G.; Ferretti, N.; Copperi S.; Simó, M. & A. Ferrero. 2014. Arthropod fauna of Winter wheat of Southwest Buenos Aires Province, Argentina. *Munis Entomology & Zoology*, 9 (1): 182-190.