UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

Estudio de la araneofauna presente en agroecosistemas de importancia económica (trigo y alfalfa)

Trabajo de tesis doctoral

Lic. Andrea Armendano

Director: Dra. Alda González

Año 2007

INDICE

Agradecimientos **iv**

Resumen **v**

Abstract **ix**

1. INTRODUCCION GENERAL **1**

1º Parte.- LAS COMUNIDADES DE ARAÑAS DE AGROECOSISTEMAS

1. INTRODUCCION **8**

1.1. Las arañas en agroecosistemas **8**

1.2. Características de los agroecosistemas estudiados **10**

1.2.1. Cultivo de alfalfa. Generalidades **10**

1.2.1. Cultivo de trigo. Generalidades **10**

2. OBJETIVOS **12**

2.1. Objetivo general **12**

2.2. Objetivos particulares **12**

3. MATERIALES Y METODOS **13**

3.1. Descripción del área de estudio **13**

3.2. Muestreo de arañas **15**

3.3. Tareas de laboratorio **16**

3.4. Caracterización de la estructura de la comunidad **17**

3.4.1. Medición de la biodiversidad **17**

3.4.1.1. Diversidad alfa **17**

3.4.1.2. Diversidad beta **23**

3.4.2. Estructura de gremios **26**

4. RESULTADOS **29**

4.1. Cultivo de trigo **29**

4.1.1. Composición taxonómica **29**

4.1.2. Estructura de gremios **33**
4.1.3. Composición específica **35**
4.1.4. Riqueza, similitud y diversidad de especies **38**
4.1.5. Variaciones estacionales **39**
4.1.6. Rastrojo del cultivo de trigo **41**

4.2. Cultivo de alfalfa **44**
4.2.1. Composición taxonómica **44**
4.2.2. Estructura de gremios **47**
4.2.3. Composición específica **49**
4.2.4. Riqueza, similitud y diversidad de especies **53**
4.2.5. Variaciones estacionales **55**

4.3. Áreas adyacentes **57**

4.4. Comparación entre los cultivos de trigo y alfalfa **62**
4.4.1. Composición taxonómica **62**
4.4.2. Estructura de gremios **63**
4.4.3. Composición específica, riqueza, similitud y diversidad de especies **63**

5. DISCUSION **69**

2º Parte.- EFECTO DE LAS ARAÑAS COMO DEPREDADORAS DE INSECTOS PLAGA DE AGROECOSISTEMAS

6. INTRODUCCION **78**
6.1. Arañas como depredadoras en agroecosistemas **78**
6.2. Efecto Top-Down y Caza Superflua **79**
6.3. El rol de los depredadores generalistas **80**
6.4. Las arañas como agentes de biocontrol **81**
6.5. Plagas primarias que afectan los cultivos estudiados **82**

7. OBJETIVOS **84**

8. MATERIALES Y METODOS **85**
8.1. Recolección, cría y mantenimiento de los ejemplares utilizados en las experiencias **85**
8.2. Experiencias.- Procedimientos y condiciones **88**
8.2.1. Jaulas experimentales **88**
8.2.2. Área de estudio **88**
8.2.3. Ensayo de selectividad **89**
8.2.4. Tasas de consumo **91**
8.2.5. Efecto de los depredadores aisladamente y en conjunto sobre el número de presas **92**
8.2.6. Efecto indirecto de los depredadores sobre la vegetación **93**

9. RESULTADOS **95**
9.1. Ensayo de selectividad **95**
9.2. Tasas de consumo **97**
9.3. Efecto de los depredadores aisladamente y en conjunto sobre el número de presas **97**
9.4. Efecto indirecto de los depredadores sobre la vegetación **99**

10. DISCUSION **101**
11. CONCLUSIONES GENERALES **106**
12. BIBLIOGRAFIA **109**

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A la Dra. Alda González por su contribución a mi formación en la aracnología, por su paciencia y estímulo constante.

- ✓ Al Director de la Estación Experimental del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Pcia. de Buenos Aires, Ing. Rosario Scalice, por haber permitido la realización de los muestreos en cultivos de trigo y alfalfa.

- ✓ Al Director de la Estación Experimental "Julio Hirschorn", Ing. Roberto Barreyro, por permitir la realización de los ensayos de depredación en los cultivos del predio.

- ✓ Al Dr. Levi por la determinación de ejemplares de Araneidae y Tetragnathidae.

- ✓ Al Dr. Miguel Simó por la determinación de los ejemplares de Lycosidae.

RESUMEN

En las últimas décadas se evidenció un incremento en el interés por el uso de enemigos naturales para el control de insectos plaga, centrándose la atención, entre otros grupos de artrópodos, en las arañas. Actualmente, se considera que existen unos 3.000 géneros y alrededor de 50.000 especies de arañas en todo el mundo, constituyendo uno de los grupos de insectívoros más abundantes en los ecosistemas terrestres. Estas son polífagas, y se alimentan de un número considerable de insectos perjudiciales. Pueden alimentarse en exceso cuando la comida es abundante, y sobrevivir largos períodos de inanición cuando la densidad de presas disminuye, características que las convierten en potenciales agentes de control biológico de insectos plaga de agroecosistemas.

Dentro de este contexto, se estableció cuales fueron las arañas que aparecieron en los cultivos de trigo, alfalfa y en las zonas adyacentes; cuales fueron las arañas dominantes y las asociaciones de especies. Se identificaron los gremios de arañas y de que manera se vio afectada diversidad y densidad de arañas por la estructura de la vegetación.

Los cultivos estudiados fueron trigo de invierno (*Triticum aestivum* Linneo) y alfalfa (*Medicago sativa* Linneo). El primero es un cultivo anual de la familia de las gramíneas, ampliamente cultivada en todo el mundo y el segundo un cultivo perenne, con una vida útil de cuatro a seis años, utilizado como forraje y adaptado exitosamente a los climas templados. Ambos cultivos se ven comúnmente afectados por tres grupos de plagas primarias (lepidópteros defoliadores, coleópteros curculiónidos y áfidos).

Las comunidades de arañas estudiadas constituyeron grupos de depredadores naturales numéricamente abundantes, que se presentaron a lo largo de la totalidad del desarrollo fenológico de los cultivos.

Los ambientes que presentaron una mayor complejidad en la estructura de la vegetación presentaron mayor número, riqueza y diversidad de especies de arañas. El número de arañas capturadas y familias registradas fue mayor en el cultivo de alfalfa (N= 6229; 15 familias) que en el de trigo (N= 1701; 13 familias). Thomisidae fue la familia más abundante del estrato herbáceo en ambos cultivos (45,69%, 31,79% y 38,38% trigo y 38,59%, 43,29% y 45,80% alfalfa), destacándose también por su abundancia Araneidae (24,72%, 27,81% y 27,57% trigo y 39,17%, 29,56% y 27,26% alfalfa) y Oxyopidae (1,50%, 2,32% y 23,51% trigo y 11,03%, 12,59% y 13,56% alfalfa) en 2002, 2003 y 2004, respectivamente.

En el estrato del suelo, la familia más abundante para los dos cultivos fue Lycosidae (35,11%, 40,58% y 50,42% trigo y 37,13%, 41,43%, 42,83% alfalfa). Le siguieron en abundancia: Hahniidae (21,34%, 6,76% y 11,44% trigo y 13,92%, 8,37% y 9,97% alfalfa), Linyphiidae (15,36%, 17,39% y 13,56% trigo y 17,93%, 19,72% y 19,58% alfalfa) y Tetragnathidae (8,46%, 8,21% y 2,12% trigo y 14,14%, 11,16% y 13,64% en alfalfa). En el cultivo de alfalfa, mediante trampas de caída, se capturaron dos familias no registradas en el cultivo de trigo: Theridiidae (2,45%) y Actinopodidae (Mygalomorphae) (0,4%).

Respecto a la estructura de gremios en los dos cultivos predominaron las arañas cazadoras. En el trigo se registraron siete gremios, mientras que en alfalfa se registraron nueve. En el estrato herbáceo las más abundantes fueron: las cazadoras por emboscada (CE) (Thomisidae) y las tejedoras de telas orbiculares (TO) (Araneidae). En la comunidad del suelo dominaron las cazadoras corredoras de suelo (CCS) (Lycosidae).

La riqueza específica (S) fue mayor en alfalfa (50 especies) que en trigo (31 especies), resultando la comunidad de arañas de la alfalfa más diversa y con los mayores valores de equidad (H´= 2,97, DMg= 5,61, DSp= 0,11 y J= 0,79) que la de trigo (H´= 1,95, DMg= 4,03, DSp= 0,09 y J= 0,69).

Ambos cultivos compartieron 31 especies (I_{MH}= 84%, I_s= 76%; I_J = 62%). En el estrato herbáceo la especie más abundante fue *Misumenops pallidus* (Thomisidae) en los dos cultivos. También se destacaron *Araneus* sp.1, *Metepeira* sp., *Metazygia* sp., *Oxyopes salticus* y *Gayenna* sp. (Araneidae, Oxyopidae y Anyphaenidae respectivamente).

En el estrato del suelo de ambos cultivos, las especies dominantes fueron *Hogna poliostoma* y *Hogna erythrognatha* (Lycosidae). Siguieron en abundancia *Meioneta* sp., *Glenognatha lacteovittata* y *Hahnia* sp. (Linyphiidae, Tetragnathidae y Hahniidae respectivamente). La familia con mayor diversidad de especies fue Linyphiidae (ocho especies en alfalfa y cuatro en trigo). Oxyopidae, Gnaphosidae, Hahniidae, Tetragnathidae y Actinopodidae estuvieron representadas por una sola especie en los dos cultivos.

Otro aspecto considerado fue la interacción depredador presa. Se estableció si las especies de arañas dominantes *M. pallidus, O. salticus* y *Araneus* sp. se alimentaron de insectos plaga que aparecen en los cultivos de trigo y alfalfa; si presentaron algún tipo de selectividad frente a distintos insectos presa y el consumo diario.

Se realizaron ensayos que midieron el efecto de los depredadores aisladamente y en conjunto sobre el número de presas y el efecto indirecto de los depredadores sobre la vegetación, en jaulas colocadas en los cultivos donde las especies de arañas más abundantes (*M. pallidus*, *O. salticus* y *Araneus* sp.) fueron utilizadas como depredadores generalistas, y los áfidos, gorgojos y larvas de lepidópteros como sus presas potenciales.

Los resultados demostraron que las especies dominantes prefirieron las presas de cutículas más delgadas (larvas de lepidópteros) frente a los otros dos grupos de plaga ofrecidos (curculiónidos y áfidos). El porcentaje de consumo máximo de áfidos fue de 25,33% y el de curculiónidos fue de 11,67%. Los valores del Índice Q para las tres especies de arañas demostraron una selectividad positiva solo para las larvas defoliadoras. Los áfidos y curculiónidos presentaron valores entre 0 y 1 (selectividad negativa).

Oxyopes salticus presentó los mayores valores de tasas de consumo. El segundo lugar de consumo lo ocupó la especie *M. pallidus* y finalmente *Araneus* sp. La especie defoliadora *Rachiplusia nu* (Noctuidae) fue la más consumida y *Spodoptera frugiperda* (Noctuidae) la que se capturó menos. El valor máximo de consumo registrado en 24 hs. fue para *O. salticus* frente a *R. nu* (C)= 2,8. El valor de consumo mínimo correspondió a *Araneus* sp. frente a *Anticarsia gemmatalis* (Noctuidae) (C)= 1.

Finalmente, la asociación de varias especies de arañas depredadoras incrementó el total de insectos capturados. Se evidenciaron además efectos indirectos de los depredadores sobre la vegetación ya que la adición de arañas provocó la disminución del número de hojas dañadas por el efecto de las larvas de lepidópteros plaga.

Del estudio realizado surge entonces que las arañas presentan ciertas características que las constituyen como posibles enemigos naturales capaces de contribuir al control de insectos plaga de los cultivos de trigo y alfalfa. Estas características se relacionan con el hecho de que las arañas son abundantes, aparecen durante todo el desarrollo fenológico de los cultivos y son capaces de alimentarse de algunas de las especies plaga que ocasionan daños a la vegetación.

Sin embargo, las arañas presentan canibalismo y depredación intragremial frente a otros depredadores de plagas, fenómenos que interfieren con su accionar como agentes de control. Por lo tanto, se requieren estudios más detallados de la estructura del total de la comunidad (considerando al conjunto de plagas y depredadores) a fin de interpretar las complicadas redes tróficas involucradas en estos cultivos.

ABSTRACT

In the last decades, the interest to use natural enemies for the insect pest control increased, with a special attention in different arthropods groups, between them the spiders. Three thousand genera and 50.000 species of spiders are actually known all over the world, and they represent one of the most abundant insectivore groups in all terrestrial ecosystems. They are polyphagous feeding on a considerable number of harmful insects. They eat too much in presence of an abundant number of preys and can to survive in starvation for long period of time when the prey number decrease. Because of it, they will be to consider as a potential agents for the biological control of pest insects in agro-ecosystems.

According with the above mentioned, in this Thesis had been considered the spiders that inhabit on wheat and alfalfa crops and surrounding adjacent habitats. The dominant species were considered as same as the association in guilds of all the collected spiders. The influence of the structure and complexity of the vegetation and the relations with the spider diversity and density were also considered.

The studied crops were winter wheat (*Triticum aestivum* Linneo) and alfalfa (*Medicago sativa* Linneo). The first one is an annual worldwide cultivated crop of the Gramineae family, and the second is a perennial crop, with normally four of six years of useful life, and it is using to forage in template climate areas. Both crops have usually three primary pest groups (defoliate moths, curculionids beetles and aphids).

The spiders studied communities are the predator group with the most abundant number all over the phenology of the studied crops.

The habitat with a great structural vegetation complexity showed the highest abundance, species richness and spider diversity. The spiders collected on alfalfa crops were higher than the wheat crops (alfalfa: N= 6229; 15 families, and wheat: N= 1701; 13 families). Thomisidae was the most abundant spider family on the herbaceous stratum in both crops (45,69%, 31,79% and 38,38% on wheat crop, and

38,59%, 43,29% and 45,80% on alfalfa crop), following by Araneidae (24,72%, 27,81% and 27,57% on wheat, and 39,17%, 29,56% and 27,26% alfalfa) and Oxyopidae (1,50%, 2,32% and 23,51% on wheat; 11,03%, 12,59% and 13,56% on alfalfa) during the period of this study (2002, 2003 and 2004, respectively).

On the soil stratum, the most abundant family of spiders on both crops was Lycosidae (35,11%, 40,58% and 50,42% wheat, and 37,13%, 41,43% and 42,83% on alfalfa). Other spider families following in importance were: Hahniidae (21,34%, 6,76% and 11,44% on wheat, and 13,92%, 8,37% and 9,97% on alfalfa), Linyphiidae (15,36%, 17,39% and 13,56% on wheat, and 17,93%, 19,72% and 19,58% on alfalfa), and Tetragnathidae (8,46%, 8,21% and 2,12% on wheat, and 14,14%, 11,16% and 13,64% on alfalfa). Theridiidae (2,45%) and Actinopodidae (Mygalomorphae) (0,4%) families were only collected on alfalfa crop by pitfall trapping.

The hunter spiders was the dominant guild on both studied crops. The wheat crop had seven guilds and nine were recorded on the alfalfa crop. On the herbaceous stratum, the most abundant spider guilds were: ambushers (CE) (Thomisidae) and orb-weaver spiders (TO) (Araneidae). Lycosidae (ground-wanderer guild, CCS) was dominant (CCS) on the soil.

The species richness (S) was higher on alfalfa (50 species) than in wheat crop (31 species), the alfalfa spider community was more diverse and showed higher equity index values (H´= 2,97, DMg= 5,61, DSp= 0,11 and J= 0,79) than wheat crops (H´= 1,95, DMg= 4,03, DSp= 0,09 and J= 0,69).

Thirty one species were shared between the both crops (I_{MH}= 84%, I_s= 76%; I_J = 62%). *Misumenops pallidus* (Thomisidae) was the most abundant species on the herbaceous stratum on both crops; followed by *Araneus* sp.1, *Metepeira* sp., *Metazygia* sp., *Oxyopes salticus* and *Gayenna* sp. (Araneidae, Oxyopidae and Anyphaenidae, respectively).

On the soil stratum in both crops the most abundant species were: *Hogna poliostoma* and *Hogna erythrognatha* (Lycosidae); following

by: *Meioneta* sp., *Glenognatha lacteovittata* and *Hahnia* sp. (Linyphiidae, Tetragnathidae and Hahniidae respectively). Linyphiidae was the most diverse spider family with eight species on alfalfa and four on wheat. Oxyopidae, Gnaphosidae, Hahniidae, Tetragnathidae and Actinopodidae were represented by only one species in both crops.

The interaction prey-predator was also considered. Here, the objective was to assess if the dominant species *M. pallidus*, *O. salticus* and *Araneus* sp. feed insect pests that are very common on wheat and alfalfa crops, and to consider if they have any selective preferences in front of different insect preys and try to evaluate the daily intake rate.

Tests to assess the individual predator effect over a number of preys (aphids, defoliate moths and weevils), and the same for different predators join together, were made using the most abundant spider species on both studied crops (*M. pallidus*, *O. salticus* and *Araneus* sp.). The indirect effect of predators, individual and in groups of different spider species, was also evaluated.

The results showed that the dominate species preferred preys with thin cuticle (moths larvae) more than other insect pests offered (weevil and aphids). The percentage of maximum intake of aphids was 25,33% and on weevils was 11,67%. The Q index value for the three predator species showed only a positive selectivity for the defoliate larvae. Aphids and weevils showed values between 0-1 (negative selectivity).

Oxyopes salticus showed the highest intake rates, following by *M. pallidus* and *Araneus* sp. The defoliate moth species *Rachiplusia nu* (Noctuidae) was the most consumed, and *Spodoptera frugiperda* (Noctuidae) the least. The highest value of intake during 24 hours was for *O. salticus* over *R. nu* (C)=2,8. The lesser intake was for *Araneus* sp. over *Anticarsia gemmatalis* (Noctuidae) (C)=1.

Lastly, the association of several species of spiders increased the total number of captured insects, showing indirect effects of the predators over the vegetation. When the number of spider was increased the number of damaged leaves by defoliate larvae was lower.

After this study of spiders in different agro-ecosystems, it is possible to say they have several features as natural enemies of pest insects to consider them as a potential control agent on the studied crops. These features are relationship with the abundance, because they are present in a high number during all the phenology of the crops, and they are capable to eat several pest species that damage the cultivated plants. But, this aspect will be take in mind with care because cannibalism and inter-guild predation were reported in spiders, and these events can be to interfere in they role as control agents. According with it, future studies are needed to assessment the total arthropod community in these crops (pest and predators), with the purpose to evaluate and to understand their complex food-web.

1. INTRODUCCION GENERAL

Luego de la Segunda Guerra Mundial la agricultura se intensificó de tal manera, que surgieron amplias áreas sembradas con una limitada selección de monocultivos, incrementándose el uso de pesticidas y fertilizantes inorgánicos. Estos cambios resultaron en varios efectos negativos como la extinción de especies, el surgimiento de plagas resistentes, la pérdida de nutrientes y la alta toxicidad con efecto residual de los pesticidas que contribuyen a la contaminación ambiental e intoxicaciones humanas (Altieri, 1995).

A principios de la década del 60´ comienza un cambio de enfoque en lo referente al control de las plagas agrícolas, sentándose las bases de lo que hoy se conoce como Manejo Integrado de Plagas (MIP). Este se define como una estrategia de control aplicado, que combina e integra el control biológico y químico. El manejo integrado hace uso del control biológico que se da naturalmente, como así también del control biológico por manipulación o inducido por agentes bióticos (Stern *et al.*, 1959). Estas estrategias de manejo se centran en la prevención a largo plazo y la supresión de los problemas de plagas con un mínimo impacto sobre la salud humana, el ambiente y el resto de los organismos. Para ello se utilizan la alternancia de especies de plantas o variedades resistentes a las plagas, se seleccionan los pesticidas de menor toxicidad y se adoptan distintas prácticas de manejo, de fertilización o irrigación (Flint *et al.*, 1991). Desde sus inicios el MIP tuvo como eje central la disminución significativa del impacto perjudicial del uso de agroquímicos (Metcalf & Luckman, 1994), donde las tácticas de manejo coordinadas se basan en el análisis del costo/beneficio y tienen en cuenta el interés y el impacto sobre los productores, la sociedad y el ambiente (Kogan, 1998).

El otro concepto fundamental del MIP es el control biológico que llevan a cabo los enemigos naturales, entendiéndose como tales a los parásitos, parasitoides, patógenos y depredadores. Existen tres tipos básicos de estrategias de control biológico: 1) la importación y

establecimiento de enemigos naturales exóticos para control de plagas exóticas o autóctonas; 2) cría masiva de enemigos naturales en laboratorio para su posterior liberación y 3) la conservación de los enemigos naturales nativos (Nicholls & Altieri, 2005a, b). Las arañas debido a su rol como depredadores generalistas encuadran en este último caso, pudiendo ejercer en ciertas circunstancias una acción complementaria sobre el control que realizan los enemigos especialistas. Actualmente, se conocen más de 3.000 géneros y alrededor de 50.000 especies en todo el mundo (Sunderland, 1999; Platnick, 2007), constituyendo uno de los grupos de insectívoros más abundantes en los ecosistemas terrestres (Rinaldi, 1998; Greenstone, 1999; Greenstone & Sunderland 1999; Sunderland & Greenstone 1999). Existen además, evidencias de la significativa reducción de abundancia de insectos perjudiciales en los cultivos, colaborando así con el control de poblaciones de plagas (Nyffeler *et al.*, 1987, 1992; Provencher & Riechert, 1994; Riechert & Lawrence, 1997; Riechert & Maupin, 1998; Riechert, 1999; Bonte *et al.*, 2002; Samu & Szinetar, 2002; Wise, 2002; Malony *et al.*, 2003; Pearce *et al.*, 2003; Shochat *et al.*, 2004; Isaia *et al.*, 2006).

Progresivamente y como consecuencia de la simplificación agrícola a través de los monocultivos, son reemplazados los métodos naturales de dispersión de semillas por la siembra mecanizada y los controles naturales de las poblaciones de depredadores y patógenos por plaguicidas químicos. Además, se alteran los procesos de descomposición debido a la cosecha de las plantas, como así también el reciclaje biológico de nutrientes (Glissman, 1998).

En los sistemas agrícolas, la biodiversidad cumple funciones que van más allá de la producción de alimentos, fibras e ingresos. Algunas de éstas incluyen el control del microclima local, la regulación de los procesos hidrológicos locales, la regulación de la abundancia de organismos indeseables, la eliminación de residuos químicos nocivos, etc. Estos procesos son principalmente biológicos, por consiguiente su

persistencia depende del mantenimiento de la biodiversidad (Altieri, 1995).

La diversidad biológica en estos sistemas, no sólo se refiere a las especies vegetales, sino también a la totalidad de especies animales y de microorganismos que interactúan recíprocamente (Altieri & Letourneau, 1982). Uno de los desafíos actuales de la agroecología, es justamente identificar los ensamblajes de biodiversidad, ya sea a nivel del cultivo o paisaje, que permitan resultados favorables en el control de plagas. Esto se logra a través del estudio de las relaciones entre la diversificación de la vegetación y la dinámica poblacional de herbívoros y sus enemigos naturales, así como de sus interacciones en agroecosistemas particulares (Nicholls & Altieri 2005a).

Los componentes de la biodiversidad en cultivos se pueden clasificar de acuerdo a la función que en ellos desarrollan. Según Vandermeer (1995) existen dos componentes. El primero, la *biodiversidad planificada o productiva,* que incluye los cultivos y animales elegidos por el agricultor y que establecen el nivel básico de diversidad útil del sistema. El segundo, la *biodiversidad asociada,* que incluye la flora y fauna del suelo, los herbívoros, descomponedores y depredadores, que colonizan los cultivos desde los ambientes circundantes y que permanecerán o no, dependiendo del tipo de manejo adoptado. Posteriormente, Nicholls y Altieri (2005a y b) consideraron el desdoblamiento del segundo componente en dos, considerando la *biota funcional* (organismos que contribuyen a la productividad a través de la polinización, control biológico, descomposición, etc.) y la *biota destructiva* (malezas, insectos plaga y patógenos).

Para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gama (Whittaker, 1972) es de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales en monocultivos. Es necesario contar con información de la

biodiversidad dentro de las comunidades (diversidad alfa) y también la tasa de cambio entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución regional (diversidad gama) y poder diseñar estrategias de conservación a distintas escalas espaciales (Moreno, 2001)

La diversidad puede simplemente ser definida como la variedad de organismos, sin embargo, este concepto común se complejiza y presenta muchas aristas a la hora de realizar cuantificaciones precisas (Peet, 1974; Southwood & Henderson, 2000; Altieri, 2005). Existe bastante literatura sobre la medida de la diversidad de especies y se han propuesto muchos índices (Eberhardt, 1969; Peet, 1974; Magurran, 1988; Krebs, 1999 Southwood & Henderson, 2000; Feinsinger 2001). Sin embargo, no existe consenso respecto a cual de los índices propuestos es el mejor (Lewis *et al.*, 1988; Krebs, 1999). Algunos autores han publicado análisis críticos y parámetros alternativos, como Hurlbert (1971) que considera que un significado simple de la diversidad no existe, o Peet (1974) que considera que el número de especies es el concepto más viejo y fundamental de la diversidad y sugiere basarse en ella para la aplicación de índices de diversidad. La riqueza de especies (S) fue sugerida por Mc Intosh (1967) como una alternativa al número de especies, ya que a veces es difícil medir el número de especies total de una comunidad natural. De acuerdo con Peet (1974), la riqueza de especies es frecuentemente usada y es el menos ambiguo de todos los conceptos.

Según Magurran (1988) las medidas de diversidad se dividen en medidas de riqueza de especies, modelos de abundancia de especies e índices basados en la abundancia proporcional de especies. Peet (1974) reconoce que existen varios conceptos englobados en el término diversidad. Los más importantes son la riqueza de especies, equidad y heterogeneidad, involucrando este último los dos conceptos anteriores. Según Peet (1974) hay dos tipos de índices de heterogeneidad: los del tipo I que son más sensibles a la presencia de las especies raras en la

muestra, el más utilizado es el índice de Shannon- Wiener, y los del tipo II que son más sensibles a los cambios de las especies más comunes.

Más allá de las controversias la mayoría de los autores considera que son útiles para la investigación ecológica, ya que no sólo ilustran los patrones de diversidad intrínseca sino que dan información importante sobre la estructura de la comunidad, ej. la contribución de las especies comunes y raras a la diversidad y a las tendencias sucesionales de una comunidad a lo largo del tiempo (Lewis *et al.*, 1988). Colwell & Coddington (1994); Coddington *et al.* (1996); Feinsinger (2001), Warui (2004) sugieren el uso de un amplio rango de medidas de diversidad, junto con otras medidas tales como la riqueza, abundancia y equidad de especies.

La estructura del hábitat constituye un factor determinante que afecta la densidad y diversidad de arañas en ecosistemas naturales (Lowrie, 1948; Barnes, 1953; Greenstone, 1984) y en agroecosistemas (Hatley & Macmahon, 1980; Alderweireldt, 1994; Rypstra & Carter, 1999). La estructura de la vegetación puede influenciar a las arañas a través de una variedad de factores bióticos y abióticos como temperatura, humedad, abundancia y tipos de presas, refugios y depredación intragremial (Wise 1993; Rypstra *et al.* 1999).

Según Uetz (1991) existen varias razones que explican porque las arañas son tan sensibles a la estructura del hábitat. Las arañas perciben su ambiente a través de señales vibratorias que se transmiten a través del sustrato donde viven. Las arañas tejedoras deben asegurarse sustratos adecuados para la captura de presas y en general los hábitats complejos son los que les proveen los sitios apropiados para un mayor rango de tamaños y tipos de telas. Finalmente ya que todas las arañas son depredadoras que pueden potencialmente consumirse unas a otras, su coexistencia depende de su habilidad para desplazarse y esconderse en un ambiente complejo.

El tipo de sustrato en el que aparecen las especies determina las fuentes de alimento y los métodos para obtenerlos. En estudios a nivel de comunidades puede desarrollarse un enfoque funcional examinando

los métodos a partir de los cuales los organismos explotan su ambiente. Los gremios definidos por Root (1967) como "un grupo de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales de una manera similar," concepto que se formalizó en un estudio de aves sobre patrones de explotación de nichos, y que luego se extendió la fauna de artrópodos (Root, 1973), pueden ser usados para identificar los roles funcionales presentes en un sistema. Este enfoque considera a los organismos como una unidad, incluidos en interacciones competitivas independientemente de sus relaciones taxonómicas. Los agroecosistemas se caracterizan por representar asociaciones temporales de taxa que se unen como consecuencia de distintos factores, entre ellos el manejo que ejerce el hombre en estos ambientes. Las arañas se alimentan de insectos, incluso de otras arañas y sus presas potenciales varían según los microhábitats, estaciones, hora del día y la estrategia de caza. Por lo tanto, surgen una serie de interrogantes referidos a ¿qué arañas aparecen en los cultivos de trigo y alfalfa? ¿Cuáles son las arañas dominantes? ¿Cuál es la estructura de la comunidad, y cómo cambia a lo largo del tiempo? ¿Se establecen asociaciones de especies? ¿Cuáles son los gremios que aparecen? ¿La estructura de la vegetación afecta a la diversidad y densidad de arañas? Lo que lleva al planteo de la primera hipótesis de trabajo en la que los ambientes estructuralmente más complejos soportan un mayor número y diversidad de especies de arañas.

Las arañas son depredadores generalistas, sin embargo su dieta puede especializarse en circunstancias donde optan diferencialmente entre las especies de presas según sus preferencias. Esta selectividad involucra dos aspectos: la selección pasiva y la activa (Toft, 1999). La primera refleja el balance entre las interacciones depredador-presa y que se da generalmente cuando un tipo particular de presa es ofrecida en grandes densidades, como ocurre con las plagas de monocultivos. La selección activa comprende la aceptación o el rechazo de la presa, y por lo tanto, involucran las decisiones de elección del consumo por parte de la araña (Nyffeler, 1999). Existen además otros factores que influyen en

el nivel de depredación como el tamaño de las presas, el grosor de sus cutículas, la presencia de defensas químicas y su movilidad (Nentwig, 1987; Cheli *et al.* 2006), y son evidentemente importantes para determinar la composición de la dieta. De esto surgen los siguientes interrogantes: ¿Las arañas se alimentan de insectos plaga que aparecen en los cultivos de trigo y alfalfa?, ¿Frente a distintos insectos presa pueden presentar algún tipo de selectividad?, ¿Cuántas presas consumen en un día? Esto lleva al planteo de una segunda hipótesis de trabajo que establece que las arañas prefieren aquellos insectos presas con cutículas delgadas y de tamaño similar al depredador.

Los depredadores que se alimentan de múltiples especies de presas en distintos niveles tróficos, soportan mejor la disminución de la abundancia de una especie presa que los depredadores que se han especializado en su consumo (Riechert, 1999). Estos últimos además suelen fluctuar en su abundancia, a diferencia de los polífagos que presentan mayores densidades y más estabilidad (Morin, 1999). Si se consideran a las arañas como asociaciones de especies y no como especies aisladas, la polifagia y las distintas estrategias de caza les permiten ampliar el espectro de presas potenciales, pudiendo incluso consumir distintos estadios de una misma plaga (Provencher & Riechert., 1994; Greenstone & Sunderland, 1999; Riechert, 1999; Sunderland, 1999). Por lo tanto, surge una tercera hipótesis de trabajo que considera que las asociaciones de especies de arañas reducen más las poblaciones de insectos plaga que las especies aisladas y además disminuyen el daño que ocasionan en los cultivos.

1º Parte.- LAS COMUNIDADES DE ARAÑAS DE AGROECOSISTEMAS

1.1. Las arañas en agroecosistemas

Los cultivos se caracterizan por ser ambientes que están sometidos a grandes disturbios mecánicos y químicos. Esto hace que las comunidades de arañas deban recolonizar estos sistemas continuamente, a excepción de los cultivos perennes, como la alfalfa, que tiene una vida útil de cuatro a seis años, logrando así, una mayor estabilidad a lo largo del tiempo.

Las arañas colonizan los cultivos de dos maneras principales: por migración a partir de áreas adyacentes como matorrales, arbustos, bosques, orillas de los caminos, etc. (agrobiontes), y por migración aérea o aerodispersión (aeronautas). Esta última se realiza desde zonas más distantes, a través de hilos de seda que les permiten a las arañas trasladarse, aprovechando las corrientes de aire (Luczak, 1979).

Luego de la cosecha, las arañas desaparecen del cultivo, ya sea porque son destruidas por la propia remoción mecánica o porque se desplazan a otros ambientes. En años sucesivos de cultivos, las mismas especies de arañas los recolonizan y a veces, pueden mantener una estructura similar de la comunidad. Estas comunidades de arañas de agroecosistemas difieren de otros ecosistemas, por lo tanto se consideran características de los campos cultivados (Luczak, 1979).

Existen varios factores que pueden influenciar la ocurrencia de especies particulares en cultivos, tales como: la disponibilidad de presas, la estructura de la vegetación favorable para la construcción de las telas, la presencia de microclimas óptimos, etc. En otros casos, los agroecosistemas son colonizados para evitar el impacto debido a la presión que ejerce un número excesivo de competidores, ya sea por el alimento o el espacio, en sus ambientes originales (Enders, 1974; Luczak, 1979).

En general, se considera que las arañas que habitan cultivos pueden agruparse en cuatro grupos fundamentales (Luczak, 1979). El primero incluye a las especies más abundantes en el cultivo respecto a los ecosistemas naturales. Estas arañas se ven favorecidas por condiciones abióticas adecuadas o por la baja competencia interespecífica. El segundo grupo consiste en las especies dominantes, que en realidad presentan mayores densidades en los ecosistemas naturales, pero debido a su gran adaptabilidad a condiciones ecológicas variables, logran dominar las comunidades de los cultivos. Un tercer grupo, las especies ocasionales, está representado por especies que se encuentran en los cultivos en números muy escasos. Finalmente, el cuarto grupo está integrado por las especies raras, que excepcionalmente pueden aparecer en los agroecosistemas, porque penetran accidentalmente desde los ambientes adyacentes.

Evidencias experimentales más recientes sugieren que la estructura del hábitat mantiene distintas asociaciones de arañas y que resulta ser crítica al considerar la reducción de las poblaciones de insectos (Uetz, 1991; Wise, 1993). La complejidad estructural determinaría la composición de los gremios de arañas e indirectamente influiría sobre el nivel del daño ocasionado por los herbívoros (Young & Edwards, 1990). Por lo tanto, la identificación de los gremios de arañas, su composición y los factores que influencian la estructura de la comunidad de arañas, son esenciales en los estudios sobre la fauna de artrópodos de agroecosistemas (Uetz *et al.*, 1999).

En las últimas décadas se han realizado varias revisiones referentes a las comunidades de arañas de agroecosistemas (Luczak, 1979; Uetz *et al*, 1999.; Nyffeler, 1999; Nyffeler & Sunderland, 2003), especialmente de Europa y Estados Unidos, con la finalidad de relacionar la estructura de la comunidad al control de plagas potencial. En nuestro país, las arañas han sido citadas como potenciales agentes de control de las poblaciones de gorgojos plagas de la alfalfa y cereales (Harcourt *et al.*, 1986; Lanteri dir., 1994, Lanteri *et al.*, 1998) y han sido estudiadas en soja no transgénica a partir de la década del 90

(Minervino, Tesis doctoral, 1996; Liljesthröm *et al.* 2002; Beltramo *et al.*, 2006) y en la actualidad están siendo estudiadas en soja transgénica (Benamú, M., Tesis doctoral en realización). En cítricos se finalizó un tesis de Magíster (Benamú, M., Tesis de Magíster, 2004) y se está llevando a cabo una tesis Doctoral (Avalos, G., Tesis doctoral en realización). Sin embargo, aún es escasa la información al respecto y no existen trabajos previos sobre trigo y alfalfa.

1.2. Características de los agroecosistemas estudiados.

1.2.1. Cultivo de alfalfa. Generalidades

La alfalfa (*Medicago sativa* Linneo) pertenece a la familia de las leguminosas. Es una planta perenne, con una raíz pivotante principal muy desarrollada y muchas raíces secundarias, lo que le permite una gran resistencia a la sequía. Posee tallos erectos y consistentes, con hojas trifoliadas y pecioladas. Las flores, se presentan en racimos axilares, son grandes (8-10 mm), con la corola violácea o azul. El fruto es indehiscente y cada legumbre alberga semillas arriñonadas de 1,5 a 2,5 mm de longitud. Este cultivo es utilizado como forraje y se ha adaptado exitosamente a los climas templados. Produce excelentes pasturas para el ganado vacuno, equino y porcino, caracterizadas por el alto rendimiento y calidad de la cobertura vegetal (Harcourt *et al.*, 1986). Es una fuente económica de proteínas y una de las especies forrajeras de mayor importancia en Argentina, que actualmente se cultiva en todo el país, principalmente en la región pampeana. Provee un hábitat favorable y un recurso alimenticio considerable para un gran número de especies de insectos, muchos de los cuales son considerados plagas debido al daño causado por su alimentación sobre las hojas, tallos y raíces de las plantas.

1.2. 2. Cultivo de trigo de invierno. Generalidades

El trigo (*Triticum aestivum* Linneo) es una planta anual de la familia de las gramíneas, ampliamente cultivada en todo el mundo.

Es uno de los tres cereales más producidos globalmente, junto al maíz y el arroz, y el más consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. El grano del trigo es utilizado para hacer harina, harina integral, sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios. La raíz es fasciculada, alcanzando una profundidad entre 25 cm hasta un metro de profundidad. Los tallos alcanzan entre 0,5 a 1 m de altura y son poco ramificados. Las hojas tienen forma lineal lanceolada (alargadas, rectas y terminadas en punta) con vaina, lígula y aurículas bien definidas. La inflorescencia es una espiga compuesta por un raquis, sobre el cual van dispuestas 20 a 30 espiguillas en forma alterna y compacta, llevando cada una nueve flores.

Los granos son cariópsides que presentan forma ovalada con sus extremos redondeados. El germen sobresale en uno de ellos y en el otro hay un mechón de pelos finos, el resto del grano se denomina endospermo, el cual es un depósito de alimentos para el embrión que representa el 82% del peso del grano. La variedad de invierno se siembra en otoño y se cosecha en verano. Se cultiva en climas templados y de pluviosidad constante, madura más lentamente y produce cosechas de mayor rendimiento y menor riqueza proteica (Carrasco & Baez, 2006).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Conocer la estructura y la composición específica de la araneofauna presente en cultivos de alfalfa y trigo y estudiar el rol depredador de las especies de arañas dominantes sobre los principales grupos de plagas de estos sistemas agrícolas, con la finalidad de lograr aportes respecto a su aplicación en el contexto del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

2.2. Objetivos particulares

- Determinar la diversidad y riqueza específica de la comunidad de arañas en cultivos de trigo y alfalfa, así como la abundancia relativa de la araneofauna dominante.

- Identificar y estimar la abundancia de los gremios de arañas en los cultivos estudiados.

- Conocer las variaciones estacionales de las especies más abundantes.

- Comparar la diversidad, riqueza específica, la abundancia relativa y variaciones estacionales de las comunidades de arañas presentes en los dos sistemas agrícolas estudiados (trigo y alfalfa).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del área de estudio

Este estudio se llevó a cabo durante tres años consecutivos en lotes de: una hectárea cultivada con trigo de invierno (*T. aestivum*) y una hectárea cultivada con alfalfa (*M. sativa*), ubicadas en la Estación Experimental de Gorina, partido de La Plata (34º 53' S y 58º 05' W), dependiente de la Subsecretaria de Desarrollo Agropecuario y Ganadería de la Provincia de Buenos Aires. Esta Estación se encuentra dentro del área de clima templado, semihúmedo, sin estación seca. El período caluroso comprende los meses de noviembre a marzo. La temperatura media anual es de 16,3ºC con un promedio de 22,3ºC en enero y 10,5ºC en julio. Recibe una precipitación pluvial media anual de 993,7mm., correspondiendo las épocas más secas a los meses de junio-agosto y enero-febrero.

El trigo se sembró en el mes de junio y se cosechó a fines de diciembre en las mismas parcelas durante los años 2002, 2003 y 2004 respectivamente (Foto 1).

Foto 1: Campo cultivado con trigo de invierno (*T. aestivum*) en la Estación Exprimental de Gorina, Bs. As., Argentina

La preparación del suelo para la siembra consistió en el pasaje de arado de disco, rastra y rolo compactador. Se realizó siembra directa y una única aplicación de herbicidas preemergentes.

Luego de la realización de tareas tradicionales para la preparación del suelo para el cultivo, la alfalfa se sembró en diciembre de 2001 y se mantuvo durante los tres años de estudio. Las tareas consistieron en la pasada de arado de disco, rastra y la aplicación de herbicidas preemergentes para el control de malezas. El cultivo fue mantenido de acuerdo a las prácticas convencionales de manejo agrícola, realizándose solo cortes mecánicos a principios de primavera, una vez por año, para evitar la floración del mismo.

Foto 2: Campo cultivado con alfalfa (*M. sativa*) en la Estación Exprimental de Gorina, Bs. As., Argentina

Los cultivos estuvieron rodeados por franjas de vegetación natural de 2 mts. de ancho, donde no se realizó ningún tipo de actividad, a excepción de cortes esporádicos cuando la altura de la vegetación excedió las condiciones óptimas para realizar los muestreos.

Estas áreas comprendieron gran variedad de especies de Compositae, Gramínea y Cruciferae, siendo las dominantes: *Carduus acanthoides* Linneo, *Bromus unioloides* Kunth y *Raphanus sativus* (Linneo).

En ninguna de las parcelas se realizaron tratamientos con insecticidas durante los estudios.

3.2. Muestreo de arañas

El diseño de muestreo abarcó dos zonas: la superficie cultivada propiamente dicha (trigo y alfalfa) y las zonas adyacentes de vegetación espontánea. Ambas zonas se dividieron en dos: estrato herbáceo y estrato de suelo, a fin de lograr la mayor representatividad de los grupos de arañas. Las arañas del estrato de suelo se recolectaron mediante trampas de caída (pitfall) de 6,5 x 12cm (diámetro x profundidad), con solución conservante (etilenglicol: agua en proporción 3:1) y renovadas cada siete días en el trigo y cada 15 días en la alfalfa. Las arañas del estrato herbáceo se recolectaron mediante red de arrastre de 38cm de diámetro.

En las áreas cultivadas se realizó un muestreo sistematizado, en cuatro transectas lineales paralelas, ubicadas en dirección N-S. En cada transecta se colocaron cinco trampas de caída cada veinte metros. Cada trampa de caída constituyó una unidad muestreal. En los mismos puntos donde se colocaron las trampas se procedió a la recolección de muestras con red de arrastre sobre el estrato herbáceo. En cada punto se realizaron seis golpes de red, que constituyeron cada unidad muestreal.

En las zonas adyacentes se muestreó sobre una sola transecta lineal por cada lado del cultivo y se procedió de la misma forma que en el área cultivada (cinco trampas cada veinte metros y cinco muestras con red). También se muestreó el rastrojo de trigo, durante un mes luego de la cosecha, de la misma forma que se muestreó el estrato de suelo de los cultivos.

El número total de unidades muestreales, por cultivo y para cada fecha de muestreo fue de 80 (40 para los bordes y 40 para la zona cultivada).

En alfalfa, la toma de muestras se inició a comienzos de 2002 continuándose quincenalmente sin interrupción hasta el mes de Diciembre de 2004.

Una vez capturados los ejemplares se procedió a su traslado al laboratorio. Cada muestra tomada mediante red de arrastre, se fijó con alcohol 70%, directamente en el campo, en frascos individuales de 7 x 10cm y rotulados. Cada muestra de trampas de caída se recolectó en frascos similares, para su posterior separación y análisis en el laboratorio.

3.3. Tareas de laboratorio

Cada muestra pitfall fue tamizada, separándose todos los ejemplares capturados de las soluciones conservantes. Luego se separaron las arañas y posteriormente se fijaron en alcohol 70º. Todas las arañas de una misma muestra se acondicionaron en frascos de 50ml, donde se indicó el cultivo de procedencia, fecha, estrato, tipo de muestreo y número de muestra. De la misma manera se acondicionaron por muestra las arañas capturadas mediante red de arrastre.

Para la identificación taxonómica se utilizaron las claves de Pikelin & Schiapelli (1963), Levi & Levi (1962), Kaston (1982), Ramírez (1994, 1999) y material de colección para comparación. Las arañas se determinaron a nivel de especie/morfoespecie. Para cada ejemplar se estableció el sexo y estado de desarrollo.

Las especies de la familia Lycosidae fueron determinadas por el Dr. Simó y algunas especies de Araneidae por el Dr. Levi.

El material de arañas recolectado se registró en planillas separado por familia, género y especie/morfoespecie; se indicó número de ejemplares por especie y/o morfoespecie, sexo y estado de desarrollo.

Los datos se volcaron teniendo en cuenta el cultivo, fecha y época de muestreo (antes de la siembra, durante el desarrollo fenológico del cultivo y postcosecha).

3.4. Caracterización de la estructura de la comunidad

Las comunidades de arañas se caracterizaron teniendo en cuenta dos parámetros fundamentales: la medición de la biodiversidad y la estructura de gremios. Esto permitió establecer las similitudes entre las áreas de estudio (zonas cultivadas y zonas adyacentes de vegetación natural); entre estratos (herbáceo y suelo) y a lo largo de las distintas etapas de desarrollo del cultivo (antes de la siembra, durante el crecimiento del cultivo y posterior a la cosecha) para cada cultivo en particular y su posterior comparación entre trigo y alfalfa.

3.4.1. Medición de la biodiversidad

Para el análisis de la biodiversidad y el efecto de las transformaciones de los ambientes estudiados se utilizaron métodos para evaluar: **la diversidad alfa**, es decir, la diversidad biológica de las comunidades modificadas (agroecosistemas) y naturales (áreas adyacentes); y **la diversidad beta**, entendiéndose como tal, a la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (Moreno, 2001)

3.4.1.1. Diversidad alfa

Es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea (Whittaker, 1972). Se estimaron dos variables:

Riqueza específica (S): Corresponde al número total de especies y/o morfoespecies registradas en la comunidad de arañas (Moreno, 2001).

Abundancia relativa: Cantidad proporcional, calculada, de los individuos de una especie con respecto al porcentaje observado de la población en un área (Moreno, 2001).

Sobre la base de estas variables se utilizaron dos tipos de métodos:

3.4.1.1.1. Métodos basados en la riqueza específica

Constituyen la manera más sencilla de medir la biodiversidad. Se basan en el número de especies presentes, sin tener en cuenta el valor de importancia de las mismas. Incluyen a) Índices de diversidad, b) Curvas de rarefacción y c) Métodos no paramétricos.

a) Índice de diversidad de Margalef (Magurran, 1988)

Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S = \sqrt[k]{N}$ donde k es constante. Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida. Usando S-1, en lugar de S, da $D_{Mg} = 0$ cuando hay una sola especie.

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

S = número de especies
N = número total de individuos

b) Rarefacción (Magurran, 1988)

Este método permite el cálculo del número de especies esperado de cada muestra si todas las muestras fueran reducidas a un tamaño estándar, es decir, si la muestra fuera considerada de n individuos (n<N). En general, se utiliza para comparar el número de especies cuando el tamaño de la muestra no es igual. Toma como medida general para todas las muestras el tamaño de la muestra más pequeña.

$$E(S) = \sum 1 - \frac{(N - N_i)/ n}{N / n}$$

E(S) = número esperado de especies
N = número total de individuos en la muestra
N_i = número de individuos de la iésima especie
n= tamaño de la muestra estandarizado

c) Métodos no paramétricos

Requieren solamente datos de presencia-ausencia. No asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinado.

Chao 2 (Colwell & Coddington, 1994)

$$\text{Chao 2} = S + \frac{L^2}{2M}$$

S = número de especies
L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas, singletons)
M = número de especies que ocurren en dos muestras (doubletons)

Jacknife de primer orden (Colwell & Coddington, 1994)

$$\text{Jack 1} = S + L\frac{m-1}{m}$$

S = número de especies
L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas, singletons)
m = número de muestras

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del orden 1/m.

Jacknife de segundo orden (Colwell & Coddington, 1994)

$$\text{Jack 2} = S + \frac{L\,(2m-3)}{m} - \frac{M\,(m-2)^2}{m\,(m-1)}$$

S = número de especies
L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas, singletons)
m = número de muestras

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas), así como en el número de especies que ocurren en dos muestras.

Bootstrap (Colwell & Coddington, 1994)

$$\text{Bootstrap} = S + \sum (1 - pj)^n$$

Este estimador de la riqueza de especies se basa en p_j, la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j y S es el número de especies.

3.4.1.1.2. Métodos basados en la abundancia relativa

Tienen en cuenta la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie. Incluyen a) Modelos no paraméticos, b) Índices de dominancia y c) Índices de equitatividad.

a) Modelos no paraméticos

Chao 1 (Moreno, 2001)

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras de la muestra; (Begon *et al.*, 1996

$$\text{Chao 1} = S + \frac{a^2}{2b}$$

S = es el número de especies en una muestra
a = es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de singletons)
b = es el número de especies representadas por dos individuos en la muestra (número de doubletons)

b) Índices de dominancia

Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

Índice de Simpson (Begon *et al.* 1996)

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies dominantes. Se calcula determinando, para cada especie, la proporción de individuos o biomasa con la que contribuye al total de la muestra, es decir, que la proporción es Pi para la especie i:

$$(DSp) = \frac{1}{\sum_{i=1}^{s} P_i^2}$$

c) Índices de equidad

Índice de Shannon- Wiener (Begon *et al.,* 1996)

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

donde Pi es la proporción es Pi para la especie i
Pi= ni/ N
ni= número de individuos de la especie i
N= número total de individuos.

Este índice se basa en el concepto de equitatividad, expresando la uniformidad de los valores de todas las especies de la muestra.

Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

d) <u>Índice de Equidad</u> (Pielou, 1975)

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor varía entre 0 y 1 (cuando todas las especies son igualmente abundantes).

$$J = \frac{H'}{H'_{max}}$$

donde $H'_{max} = \ln (S)$

3.4.1.2. Diversidad beta

Es la diversidad entre hábitats que tiene en cuenta el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales. Se basa en proporciones o diferencias que pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia – ausencia) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, densidad, etc.).

3.4.1.2.1. Índices de similitud/ disimilitud

Expresan el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. A partir de un valor de similitud (s) se puede calcular la disimilitud (d) como d = 1 – s (Magurran, 1988). Incluyen a) Índices con datos cualitativos y b) Índices con datos cuantitativos.

a) Índices con datos cualitativos

Coeficiente de similitud de Jaccard (Pielou, 1975)

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

a = número de especies presentes en el sitio A
b = número de especies presentes en el sitio B
c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando dos sitios tienen la misma composición de especies.

Coeficiente de similitud de Sorensen (Pielou, 1975)

Relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios.

$$I_S = \frac{2c}{a + b}$$

a = número de especies presentes en el sitio A
b = número de especies presentes en el sitio B
c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

El rango de variación está comprendido entre 0 y 1.

b) Índices con datos cuantitativos

Índice de Morisita – Horn (Wolda, 1981)

Este índice se caracteriza por ser altamente sensible a la abundancia de la especie dominante.

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (an_i \times bn_i)}{(da + db)\, aN \times bN}$$

an_i = número de individuos de la i-ésima especie en el sitio A
bn_i = número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B
$da = \sum an_i^2 / aN^2$
$db = \sum bn_i^2 / bN^2$

El rango de variación está comprendido entre 0 y 1

3.4.1.2.2. Complementaridad

El concepto de complementaridad se refiere al grado de disimilitud en la composición de especies entre pares de biotas (Colwell & Coddington, 1994). Para obtener el valor de complementaridad se obtienen primero dos medidas:

I. La riqueza total para ambos sitios combinados

$$S_{AB} = a + b - c$$

a = número de especies del sitio A
b = número de especies del sitio B
c = número de especies en común entre los sitios A y B

II. El número de especies exclusivas de cualquiera de los dos sitios

$$U_{AB} = a + b - 2c$$

A partir de estos valores se calcula la complementaridad de los sitios A y B

$$C_{AB} = \frac{U_{AB}}{S_{AB}}$$

La complementaridad varía entre cero (cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies) hasta uno (cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas).

Para el cálculo de los índices, curvas y estimadores no paramétricos se utilizaron los programas EstiMateS (version 5.0.1) (Colwell, 1997), BioDiversity Pro (version 2) (McAleece *et al.*, 1997), y EcoSim (version 7.0) (Gotelli & Entsminger, 2001). Para los análisis de varianza (ANOVA) y Test de t se utilizó el programa Statgraphics Plus 4.0.

3.4.2. Estructura de gremios

Se registró la estructura de gremios de las arañas encontradas en cada una de las áreas de estudio, entendiéndose como tal a un grupo de especies que explota el mismo tipo de recursos ambientales de manera similar (Root, 1973). Se tuvieron en cuenta dos clasificaciones: la primera propuesta por Uetz *et al.* (1999), que se basa en las características ecológicas de las familias de arañas o de especies claves representantes de cada familia. Estas características se corresponden con la manera de capturar las presas, el tipo de telas, el uso de los

microhábitats, permanencia en el sitio y actividad de caza. Esta clasificación propone un total de ocho gremios, cuatro pertenecientes a las arañas cazadoras (corredoras sobre la vegetación, corredoras de suelo, cazadoras al acecho y cazadoras por emboscada) y cuatro de arañas tejedoras (tejedoras de telas orbiculares, de telas espaciales, telas sábanas y telas sábanas enmarañadas).

La segunda clasificación es la propuesta por Liljesthröm *et al.* (2002), que tiene en cuenta seis gremios:

I) Arañas de tamaño pequeño a mediano (hasta 10mm), deambuladoras, ocupan preferentemente los niveles medio y superior de las plantas, cazan al acecho confundiéndose con el sustrato por sus colores miméticos y tienen actividad preferentemente diurna (Thomisidae, Anyphaenidae y Philodromidae).

II) Similar al anterior, excepto que las arañas son en general de colores vivaces y cazan desplazándose por el sustrato. Diurnas o nocturnas, de buena visión (Salticidae y Oxyopidae).

III) Arañas de tamaño mediano (10-15mm), sedentarias, ocupan los niveles medio y superior de las plantas, cazan sus presas mediante telas orbiculares que tejen entre los tallos de las plantas y tienen actividad crepuscular y nocturna (Araneidae excepto el género *Alpaida*).

IV) Semejante al anterior, se diferencia por ocupar preferentemente el nivel inferior de la vegetación (género *Alpaida*).

V) Arañas de tamaño mediano-grande (15-20mm), deambuladoras ocupan preferentemente el suelo, cazan desplazándose por el sustrato y tienen actividad preferentemente nocturna (Lycosidae y Gnaphosidae).

VI) Arañas de tamaño pequeño-mediano (5-12mm), sedentarias, ocupan los niveles bajos de la vegetación y el suelo, cazan sus presas mediante telas irregulares, a veces enmarañadas (Theridiidae, Coriniidae, Linyphiidae y Dyctinidae).

4. RESULTADOS

4.1. Cultivo de trigo

4.1.1. Composición taxonómica

En el cultivo de trigo se capturaron un total de 1701 arañas, pertenecientes a 13 familias y 31 especies, de las cuales 939 arañas se recolectaron en los muestreos con red de arrastre y 762 con trampas de caída durante los tres años de estudio (Tabla 1).

Tabla 1 Número total de arañas capturadas en el cultivo de trigo por año, discriminado por el método de muestreo utilizado (Bs. As., Argentina). Las mismas letras indican que no hubo diferencias significativas (ANOVA, F: 12,53; gl: 7; P: 0,07)

	Red de arrastre	X ± SD	Rango	Trampas de caída	X ± SD	Rango
2002	267a	29,67 ± 19,98	4-86	319ª	29,00 ± 13,12	6-83
2003	302a	25,17 ± 23,86	1-75	207ª	18,18 ± 11,43	2-35
2004	370a	30,83 ± 19,54	2-57	236ª	22,45 ± 11,31	4-40
Total	939			762		1701

En el **estrato herbáceo** se encontraron 8 familias (Tabla 2, Fig.1). La más abundante fue Thomisidae llegando al 45,69%, 31,79% y 38,38% en 2002, 2003 y 2004, respectivamente. En segundo lugar, le siguió Araneidae con 24,72%, 27,81% y 27,57% en cada uno de los tres años estudiados. Anyphaenidae ocupó el tercer lugar con 17,98% y 24,17% para 2002 y 2003, mientras que ocupa el cuarto lugar de abundancia con 7,3% en 2004 (ANOVA F: 12,01; gl: 23; P< 0,001).

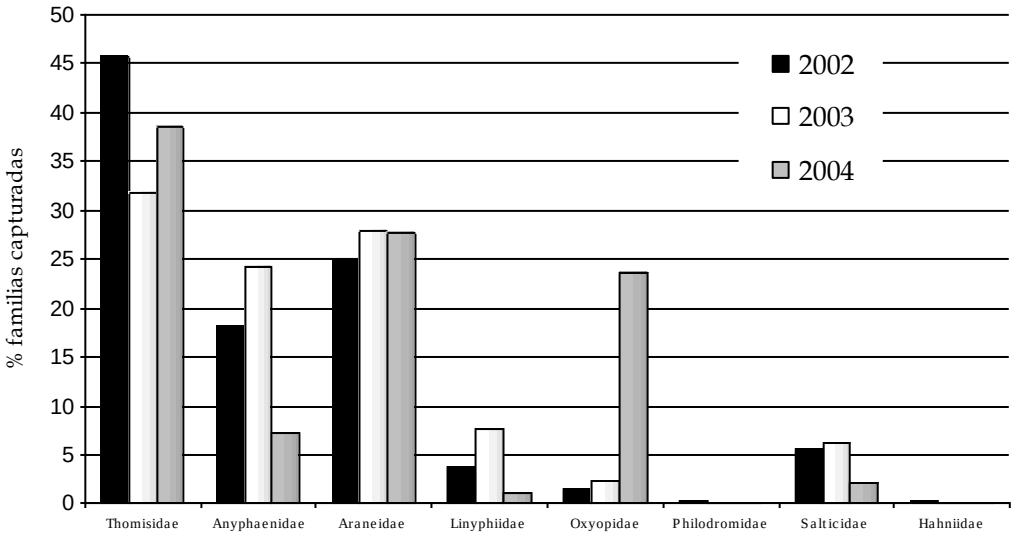
Oxyopidae presentó bajo número de ejemplares encontrados durante 2002 y 2003, pero con un importante incremento durante el año 2004, alcanzando el 23,51% de abundancia, superando a Anyphaenidae.

Tabla 2: Porcentajes y número total de arañas por familia recolectados en el estrato herbáceo en el cultivo de trigo (Bs. As., Argentina). Las mismas letras indican que no hubo diferencias significativas (P> 0,05)

	2002		2003		2004	
	nº ind	%	nº ind	%	nº ind	%
Anyphaenidae	48b	17,98	73b	24,17	27a	7,30
Araneidae	66b	24,72	84b	27,81	102c	27,57
Hahniidae	1ª	0,37	0a	0,00	0a	0,00
Linyphiidae	10ª	3,75	23a	7,62	4a	1,08
Oxyopidae	4ª	1,50	7a	2,32	87b	23,51
Philodromidae	1ª	0,37	0a	0,00	0a	0,00
Salticidae	15ª	5,62	19a	6,29	8a	2,16
Thomisidae	122c	45,69	96c	31,79	142c	38,38
N	267		302		370	

Los registros fueron bajos para Linyphiidae y Salticidae y ocasionales (sólo en el 2002) para Hahniidae y Philodromidae.

Fig. 1 Abundancia relativa de las familias de arañas capturadas con red de arrastre en el cultivo de trigo durante los tres años de estudio (Bs. As., Argentina)

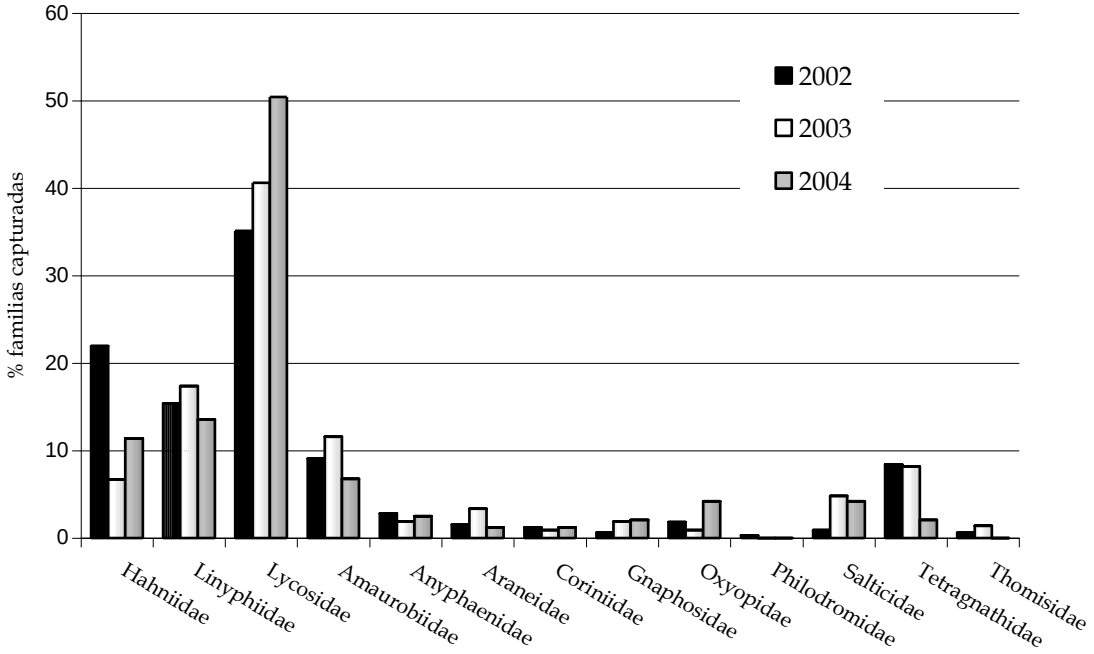


En el **estrato del suelo** se encontraron 13 familias (Tabla 3, Fig. 2). Las más abundantes fueron Lycosidae con 35,11%, 40,58% y 50,42% en 2002, 2003 y 2004 respectivamente; Linyphiidae con 15,36%, 17,39% y 13,56% y Hahniidae con 21,34% en 2002, disminuyendo a 6,76% y 11,44% en los dos años sucesivos (ANOVA F: 21,61; gl:38 ; P< 0,01) El resto de las familias registradas no superó el 12% de abundancia.

Tabla 3: Porcentajes y número total de arañas por familia recolectados con trampas de caída en el estrato del suelo en el cultivo de trigo (Bs. As., Argentina). Las mismas letras indican que no hubo diferencias significativas (P> 0,05)

	2002		2003		2004	
	nº ind	%	nº ind	%	nº ind	%
Amaurobiidae	29b	9,09	24b	11,59	16b	6,78
Anyphaenidae	9a	2,82	4a	1,93	6ª	2,54
Araneidae	5a	1,57	7a	3,38	3ª	1,27
Coriniidae	4a	1,25	2a	0,97	3ª	1,27
Gnaphosidae	2a	0,63	4a	1,93	5ª	2,12
Hahniidae	70c	21,94	14b	6,76	27b	11,44
Linyphiidae	49c	15,36	36c	17,39	32c	13,56
Lycosidae	112d	35,11	84c	40,58	119d	50,42
Oxyopidae	6a	1,88	2a	0,97	10ª	4,24
Philodromidae	1a	0,31	0a	0	0a	0
Salticidae	3a	0,94	10a	4,83	10ª	4,24
Tetragnathidae	27b	8,46	17b	8,22	5ª	2,12
Thomisidae	2a	0,64	3a	1,45	0a	0
N	319	100%	207	100%	236	100%

Fig. 2 Abundancia relativa de las familias de arañas capturadas con trampas de caída en el cultivo de trigo durante los tres años de estudio (Bs. As., Argentina)



4.1.2. Estructura de gremios

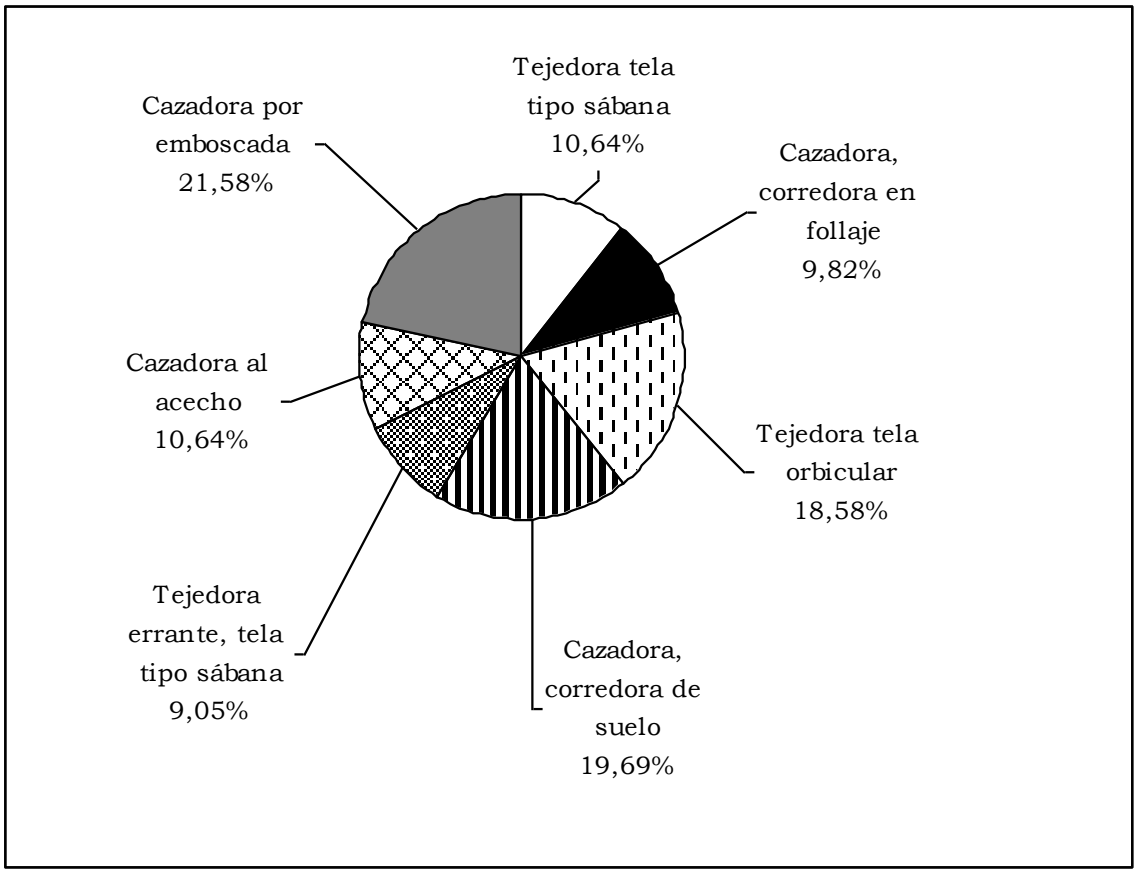
Las arañas tejedoras y cazadoras capturadas con las dos técnicas de muestreo se agruparon en siete gremios, siguiendo a Uetz *et al.*, (1999) y en cinco gremios, siguiendo a Liljesthröm *et al.*, (2002) (Tabla 4).

Tabla 4: Familias de arañas por gremios en el cultivo de trigo (Bs. As., Argentina), indicando el promedio del número total de individuos de los tres años estudiados, discriminado según el método de muestreo.

Taxón	Gremios	Gremios (Liljesthröm	Red Prom.		Trampas Prom. nº	
Familia	(Uetz *et al.*, 1999)	*et al.*, 2002)	nº ind	± SD	ind	± SD
Amaurobiidae	Tejedora tela tipo sábana	Gremio VI	0,00	0,00	23,00	0,00
Anyphaenidae	Cazadora, corredora en follaje	Gremio I	49,33	±23,03	6,33	±18,60
Araneidae	Tejedora tela orbicular	Gremio III	84,00	±18,00	5,00	±16,67
Coriniidae	Cazadora, corredora de suelo	Gremio VI	0,00	0,00	3,00	0,00
Gnaphosidae	Cazadora, corredora de suelo	Gremio V	0,00	0,00	3,67	0,00
Hahniidae	Tejedora tela tipo sábana	Gremio VI	0,33	±0,58	37,00	±0,17
Linyphiidae	Tejedora errante, tela tipo sábana	Gremio VI	12,33	±9,71	39,00	±1,85
Lycosidae	Cazadora, corredora de suelo	Gremio V	0,00	0,00	105,00	0,00
Oxyopidae	Cazadora al acecho	Gremio II	32,67	±17,08	6,00	±10,19
Philodromidae	Cazadora por emboscada	Gremio I	0,33	±0,58	0,33	±0,17
Salticidae	Cazadora al acecho	Gremio II	14,00	±5,57	7,67	±5,96
Tetragnathidae	Tejedora tela orbicular	Gremio III	0,00	0,00	16,33	0,00
Thomisidae	Cazadora por emboscada	Gremio I	120,00	±23,07	1,67	±18,54

Las arañas cazadoras son las que predominaron. Las de estrategia por emboscada (CE) (Thomisidae y Philodromidae) alcanzaron el mayor porcentaje (21%), seguidas de las corredoras de suelo (CCS) (19%) (Lycosidae, Corinnidae y Gnaphosidae) (Fig. 3). Entre las tejedoras, las más abundantes fueron las que construyen telas orbiculares (TO) (19%) (Araneidae y Tetragnathidae). El resto de los gremios no superó el 11%.

Fig. 3: Porcentaje de los gremios de arañas encontrados en el cultivo de trigo, en los tres años de estudio (Bs. As., Argentina)



4.1.3. Composición específica

En el cultivo de trigo se recolectaron un total de 31 especies, de las cuales 20 se encontraron sobre la vegetación (Tabla 5).

La especie más abundante del **estrato herbáceo** fue *Misumenops pallidus* (Keyserling, 1880) (Thomisidae) (N= 342). Le siguieron *Araneus* sp.1 Clerck, 1757 (Araneidae) (N= 141); *Gayenna* sp. Nicolet, 1849 (Anyphaenidae) (N= 141) y *Oxyopes salticus* Hentz, 1845 (Oxyopidae) (N= 116).

Sólo Oxyopidae estuvo representada por una sola especie (*O. salticus*), el resto mostró una mayor diversidad, especialmente Araneidae (siete especies). Respecto a la especie de Philodromidae se encontraron sólo dos ejemplares, uno capturado con red y el otro en pitfall.

Tabla 5: Arañas del cultivo de trigo (Bs. As., Argentina)

Los símbolos (+) y (-) representan presencia, ausencia respectivamente. Gremios: TS= tejedora tela sábana; TO= tejedora orbicular; TES= tejedora errante, tela sábana; CE= cazadora por emboscada; CA= cazadora al acecho; CCS= cazadora corredora suelo; CCF= cazadora corredora follaje. N= nº total de individuos

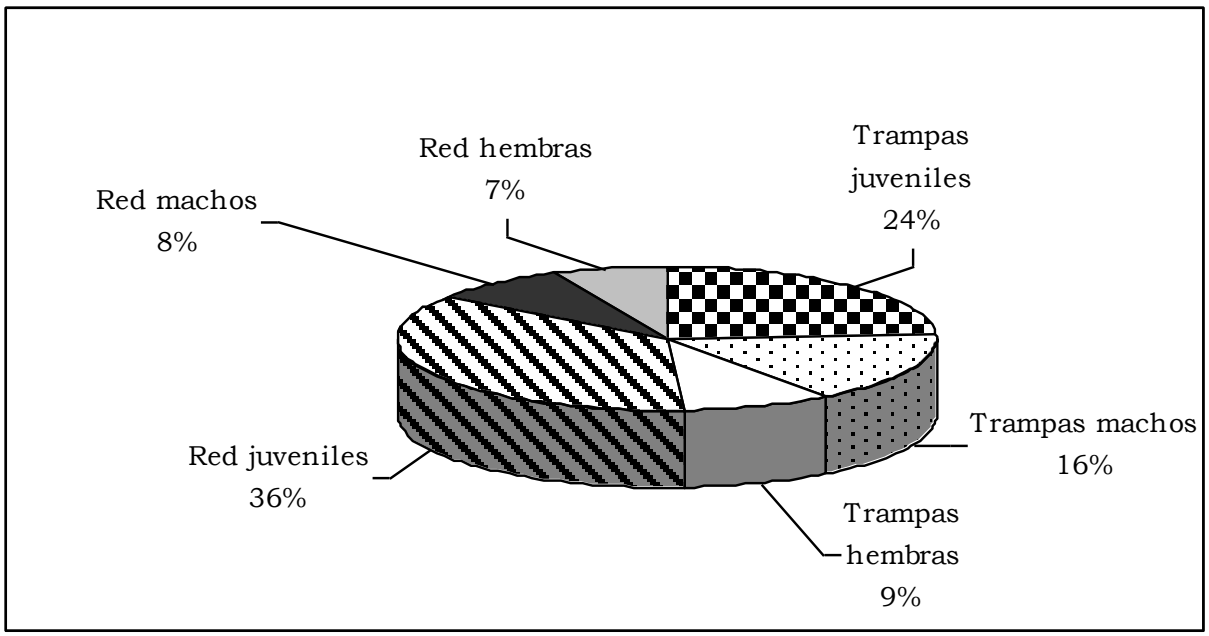
Familia	Especie/morfoespecie	Gremio (Liljesthröm *et al.* 2002)	Gremio (Uetz *et al.*1999)	Método de colecta Red	Método de colecta Pitfalls	N Red+Pitfalls
Araneomorphae						
Amaurobiidae	Morfo sp. 1	VI	TS	-	+	6
"	" sp. 2	VI	TS	-	+	63
Anyphaenidae	*Gayenna sp.*	I	CCF	+	+	140
"	" sp. 2	I	CCF	+	-	27
Araneidae	*Araneus* sp. 1	III	TO	+	+	141
"	*Araneus* sp. 2	III	TO	+	+	24
"	*Metepeira* sp.	III	TO	+	-	55
"	*Metazygia* sp.	III	TO	+	+	17
"	Morfo sp. 1	III	TO	+	-	7
"	" sp. 3	III	TO	+	+	11
"	" sp. 4	III	TO	+	-	12
Corinnidae	Morfo sp. 1	VI	CCS	-	+	9
Gnaphosidae	Morfo sp. 1	V	CCS	-	+	11
Hahniidae	*Hahnia* sp.	VI	TS	+	+	112
Lycosidae	*Hogna poliostoma*	V	CCS	-	+	190
"	*Hogna erythrognatha*	V	CCS	-	+	125
Linyphiidae	*Meioneta* sp.	VI	TES	+	+	122
"	Morfo sp. 1	VI	TES	-	+	3
"	" sp. 3	VI	TES	-	+	7
"	" sp. 4	VI	TES	+	+	22
Oxyopidae	*Oxyopes salticus*	II	CA	+	+	116
Philodromidae	Morfo sp. 1	I	CE	+	+	2
Salticidae	Morfo sp. 1	II	CA	+	+	44
"	" sp. 2	II	CA	-	+	6
"	" sp. 4	II	CA	+	-	9
"	" sp. 6	II	CA	+	+	6
Tetragnathidae	*Glenognatha lacteovittata*	III	TO	-	+	49
Thomisidae	*Misumenops pallidus*	I	CE	+	-	342
"	*Misumenops* sp.	I	CE	+	-	4
"	*Misumena* sp.	I	CE	+	+	13
"	Morfo sp. 3	I	CE	+	+	6
N						1701

En el **estrato del suelo** la especie más abundante correspondió a *Hogna poliostoma* (Koch, 1847) (N= 190), *Hogna erythrognatha* (Lucas, 1836) (N= 125) (Lycosidae), seguida de *Meioneta* sp. Hull, 1920 (Linyphiidae) (N= 122) y *Hahnia* sp. Koch, 1841 (Hahniidae) (N= 112).

La mayoría de las familias estuvo representada por una o dos especies, siendo la más diversa Linyphiidae (4 especies).

Respecto al estado de desarrollo, se capturó una mayor cantidad de arañas inmaduras (36% con red y 24% con pitfalls) que de ejemplares adultos (Fig. 4). Con referencia al sexo, en las trampas de caída se registró un mayor número de machos adultos que de hembras adultas (♀= 9%, ♂= 16%) (Test de t, P< 0,05 gl: 74) especialmente de *H. poliostoma* y *Glenognatha lacteovittata* (Mello-Leitão, 1944) (Tetragnathidae), mientras que entre las arañas colectadas con red de arrastre la diferencia entre el número de ejemplares machos y hembras adultos fue mínima (♀= 7%, ♂= 8%) (Test de t P> 0,05)

Fig. 4 Porcentaje de arañas machos y hembras adultos y de juveniles, recolectadas durante los tres años estudiados en el cultivo de trigo, discriminados según el método de muestreo (Bs. As., Argentina)



4.1.4. Riqueza, similitud y diversidad de especies

En la tabla 6 se comparan los valores de riqueza específica (número de especies), índices de diversidad de Margalef, Simpson Shannon-Wiener e índice de equidad, obtenidos para el **estrato herbáceo** para cada año de estudio y para el total de arañas registradas durante los tres años. Se observa que los índices varían en forma semejante (Test de t P> 0,05), indicando una comunidad de arañas poco diversa (H´= 2,13; DMg = 2,92; DSp = 0,18), con valores de equidad moderados (J = 0,66), con el predominio de algunas especies tales como *Misumenops pallidus*, *Gayenna* sp. y *Araneus* sp.1.

Tabla 6: Número de individuos (N), Riqueza de especies (S), Índice de Margalef (DMg), Índice de Simpson (DSp), Índice de Shannon-Wiener (H´) y equidad de Pielou (J), discriminados por año de muestreo y del total de los tres años, de las arañas capturadas con red de arrastre en el cultivo de trigo (Bs. As., Argentina)

	Red Trigo			
	2002	2003	2004	Total
N	267	302	370	939
S	17	15	16	21
DMg	2,86	2,45	2,52	2,92
DSp	0,22	0,15	0,2	0,18
H´	1,96	2,17	1,95	2,13
J	0,69	0,68	0,7	0.66

En el **estrato del suelo,** si bien la riqueza de especies es mayor, los índices son muy similares a los del estrato herbáceo (Test de t P> 0,05) (Tabla 7) (H´= 2,29; DMg = 3,46; DSp = 0,13), con valores de

equidad también moderados (J = 0,72), con el predominio de *Hogna poliostoma*, *Hogna erythrognatha* y *Meioneta* sp.

Tabla 7: Número de individuos (N), Riqueza de especies (S), Índice de Margalef (DMg), Índice de Simpson (DSp), Índice de Shannon - Wiener (H´) y equidad de Pielou (J), discriminados por año de muestreo y del total de los tres años, de las arañas capturadas con trampas de caída en el cultivo de trigo (Bs. As., Argentina)

	Trampas Trigo			
	2002	2003	2004	Total
N	319	207	236	762
S	21	18	17	24
DMg	3,46	3,18	2,92	3,46
DSp	0,13	0,14	0,16	0,13
H´	2,26	2,22	2,15	2,29
J	0,74	0,71	0,75	0,72

4.1.5. Variaciones estacionales

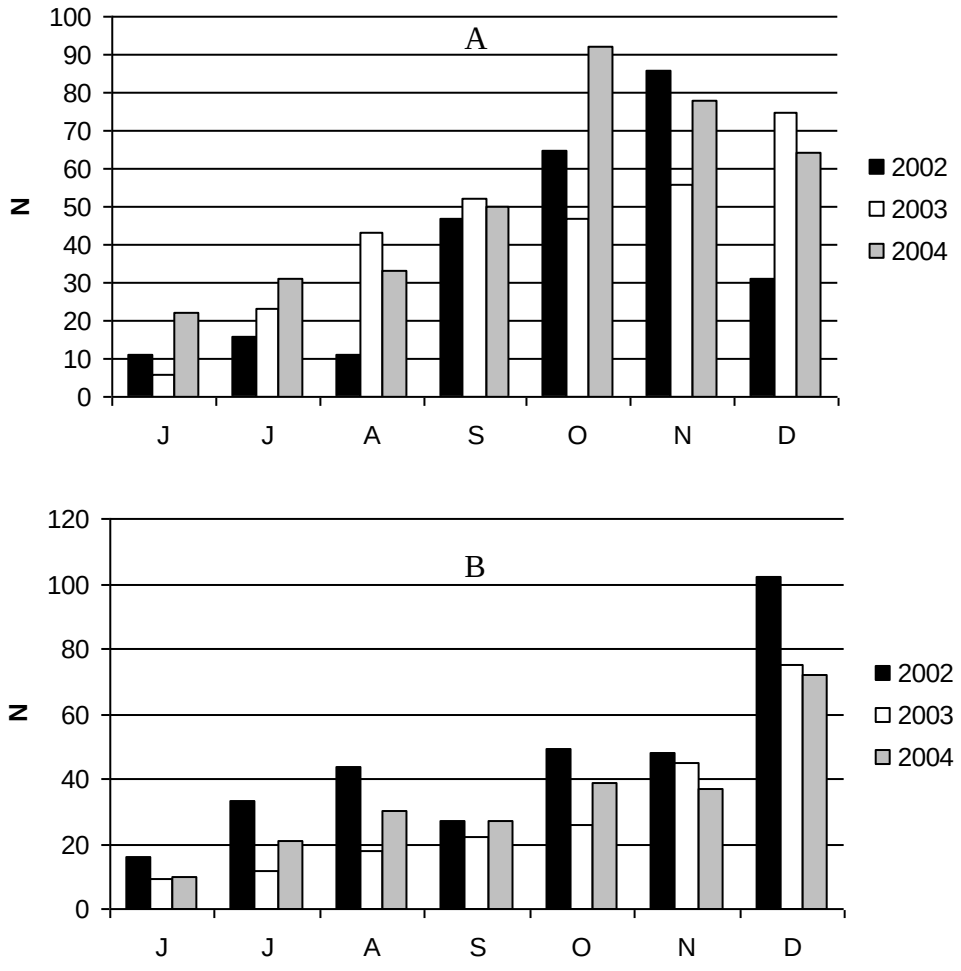
Las arañas se registraron durante todo el desarrollo fenológico del cultivo de trigo (Junio – Diciembre).

Los resultados obtenidos a través de los tres años de estudio muestran un incremento en la abundancia del total de la comunidad de arañas a partir de los comienzos de la primavera (Fig. 5), siendo ésto más notorio en los resultados obtenidos a través de los muestreos con red de arrastre (Fig. 5 A). El pico de abundancia más alto con este tipo de muestreo se visualizó en los meses de Octubre y Noviembre, mientras que con trampas de caída el pico más alto se observa en Diciembre.

En estos picos de abundancia predominaron las familias Thomisidae y Araneidae, que constituyeron el 67% del total de arañas capturadas en el **estrato herbáceo**, representadas por *M. pallidus* con densidades máximas de 14 ind./6 golpes de red y *Araneus* sp.1 6 ind./6 golpes de red respectivamente. En el año 2004 se destacó además *O. salticus* (8 ind./6 golpes de red).

En el **estrato del suelo** las familias Lycosidae, Hahniidae y Linyphiidae fueron las más abundantes durante los incrementos registrados especialmente en el mes de Diciembre, representadas por *H. poliostoma* y *H. erythrognatha*, *Hahnia* sp. y *Meioneta* sp.

Fig. 5: Abundancia de arañas capturadas a lo largo del desarrollo fenológico del cultivo de trigo (Bs. As., Argentina) (Totales mensuales). A: con red de arrastre B: con trampas de caída



4.1.6. Rastrojo del cultivo de trigo

Se recolectaron mediante trampas de caída un total de 89 ejemplares pertenecientes a ocho familias (Tabla 8, Fig. 6). La familias más abundantes fueron: Tetragnathidae (46,06%) y Linyphiidae (21,35%). El resto de las familias no superó el 7% de abundancia.

Tabla 8: Porcentajes y número total de arañas de los tres años muestreados por familia, recolectados en el rastrojo del cultivo de trigo (Bs. As., Argentina)

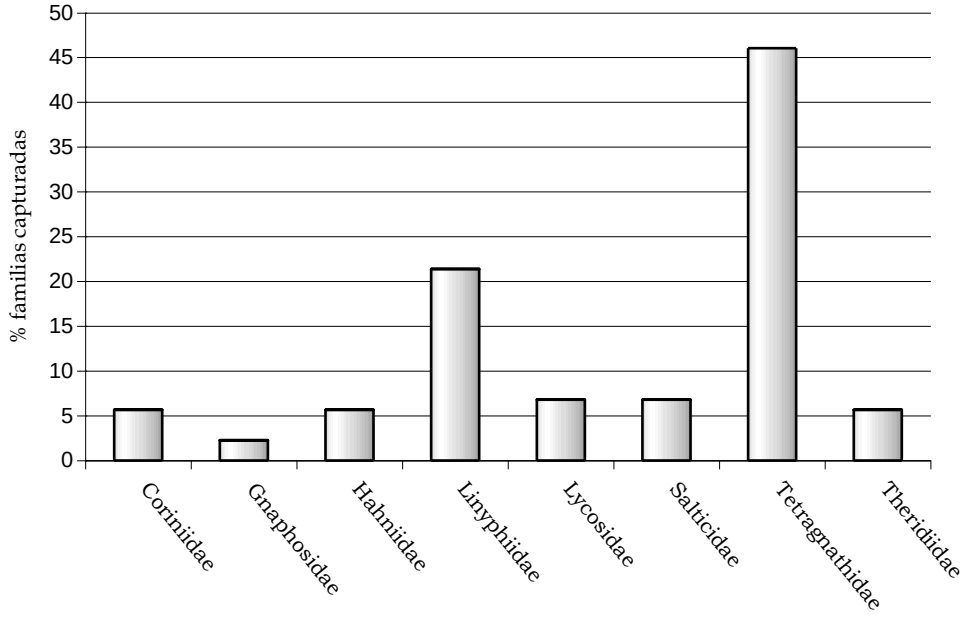
	Rastrojo		
	nº ind	%	±SD
Coriniidae	5	5,62	±1,15
Gnaphosidae	2	2,25	±0,11
Hahniidae	5	5,62	±1,15
Linyphiidae	19	21,35	±2,06
Lycosidae	6	6,74	±0,58
Salticidae	6	6,74	±1,73
Tetragnathidae	41	46,06	±1,26
Theridiidae	5	5,62	±0,58
	89	100	

Se recolectaron un total de 17 especies. La más abundante fue *G. lacteovittata* (Tetragnathidae). Las familias estuvieron representadas por una sola especie, excepto Theridiidae que estuvo representada por tres especies (Tabla 9).

Se registraron seis gremios de los cuales predominaron las arañas tejedoras orbiculares (TO), y las tejedoras errante tela tipo sábana

(TES). Ambos gremios caracterizados por construir sus telas a pocos centímetros del suelo.

Fig. 6 Abundancia relativa promedio de las familias de arañas capturadas durante los tres años de estudio en el rastrojo del cultivo de trigo (Bs. As., Argentina)



El análisis de los valores de riqueza específica, índices de diversidad de Margalef, Simpson y Shannon-Wiener, e índice de equidad muestran una comunidad de arañas de muy baja diversidad (H´= 1,67; DMg = 2,04; DSp = 0,28) (Test de t P> 0,05), con valores de equidad J = 0,72, con el predominio de *Glenognatha lacteovittata* y Linyphiidae Morfo sp. 4 (Tabla 9).

Tabla 9: Arañas del rastrojo del cultivo de trigo (Bs. As., Argentina)

Gremios: TS= tejedora tela sábana; TO= tejedora orbicular; TES= tejedora errante, tela sábana; TI= tejedora tela irregular CA= cazadora al acecho; CCS= cazadora corredora suelo.

		Gremio		
Familia	Especie/morfoespecie	(Liljesthröm *et al.* 2002)	(Uetz *et al.*,1999)	nº ind
Araneomorphae				
Coriniidae	*Trachelas* sp.	VI	CCS	5
Gnaphosidae	Morfo sp.1	V	CCS	2
Hahniidae	*Hahnia* sp.	VI	TS	5
Lycosidae	*Hogna poliostoma*	V	CCS	6
Linyphiidae	Morfo sp.4	VI	TES	19
Salticidae	Morfo sp.1	II	CA	6
Tetragnathidae	*Glenognatha lacteovittata*	III	TO	41
Theridiidae	*Achaearanea* sp.	VI	TI	3
"	*Argyrodes* sp.	VI	TI	1
"	*Tidarren* sp.	VI	TI	1
N				89

4.2. Cultivo de alfalfa

4.2.1. Composición taxonómica

Durante los tres años de estudio se recolectaron 6229 arañas en el cultivo de alfalfa, pertenecientes a 15 familias y 50 especies. Mediante el muestreo con red de arrastre se recolectaron 4681 ejemplares y 1548 con trampas de caída (Tabla 10).

Tabla 10: Número total de arañas capturadas en el cultivo de alfalfa por año, discriminado por el método de muestreo utilizado (Bs. As., Argentina). Las mismas letras indican que no hubo diferencias significativas (P> 0,05)

	Red de arrastre	X ± SD	Rango	Trampas de caída	X ± SD	Rango
2002	1560a	62,4 ± 17,7	9 - 136	474b	17,55 ± 15,68	12-72
2003	1573a	58,2 ± 21.8	13 - 78	502b	24,87 ± 11,02	8 -65
2004	1548a	47.3 ± 18.2	20 - 84	572b	19,02 ± 8,22	14-54
N	4681			1548		

En los tres años el número de arañas recolectadas con red de arrastre fue mayor que las capturadas con trampas de caída (pitfalls) (ANOVA, F: 30,39; gl: 9; P: 0,0004).

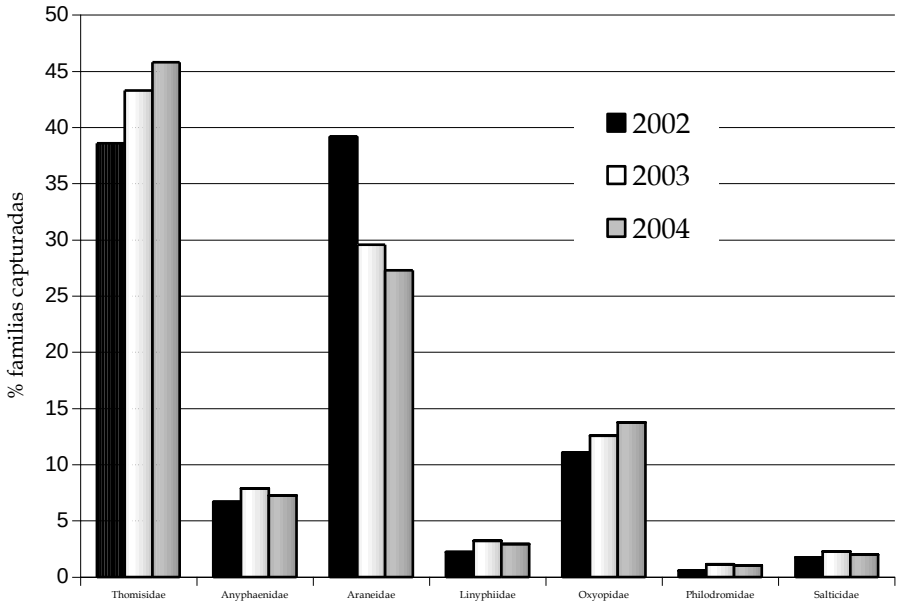
En el **estrato herbáceo** se encontraron siete familias (Tabla 11, Fig. 7). Las más abundantes fueron: Thomisidae (38,59%, 43,29% y 45,80%); Araneidae (39,17%, 29,56% y 27,26%) y Oxyopidae (11,03%, 12,59% y 13,56%) en 2002, 2003 y 2004 respectivamente (ANOVA F: 102,45; gl: 20; P< 0,001).

Las otras cuatro familias registradas (Anyphaenidae, Linyphiidae, Philodromidae y Salticidae) no alcanzaron al 10% de abundancia.

Tabla 11: Porcentajes y número total de arañas por familia recolectados en el estrato herbáceo en el cultivo de alfalfa (Bs. As., Argentina). Las mismas letras indican que no hubo diferencias significativas (P> 0,05)

	2002		2003		2004	
	nº ind	%	Nº ind	%	nº ind	%
Anyphaenidae	104b	6,67	124b	7,88	112b	7,24
Araneidae	611c	39,17	465c	29,56	422c	27,26
Linyphiidae	35a	2,24	51a	3,24	45a	2,91
Oxyopidae	172b	11,03	198b	12,59	213b	13,76
Philodromidae	9a	0,57	18a	1,14	16a	1,03
Salticidae	27a	1,73	36a	2,29	31a	2
Thomisidae	602c	38,59	681c	43,29	709c	45,80
N	1560		1573		1548	

Fig. 7: Abundancia relativa de las familias de arañas capturadas con red de arrastre en el cultivo de alfalfa durante los tres años de estudio (Bs. As., Argentina)



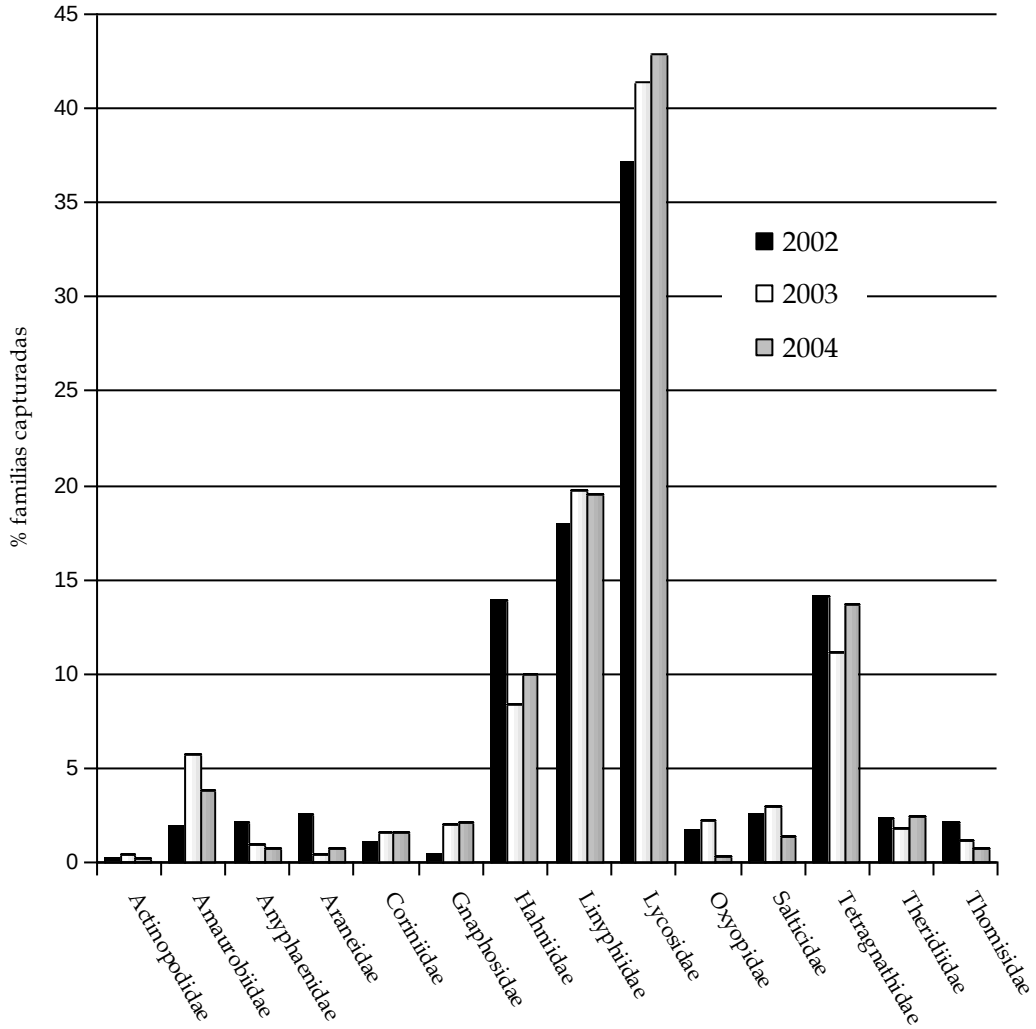
En el **estrato del suelo**, mediante trampas de caída, se encontraron 14 familias (Tabla 12, Fig. 8). Las más abundantes fueron: Lycosidae (37,13%, 41,43%, 42,83%), Linyphiidae (17,93%, 19,72% y 19,58%), Tetragnathidae (14,14%, 11,16% y 13,64%) y Hahniidae (13,92%, 8,37% y 9,97%) en 2002, 2003 y 2004 respectivamente (ANOVA F: 75,29; gl: 41; P< 0,001). Las otras familias no superaron el 6% de abundancia.

En trampas de caída se capturaron arañas Mygalomorphae pertenecientes a la familia Actinopodidae, en muy bajo número (un solo ejemplar en 2002 y 2004 y dos en 2003) y todos ejemplares machos.

Tabla 12: Porcentajes y número total de arañas por familia recolectadas con trampas de caída en el estrato del suelo en el cultivo de alfalfa (Bs. As., Argentina). Las mismas letras indican que no hubo diferencias significativas (P> 0,05)

	2002		2003		2004	
	nº ind	%	nº ind	%	nº ind	%
Actinopodidae	1a	0,21	2a	0,40	1a	0,17
Amaurobiidae	10a	1,90	29a	5,78	22a	3,84
Anyphaenidae	9a	2,11	5a	1,00	4a	0,70
Araneidae	12a	2,53	2a	0,40	4a	0,70
Coriniidae	5a	1,05	8a	1,59	9a	1,57
Gnaphosidae	2a	0,42	10a	1,99	12a	2,10
Hahniidae	66b	13,92	42b	8,37	57b	9,97
Linyphiidae	85b	17,93	99b	19,72	112b	19,58
Lycosidae	176c	37,13	208c	41,43	245c	42,83
Oxyopidae	8a	1,69	11a	2,19	2a	0,35
Salticidae	12a	2,53	15a	2,99	8a	1,40
Tetragnathidae	67b	14,14	56b	11,16	78b	13,64
Theridiidae	11a	2,32	9a	1,78	14a	2,45
Thomisidae	10a	2,11	6a	1,20	4a	0,70
N	474		502		572	

Fig. 8: Abundancia relativa de las familias de arañas capturadas con trampas de caída en el cultivo de alfalfa durante los tres años de estudio (Bs.As., Argentina)



4.2.2. Estructura de gremios

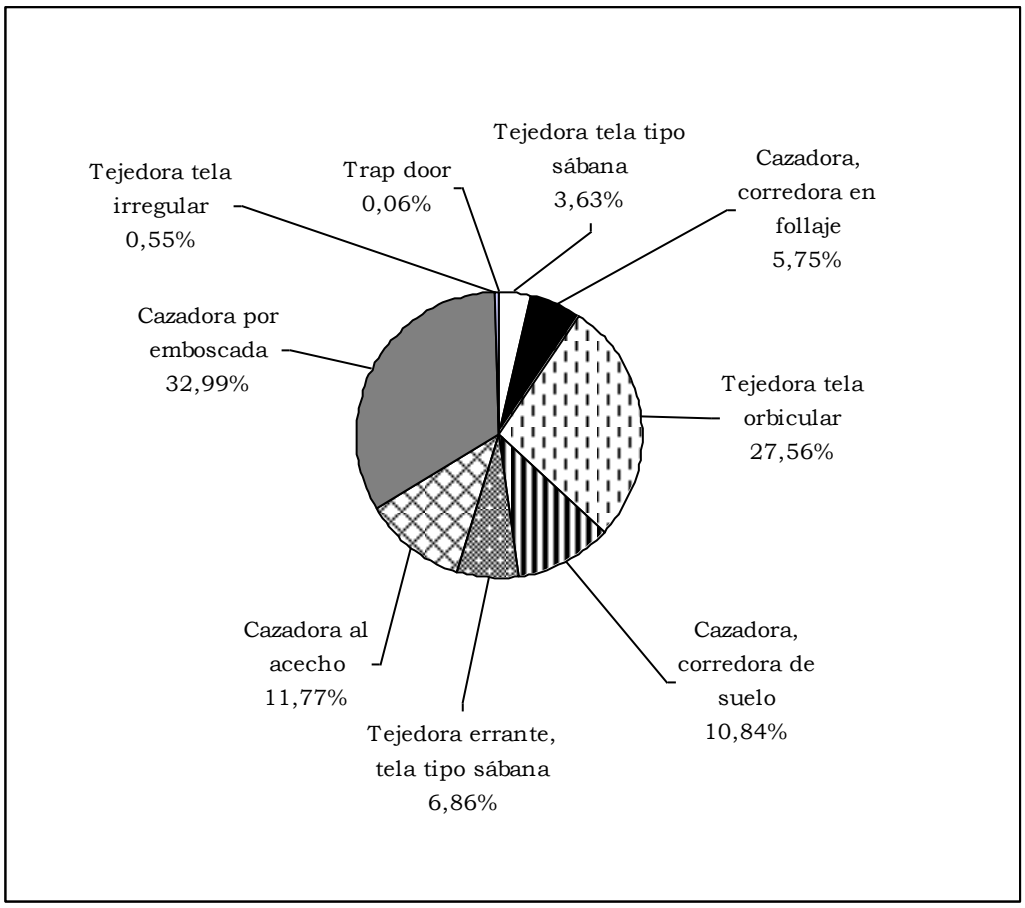
Mediante las dos técnicas de muestreo utilizadas, se capturaron arañas que se clasificaron en nueve gremios (según Uetz *et al.*, 1999) y cinco gremios (según Liljesthröm *et al.,* 2002) (Tabla 13).

Predominaron las arañas cazadoras. Entre ellas las más abundantes fueron: las cazadoras por emboscadas (CE) (Thomisidae y Philodromidae) (32.99%), las cazadoras al acecho (CA) (Oxyopidae y Salticidae) (11,77%) y las cazadoras corredoras de suelo (CCS) (Lycosidae, Corinnidae y Gnaphosidae) (10,84%) (Fig. 9). Entre las tejedoras, las más abundantes fueron las que construyen telas orbiculares (TO) (Araneidae y Tetragnathidae) (27,56%). El resto de los gremios no superó el 6%.

Tabla 13: Familias de arañas por gremios en el cultivo de alfalfa (Bs. As., Argentina), indicando el promedio del número total de individuos de los tres años estudiados, discriminado según el método de muestreo.

Taxón	Gremios	Gremios	Red		Trampas	
Familia	(Uetz *et al.*, 1999)	(Liljesthröm *et al.*, 2002)	Prom. nº ind	±SD	Prom. nº ind	±SD
Actinopodidae	Trap door	Gremio V	0,00	0,00	1,33	±0,58
Amaurobiidae	Tejedora tela tipo sábana	Gremio VI	0,00	0,00	20,33	±9,61
Anyphaenidae	Cazadora, corredora en follaje	Gremio I	113,33	±10,07	6,00	±2,65
Araneidae	Tejedora tela orbicular	Gremio III	499,33	±9,07	6,00	±5,29
Coriniidae	Cazadora, corredora de suelo	Gremio VI	0,00	0,00	7,33	±2,08
Gnaphosidae	Cazadora, corredora de suelo	Gremio V	0,00	0,00	8,00	±5,29
Hahniidae	Tejedora tela tipo sábana	Gremio VI	0,00	0,00	55,00	±12,12
Linyphiidae	Tejedora errante, tela tipo sábana	Gremio VI	43,67	±8,08	98,67	±13,50
Lycosidae	Cazadora, corredora de suelo	Gremio V	0,00	0,00	209,67	±14,53
Oxyopidae	Cazadora al acecho	Gremio II	194,33	±20,74	7,00	±4,58
Philodromidae	Cazadora por emboscada	Gremio I	14,33	±4,73	0,00	0,00
Salticidae	Cazadora al acecho	Gremio II	31,33	±4,51	11,67	±3,51
Tetragnathidae	Tejedora tela orbicular	Gremio III	0,00	0,00	67,00	±11,00
Theridiidae	Tejedora tela irregular	Gremio VI	0,00	0,00	11,33	±2,52
Thomisidae	Cazadora por emboscada	Gremio I	664,00	±15,49	6,67	±3,06

Fig. 9: Porcentaje de los gremios de arañas encontrados en el cultivo de alfalfa en los tres años de estudio (Bs. As., Argentina)



4.2.3. Composición específica

En el cultivo de alfalfa se recolectaron un total de 50 especies, de las cuales 34 se encontraron en el estrato herbáceo (Tabla 14).

La especie más abundante del **estrato herbáceo** fue *M. pallidus* (N= 1738) y *Misumenops* sp. (N= 149) (Thomisidae). Fueron también abundantes: *O. salticus* (Oxyopidae) (N= 604); *Araneus* sp. 1 (N= 569), *Metepeira* sp. Cambridge, 1903 (N= 302), morfoespecie 3 (N= 161) y *Metazygia* sp. Cambridge, 1904 (N= 126) (Araneidae) y morfoespecie 2 (N= 174), *Gayenna* sp. (N= 149) (Anyphaenidae).

Tabla 14: Arañas del cultivo de alfalfa (Bs. As., Argentina)

Los símbolos (+) y (-) representan presencia, ausencia respectivamente. Gremios: TD= trap door; TS= tejedora tela sábana; TO= tejedora orbicular; TES= tejedora errante, tela sábana; TI= tejedora tela irregular CE= cazadora por emboscada; CA= cazadora al acecho; CCS= cazadora corredora suelo; CCF= cazadora corredora follaje; N= nº total de individuos

Familia	Especie/morfoespecie	Gremio (Liljesthröm *et al.* 2002)	Gremio (Uetz *et al.*, 1999)	Método de colecta Red	Método de colecta Pitfalls	N Red+Pitfalls
Mygalomorphae						
Actinopodidae	Morfo sp. 1	V	TD	-	+	4
Araneomorphae						
Amaurobiidae	Morfo sp. 1	VI	TS	-	+	43
"	" sp. 2	VI	TS	-	+	18
Anyphaenidae	*Gayenna sp.*	I	CCF	+	+	149
"	Morfo sp. 1	I	CCF	+	+	35
"	" sp. 2	I	CCF	+	-	174
Araneidae	*Araneus* sp. 1	III	TO	+	+	569
"	*Araneus* sp. 2	III	TO	+	+	59
"	*Argiope* sp.	III	TO	+	-	7
"	*Cyclosa* sp.	III	TO	+	+	30
"	*Gea heptagon*	III	TO	+	+	20
"	*Metepeira* sp.	III	TO	+	-	302
"	*Metazygia* sp.	III	TO	+	+	126
"	Morfo sp. 1	III	TO	+	+	93
"	" sp. 3	III	TO	+	+	161
"	" sp. 4	III	TO	+	-	83
"	" sp. 6	III	TO	+	+	16
"	" sp. 7	III	TO	+	-	44
"	" sp. 9	III	TO	+	-	6
Corinnidae	Morfo sp. 1	VI	CCS	-	+	19
"	" sp. 2	VI	CCS	-	+	3
Gnaphosidae	Morfo sp. 1	V	CCS	-	+	24
Hahniidae	*Hahnia* sp.	VI	TS	-	+	165
Lycosidae	*Hogna poliostoma*	V	CCS	-	+	336
"	*Hogna erythrognatha*	V	CCS	-	+	293

Familia	Especie/morfoespecie	Gremio (Liljesthröm *et al.* 2002)	Método de colecta (Uetz *et al.*, 1999)	N Red	+ Pitfalls	Red+Pitfalls
Linyphiidae	*Meioneta* sp.	VI	TES	+	+	200
"	" sp. 1	VI	TES	+	+	120
"	" sp. 2	VI	TES	-	+	9
"	" sp. 3	VI	TES	+	+	38
"	" sp. 4	VI	TES	+	+	39
"	Erigoninae	VI	TES	-	+	14
"	" sp. 6	VI	TES	-	+	2
"	" sp. 8	VI	TES	-	+	5
Oxyopidae	*Oxyopes salticus*	II	CA	+	+	604
Philodromidae	Morfo sp. 1	I	CE	+	-	28
"	" sp. 2	I	CE	+	-	15
Salticidae	Dendryphantinae	II	CA	+	+	68
"	Morfo sp. 1	II	CA	+	+	42
"	" sp. 2	II	CA	+	+	12
"	" sp. 4	II	CA	+	-	3
"	" sp. 6	II	CA	+	+	4
Tetragnathidae	*Glenognatha lacteovittata*	III	TO	-	+	201
Theridiidae	Morfo sp. 1	VI	TI	-	+	29
	" sp. 2	VI	TI	-	+	5
Thomisidae	*Misumenops pallidus*	I	CE	+	-	1738
"	*Misumenops* sp.	I	CE	+	+	149
"	*Misumena* sp.	I	CE	+	+	55
"	Morfo sp. 1	I	CE	+	+	36
"	" sp. 2	I	CE	+	+	13
"	" sp. 3	I	CE	+	+	21
N						6229

La mayoría de las familias en este estrato estuvo representada por más de dos especies, especialmente Araneidae (13 especies); al igual que en el cultivo de trigo, sólo Oxyopidae estuvo representada por una sola especie.

En el **estrato del suelo** las especies más abundante fueron: *H. poliostoma* (N= 336) y *H. erythrognatha* (N= 293) (Lycosidae), seguida de *Meioneta* sp. (N= 200) (Linyphiidae), *G. lacteovittata* (N= 201) (Tetragnathidae) y *Hahnia* sp. (N= 165) (Hahniidae).

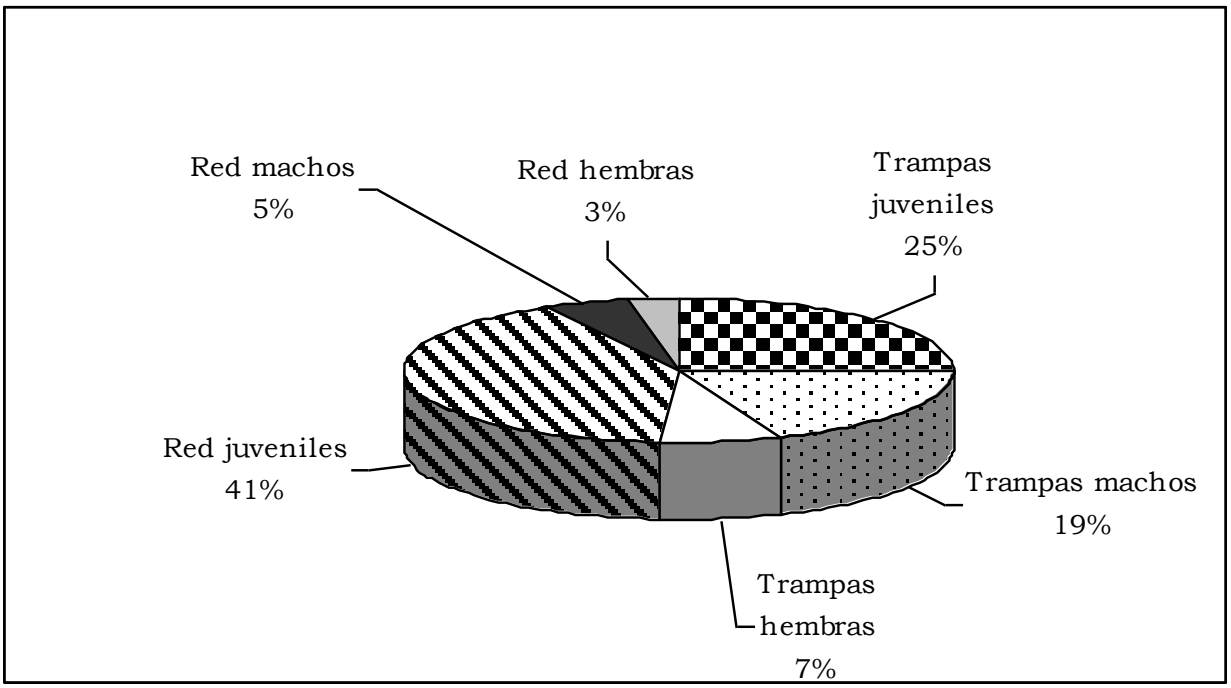
La familia con mayor número de especies en este estrato fue Linyphiidae (8 especies). Gnaphosidae, Hahniidae, Tetragnathidae y Actinopodidae estuvieron representadas por una sola especie.

Teniendo en cuenta el estado de desarrollo se recolectaron una mayor cantidad de arañas inmaduras (41 % con red de arrastre y 25 % con pitfalls) que de ejemplares adultos (Fig. 10).

Dentro de los adultos se capturaron, con los dos métodos de muestreo utilizados, más individuos machos que hembras, pero considerando la recolección con trampas de caída, la diferencia entre sexos fue mucho más importante (♂= 19%, ♀= 7%) (Test de t, P< 0,05 gl: 96) a favor de los machos que lo observado en los muestreos con red de arrastre (♂= 5%, ♀= 3%) (Test de t, P> 0,05).

Los ejemplares machos recolectados con trampas de caída pertenecieron mayoritariamente a las especies: *H. poliostoma, H. erythrognatha* (Lycosidae) y *G. lacteovittata* (Tetragnathidae).

Fig. 10: Porcentaje de arañas machos y hembras adultos y de juveniles, recolectadas durante los tres años estudiados en el cultivo de alfalfa , discriminados según el método de muestreo (Bs. As., Argentina)



4.2.4. Riqueza, similitud y diversidad de especies

De la comparación de los valores de riqueza específica, índices de diversidad de Margalef, Simpson y Shannon-Wiener, e índice de equidad, obtenidos para el **estrato herbáceo** para cada año de estudio y teniendo en cuenta el total de arañas registradas durante los tres años, surge que los índices varían de manera similar (Test de t, P> 0,05), evidenciando una comunidad de arañas moderadamente diversa (H´= 2,36; DMg = 3,9; DSp = 0,17), con valores de equidad (J = 0,76), con predominio de *M. pallidus, O. salticus, Araneus* sp. 1 y *Metepeira* sp. (Tabla 15).

Tabla 15: Número de individuos (N), Riqueza de especies (S), Índice de Margalef (DMg), Índice de Simpson (DSp), Índice de Shannon-Wiener (H´) y equidad de Pielou (J), discriminados por año de muestreo y del total de los tres años, de las arañas capturadas con red de arrastre en el cultivo de alfalfa (Bs. As., Argentina)

	Red Alfalfa			
	2002	2003	2004	Total
N	1560	1573	1548	4681
S	34	33	32	34
DMg	4,48	4,34	4,22	3,9
DSp	0,17	0,17	0,19	0,17
H´	2,30	2,38	2,33	2,36
J	0,75	0,78	0,77	0,76

Tabla 16: Número de individuos (N), Riqueza de especies (S), Índice de Margalef (DMg), Índice de Simpson (DSp), Índice de Shannon-Wiener (H´) y equidad de Pielou (J), discriminados por año de muestreo y del total de los tres años, de las arañas capturadas con red de arrastre en el cultivo de alfalfa (Bs. As., Argentina)

	Trampas Alfalfa			
	2002	2003	2004	Total
N	474	502	572	1548
S	32	30	28	40
DMg	5,03	4,66	4,25	5,3
DSp	0,11	0,12	0,13	0,12
H´	2,51	2,49	2,4	2,51
J	0,72	0,73	0,72	0,78

En el **estrato del suelo** los índices son semejantes a los del estrato herbáceo (Test de t, P> 0,05) (Tabla 16) (H´= 2,51; DMg = 5,3; DSp = 0,12), con valores de equidad (J = 0,78), evidenciando una comunidad moderadamente diversa y con predominio de *H. poliostoma, H. erythrognatha*, *Meioneta* sp., *G. lacteovittata* y *Hahnia* sp.

.

4.2.5. Variaciones estacionales

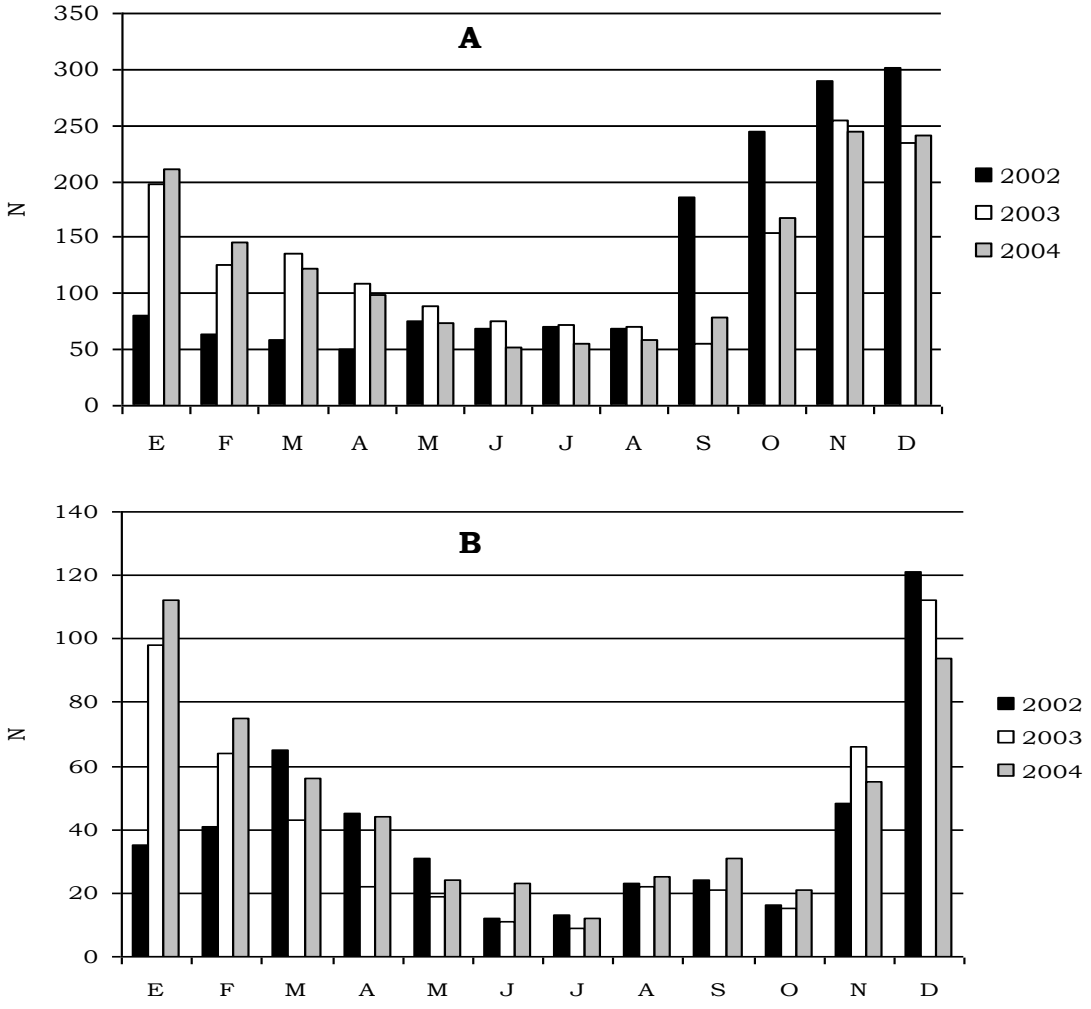
En el cultivo de alfalfa también se observaron arañas a lo largo de todo el año (Enero – Diciembre), durante los tres años de muestreo (2002-2004).

Los picos más altos en la abundancia se registraron en primavera y verano (Noviembre y Diciembre) (Fig. 11), especialmente en el año 2002, siendo menos evidentes en los años siguientes, una vez establecida la comunidad.

En el **estrato herbáceo** a fines del año 2002 y durante el verano del 2003, predominaron las familias Thomisidae, Araneidae y Oxyopidae. Estas familias constituyeron el 54% del total de arañas capturadas sobre la vegetación, representadas por *M. pallidus*, *Araneus* sp., *Metepeira* sp. y *O. salticus*. Durante el resto del año 2003 y 2004 se observa una disminución en el predominio de estas familias, incrementándose el número de especies registradas y su abundancia.

En el **estrato del suelo** las familias Lycosidae, Linyphiidae y Tetragnathidae fueron las más abundantes durante los incrementos registrados especialmente durante el verano, representadas por *H. poliostoma, H. erythrognatha* (Lycosidae), *Meioneta* sp. (Linyphiidae) y *G. lacteovittata* (Tetragnathidae).

Fig. 11: Abundancia de arañas capturadas a lo largo del desarrollo fenológico del cultivo de alfalfa (Bs. As., Argentina) (Totales mensuales). A: con red de arrastre B: con trampas de caída



4.2.6. Áreas adyacentes

En el análisis de las áreas adyacentes se consideró el promedio del número de arañas recolectadas en los tres años de estudio para ambos cultivos (trigo y alfalfa).

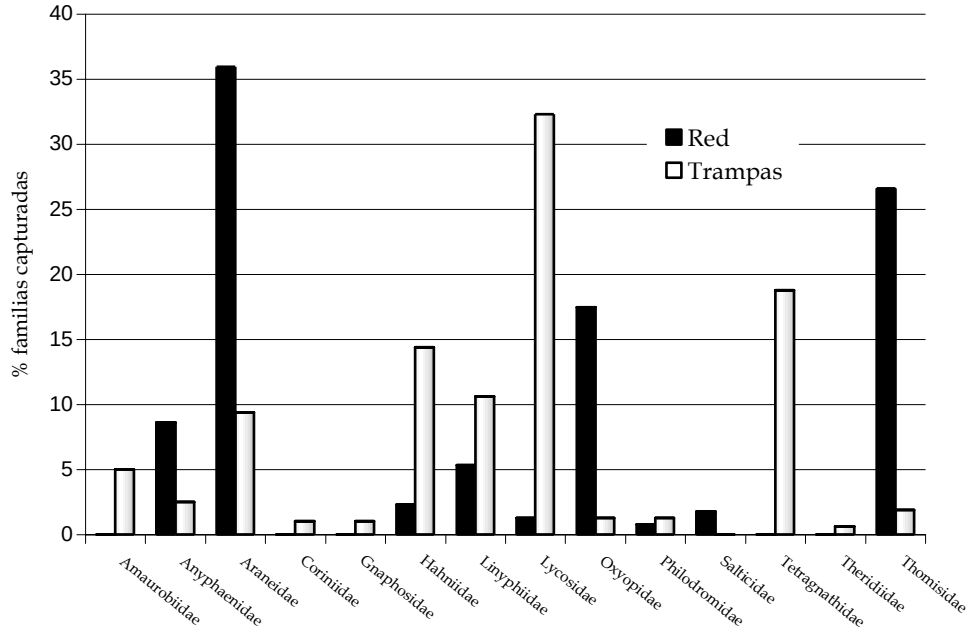
En el **estrato herbáceo** de las áreas adyacentes a los cultivos de trigo y alfalfa se encontraron nueve familias (Tabla 17, Fig.12). Las más abundantes fueron: Araneidae (35,95%), Thomisidae (26,58%) y Oxyopidae (17,47%). El resto de las familias no superó el 10%.

Tabla 17: Porcentajes y número total de arañas promedio por familia recolectados durante los tres años de estudio, mediante los dos métodos de muestreo, en las áreas adyacentes a los cultivos de trigo y alfalfa (Bs. As., Argentina).

	Red			Trampas		
	Prom. nº ind	±SD	%	Prom. nº ind	±SD	%
Amaurobiidae	0	0,00	0,00	24,33	±1,80	5,00
Anyphaenidae	34,33	±3,44	8,60	12	±1,55	2,50
Araneidae	142	±17,07	35,95	45,67	±5,29	9,37
Coriniidae	0	0,00	0,00	5	0,00	1,04
Gnaphosidae	0	0,00	0,00	5,33	±2,12	1,04
Hahniidae	9	±4,95	2,28	69	±4,58	14,38
Lycosidae	5,67	±2,35	1,27	155,67	±3,32	32,28
Linyphiidae	21	0,50	5,32	51	±8,79	10,63
Oxyopidae	69,33	±12,79	17,47	6,33	±1,00	1,25
Philodromidae	3,67	±0,71	0,76	6	±1,73	1,25
Salticidae	7,33	±0,96	1,77	0	0,00	0,00
Tetragnathidae	0	0,00	0,00	90,33	±2,23	18,75
Theridiidae	0	0,00	0,00	3	±0,71	0,63
Thomisidae	105	±10,59	26,58	9,33	±0,49	1,88

En el **estrato del suelo** de las áreas adyacentes a los cultivos de trigo y alfalfa se registraron 13 familias, la más abundante fue Lycosidae (32,28%), seguida por Tetragnathidae (18,75%) y Hahniidae (14,38%). No se capturaron ejemplares de la familia Actinopodidae.

Fig. 12: Abundancia relativa promedio de las familias de arañas capturadas durante los tres años de estudio, con red de arrastre y trampas de caída, en las áreas adyacentes a los cultivos de trigo y alfalfa (Bs. As., Argentina)



En el **estrato herbáceo** de las áreas adyacentes a los cultivos de trigo y alfalfa se recolectaron un total de 51 especies, de las cuales 36 se encontraron sobre la vegetación (Tabla 18). La especie más abundante fue *O. salticus* (Oxyopidae). Le siguieron *Araneus* sp.1; *Metepeira* sp. y *M. pallidus* (Araneidae y Thomisidae respectivamente).

Sólo Oxyopidae estuvo representada por una sola especie (*O. salticus*), el resto mostró una mayor diversidad, especialmente Araneidae (13 especies).

En el **estrato del suelo** de las áreas adyacentes a los cultivos de trigo y alfalfa la especie más abundante correspondió a *G. lacteovittata* (Tetragnathidae), *H. poliostoma* (Lycosidae) y *Hahnia* sp. (Hahniidae).

En general las familias estuvieron representadas por más especies que en los cultivos de trigo y alfalfa, siendo las más diversas Linyphiidae y Araneidae (8 especies).

Tabla 18: Arañas de las áreas adyacentes a los cultivos de trigo y alfalfa (Bs. As., Argentina)

Los símbolos (+) y (-) representan presencia, ausencia respectivamente. Gremios: TD= trap door; TS= tejedora tela sábana; TO= tejedora orbicular; TES= tejedora errante, tela sábana; TI= tejedora tela irregular CE= cazadora por emboscada; CA= cazadora al acecho; CCS= cazadora corredora suelo; CCF= cazadora corredora follaje; N= nº total de individuos

Familia	Especie	Gremio (Liljesthröm *et al.* 2002)	Gremio (Uetz *et al.*1999)	Método de colecta Red	Método de colecta Pitfalls	Total Red+Pitfalls
Araneomorphae						
Amaurobiidae	Morfo sp. 1	VI	TS	-	+	5,33
"	" sp. 2	VI	TS	-	+	19,00
Anyphaenidae	*Gayenna sp.*	I	CCF	+	+	25,00
"	Morfo sp. 1	I	CCF	+	+	10,33
"	" sp. 2	I	CCF	+	+	11,00
Araneidae	*Araneus* sp. 1	III	TO	+	+	51,00
"	*Araneus* sp. 2	III	TO	+	+	11,67
"	*Argiope* sp.	III	TO	+	-	5,00
"	*Cyclosa* sp.	III	TO	+	+	9,33
"	*Gea heptagon*	III	TO	+	+	13,00
"	*Larinia* sp.	III	TO	+	+	15,33
"	*Metepeira* sp.	III	TO	+	+	30,00

Familia	Especie	Gremio (Liljesthröm *et al.* 2002)	Método de colecta (Uetz *et al.*1999)	Total Red	Pitfalls	Red+Pitfalls
Araneidae	*Metazygia* sp.	III	TO	+	+	18,00
"	*Wixia* sp.	III	TO	+	-	2,67
"	Morfo sp. 2	III	TO	+	-	1,00
"	" sp. 5	III	TO	-	+	9,00
"	" sp. 6	III	TO	-	+	8,67
"	" sp. 7	III	TO	+	-	2,00
"	" sp. 8	III	TO	+	-	1,00
"	" sp. 9	III	TO	+	+	10,00
Coriniidae	*Trachelas* sp.	VI	CCS	-	+	3,00
"	Morfo sp. 1	VI	CCS	-	+	1,00
"	" sp. 2	VI	CCS	-	+	1,00
Gnaphosidae	Morfo sp. 1	V	CCS	-	+	5,33
Hahniidae	*Hahnia* sp.	VI	TS	-	+	78,00
Lycosidae	Morfo sp. 1	V	CCS	+	+	92,67
"	" sp. 2	V	CCS	-	+	68,67
Linyphiidae	*Meioneta* sp.	VI	TES	+	+	24,00
"	Erigoninae	VI	TES	+	+	7,00
"	*Erigone* sp. 1	VI	TES	-	+	8,33
"	*Erigone* sp. 2	VI	TES	+	-	3,00
"	Morfo sp. 4	VI	TES	+	+	9,00
"	" sp. 5	VI	TES	+	+	2,67
"	" sp. 6	VI	TES	-	+	9,00
"	" sp. 7	VI	TES	+	+	5,00
"	" sp. 8	VI	TES	+	+	4,00
Oxyopidae	*Oxyopes salticus*	II	CET	+	+	75,66
Philodromidae	Morfo sp. 1	I	CE	+	-	7,00
"	" sp. 2	I	CE	-	-	2,67
Salticidae	Dendryphantinae	II	CET	+	-	3,00

Familia	Especie	Gremio (Liljesthröm *et al.* 2002)	Método de colecta (Uetz *et al.*1999)	Total Red	Pitfalls	Red+Pitfalls
Salticidae	*Dendryphante*s sp.	II	CET	+	-	1,33
"	*Tullgrenella* sp.	II	CET	+	-	2,00
"	Morfo sp. 1	II	CET	+	-	1,00
Tetragnathidae	*Glenognatha lacteovittata*	III	TO	-	+	90,33
Theridiidae	*Achaearanea* sp.	VI	TI	-	+	1,00
"	*Argyrodes* sp.	VI	TI	-	+	1,00
"	*Tidarren* sp.	VI	TI	-	+	1,00
Thomisidae	*Misumenops pallidus*	I	CE	+	-	31,00
"	*Misumenops* sp.	I	CE	+	+	25,00
"	*Misumena* sp.	I	CE	+	-	17,33
"	*Misumena vatia*	I	CE	-	+	6,00
"	Morfo sp. 3	I	CE	+	+	21,00
"	" sp. 4	I	CE	+	-	14,00

Las arañas encontradas se agruparon en ocho gremios, predominando las arañas tejedoras orbiculares (TO), las cazadoras corredoras sobre el sustrato (CCS) y las tejedoras de tela tipo sábana (TS).

De la comparación de los valores de riqueza específica, índices de diversidad de Margalef, Simpson y Shannon-Wiener, e índice de equidad, obtenidos para el estrato herbáceo y de suelo; y teniendo en cuenta el total de arañas registradas, se observa que los índices varían de manera similar (Test de t, P> 0,05), evidenciando una comunidad de arañas de alta diversidad (H´= 3,27; DMg = 7,67; DSp = 0,05), con valores de equidad elevados (J = 0,82), evidenciando una comunidad diversa y sin predominio de taxa individuales.

Las áreas adyacentes presentaron mayores valores de diversidad y equidad que los cultivos de trigo y alfalfa (Test de t, P< 0,05 gl: 32).

4.4. Comparación entre los cultivos de trigo y alfalfa

4.4.1. Composición taxonómica

El número de arañas capturadas fue ampliamente superior en el cultivo de alfalfa (N= 6229) que en el de trigo (N= 1701) y el mayor número se obtuvo mediante los muestreos con red de arrastre (ANOVA F: 1100,43; gl: 13; P< 0,0009).

El número de familias registradas fue también superior para el cultivo de alfalfa (15 familias) que para el de trigo (13 familias).

Mediante red de arrastre, se registraron sólo ocho familias en trigo y siete en alfalfa (Tabla 2 y 11, Fig. 1 y 7), mientras que con trampas de caída se capturaron el total de familias registradas (13 familias en trigo y 14 en alfalfa) (Tabla 3 y 12, Fig. 2 y 8).

La familia más abundante del **estrato herbáceo** fue Thomisidae para ambos cultivos (45,69%, 31,79% y 38,38% trigo y 38,59%, 43,29% y 45,80% alfalfa), destacándose también por su abundancia Araneidae (24,72%, 27,81% y 27,57% trigo y 39,17%, 29,56% y 27,26% alfalfa) y Oxyopidae (1,50%, 2,32% y 23,51% trigo y 11,03%, 12,59% y 13,56% alfalfa) en 2002, 2003 y 2004 respectivamente (ANOVA F: 99,67; gl: 44; P< 0,0001).

En trigo Anyphaenidae fue abundante durante el 2002 y 2003 (17,98% y 24,17%), superando a Oxyopidae en el 2004 (23,51%). En alfalfa Anyphaenidae fue una familia poco representada alcanzando una abundancia máxima del 7,88%.

Oxyopidae estuvo representada por una única especie (*O. salticus*) en los dos cultivos.

En el **estrato del suelo**, la familia más abundante para los dos cultivos fue Lycosidae (35,11%, 40,58% y 50,42% trigo y 37,13%, 41,43%, 42,83% alfalfa) (Tabla 3 y 12, Fig. 2 y 8). Le siguieron en abundancia: Hahniidae (21,34%, 6,76% y 11,44% trigo y 13,92%, 8,37% y 9,97% alfalfa), Linyphiidae (15,36%, 17,39% y 13,56% trigo y

17,93%, 19,72% y 19,58% alfalfa) y Tetragnathidae (8,46%, 8,21% y 2,12% trigo y 14,14%, 11,16% y 13,64% en alfalfa) (ANOVA F: 70,99; gl: 41; P< 0,0001).

En alfalfa, mediante trampas de caída, se capturaron dos familias no registradas en el cultivo de trigo: Theridiidae (2,45%) y Actinopodidae (Mygalomorphae) (0,4%).

4.4.2. Estructura de gremios

En el cultivo de trigo se registraron siete gremios (según Uetz *et al.*, 1999) y cinco gremios (según Liljesthröm *et al.,* 2002) (Tabla 4 y Fig. 3), mientras que en alfalfa se registraron dos gremios más (según Uetz *et al.*, 1999) que para el trigo: tejedoras de tela irregular (TI) (0.55%) y trap door (0,06%) (TD) representadas por las familias Theridiidae y Actinopodidae respectivamente (Tabla 13 y Fig. 9).

En los dos cultivos predominaron las arañas cazadoras.

En el **estrato herbáceo** las arañas cazadoras por emboscada (CE) (Thomisidae y Philodromidae) (21% trigo y 32,99% alfalfa) fueron las más abundantes, seguidas de las cazadoras al acecho (CA) (Oxyopidae y
Salticidae) (11% trigo y 11,77% alfalfa). Entre las tejedoras las que construyen telas orbiculares (TO) (Araneidae y Tetragnathidae) (19% trigo y 27,56% alfalfa) fueron las más numerosas.

En el **estrato del suelo** dominaron las corredoras de suelo (CCS) (Lycosidae, Corinnidae y Gnaphosidae) (19% trigo y 10,84% alfalfa).

4.4.3. Composición específica, riqueza, similitud y diversidad de especies

Considerando los resultados obtenidos la riqueza específica (S) fue mayor en alfalfa (50 especies) que en trigo (31 especies) (Tablas 5 y 14), resultando la comunidad de arañas de la alfalfa más diversa

(H´= 2,97; DMg= 5,61 y DSp= 0,11) que la de trigo (H´= 1,95; DMg= 4,03 y DSp= 0,09) (Test de t, P< 0,005; gl: 84) (Tabla 19).

En el **estrato herbáceo** se registraron 34 especies en alfalfa y 21 en trigo, de las cuales la más abundante fue *M. pallidus* (Thomisidae) en los dos cultivos.

En general en el cultivo de alfalfa, la mayoría de las familias estuvieron representadas por un mayor número de especies que en el cultivo de trigo. Principalmente se destacó Araneidae que presentó 13 especies de las cuales *Araneus* sp.1, *Metepeira* sp., *Metazygia* sp. fueron las dominantes. En el caso de Thomisidae estuvo representada por seis especies siendo la dominante *M. pallidus* con una abundancia superior al 87%. También estuvieron representadas por varias especies las familias: Salticidae (cinco) y Linyphiidae (cuatro).

Oxyopidae estuvo representada por una sola especie *O. salticus*.

En el **estrato del suelo** de ambos cultivos, las especies dominantes fueron: *H. poliostoma* y *H. erythrognatha* (Lycosidae). Siguieron en abundancia *Meioneta* sp., *G. lateovittata* y *Hahnia* sp. (Linyphiidae, Tetragnathidae y Hahniidae respectivamente).

La familia con mayor diversidad de especies fue Linyphiidae (8 especies en alfalfa y 4 en trigo). Gnaphosidae, Hahniidae, Tetragnathidae y Actinopodidae estuvieron representadas por una sola especie en los dos cultivos.

En los dos cultivos se recolectaron más cantidad de arañas inmaduras que adultas, predominando siempre los machos sobre las hembras, siendo esto más significativo en los ejemplares recolectados con trampas de caída, principalmente para las especies *H. poliostoma* y *H. erythrognatha* (Lycosidae) y *G. lateovittata* (Tetragnathidae).

Tabla 19: Número de arañas capturadas (estrato de suelo + estrato herbáceo) (N), Riqueza de especies (S), Índice de Margalef (DMg), Índice de Simpson (DSp), Índice de Shannon-Wiener (H´) y equidad de Pielou (J) de las arañas capturadas en trigo y alfalfa (Bs. As., Argentina). Las mismas letras indican que no hubo diferencias significativas (P> 0,05)

	Trigo	Alfalfa
N	1701a	6129b
S	31	50
DMg	4,03a	5,61b
DSp	0,09a	0,11a
H´	1,95a	2,97b
J	0,69a	0,79b

Ambos cultivos compartieron 31 especies. Los valores de los coeficientes de similitud estimados para los dos estratos de los cultivos estudiados fueron altos (I_{MH}= 0,84, I_s= 0,76; I_J = 0,62) (Tabla 22).

Los valores de los índices fueron mayores en alfalfa (Test de t, P<0,005 gl: 96)

El análisis de la diversidad por rarefacción, para ambos cultivos y para un N equivalente, evidenció que el cultivo de alfalfa presentó mayor riqueza para los dos métodos de colecta utilizados (Fig. 13). El porcentaje de complementaridad entre el trigo y la alfalfa fue 38%.

El valor de Chao 1 para la alfalfa fue el único que coincidió con el número total de especies registradas (50 spp. alfalfa).

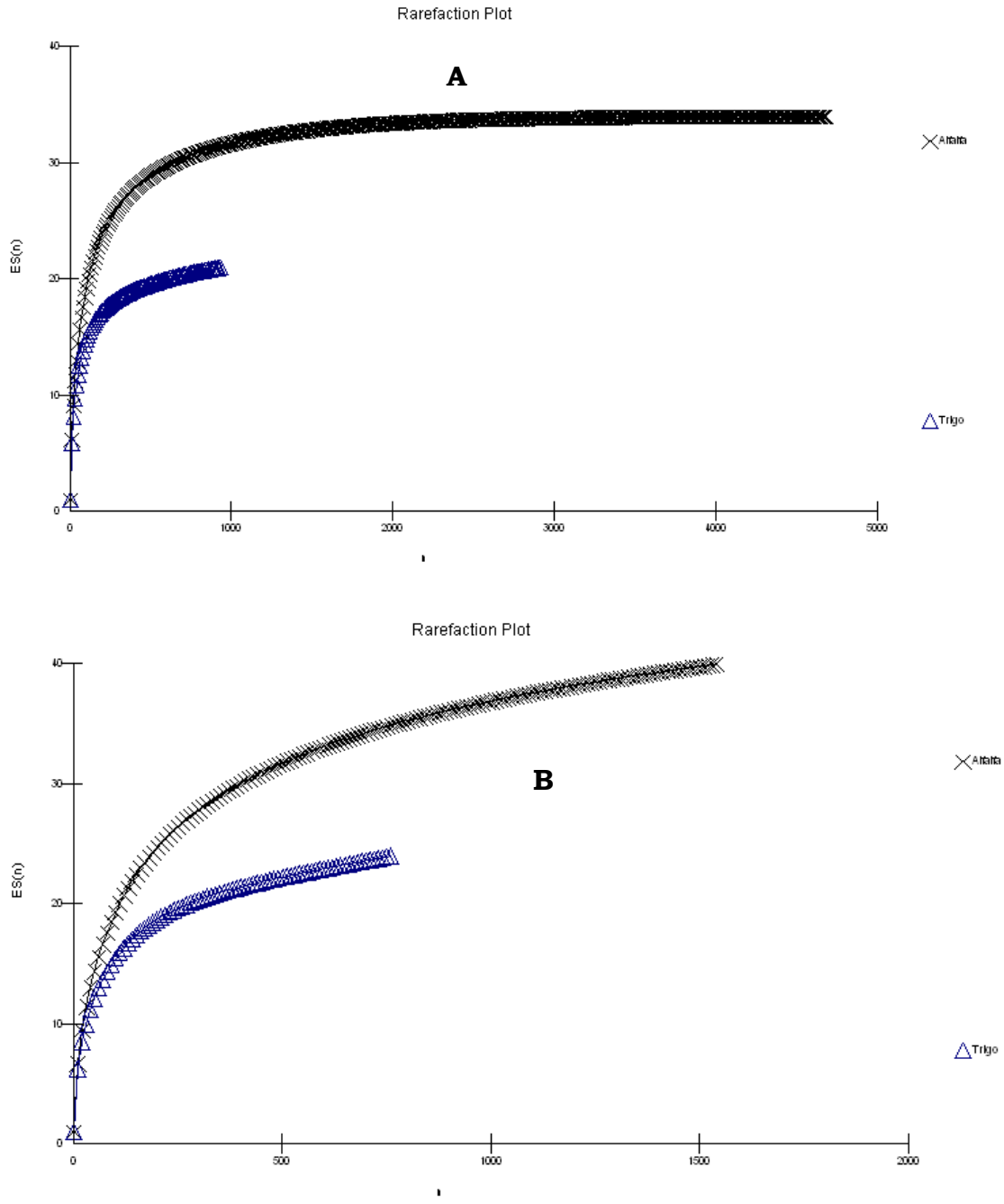
Tabla 20: Riqueza, número de individuos y valores de distintos índices estimados para los cultivos de trigo y alfalfa (Bs. As., Argentina)

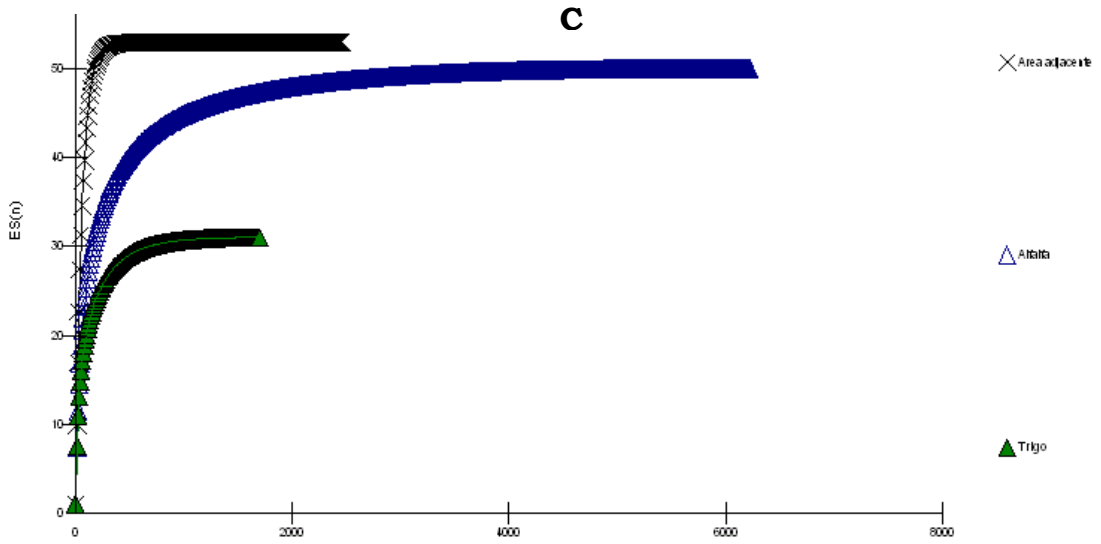
	Trigo			Alfalfa		
	Red	Trampas	Total	Red	Trampas	Total
S	21	24	31	34	40	50
N	939	762	1701	4681	1548	6229
Singletons	2	5	0	0	7	0
Doubletons	2	0	1	0	4	1
Uniques	0	0	0	13	16	19
Chao 1	29,2 ± 0,29	37,28 ± 0,42	38,6 ± 0,94	35 ± 1,05	58 ± 1,11	50 ± 2.03
Chao 2	28,8 ± 1,02	30,4 ± 1.42	38,6 ± 2.01	38,02 ± 0.94	45,33 ± 1,04	55,82 ± 1,51
Jacknife 1º orden	31,4 ± 0,52	30,4 ± 0,63	34,8 ± 1,01	40,5 ± 1,63	48 ± 1,87	59,5 ± 2,45
Jacknife 2º orden	26,2 ± 1,19	33,6 ± 1,32	42,4 ± 1,75	40,5 ± 1,14	48 ± 1,43	59,5 ± 1,86
Bootstrap	25,25 ± 0,31	36,75 ± 0,66	36 ± 1,02	37,25 ± 1,9	44 ± 2,23	54,75 ± 2,55

Número de especies compartidas: 31
Índice de Morisita Horn (I_{MH}): 0,84
Coeficiente de Similitud de Sorenson (I_S): 0,76
Coeficiente de Similitud de Jaccard (I_J): 0,62

Los cultivos registraron menor diversidad que la calculada por los estimadores no paramétricos (Tabla 22): Chao 2 (38 spp. trigo, 55 spp. alfalfa), Jacknife de 1º orden (34 spp. trigo, 59 spp. alfalfa) y Jacknife de 2ª orden (42 spp. trigo, 59 spp. alfalfa).

Fig. 13: Análisis de la diversidad por rarefacción para los cultivos de trigo y alfalfa. A: Muestreo con red de arrastre B: Muestreo con trampas de caída C: Total de arañas colectadas con ambos métodos de muestreo para los cultivos de trigo, alfalfa y áreas adyacentes (Bs. As., Argentina)




C
ES(n)
0
10
20
30
40
50
0
2000
4000
6000
8000
Area adjacente
Alfalfa
Trigo

5. DISCUSION

En el estudio realizado se encontraron un total de 15 familias en el cultivo de alfalfa y 13 en el trigo. Si se comparan estos valores con el total de familias citadas para nuestro país (Pikelin & Schiapelli, 1963), las familias registradas representan una cuarta parte de ese total. Estos resultados son esperables por tratarse de monocultivos, es decir, ambientes en los cuales se reduce drásticamente la diversidad de la vegetación y por consiguiente disminuye la biodiversidad faunística, que incluye a los enemigos naturales (Altieri, 1995, Nicholls & Altieri, 2005a, 2005b).

Respecto a la composición de familias, los resultados obtenidos en este estudio son coincidentes con los de Young & Edwards (1990). Estos autores al realizar una recopilación de estudios sobre la composición específica de las comunidades de arañas de todos los agroecosistemas de América del Norte, encontraron que de las pocas familias presentes en cultivos (en relación con el total de la fauna aracnológica de la región) sólo cinco de ellas constituyeron más del 60% del total registrado (Araneidae, Linyphiidae, Lycosidae, Salticidae y Theridiidae). En el estudio realizado en trigo y alfalfa en Argentina fueron también cinco las familias más abundantes que superaron el 65% del total de familias encontradas (Araneidae, Thomisidae, Lycosidae, Hahniidae y Linyphiidae). Además en ambos trabajos Araneidae y Thomisidae contribuyeron con el mayor número de especies.

En el estrato herbáceo de los dos cultivos estudiados, la familia Thomisidae, representada por *M. pallidus,* fue la más abundante. Estas arañas son deambuladoras, no tejen telas, cazan a sus presas al acecho, esperándolas entre la vegetación (Gertsch, 1979). Se ubican en los estratos superiores y medio de las plantas, por lo que son fácilmente capturadas con los métodos de muestreo que abarcan estas zonas (Whitcomb, 1974). Tienen actividad diurna y suelen mimetizarse con la vegetación lo que les permite acechar a sus presas más eficientemente (Comstock, 1965; Foelix, 1982).

También se destacaron por su abundancia arañas tejedoras (Araneidae y Anyphaenidae), que se habrían visto favorecidas por ciertas características de los cultivos referidas a la cobertura vegetal y su espaciamiento, para el emplazamiento de sus telas (Rypstra, 1985).

Por otro lado, algunas especies de gran tamaño presentan preferencias específicas del hábitat (determinada altura sobre el suelo, la distancia entre las plantas, etc.) (Enders, 1974), condiciones que en general aparecen en los cultivos por cortos períodos de tiempo y que explicarían por qué todas las especies registradas no superan los 12mm de longitud.

Los licósidos fueron siempre las arañas más abundantes sobre la superficie del suelo y bajo la hojarasca en ambos cultivos. Tienen una visión más desarrollada que las que construyen telas, y acechan en quietud a sus presas. La mayoría viven en madrigueras que construyen ellas mismas en el sustrato a las que tapizan con seda. Son en general de hábitos nocturnos, caracterizándose las hembras, por transportar sus cocones y crías recién eclosionadas sobre el abdomen (Comstock, 1965; Kaston, 1982).

La composición específica de los cultivos varió según el método de recolección utilizado (red de arrastre y trampas de caída) (tablas 5 y 14). En la alfalfa, 24 especies fueron recolectadas con los dos métodos de captura utilizados. Sólo cinco especies fueron similares en abundancia en ambos muestreos: Morfo sp.3 (Linyphiidae); Dendryphantinae Morfo sp.1, Morfo sp.2 y Morfo sp.6 (Salticidae) y Morfo sp.3 (Thomisidae).

En el trigo, el número de especies capturadas con ambos métodos fue aún menor que en alfalfa (14). Sólo tres especies presentaron valores similares de abundancia: Morfo sp.4 (Linyphiidae); Morfo sp.1 (Salticidae) y Morfo sp.3 (Thomisidae). El resto de las especies muestreadas con ambos métodos mostraron gran disparidad en los valores de abundancia, evidenciando que los métodos de red de arrastre y trampas de caída son complementarios y registran especies de arañas que se encuentran en microhábitats diferentes.

Las especies predominantes en la recolección con red de arrastre incluyeron casi exclusivamente a las arañas que habitan sobre la vegetación. En cambio la recolección con trampas de caída permitió un registro más amplio de la totalidad de familias presentes en los cultivos, ya que fueron capturadas arañas que generalmente se encuentran sobre el estrato herbáceo pero que pueden tener un pasaje limitado o accidental por el suelo (al caerse o escapar de depredadores), como así también aquellas especies tejedoras que ubican sus telas entre la vegetación pero a corta distancia del suelo (ej. Linyphiidae, Hahniidae y *G. lacteovittata* (Tetragnathidae).

Además, el muestreo con trampas de caída presentó una mayor diversidad de especies que el muestreo con red de arrastre. Es posible que pudiera haber un mayor número de especies en el estrato del suelo que en el herbáceo. Sin embargo, pudo haber influido el hecho de que las pitfall estuvieron en continua actividad durante siete días corridos, mientras que el muestreo con red se llevó a cabo durante horas determinadas un solo día a la semana. Debido al diferente esfuerzo de muestreo y a que estos métodos registran especies de hábitats distintos (Russell-Smith, 1981), no se compararon directamente. Green (1999) y Melbourne (1999) han registrado otros factores, como la estructura del hábitat y la ubicación de las trampas, que podrían contribuir a las diferencias encontradas entre distintas áreas de estudio.

Es común también que con las trampas pitfall, los ejemplares machos muestren picos estacionales de actividad y entonces el número de capturas no reflejen la densidad poblacional real. Tales son los casos de las familias Actinopodidae (Mygalomorphae) y Lycosidae. Estas arañas, si bien viven subterráneamente en cuevas con tapa o refugios, se caracterizan porque los machos en determinadas épocas del año los abandonan y se desplazan en busca de hembras. Además *Hahnia* sp. (Hahniidae) y *G. lacteovittata* (Tetragnathidae) teje telas que se

disponen horizontalmente a pocos centímetros del suelo, los individuos viven en la parte inferior y central de la tela y si son perturbados saltan al sustrato y escapan rápidamente, presentando los machos mayor movilidad que las hembras y juveniles.

Desde la década de los 80´ se han publicado varios trabajos científicos sobre arañas de agroecosistemas (Riechert & Lockley, 1984; Nyffeler & Benz, 1987; Sunderland, 1987; Young & Edwards, 1990; Breene *et al.*, 1993; Wise, 1993 y Nyffeler *et al.*, 1994a, b). La última revisión de Nyffeler & Sunderland (2003) compara los estudios sobre la estructura de la comunidad de arañas en distintos cultivos de Europa y Estados Unidos. Si se comparan los resultados de esta última revisión con los resultados obtenidos en el presente estudio realizado en cultivos de trigo y alfalfa en nuestro país, se encuentran diferencias, ya que en este último, la composición taxonómica registra un máximo de quince familias, donde sólo cinco dominan las comunidades de arañas encontradas en los cultivos. y los linífidos están escasamente representados, no superando el 20% del total de familias registradas. En los cultivos europeos, si bien aparecen distintas especies de arañas (principalmente Linyphiidae, Lycosidae, Araneidae, Tetragnathidae y Theridiidae), la fauna está ampliamente dominada por los linífidos, siendo las arañas cazadoras las menos representadas (14.2%, N= 40 estudios) (Luczak, 1979; Nyffeler & Benz, 1987). El porcentaje de linífidos es muy alto (93-99% del total de arañas), especialmente en Europa occidental (Reino Unido, Francia, Bélgica y Alemania). En cereales, algunas especies de arañas *Erigone atra* Blackwall, 1833 y *Tenuiphantes tenuis* (Blackwall, 1852) (Linyphiidae) pueden alcanzar densidades entre 27-62 ind/m^2 (Sunderland, 1999). En el caso de cultivos perennes las densidades oscilaron entre 70-130 ind/m^2, calculándose la densidad media total de arañas para los agroecosistemas templados de Europa de 80 ind/m^2.

Estas diferencias en la estructura de las comunidades de arañas entre los cultivos estudiados y los europeos, probablemente estén

relacionadas con que la mayor proporción de la producción agrícola de la región europea se ubica a altas latitudes, correspondiendo con climas templados, caracterizados por presentar temperaturas medias anuales bajas. Además, las comunidades de arañas responden de manera directa al clima e indirectamente a la disponibilidad de alimento. Si a esto se suman diferencias en la estructura de los cultivos y en las prácticas agrícolas, es razonable que varíe la organización de la comunidad. Finalmente no debe dejarse de tener en cuenta las características de la araneofauna europea, que presenta una dominancia de Linyphiidae también, en los ambientes no cultivados.

Nyffeler & Sunderland (2003) también consideraron distintos cultivos ubicados entre los 29º y 45º de latitud norte en Estados Unidos. Se encontró que existen alrededor de 600 especies de arañas asociadas a agroecosistemas (44% tejedoras, 56% cazadoras). Las tejedoras están representadas por varias familias: Tetragnathidae, Araneidae, Linyphiidae, Theridiidae y Dictynidae; las cazadoras por: Oxyopidae, Salticidae, Clubionidae, Thomisidae y Lycosidae. La estructura de gremios es más compleja comparada con Europa y hay una variación considerable entre cultivos y regiones (Uetz *et al.*, 1999). En la mayoría de los estudios realizados en estas zonas cultivadas, más del 50% de las arañas recolectadas son cazadoras, entre las cuales *O. salticus* (Oxyopidae) constituye la especie más comúnmente hallada en cultivos extensivos de soja y algodón desde el sudeste (Carolina del Norte y del Sur, Georgia, Alabama y Mississippi) hasta el sudoeste (Arkansas, Louisiana y Texas) (Young & Lockley, 1986; Young & Edwards, 1990). Registros similares se han obtenido en estudios realizados en nuestro país en cultivos de soja, en la zona central de la Provincia de Santa Fe, donde la especie más abundante del estrato herbáceo del cultivo y zonas aledañas fue *O. salticus* (Beltramo *et al.*, 2006).

En zonas más secas los oxiópidos son reemplazados por los tomísidos. En regiones como el oeste de Texas y Arizona dominan los tomísidos como *Misumenops* spp. (Young & Edwards, 1990).

Otro habitante común de los cultivos son los licósidos como *Pardosa ramulosa* (McCook, 1894) (Lycosidae). En trigo de invierno en Oklahoma se estimaron densidades de arañas de 2.7 ind/m^2 (Greenstone, 2001), mientras que cultivos perennes como la alfalfa registran densidades mayores próximas a 45 ind/m^2 (Culin & Yeargan, 1983; Yeargan & Dondale, 1974).

En Argentina, existe muy poca información respecto a las comunidades de arañas de agroecosistemas y a su rol como enemigos naturales. Cabe mencionar los estudios realizados en el cultivo de soja (Minervino, 1996; Liljesthröm *et al.*, 2002; Beltramo, et *al.*, 2006) donde se obtuvieron resultados similares en cuanto a la composición taxonómica y diversidad específica. En estos la riqueza específica total fue de 37 especies, agrupadas en 13 familias, dominadas por Thomisidae representada por *M. pallidus* en el estrato herbáceo y por Lycosidae en el suelo.

Young & Edwards (1990) establecieron tres categorías básicas de cultivos. Los cultivos de algodón, de soja y de alfalfa presentaron los mayores números de especies de arañas, seguidos por los cultivos de caña de azúcar, de cereales y de manií. Los cultivos más pobres en especies fueron los de sorgo y de arroz. También resultó bastante disímil la fauna aracnológica de los distintos cultivos, con excepción de los cultivos de alfalfa y de soja que presentaron un 59,4% de especies en común.

A pesar de las notables diferencias en el número de especies de arañas encontradas en los distintos cultivos, se registró una considerable constancia en la proporción de especies de arañas de cada gremio. En promedio, el 16,9% de todas las especies de arañas de las comunidades agrícolas fueron cazadoras al acecho. Las especies cazadoras por emboscada, cazadoras corredoras de suelo, corredoras sobre la vegetación y tejedoras tipo sábana constituyeron un porcentaje relativamente fijo de la comunidad de arañas de agroecosistemas (Uetz *et al.*, 1999).

En los cultivos de trigo y alfalfa estudiados también predominaron las arañas cazadoras, pero a diferencia de los registros de Uetz *et al.* (1999) se destacaron las arañas cazadoras por emboscadas (CE) (Thomisidae y Philodromidae) (21% trigo y 32,99% alfalfa). Las cazadoras al acecho (CA) (Oxyopidae y Salticidae) (11% trigo y 11,77% alfalfa) ocuparon el segundo lugar. Estos gremios y el resto de los registrados: cazadora corredora suelo (CCS); cazadora corredora follaje (CCF); tejedora tela sábana (TS); tejedora orbicular (TO); tejedora errante, tela sábana (TES) presentaron porcentaje similares en ambos cultivos. Resultados semejantes se registraron en nuestro país en cultivos de soja, donde predominaron en el estrato herbáceo las arañas pertenecientes a los gremios I y III (según Liljesthröm, *et al.*, 2002) y en el estrato del suelo las arañas del gremio V (Minervino, 1996).

El cultivo de alfalfa presentó una mayor riqueza de especies (S) y diversidad que el de trigo. Los valores para el Índice de diversidad Shannon-Wiener (H´) obtenidos fueron bajos para el trigo y moderados en alfalfa, si se considera que en la mayoría de los casos los valores para este índice se ubican entre 1,5 y 3,5, raramente excediendo 4,5 (Magurran, 1988). Lo mismo se observó para el Índice de Margalef (IMg). El Índice de Simpson (ISp) si bien presentó mayores valores en alfalfa que en trigo, la diferencia no fue tan marcada probablemente en relación con que dicho índice está influenciado por la importancia de las especies dominantes (Magurran, 1988).

El Índice de Equidad de Pielou (J) fue también mayor para el cultivo de alfalfa que para el cultivo de trigo. En este último, especialmente en el estrato herbáceo, se observaron valores intermedios entre 0 y 1, evidenciando el predominio de algunos taxa en particular. Probablemente esto se relacione a la mayor diversidad específica y a la mayor cantidad de especies co-dominantes registradas en la alfalfa.

Respecto de los Índices de diversidad alfa no paramétricos, estimaron una mayor diversidad de especies que la observada en ambos cultivos a través de los muestreos realizados.

Si la comparación se realiza entre los cultivos y las áreas adyacentes, los valores de los índices de diversidad calculados, fueron siempre mayores para las áreas adyacentes, que presentan una estructura de la vegetación más compleja.

El cultivo de alfalfa fue el que presentó los valores intermedios por tratarse de un cultivo perenne, con tres años de vida útil, más estable y menos disturbado en comparación con el trigo, que es un cultivo anual, con aproximadamente seis meses de duración, y donde las tareas mecánicas convencionales de las labores de presiembra, siembra mantenimiento y cosecha, simplifican la estructura de la vegetación.

La composición de las comunidades de arañas de ambos cultivos es similar a la encontrada en las zonas adyacentes. Esto indicaría que la colonización de las áreas cultivadas en los comienzos del desarrollo fenológico del cultivo (cuando se encuentran prácticamente a suelo desnudo por las labores de presiembra y siembra) se realiza a partir de estas áreas. Las migraciones de arañas pueden ser a través del aire, especialmente las tejedoras o a través del sustrato como las errantes.

La gran mayoría de las especies, recoloniza los cultivos cada año en distintos estados del ciclo de vida. Estos se reproducen y su descendencia en general presenta picos poblacionales a fines del verano o principios del otoño (Luczak, 1979).

En el trigo, por tratarse de un cultivo anual, la mayoría de las arañas desaparece luego de la cosecha. Probablemente, algunas sean destruidas por la remoción y tareas de recolección y otras se desplazan a las áreas naturales próximas que utilizan como refugio y donde sobreviven el resto del año.

En los tres años de estudio sucesivos se observó que el cultivo de trigo es recolonizado por las mismas especies y la comunidad adquiere la misma estructura.

Además, los resultados obtenidos al comparar las dos comunidades (estrato herbáceo y suelo) de arañas de los cultivos de trigo y alfalfa, muestran que las estructuras de las comunidades presentan semejanzas, tal como lo demuestran: el número de especies

compartidas; los valores de similitud; complementariedad; la composición taxonómica y la estructura de gremios. Se puede entonces considerar que, como ya lo establecieran Young & Edwards (1990), las comunidades de arañas de cultivos difieren de las de otros ecosistemas terrestres y son características de los agroecosistemas.

2º Parte.- EFECTO DE LAS ARAÑAS COMO DEPREDADORAS DE INSECTOS PLAGA DE AGROECOSISTEMAS.

6. INTRODUCCION

6.1. Arañas como depredadoras en agroecosistemas

Con el incremento en el interés por los métodos de manejo sustentable de insectos plaga, en las últimas décadas se prestó más atención a otros grupos de enemigos naturales como las arañas (Araneae). Estas son polífagas, depredadoras obligadas, que se alimentan de un número considerable de insectos perjudiciales (Riechert & Bishop, 1990; Young & Edwards, 1990; Nyffeler *et al.* 1994a, 1994b; Polis & Strong, 1996; Lang *et al.*, 1999; Schmitz, 2003; Wise, 2006).

Las arañas presentan ciclos de vida largos, son resistentes a la falta de alimento y desecación. Se mantienen activas durante todo el año, depredan en todos los estados de su desarrollo, pueden ocupar distintos nichos y atacar a distintas especies plaga al mismo tiempo. Por lo tanto, son capaces de reducir y mantener a las poblaciones de insectos plaga a niveles inferiores a los umbrales de daño económico (Pedigo, 2001).

Según Hairston *et al.* (1960), las poblaciones de herbívoros no están limitadas por la competencia por el alimento sino por la depredación. Sin embargo, las prácticas modernas, que implican repetidos disturbios químicos y físicos del ambiente, a veces no proveen las condiciones apropiadas para el establecimiento de los depredadores (Young & Edwards, 1990; Feber *et al.* 1998). Los herbívoros escapan entonces del control de los depredadores y se vuelven muy abundantes hasta el punto de causar daños severos en la vegetación. Si un depredador pudiera establecerse y alimentarse de estos herbívoros, su número se reduciría considerablemente. Sunderland (1999) considera

que las arañas se encuentran dentro de este tipo de depredadores.

Se sabe que las arañas atacan a sus presas con relación a la tasa de encuentro, y cuanto mayor es la densidad de una población presa (como ocurre en numerosos monocultivos), mayor es la proporción de ataques hacia dicha presa (Riechert & Gillespie, 1983).

Existen numerosas investigaciones que han demostrado que las arañas pueden ser importantes agentes de control biológico de especies plaga tales como áfidos, larvas de lepidópteros, ortópteros, homópteros, algunos coleópteros y pequeños dípteros en distintos agroecosistemas (Riechert & Lockley, 1984; Nyffeler *et al.*, 1994b; Nyffeler & Sunderland, 2003; Marc *et al.* 1999, Vichitbandha & Wise, 2002; Lang, 2003).

6.2. Efecto Top-Down y Caza Superflua

Las arañas ejercen un efecto top-down evidente, por ejemplo, cuando se observa que el daño ocasionado a la vegetación por los insectos herbívoros es menor ante su presencia, que cuando están ausentes. Riechert & Bishop (1990) encontraron una notable disminución en el daño de la vegetación, frente al aumento de arañas deambuladoras en sistemas naturales. Resultados similares fueron obtenidos por Carter y Rypstra (1995) ante un aumento de arañas tejedoras en cultivos de soja.

En los sistemas agrícolas, el uso de complejos de enemigos naturales se contrapone a las estrategias del uso de especies aisladas. Aún actualmente, es un tema controversial ya que en algunos casos estos complejos de enemigos naturales aumentan la supresión de insectos plaga (Frazer *et al.*, 1981; Dobel & Denno, 1994), mientras que en otros casos son menos efectivos debido a la depredación intragremial (Rosemheim *et al.*, 1995).

Es destacable que el efecto top-down puede producirse aún cuando las arañas no se alimentan o no pueden alimentarse directamente de los herbívoros (Rypstra, 1995; Snyder & Wise, 2000).

Esto se debe a la interacción positiva depredador-depredador, conocida como "riesgo de depredación" (Charnov *et al.* 1976) que implica que la sola presencia del depredador altera el comportamiento y/o la alimentación de la presa, haciéndolas más susceptibles al ataque de otros depredadores (Losey, 1996; Losey & Denno, 1997).

Es común que las arañas capturen y maten más presas de las que en realidad consumen. Esta característica favorece el control que ellas ejercen sobre las poblaciones de insectos. Riechert & Lockley (1984) estimaron que una sola araña podría matar más de 50 veces el número de presas que consume. Hay registros de arañas lobo capaces de capturar más grillos de los que consumen, aún estando saciadas (Persons, 1999). Otras arañas tejedoras cuentan con telas de diseños particulares que logran atraer gran cantidad de insectos, que quedan atrapados entre los hilos de seda y son ignorados (Craig & Bernard, 1990; Craig *et al.*, 1996; Nyffeler *et al.*, 1994a). Existen además modelos matemáticos que demuestran que la caza superflua de presas aumenta la influencia que logran sobre las poblaciones de plagas (Riechert, 1999).

6.3. El rol de los depredadores generalistas

Investigaciones teóricas y aplicadas sostienen que los depredadores generalistas pueden ser más efectivos que los especialistas al reducir y estabilizar las densidades de presas (Riechert, 1999; Symondson *et al.* 2002). Young & Edwards (1990) sugieren que las arañas cazadoras serían mejores controladoras de plagas que las tejedoras, ya que las primeras serían capaces de capturar una amplia variedad de presas de distintos tipos y tamaños.

Sin embargo, las arañas no consumen sólo herbívoros perjudiciales sino que pueden alimentarse de más de un nivel dentro de la cadena trófica (Morin, 1999). En general, aunque los modelos de redes alimenticias predicen que la polifagia llevaría a la inestabilidad

(Morin, 1999; Halaj & Wise, 2001), los estudios de comunidades naturales evidencian que las redes que incluyen depredadores generalistas son más estables (Wise *et al.*, 1999).

En agroecosistemas, las poblaciones de arañas pueden mantenerse aún en períodos donde las plagas son escasas, ya que se alimentan de otras presas alternativas, pudiendo ser estas, insectos benéficos o perjudiciales (Riechert & Lockley, 1984; Nyffeler *et al.*, 1992, 1994a) y, en general, exhiben una dinámica poblacional relativamente estable (Riechert & Lockley, 1984; Nentwig, 1988).

A pesar del potencial para generar poblaciones de depredadores estables, la polifagia puede ser una desventaja en sistemas donde las redes alimenticias son cortas y simples. En cadenas tróficas de cuatro niveles (depredador secundario, depredador primario, herbívoro, y productor), el depredador secundario limita al primario, disminuyendo de esta forma la presión de depredación sobre el herbívoro, que aumenta considerablemente en número (Hairston, *et al.*, 1960; Morin, 1999). Las arañas que se alimentan de otros depredadores (depredación intergremial) o que presentan canibalismo (depredación intragremial) originan este tipo de cascadas tróficas (Fagan & Hurd, 1991; Halaj & Wise, 2001, 2002; Hodge, 1999; Polis *et al.*, 1989; Polis & Strong, 1996; Snyder & Wise, 1999, 2001; Wise, 2006; Wise *et al.*, 2006).

6.4. Las arañas como agentes de control biológico

Las arañas pueden ser efectivos depredadores de insectos herbívoros plaga, y pueden ejercer un considerable efecto top-down, generalmente capturando más insectos que los que consumen. A pesar de presentar canibalismo e interferir con otros depredadores por sus presas, las arañas en conjunto pueden considerarse con un alto potencial para mantener las densidades de plagas a bajos niveles de abundancia. Estas pueden responder tanto funcional como numéricamente al incremento de la densidad de presas (Riechert & Lockley, 1984; Morin, 1999; Marc *et al.*, 1999). En virtud de estas

respuestas y de la polifagia, sus poblaciones en los agroecosistemas pueden ser persistentes, transformándose en potenciales candidatas para el control biológico.

Se sabe que las arañas pueden ser importantes factores de mortalidad de plagas de cultivos como áfidos, langostas, cicadélidos y larvas de lepidópteros. Sin embargo, las mismas especies de arañas que se alimentan principalmente de insectos perjudiciales en algunos lugares, pueden alimentarse de insectos benéficos en otros. Se requieren entonces más investigaciones para determinar la eficiencia de este grupo en distintos tipos de cultivos y climas, y bajo diferentes prácticas de manejo antes de que las conclusiones generales sobre su eficacia como agentes de control biológico puedan ser justificadas (Nyffeler *et al.*, 1994a; Rypstra *et al.* 1999).

6.5. Plagas primarias que afectan los cultivos estudiados

Tanto la alfalfa (*M. sativa*) como el trigo (*T. aestivum*) se ven comúnmente afectados por tres grupos de plagas primarias, las orugas defoliadoras y cortadoras, los gorgojos y los pulgones (Harcourt *et al.* 1986). Dado que los alfalfares tienen un tiempo de vida útil de cuatro a seis años, constituyen un especial microclima para numerosos insectos, entre ellos los pulgones. En nuestro país son cuatro las especies de pulgones que atacan la alfalfa: *Acyrtosiphon pisum* (Harris), *Acyrthosiphon kondoi* Shinji, *Therioaphis maculata* (Buckton) y *Aphis crassivora* Koch (Harcourt *et al.* 1986; Aragón, 2004). En el trigo los pulgones producen la típica atrofia del crecimiento de la planta y clorosis en las hojas.

En el segundo grupo de plagas se encuentran las larvas de Lepidópteros tales como: *Colias lesbia* (Fabricius), *Anticarsia gemmatalis* Hübner, *Rachiplusia nu* Guenée, *Agrotis malefida* Guenée, etc., que originan graves daños en el cultivo de alfalfa (Aragón, 2004) y *Pseudaletia adultera* (Scahus) y *Spodoptera frugiperda* (Smith) en trigo (Carrasco & Baez, 2006).

El tercer grupo plaga lo constituyen los gorgojos (Coleoptera: Curculionidae) que se conocen como "el complejo de gorgojos de la alfalfa" que reúne alrededor de 20 especies de rostro corto (Harcourt *et al.*, 1986; Lanteri dir., 1994) y *Listronotus bonariensis* (Kuschel), denominada vulgarmente "gorgojo argentino del tallo" (Gallez *et al.*, 1995; Lanteri *et al.*, 1997), que afecta al trigo y a otros cereales de invierno.

Existen registros de especies de insectos plaga de la alfalfa y cereales que son depredados por arañas, tal es el caso de algunos gorgojos, como *Aramigus tessellatus* Say (Harcourt *et al.*, 1986; Lanteri dir., 1994; Lanteri *et al.*, 1998) y de ciertos áfidos (Edwards *et al.*, 1979; Toft, 1995; Losey, 1996; Losey & Denno, 1997; Harwood *et al.*, 2004). Dentro de estos últimos se destacan las especies *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (pulgón ruso del trigo), *A. kondoi* y *A. pisum* (pulgones azul y verde de la alfalfa, respectivamente), responsables en los últimos años de graves pérdidas económicas en nuestro país. Pese a esto los aportes sobre el rol depredador de la aracnofauna en agroecosistemas realizados hasta el presente en Argentina son escasos y referidos exclusivamente a la abundancia y diversidad de la taxocenosis de arañas, colonización y tasas de depredación en cultivos de soja (Minervino, 1996; Liljesthröm *et al.*, 2002, Cheli *et al.*, 2006, Beltramo *et al.*, 2006).

7. OBJETIVOS

-.Determinar la selectividad de las especies de arañas dominantes *M. pallidus, O. salticus* y *Araneus* sp.1 frente a los tres grupos de plagas primarias (áfidos, larvas y gorgojos) comunes a los cultivos de trigo y alfalfa.

-.Estimar las tasas de consumo de *M. pallidus, O. salticus* y *Araneus* sp.1 sobre *A. gemmatalis, R. nu* y *S. frugiperda.*

-.Establecer el efecto de la presencia de las especies de arañas dominantes aisladas y en conjunto respecto al número de larvas de *R. nu*

-.Precisar el efecto indirecto del conjunto de depredadores (arañas) sobre el daño ocasionado por *R. nu* en el cultivo.

8. MATERIALES Y METODOS

Se realizaron cuatro tipos de experiencias a fin de cumplimentar los objetivos anteriormente expuestos. Las especies de arañas más abundantes (*M. pallidus, O. salticus* y *Araneus* sp.1) fueron utilizadas como depredadores generalistas, y áfidos, gorgojos y larvas de lepidópteros como sus presas potenciales. Se construyeron jaulas experimentales descriptas a continuación.

8.1. Recolección, cría y mantenimiento de los ejemplares utilizados en las experiencias.

a) Arañas

El criterio para elegir las arañas que se utilizarían en los ensayos se basó en los datos sobre la composición específica y la estructura de la comunidad de arañas estudiadas en los cultivos de trigo y alfalfa.

Por otro lado debido a que los tres grupos plaga considerados se ubican sobre el estrato herbáceo se eligieron las especies de arañas más abundantes y que a su vez pertenecieran a gremios distintos, en cuanto al tipo y modo de capturar a sus presas.

Solamente se utilizaron ejemplares hembras adultos ya que los machos en general suelen alimentarse poco o dejan de hacerlo cuando alcanzan la madurez sexual.

Las hembras de *M. pallidus*, *O. salticus, Araneus* sp.1 y *H. poliostoma* se recolectaron en campos de la Estación Experimental de Gorina y en parcelas privadas de la localidad de Los Hornos. Para las capturas se utilizaron los métodos manual y red de arrastre de 38cm de diámetro. Fueron recolectadas como subadultas para ser luego trasladadas y mantenidas bajo condiciones normales de laboratorio (20º +/- 2ºC de

temperatura, 70% de humedad y un fotoperíodo de 10-12 h L:O), asegurando de tal modo que las mismas no estuvieran fecundadas a fin de evitar modificaciones en el consumo de presas.

Las mismas se dispusieron aisladamente en frascos plásticos de 250ml tapados con voile, donde se colocó un algodón embebido en agua a fin de evitar la desecación.

Se alimentaron una vez por semana, con *Drosophila melanogaster* Meigen y *Musca domestica* Linneo, criadas en bioterio para tal fin, hasta una semana previa al inicio de las experiencias, luego las arañas fueron mantenidas en ayunas.

b) Áfidos

Parte de los ejemplares de *A. pisum* (Homoptera: Aphididae) fueron recolectados manualmente en campos cultivados pertenecientes a la Estación Experimental de Gorina, dependiente del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires. Otros provinieron de colonias criadas en la Cátedra de Cereales de la Facultad de Cs. Agrarias de la UNLP.

Los pulgones obtenidos fueron trasladados al laboratorio. Allí se procedió a su separación, utilizándose sólo los ejemplares libres de parasitoides y patógenos. Posteriormente, empleando pinceles finos se ubicaron sobre plantas de cebada de unos 6cm de altura, sembradas en macetas de 10 x 15cm (diámetro x altura).

La recolonización de los pulgones a nuevas plantas de cebada se realizó cada dos semanas. Las colonias fueron mantenidas entre 20º a 25ºC, 60 a 70% de humedad relativa y en lugares con exposición solar.

c) Curculiónidos

Los gorgojos adultos (Coleoptera: Curculionidae) fueron recolectados en campos de vegetación espontánea mediante red de

arrastre. Se ubicaron en frascos de vidrio de 10 x 15cm (diámetro x altura) cubiertos con una gasa de malla fina para permitir la aireación. Se colocaron juntos unos 30 ejemplares machos y hembras, con semillas de cebada y se mantuvieron bajo condiciones normales de laboratorio (20º +/- 2ºC de temperatura, 70% de humedad y 10-12 hs/luz de fotoperíodo). La renovación de las semillas se realizó cada 20 días.

d) Larvas de lepidópteros

Las larvas de *S. frugiperda*, *A. gemmatalis* y *R. nu* (Lepidoptera, Noctuidae) fueron obtenidas a partir de crías masivas realizadas en laboratorios pertenecientes al INTA-AER Sáenz Peña, Chaco. Las mismas fueron acondicionadas en frascos plásticos individuales de 2,5 x 8,5cm (diámetro x altura), bajo condiciones de laboratorio (20º +/- 2ºC de temperatura, 70% de humedad y 10-12 hs/luz de fotoperíodo). Fueron mantenidas mediante la preparación de dietas artificiales (según Parra, 1986). Una vez obtenidas las pupas fueron separadas y colocadas en número de 20 (machos y hembras) en frascos de cría de 10 x 22cm (diámetro x altura) revestidos con papel blanco (para permitir la oviposición).

Los adultos fueron alimentados con una solución acuosa de miel 10% colocada en pequeños dispositivos en cuyo interior se colocó algodón embebido en la solución, que por capilaridad permitió la alimentación de los lepidópteros. Una vez obtenidas las puestas, los huevos fueron separados y colocados en frascos individuales con dieta artificial.

Para las experiencias se utilizaron larvas de segundo y tercer estadío que medían entre 7 a 10mm acorde al tamaño de las tres especies de arañas usadas como depredadores, cuyo tamaño osciló entre los 5 a 9mm.

8.2. Experiencias.- Procedimientos y condiciones

8.2.1. Jaulas experimentales

Las jaulas experimentales utilizadas en este estudio fueron las estándar para realizar investigaciones con arañas en ecosistemas terrestres (Riechert & Lawrence, 1997; Beckerman *et al.*, 1997; Schmitz, 2003). Estas consistieron en estructuras de metal de 1 x 1m (ancho x alto) con los cuatro lados verticales cubiertos con una malla fina plástica. El área basal de las jaulas fue de $1m^2$. La elección dependió del tamaño de las especies de herbívoros y arañas utilizados. Estas clausuras se consideran apropiadas para insectos con rangos de tamaño de 2,5cm de largo o menores. Esto permite trabajar con densidades realistas dentro de pequeñas áreas basales ($1m^2$) (Schmitz, 2004).

La parte inferior de las clausuras se enterró en el suelo encerrando a la vegetación propia del/de los cultivos, previa remoción manual de toda la fauna existente. Para incrementar la estabilidad se sujetaron a estacas de madera enterradas en el suelo. La malla metálica que cubrió la parte superior de las jaulas permaneció abierta temporalmente para permitir la colocación de los ejemplares de arañas e insectos plaga utilizados en las distintas experiencias, como así también realizar controles visuales y censos. Durante los ensayos estas permanecieron cerradas mediante grampas metálicas para evitar la salida de depredadores y presas, creando una especie de mesocosmos experimental.

8.2.2. Área de estudio

Las jaulas experimentales se dispusieron al azar, en campos cultivados con trigo y alfalfa pertenecientes a la Estación Experimental de Los Hornos “Julio Hirschorn”, Partido de La Plata (Foto 3).

Se colocaron en las partes centrales del cultivo, donde la vegetación era más homogénea y que representaran la típica exposición solar diurna, evitando los lugares sombreados de las zonas marginales que podrían ocasionar diferencias de temperatura considerables entre el ambiente y el interior de las jaulas.

La distancia mínima entre los ensayos fue de 1,5m a fin de impedir algún tipo de disturbio en la actividad de las presas debido a la proximidad de los tratamientos (Schmitz *et al.*, 1997; Schmitz & Suttle, 2001).

Foto 3: Jaulas experimentales utilizados en los distintos ensayos realizados en el cultivo de alfalfa (Bs. As., Argentina)

8.2.3. Ensayo de selectividad

Se diseñó una experiencia donde coexistieron las arañas dominantes *M. pallidus, O. salticus* y *Araneus* sp. frente a los tres grupos de plagas primarias (áfidos, larvas y gorgojos) del cultivos de alfalfa.

En cada jaula experimental se ubicaron los tres tipos de plagas: 6 curculiónidos, 30 áfidos y 9 larvas en total, acorde a las densidades encontradas en infestaciones de plaga leves (Trumper, 2004) frente a un solo ejemplar hembra adulta de *M. pallidus*, *Araneus* sp. y *O. salticus* por separado. El ensayo duró una semana. Día por medio se inspeccionaron los tratamientos a fin de registrar el número y tipo de presa depredada y reponer el número inicial de presas. En todos los casos antes de ubicar las jaulas experimentales se eliminó toda la fauna existente sobre los cultivos. Se realizaron 10 réplicas y 5 controles. Una vez finalizados se abrieron las jaulas y se registraron los ejemplares encontrados. Se consideraron solamente las presas consumidas, descontándose la mortalidad de presas por causas diferentes a la depredación teniendo en cuenta los controles sin arañas.

Se calculó el Índice Q (Jacobs, 1974) para evaluar la preferencia hacia los distintos grupos plaga.

$$Q = r\,(1-p)/p\,(1-r)$$

Donde:
r= es la fracción de un tipo de comida en la dieta del depredador
p= es la fracción de esta comida en el medio

Cuando Q varía entre 0 y 1, la selectividad del depredador hacia ese tipo de presa es negativa. Si Q es superior a 1 la selectividad es positiva.

8.2.4. Tasas de consumo

Debido a que el ensayo de selectividad demostró una marcada preferencia de las arañas dominantes frente a las larvas de lepidópteros, se estimó la tasa de consumo de *M. pallidus*, *O. salticus* y *Araneus* sp.1 sobre *A. gemmatalis*, *R. nu* y *S. frugiperda* respectivamente. En cada jaula se ubicaron primero una de las tres especies de presas con una densidad de 10 larvas/m^2 y 1 ejemplar hembra de cada especie de depredador por separado. Estas últimas fueron sometidas a una semana de ayuno previo en el laboratorio. Los ensayos se realizaron simultáneamente y duraron 24hs. Se realizaron 10 réplicas de cada uno. Transcurridas las 24 hs. se contaron los ejemplares encontrados en cada jaula.

Para estimar la tasa de consumo (C), es decir, el número de presas consumidas por cada araña en una unidad de tiempo, se consideró según Minervino (1996):

Nd= No – Nt (Jaulas experimentales)

Nm= No – Nt (Jaulas controles)

Entonces $(C) = \frac{(No - Nt) - Nm}{t}$

$$(C) = \frac{Nd - Nm}{t}$$

Si llamamos Na= Nd – Nm, entonces

$$(C) = Na/t$$

Donde:

No: es el número inicial de presas

Nt: es el número final de presas al cabo del tiempo t

Nd: es el número de presas desaparecidas en las jaulas experimentales

Nm: es el número de presas muertas por causas distintas a la depredación
Na: es el número de presas consumidas por la araña
t: tiempo en días

8.2.5. Efecto de los depredadores aisladamente y en conjunto sobre el número de presas

Se diseñó una experiencia capaz de comparar el efecto de las especies de arañas dominantes de la alfalfa, aisladamente y en conjunto sobre la población de presas. Las densidades de depredadores y presas se aproximaron a las registradas en el cultivo.

Los tratamientos consistieron en colocar un conjunto de (i) presas frente a cada uno de los depredadores (*M. pallidus*, *O. salticus*, *Araneus* sp.1 y *H. poliostoma*), (ii) las presas frente al conjunto de depredadores y (iii) los controles donde todas las especies de arañas fueron removidas.

En cada jaula se colocaron las presas: lepidópteros (n=10), áfidos (n=10), curculiónidos (N=10), crisomélidos (n=10), y ortópteros (n=10). Las densidades de los depredadores fueron en todos los casos de cinco ejemplares hembra. En los ensayos de especies asociadas se colocó una araña de cada una de las cinco especies consideradas. Se realizaron 5 repeticiones y cinco controles. Se trabajó con un total de 30 jaulas. En todos los casos antes de ubicar las jaulas experimentales se eliminó toda la fauna existente sobre el cultivo. El experimento se llevó a cabo durante 48hs. Los datos registrados fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de la varianza (ANOVA) con el programa STATGRAPHICS PLUS 4.0.

8.2.6. Efecto indirecto de los depredadores sobre la vegetación

Se estudiaron los patrones de densidad y daño en la vegetación que median en las cascadas tróficas a partir de un sistema de tres niveles tróficos, que comprendió: arañas, larvas de lepidópteros y plantas. Los modelos teóricos predicen que en los sistemas donde se ha eliminado toda la fauna existente, la adición de herbívoros, ocasionaría altos niveles de daño en la vegetación (Oksanen *et al.*, 1981; Schmitz, 1993). La adición de depredadores a cadenas tróficas de dos niveles conteniendo herbívoros y plantas deberían disminuir el daño infringido sobre la vegetación (Beckerman *et al.*, 1997) (Foto 4).

Para corroborar la existencia de efectos indirectos de los depredadores sobre la vegetación se consideraron tres tratamientos en jaulas de 1 x 1m^2 conteniendo: (i) solamente plantas de alfalfa (ii) plantas y larvas defoliadoras, (iii) plantas, larvas y arañas *O. salticus*, que fue la que presentó los mayores valores de tasa de consumo.

El experimento se llevó a cabo durante 72hs. La preparación de las experiencias implicó la remoción manual de la fauna existente sobre la vegetación en los lugares donde se ubicaron las jaulas. Luego se colocaron las presas (10 larvas de *R. nu* en estadío 2 y 3 por planta) y un depredador.

De cada tratamiento se realizaron 10 réplicas. Una vez terminada la experiencia se estimó en daño en el cultivo teniendo en cuenta: el número promedio de hojas de cultivo dañadas.

Las diferencias entre los controles y tratamientos se analizaron mediante ANOVA con el programa STATGRAPHICS PLUS 4.0.

Foto 4: Daño ocasionado por *R. nu* en hojas del cultivo de alfalfa (Bs. As., Argentina)

9. Resultados

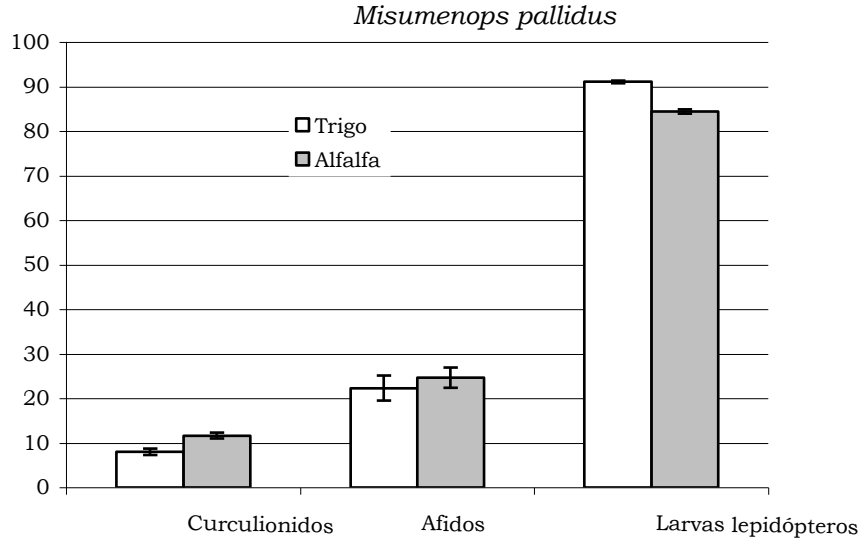
9.1. Ensayo de selectividad

Los resultados demostraron que las especies de arañas *M. pallidus, O. salticus* y *Araneus* sp.1 prefirieron las larvas de lepidópteros frente a los otros dos grupos de plaga ofrecidos (curculiónidos y áfidos) (Fig. 14).

El porcentaje de consumo máximo de larvas de lepidópteros fue de 93,33 %, el de áfidos fue de 25,33%; y el de curculiónidos fue de 11,67%. En todos los casos correspondió a *O. salticus*.

Los valores del Índice Q para las tres especies de arañas demostraron una selectividad positiva sólo para las larvas defoliadoras, mientras que para áfidos y curculiónidos presentaron valores entre 0 y 1 (selectividad negativa) (Test de t, $P < 0,05$ gl 46) (tabla 21).

Fig. 14: Porcentaje de depredación promedio de *M. pallidus*, *Araneus* sp.1 y *O. salticus* en relación a cada grupo de plagas primarias en cultivos de alfalfa (Bs. As., Argentina)



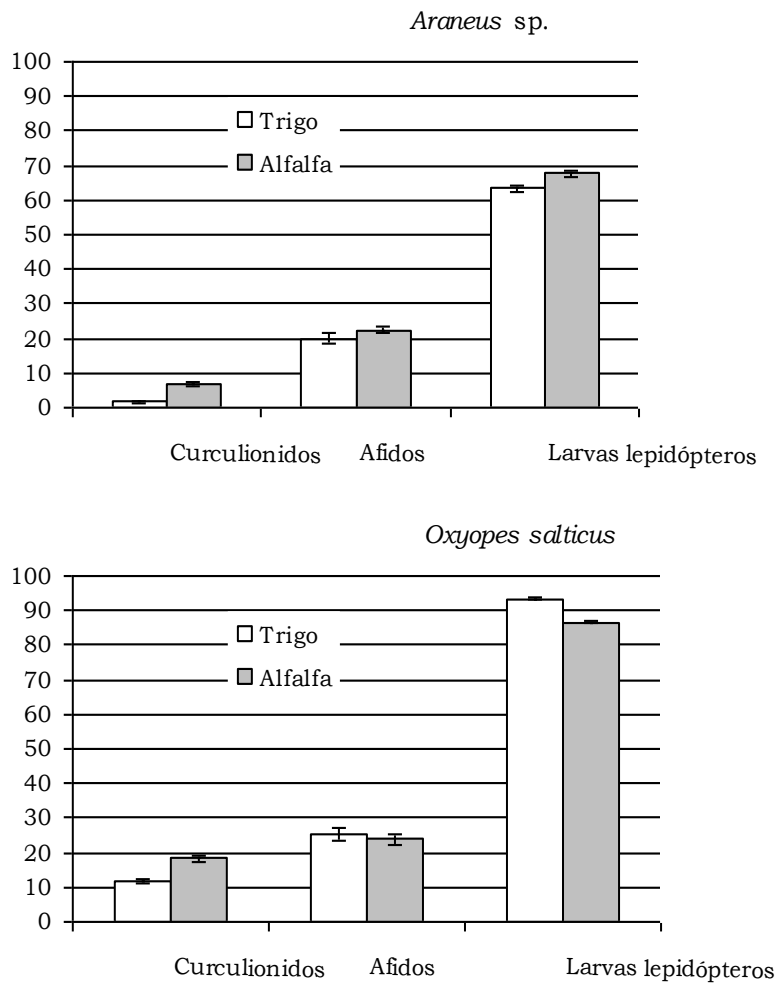


Tabla 21: Valores del Índice Q para los distintos grupos de plagas consumidos por *M. pallidus*, *Araneus* sp.1 y *O. salticus*. Las mismas letras indican que no hubo diferencias significativas (Test de t, P> 0,05)

	M. pallidus	*Araneus* sp.	*O. salticus*
Gorgojos	0,16a	0,21a	0,19a
Pulgones	0,54a	0,42a	0,47a
Larvas lepidópteros	3,05b	2,98b	3,22c

9.2. Tasas de consumo

O. salticus presentó los mayores valores de tasas de consumo (Tabla 22). El segundo lugar de consumo le correspondió a la especie *M. pallidus* y finalmente a *Araneus* sp.1.

La especie defoliadora *R. nu* fue la más consumida y *S. frugiperda* la que se capturó menos.

El valor máximo de consumo registrado en 24 hs. fue para *O. salticus* frente a *R. nu* (C)= 2,8 (Test de t P< 0,05 gl 38). El valor de consumo mínimo correspondió a *Araneus* sp.1 frente a *A. gemmatalis* (C)= 1

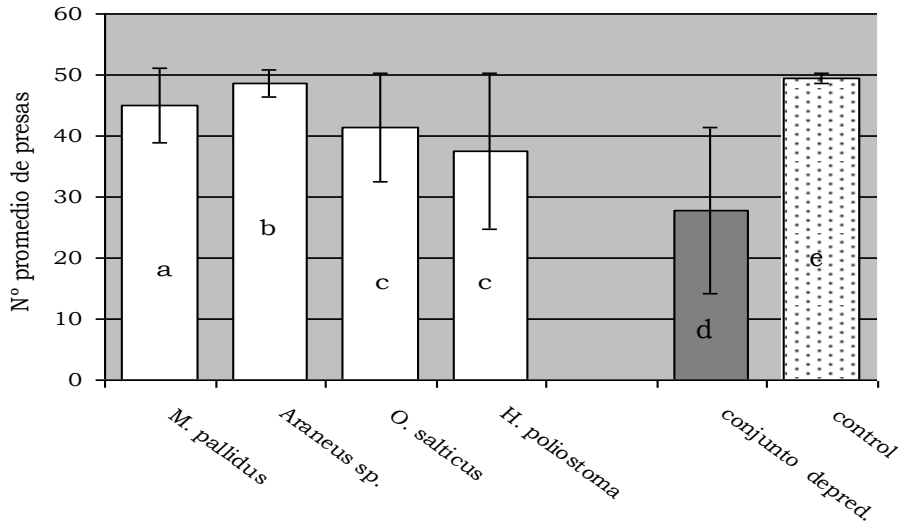
Tabla 22: Tasas de consumo diarias para las tres especies de larvas defoliadoras consumidas por *M. pallidus, Araneus* sp.1 y *O. salticus*. Las mismas letras indican que no hubo diferencias significativas (Test de t, P> 0,05)

	M. pallidus	± SD	*Araneus* sp.	± SD	*O. salticus*	± SD
Spodoptera frugiperda	1,5a	± 0,53	1,2a	± 0,52	1,7a	± 0,88
Anticarsia gemmatalis	1,6a	± 0,63	1a	± 0,82	1,9a	± 0,63
Rachiplusia nu	2,1a	± 0,48	1,8a	± 0,88	2,8b	± 0,79

9.3. Efecto de los depredadores aisladamente y en conjunto sobre el número de presas

El número de insectos fue mayor en los controles, que en los tratamientos, registrándose el menor valor en los tratamientos donde se incorporaron depredadores pertenecientes a las cinco especies consideradas (Fig. 15).

Fig. 15: Número promedio de insectos encontrados en cada tratamiento (todas las especies de arañas juntas, las especies *M. pallidus, Araneus* sp.1, *O. salticus* y *H. poliostoma* aisladas y los controles). Las mismas letras indican que no hubo diferencias significativas (P> 0,05)



H. poliostoma y *O. salticus* presentaron el mayor consumo de presas. Los lepidópteros fueron las presas más consumidas. *H. poliostoma* fue el único depredador que consumió crisomélidos y el que consumió el mayor número de ortópteros y curculiónidos.

Araneus sp.1 resultó el menos eficaz de los depredadores considerados.

Tabla 23: Resultados del análisis de la varianza aplicado al número total de insectos en varios tratamientos (todas las especies de arañas juntas, las especies *M. pallidus, Araneus* sp.1, *O. salticus* y *H. poliostoma* aisladas y los controles)

Varianza	Suma de cuad	gl	F	Prob
Entre grupos	60,1593	5	44,90	0,00001
Dentro de los grupos	6,43108	24		
Total	66,5903	29		

La tabla 23 demuestra la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. La prueba LSD demostró que todos los tratamientos presentaron diferencias significativas a excepción de tratamientos con *O. salticus* y *H. poliostoma*, corroborando un efecto potenciador del conjunto de depredadores sobre las presas.

9.4. Efecto indirecto de los depredadores sobre la vegetación

La adición de arañas *O. salticus* evidenció una disminución significativa en el promedio de hojas consumidas por las larvas *R. nu* (Fig. 16, Tabla 24).

Fig. 16: Número promedio de hojas de alfalfa dañadas en 72 hs. por larvas de *R. nu* por tratamiento (plantas + larvas; plantas + larvas + arañas; controles). Las letras diferentes indican que hubo diferencias significativas (P< 0,05)

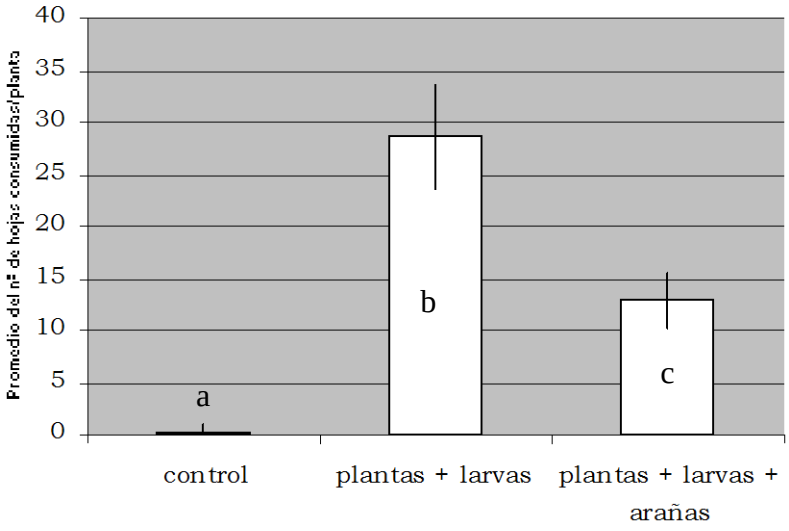


Tabla 24: Resultados del análisis de la varianza aplicado al número promedio de hojas de alfalfa dañadas por tratamiento (plantas + larvas; plantas + larvas + arañas; controles)

Varianza	Suma cuad	Gl	F	Prob
Entre grupos	91,0335	2	130,77	0,00001
Dentro de los grupos	9,3980	27		
Total	100,431	29		

La prueba LSD corroboró diferencias significativas entre los tres tratamientos considerados.

10. DISCUSION

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que las especies *M. pallidus*, *O. salticus* y *Araneus* sp.1 presentan una preferencia positiva frente a lepidópteros defoliadores, mostrando un escaso consumo de los otros dos grupos de plagas primarias (Aphididae y Curculionidae).

Según Nyffeler & Sunderland (2003) la dieta de las arañas en agroecosistemas incluye Diptera, Homoptera, Lepidoptera, Heteroptera, Hymenoptera y Coleoptera, que comprenden el 95% del total de presas consumidas. También se alimentan de otras arañas, especialmente las cazadoras.

Coincidentemente con los resultados obtenidos, estudios realizados mediante técnicas de radiomarcado demostraron que las arañas se alimentan preferentemente de lepidópteros plaga (huevos o larvas) en cultivos de algodón (Gravena & Sterling, 1983; Nuessly & Sterling, 1994). Las arañas involucradas son principalmente cazadoras de las familias Oxyopidae, Salticidae, Thomisidae y Clubionidae. Estos resultados fueron verificados por estudios realizados con el método ELISA, en ensayos experimentales y a través de observaciones visuales (Ruberson & Greenstone, 1998).

En cultivos de soja se encontró también que las arañas se alimentan de varios estadíos de *A. gemmatalis* (Godfrey *et al.*, 1989; Gregory *et al.*, 1989). Representantes de las familias Oxyopidae, Salticidae, Thomisidae y Clubionidae serían los principales depredadores de lepidópteros plaga en este cultivo (Reed *et al.*, 1984; Gregory *et al.*, 1989).

Además, Shaw *et al.* (1987) demostraron que la remoción de depredadores que incluyen Araneidae incrementa significativamente la densidad de otros Noctuidae como *Hemileuca oliviae* Cockrell.

También en estudios realizados en algodoneros de Texas, el porcentaje de áfidos en la dieta de *O. salticus* fue baja comparado con el porcentaje de áfidos en el conjunto de presas potenciales (Nyffeler *et al.*,

1987). Esto sugiere que los áfidos serían evitados por las arañas como presas potenciales. Posiblemente los áfidos constituyen presas de "baja calidad" para Oxyopidae y Lycosidae (Toft, 1995).

Esto concuerda también con los únicos ensayos realizados en nuestro país en cultivos de soja (Minervino, 1996) donde también quedó demostrada una preferencia positiva de *M. pallidus* frente a larvas defoliadoras (Lepidoptera: Noctuidae) y con los ensayos llevados a cabo por Cheli *et al.* (2006), que demostró un nivel de depredación intermedio (30%-55%) frente a *R. nu* y depredación negativa frente a *A. pisum* (Aphididae) y *Naupactus* sp. (Curculionidae) en ensayos de laboratorio.

Comparadas con otros poiquilotermos de igual peso corporal, las arañas generalmente presentan tasas metabólicas bajas, y poseen la capacidad de reducirla aún en períodos de inanición (Greestone & Bennett, 1980). Turnbull (1973) determinó que la alimentación de las arañas es errática, con períodos cortos de intensa alimentación. Un sistema digestivo extenso, un abdomen distensible y capacidad de almacenar grasas, les permite alimentarse en exceso cuando la comida es abundante, y sobrevivir sin comida por largos periodos cuando la densidad de presas disminuye (Riechert & Harp, 1987; Foelix, 1982).

Las arañas de agroecosistemas no se alimentan continuamente (Nyffeler *et al.*, 1994b), y solamente un 3,8% se han observado alimentándose en un determinado momento en cultivos de Europa y Estados Unidos (Nyffeler & Sunderland, 2003). Las tasas de depredación diarias dependen de distintos factores como: el tamaño de la araña, edad, sexo, eventos fisiológicos en el ciclo de vida de la araña (ej., muda) condiciones climáticas y disponibilidad y tipo de presas (Nyffeler *et al.*, 1994a). Estos mismos autores estimaron que una araña típica de agroecosistemas captura aproximadamente una presa por día (Nyffeler *et al.*, 1994b). En laboratorio, las mismas especies se alimentan a tasas varias veces mayores cuando el alimento es ofrecido *ad libitum* (Young & Lockley, 1986). Esto sugiere que las arañas en el

campo consumen presas a tasas más bajas que su máxima capacidad de consumo (Nyffeler & Sunderland, 2003).

En los resultados de este estudio las tasas de consumo superaron los valores estimados de una presa diaria. Probablemente, estos valores se relacionan con el hecho de que los ensayos si bien fueron llevados a cabo a campo, se realizaron en jaulas experimentales donde las arañas contaron con una disponibilidad de presas constante y en densidades considerables.

Algunos autores como Nentwig (1988) Nyffeler *et al.* (1994b) y Cheli *et al.* (2006), consideran que las arañas tienen una mayor predilección por las presas de dimensiones menores, de exoesqueletos más delgados, sin sustancias repelentes para los depredadores y de mayor movilidad. Esta última característica queda evidenciada en este estudio porque las tres especies de arañas estudiadas, *M. pallidus*, *O. salticus* y *Araneus* sp.1 presentaron los valores más altos de tasas de consumo frente a *R. nu.* Esta larva defoliadora, también conocida como oruga medidora, presenta un desplazamiento particular, que le infieren una mayor movilidad, respecto a las otras dos especies (*S. frugiperda*, *A. gemmatalis*), quedando de alguna manera más expuesta frente a estos depredadores y especialmente frente a las arañas cazadoras, que deambulan activamente por toda la planta en busca de larvas y adultos de Lepidoptera y Heteroptera (Whitcomb, 1974; Young, 1989).

En referencia al tamaño de las presas mayormente consumidas, experiencias de depredación en laboratorio demuestran que el tamaño óptimo oscila entre el 50-80% del tamaño de la araña (Nentwig, 1987; Cheli *et al.*, 2006), también evidenciado en observaciones a campo (Nyffeler *et al.*, 1994a). Coincidentemente con LeSar & Unzicker (1978) y Young & Edwards (1990) en los cultivos estudiados predominaron también las arañas pequeñas, contando por lo tanto con una gran disponibilidad de presas potenciales.

Las arañas estudiadas presentaron preferencia negativa frente a los otros dos grupos plaga considerados (Aphididae y Curculionidae),

relacionándose el primer caso con la presencia de glándulas pestilentes, que resultan una buena defensa frente a los depredadores (Richards & Davies, 1984; Nentwig, 1987) y la segunda a la presencia de exoesqueletos fuertemente esclerotizados que dificulta la inoculación del veneno. El consumo de insectos con cutículas muy gruesas como los coleópteros, se debe a las arañas de gran tamaño, que en general aparecen en bajo número en los agroecosistemas. En éstos últimos predominan las arañas pequeñas (ej. *O. salticus*), cuyos quelíceros no pueden atravesar cutículas muy gruesas y por lo tanto su contribución al efecto de depredación puede considerarse bastante escaso (Nyffeler *et al.*, 1994a).

Riechert & Lockley (1984) propusieron que los depredadores generalistas podrían ejercer un mayor control sobre las poblaciones de presas, si éstos se presentan en asociaciones de varias especies en vez de especies aisladas. Esto se explica debido a que como la riqueza de especies de depredadores se incrementa, la representación de distintos tamaños del cuerpo de depredadores y comportamientos de caza se ampliarían, lo que a su vez aumentaría la probabilidad de que presas de diferentes tamaños y especies fueran capturados por alguno de estos depredadores. Entre los invertebrados, muchos depredadores atacan a presas acordes a su tamaño relativo. Los depredadores además tienen comportamientos de captura asociados con un microhábitat en particular y que es visitado por algunas o una especie o incluso solo algún estadio larval de estas especies (Turnbull 1973; Post & Riechert, 1977). Los resultados de este trabajo coinciden con Provencher & Riechert (1994) donde una mayor riqueza de especies incrementa el total de insectos consumidos.

Al menos existen ocho factores que contribuyen potencialmente al efecto de esta asociación: el número de especies de depredador y presas; variaciones del tamaño del cuerpo entre las especies de depredadores y entre las especies de presas; variaciones del tamaño del cuerpo dentro de las especies de depredadores y dentro de las especies

de presas; variaciones en el comportamiento de captura y variaciones en el ciclo de vida de la presa.

Las arañas cazadoras por emboscada son principalmente depredadoras generalistas de insectos y otras arañas y se encuentran típicamente en grandes asociaciones de especies (Post & Riechert, 1977; Riechert & Lockley, 1984). *M. pallidus* y *O. salticus* demostraron una mayor eficiencia en la captura de presas especialmente larvas de lepidópteros.

En los tratamientos donde se incorporó a *H. poliostoma* se evidenció el consumo de otras presas como los coleópteros y ortópteros; esto debido a que los licósidos son arañas cazadoras corredoras de suelo de mayor tamaño que las arañas cazadoras por emboscada que habitan sobre la vegetación, o son capaces de consumir presas de mayor tamaño (ortópteros) y de exoesqueletos más gruesos (curculiónidos y crisomélidos). Mientras que *Araneus* sp.1 resultó ser menos eficaz en la captura de este tipo de insectos. Probablemente, por ser una araña tejedora, esté más especializada en el consumo de presas voladoras tales como dípteros o himenópteros.

11. CONCLUSIONES GENERALES

- ✓ Las comunidades de arañas estudiadas constituyen grupos de depredadores naturales, numéricamente abundantes, que se presentan a lo largo de la totalidad del desarrollo fenológico de los cultivos.

- ✓ Los ambientes con mayor complejidad en la estructura de la vegetación presentaron mayor número, riqueza y diversidad de especies de arañas. Las zonas adyacentes presentaron los valores más altos, seguidos por el cultivo de alfalfa, el cultivo de trigo y finalmente el rastrojo del trigo.

- ✓ En general, la estructura de la comunidad de arañas y de gremios registrados fue similar en ambos cultivos.

- ✓ En los tres años de estudio, en los dos cultivos predominaron las arañas cazadoras.

- ✓ En el estrato herbáceo las más abundantes fueron las cazadoras por emboscada (CE) (Thomisidae) representada por *Misumenops pallidus* y las tejedoras de telas orbiculares (TO) (Araneidae). Otras familias que se destacaron por su abundancia fueron Oxyopidae (*Oxyopes salticus*) y Anyphaenidae (*Gayenna* sp.).

- ✓ En el estrato del suelo de los dos cultivos predominaron las arañas corredoras de suelo (CCS) (Lycosidae) representadas por *Hogna poliostoma* y *Hogna erythrognatha*, seguida en abundancia por Hahniidae (*Hahnia* sp.), Linyphiidae y Tetragnathidae (*Glenognatha lacteovittata*).

- ✓ Las primeras arañas colonizadoras de las áreas cultivadas fueron arañas cazadoras (tomísidos) y posteriormente aparecieron arañas tejedoras (aranéidos).

- ✓ Las tres especies de arañas estudiadas *M. pallidus*, *O. salticus* y *Araneus* sp.1 presentaron preferencia positiva frente a las presas de cutículas más delgadas (larvas defoliadoras), mostrando un escaso consumo de los otros dos grupos de presa considerados (áfidos y curculiónidos).

- ✓ De las tres especies de lepidópteros, *Rachiplusia nu* fue la más depredada, probablemente en relación a su forma característica de desplazamiento que la deja más expuesta frente a los depredadores.

- ✓ *Spodoptera frugiperda* fue la especie que se capturó menos.

- ✓ *Oxyopes salticus* fue la especie depredadora que resultó más eficiente en la captura de presas, seguramente debido a su estrategia de caza, caracterizada por deambular activamente entre las hojas y tallos a la búsqueda de presas.

- ✓ El segundo lugar de consumo lo ocupó *M. pallidus*, que también es una araña cazadora pero a diferencia de *O. salticus* espera inmóvil al acecho a sus presas. Posiblemente, esta diferenciación de técnicas de captura explique los menores valores de consumo registrados.

- ✓ *Araneus* sp.1 fue la menos eficaz en la captura de larvas defoliadoras, dependiendo más de la movilidad de sus presas que deben caer en sus telas para que puedan ser consumidas.

- ✓ Las tasas de consumo oscilaron entre 1 y 2,8 larvas consumidas por día.

- ✓ La asociación de varias especies de arañas incrementó el total de insectos capturados.

- ✓ Se evidenciaron efectos indirectos de los depredadores sobre la vegetación ya que la adición de arañas provocó la disminución del número de hojas dañadas por el efecto de las larvas de lepidópteros plaga.

Del estudio realizado surge que las arañas presentan ciertas características que las constituyen como enemigos naturales capaces de ejercer o contribuir en el control de insectos plaga de los cultivos de trigo y alfalfa. Estas características se relacionan con el hecho de que las arañas son abundantes, aparecen durante todo el desarrollo fenológico de los cultivos, tienen posibilidades de sobrevivir largos períodos sin consumo de alimento y son capaces de alimentarse de algunas de las especies plaga que ocasionan serios daños a la vegetación.

Las arañas cazadoras por emboscada dominantes prefirieron a las larvas de lepidópteros como presas, sin embargo la consideración de las asociaciones de especies de arañas demostró potenciar los efectos depredadores. Además los ensayos de adición de distintas especies de arañas mostraron una reducción en el daño ocasionado por estas plagas sobre la vegetación.

Sin embargo, debido a que las arañas presentan fenómenos tales como canibalismo y depredación intragremial frente a otros depredadores de plagas, que pueden interferir su comportamiento de depredación, se requieren estudios más detallados de la estructura de la comunidad en su totalidad (considerando al conjunto de plagas y depredadores) a fin de interpretar las complicadas interacciones dentro de las redes tróficas involucradas y establecer el verdadero rol de las arañas como agentes de control.

12. BIBLIOGRAFÍA

Alderweireldt, M. 1994: Prey selection and prey capture strategies of linyphiids spiders in high-input agricultural fields. Bull. British Arachnol. Soc. 9: 300-308.

Altieri, M. A. & D. L. Letourneau. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. Crop Protection 1: 405- 430.

Altieri, M. A. 1995. Agroecology: the Science of Sustainable Agriculture. Westview Press, Boulder.

Altieri, M. A. 2005. Control biológico en agroecosistemas mediante el manejo de insectos entomófagos. On line, http://agroeco.org/doc/chap7_control_biologico1.htm 25/10/05

Aragón, J. Plagas de insectos en Argentina: Inventario del estado actual en el centro del país. INTA Marcos Juárez. On line http://axxon.com.ar/mus/Insectos.htm

Barnes, R. 1953. The ecological distribution of spiders in non-forest maritime communities at Beaufort, North Carolina. Ecol. Mono. 23: 315-337.

Beckerman, A. P., M. Uriarte & O. J. Schmitz. 1997. Experimental evidence for a behavior- mediated trophic cascade in a terrestrial food chain. Proc. Natl. Acad. Sci. USA Vol. 94: 10735-10738.

Begon, M., M. Mortimer & D. Thompson.1996. Population ecology. 3º Ed. Blackwell Science Ltd., 247 pp.

Beltramo, J., I. Berolaccini & A. González. 2006. Spiders of soybean crops in Santa Fe Province, Argentina: Influence of surrounding spontaneus vegetation on lot colonization. Brazilian Journal of Biology 66 (3): 29-41.

Benamú, M. 2004. Estudio comparativo de la diversidad de arañas de un campo en abandono y un cultivo convencional de limonero (*Citrus limon* (L.) Burm. Tesis de Magíster, 135 pp.

Bonte D., L. Baert & J. Maelfait. 2002. Spider assemblage structure and stability in a heterogeneous coastal dune system (Belgium). J. Arachnol 30: 331-343.

Breene, R. G., D. A. Dean, M. Nyffeler & G. B. Edwards. 1993. Biology, predation ecology, and significance of spiders in Texas cotton ecosystems with a key to species. Texas Agricultural Experimental Station Bulletin Nº B-1711, College Station: 1-115.

Carrasco, N. & A. Baez. 2006. Manual del trigo. INTA EEA Integrada Barrow Tres Arroyos (7500) Buenos Aires. 78 pp.

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

Charnov, E. L., G. H. Orians & K. Hyatt. 1976. Ecological implications of resource depression. American Naturalist 110: 247-259.

Cheli G., A. Armendano & A. González. 2006. Preferencia alimentaria de arañas *Misumenops pallidus* (Araneae: Thomisidae) sobre potenciales insectos presa de cultivos de alfalfa. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 54 (2): 505-513.

Coddington J., Young L. & F. Coyle. 1996. Estimating spider species richness in a Southern Appalachian cove hardwood forest. J. Arachnol., 24:111-128.

Colwell, R. & J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B. 345: 101- 118.

Colwell, R. 1997. EstiMateS; statistical estimation of species richness and shared species from simples. Version 5.0.1 Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut Storrs, USA.

Comstock, J. R. 1965. The spider book. Ithaca, Comstock Publ., 729 p.

Craig, C. L. & G. D. Bernard. 1990. Insect attraction to ultraviolet-reflecting spiders webs and web decorations. Ecology 71:616-623.

Craig, C. L., R. S. Weber & G. D., Bernard. 1996. Evolution of predator-prey systems: spider foraging plasticity in response to the visual ecology of prey. Am. Nat. 147: 205-229.

Culin, J. D. & K. V. Yeargan. 1983. Comparative study of spider communities in alfalfa and soybean ecosystems: ground surface spiders. Ann. Entomol. Soc. Am. 76: 832-838.

Dobel, H. G. & R. E. Denno. 1994. Predator planthopper interactions. In R. F. Denno & T. J. Perfect, ed. Planthoppers: their ecology and management. Chapman and Hall, New York, USA.

Eberhardt, L. L. 1969. Some aspects of species diversity models. Ecology 50: 503-505.

Edwards, C. A.; K. D. Sunderland & K. S. George. 1979. Studies on polyphagous predators of cereal aphids. Journal of Applied Ecology, 16: 811-823.

Enders, F. 1974. Vertical stratification in orb-web spiders (Araneae: Araneidae) and a consideration of other methods of coexistence. Ecology 55: 317- 328.

Fagan, W. F. & L. E. Hurd. 1991. Direct and indirect effects of generalist predators on a terrestrial arthropod community. Ann. Midl. Nat. 126: 380-384.

Feber, R. E., J. Bell, P. J. Johnson, L. G. Firbank & D. W. MacDonald. 1998. The effects of organic farming on surface- active spider (Araneae) assemblages in wheat in southern England, UK. J. Arachnol. 26: 190-202.

Feinsinger, P. 2001. Designing field studies for biodiversity conservation. London, Island Press.

Flint, M. L., S. Daar and R. Molinar. 1991. Establishing integrated pest management polices and programs: a guide for public agencies. Univ. Calif. IPM Publication 12. 9 pp.

Foelix, R. F. 1982. Biology of spiders. Hardvard Univ. Press, Cambridge. 306 pp.

Frazer, B. D., N. Gilbert, P.M. Ives & D. A. Raworth.1981.Predator reproduction and the overall predator- prey relationship. The Canadian Entomologist 113: 1015-1024.

Gallez, L. M.; M. T. Miravalles & F. E. Mockel. 1995. Trigo: reducción del rendimiento a causa del gorgojo argentino. Revta. de los Grupos CREA, Año XXX, Nro. 177: 48-50.

Gertsch, W. J. 1979. American spiders (2da. Ed.) Van Nostrand Reinhold. New York.

Glissman, S. R. 1998. Agroecology: ecological process in sustainable agriculture. Ann. Atber Press, Chelsea, MI. 45 pp.

Godfrey, K. E., W. H. Whitcomb, & J. L. Stimac.1989. Arthropod predators of velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) eggs and larvae. Environ. Entomol. 18: 118-123.

Gotelli, N & G. Entsminger. 2001 EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0 Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear.

Gravena, S. & W. L. Sterling. 1983. Natural predation on the cotton leafworm (Lepidoptera: Noctuidae). J. Econ. Entomol.76: 779-784.

Green, J. 1999. Sampling method and time determines composition of spider collections. J. Arachnol. 27: 176-182.

Gregory, B. M., C. S. Barfield & G. B. Edward.1989. Spider predation on velvetbean caterpillar moths (Lepidoptera: Noctuidae) in a soybean field. J. Arachnol. 17: 119:122.

Greenstone, M. H. & A. F. Bennett. 1980. Foraging strategy and metabolic rate in spiders. Ecology 61: 1255-1259.

Greenstone, M. H.1984. Determinants of web spider species diversity: vegetation structural diversity vs. availability. Oecologia 62: 299-304.

Greenstone, M. H. 1999. Spider predation: how and why we study it. J. Arachnol. 27: 333 - 342.

Greenstone, M. H. & K. D. Sunderland. 1999. Why a symposium on spiders in agroecosystems now? J. Arachnol. 27: 333 - 343.

Greenstone, M. H. 2001. Spiders in wheat: first quantitative data for North America. Biocontrol 46: 439-454.

Hairston, N. G, F. E. Smith & L. B. Slobodkin.1960. Community structure, population control, and competition. Am. Nat. 94: 421-425.

Halaj, J. & D. H. Wise. 2001. Terrestrial trophic cascades: how much do they trickle? American Naturalist 157: 262-281.

Halaj, J. & D. H. Wise. 2002. Impact of a detrital subsidy on trophic cascades in a terrestrial grazing food web. Ecology 83: 3141-3151.

Halffter, G. 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. Biology International, 36: 3-17.

Harcourt, D. C., J. R. Aragón y R. González. 1986. Plagas de la alfalfa. En: Bariggi, C., B. L. Marble, C. D. Itria y J. M. Brun (Eds.) Investigación, tecnología y producción de alfalfa. Colección Científica del INTA, Tomo XXII, Buenos Aires, 488 pp.

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.

Hatley, C. & J. A. Macmahon. 1980. Spider Community Organization: Seasonal Variation and the Role of Vegetation Architecture. Environmental Entomology 9 (5): 632-639.

Hodge, M. 1999. The implications of Intraguild Predation for the Role of Spider in Biological control. J. Arachnol. 27: 351-363.

Hurlbert, S. H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. Ecology 52: 577-586.

Isaia M., F. Bona & G. Badino, 2006. Influence of Landscape Diversity and Agricultural Practices on Spider Assemblage in Italian Vineyards of Langa Astigiana (Northwest Italy) Environ. Entomol. 35(2): 297-307.

Jacobs, J. 1974. Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev´s selectivity index. Oecologia: 14: 413- 417.

Kaston, B. 1982. How to know spiders. 3º Ed. WM. C. Brown, Dubuque, IA, 272 pp.

Kogan, M. 1998. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. Annu. Rev. Entomol. 43: 243-270

Krebs, C. J. 1999. Ecological methodology. Second Edition. California, Addison-Wesley Education Publishers, pp 620.

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

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

Lanteri, A. A. Dir. *et al.* 1994. Bases para el control integrado de los gorgojos de la alfalfa. De la Campana eds., Buenos Aires, 119 p.

Lanteri, A. A., N. B. Díaz, M. S. Loiácono & A. E. Marvaldi. 1997. Gorgojos perjudiciales de los cultivos de trigo en la Argentina (Coleoptera: Curculionidae). Revta. Soc. Entomol. Argent. 56 (1-4): 77-89.

Lanteri, A. A., M. Loiacono, N. Díaz y A. Marvaldi. 1998. Natural enemies of weevils (Coleoptera: Curculionoidea) harmful to crops in Argentina. Revta. Bras. Ent. 41 (2-4): 517- 522.

LeSar, C. D. & J. D., Unzicker. 1978. Life history, habits, and prey preferentes of *Tetragnatha laboriosa* (Araneae: Tetragnathidae): Environ. Entomol. 7: 879- 884.

Levi, H. & L. Levi. 1962. The genera of the spiders family Theridiidae. Bulletin of the Comparative Zoology Vol. 127 Nº 1

Lewis, E. C., B. F. Swindel & G. W., Tanner.1988. Species diversity and diversity profiles: concept, measurement, and application to timber and range management.Journal of Range Management 41: 466-469.

Liljesthröm, G, E. Minervino, D. Castro & A. González. 2002. La Comunidad de Arañas del Cultivo de Soja en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Neotropical Entomology 31(2): 197-209.

Losey, J. E. 1996. Synergism between ground and foliarforaging predators of aphids in alfalfa. Dissertation. University of Maryland, College Park, Maryland, USA.

Losey, J. E. & R. F. Denno.1997. The escape response of pea aphids to foliar- foraging predators: factors affecting dropping behavior. Ecological Entomology 23: 53-61.

Lowrie, D. 1948. The ecological succession of spiders of the Chicago area dunes. Ecology 29: 334-351.

Luczak, J. 1979. Spiders in agrocoenoses. Pol. Ecol. Stud.(5) 1: 151-200

MacAleece, N., J. Lambshead, G. Patterson & J. Gage. 1997. BioDiversity Professional (version 2). The Natural History Museum and The Scottish Association for Marine Science.

Malony, D., F. A. Drummond & R. Alford. 2003. Spider Predation in Agroecosystems: Can Spiders Effectively Control Pest Populations? Maine Agricultural and Forest Experiment Station. The University of Maine. MAFES Technical Bulletin 190.

Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey, 179 pp.

Marc, P. A., A. Canard & F. Ysnel. 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. Agric. Ecosyst. Environ. 74: 229- 273.

McIntosh, R. P.1967. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. Ecology 48: 392-404.

Melbourne, B. A., 1999. Bias in the effect of habitat structure on pitfall traps: an experimental evaluation. Australian Journal of Ecology 24: 228-239.

Metcalf, R.L. & W.H. Luckman (Eds.) (1994) Introduction to Insect Pest Management. Wiley Interscience, New York.

Minervino, E. 1996. Estudio biológico y ecobiológico de arañas depredadoras de plagas de soja. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Mueso, UNLP, Inéd.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Morin, P. J. 1999. Community Ecology. Blackwell Science, Inc. Malden, MA.

Nentwig, W. 1987. The Prey of Spiders, p. 249-263. *In* W.Nentwig (eds.). Ecophysiology of Spiders. Springer, Berlin-Heidelberg, Alemania.

Nentwig, W. 1988. Augmentation of beneficial arthropods by strip-management: succession of predacious arthropods and long- term change in the ratio of phytophagous and predacious arthropods in a meadow. Oecologia 76:597-606.

Nicholls, C. & M. A. Altieri. 2005a. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas: ilustrando la estrategia con un ejemplo práctico de diseño agroecológico en viñedos.
On line, http://agroeco.org/brasil/material/catie.htm. 3/10/05.

Nicholls, C. & M. A. Altieri. 2005b. Bases agroecológicas para el diseño de la biodiversidad en agroecosistemas: efectos sobre plagas y enfermedades.
On line, http://agroeco.org/doc/Bases_agroecologicas.htm 3/10/05

Nuessly, G. S. & W. L. Sterling. 1994. Mortality of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in cotton as a function of oviposition sites, predator species, and desiccation. Environ. Entomol. 23: 1189-1202.

Nyffeler, M., D. A. Dean & L. Sterling. 1987. Evaluation of the importance of the striped lynx spider, *Oxyopes salticus* (Araneae: Oxyopidae), as a predator in Texas cotton. Environ. Entomol. 16 (5): 1114-1123.

Nyffeler, M. & G. Benz. 1987. Spiders in natural pest control: a review. Appl. Entomol. (103) 4: 321-339.

Nyffeler, M., D. A. Dean y L. Sterling. 1992. Diets, feeding specialization, and predatory role of two lynx spiders, *Oxyopes salticus* and *Peucetia viridans* (Araneae: Oxyopidae) in Texas cotton agroecosystem. Environ. Entomol. 21: 1457-1465.

Nyffeler, M., W. L. Sterling & D. A. Dean. 1994a. How spiders make a living. Environ. Entomol. 23: 1357- 1367.

Nyffeler, M., W. L. Sterling & D. A. Dean. 1994b. Insectivorous activities of spiders in United States field crops. J. Appl. Ent. 118: 113- 128.

Nyffeler, M. 1999. Prey selection of Spiders in the Field. J. Arachnol. 27: 317-325.

Nyffeler, M. & K. Sunderland. 2003. Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. Agricultura, Ecosystems and Environment 95: 579-612.

Oksanen, L., S. D. Fretwell, J. Arruda & P. Niemela.1981. Exploitation ecosystem in gradients of primary productivity. Am. Nat. 118: 240-262.

Parra, J. R. P.1986. Cría de insectos para estudios con patógenos. *In Control microbiano de insectos*. S. Batista Alves eds. Sao Paulo, Brazil.

Pearce J. L., L. A. Venier, G. Eccles, J. Pedlar & D. McKenney. 2003. Influence of habitat and microhabitat on epigeal spider (Araneae) assemblages in four stand types. Biodivers. Conserv., 13: 1305-1334.

Pedigo, L. P. 2001. Entomology and Pest Management, 4 ed. Prentice Hall, New Jersey.

Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics 5: 285-307.

Persons, M. H. 1999. Hunger effects on foraging responses to perceptual cues in immature and adult wolf spiders (Lycosidae). Anim. Behav. 57: 81-88.

Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons Inc., New York, 165 pp.

Pikelin, B. S. G. de & R. D. Schiapelli. 1963. Llave para la determinación de las familias de arañas argentinas. Physis XXIV (67): 43- 72.

Platnick, N. I. 2007. The World Spider Catalog, Version 7.0. American Museum of Natural History, on line, http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html

Polis, G. A., C. A. Myers & R. D. Holt. 1989. The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. Annual Review of Ecology and Systematics 20: 297-330.

Polis, G. A. & D. R. Strong. 1996. Food web complexity and community dynamics. Amrican Naturalist 147: 813-846.

Post, III, W. M. & S. E. Riechert. 1977. Initial investigation into the structure of spider communities. I. Competitive effects. J. Anim. Ecol. 46: 729-749.

Provencher, L. & S. E. Riechert. 1994. Model and field test of prey control effects by spider assemblages. Environ. Entomol. 23: 1-17.

Ramírez, M. J. 1994. Clave para familias de Arañas Argentinas. Versión 94.1

Ramírez, M. J. 1999. Clave para familias de Arañas Argentinas. Ultima actualización Junio de 1999.

Reed, T., M. Shepard & S. G. Turnipseed.1984. Assessment of the impact of arthropod predators on noctuid larvae in cages in soybean fields. Environ. Entomol. 13: 954-961.

Richards, O. W. & R. G. Davies. 1984. Tratado de entomología Imms. Volumen 2: Clasificación y Biología. Ediciones Omega, Barcelona 929 pp.

Riechert, S. E. & R. Gillespie. 1983. Habitat choice and utilization in the web spinners. In: Web Building spiders, ed. W. A. Shear. Stanford Univ. Press. 12 pp

Riechert, S.E. & T. Lockley.1984. Spiders as biological control agents. Ann. Rev. Entomol. 29: 299-320.

Riechert, S. E. & J. M. Harp.1987. Nutritional ecology of spiders. *In: Nutritional ecology of Insects, Mites and Spiders*, Slansky, F., Rodriguez, J. G. eds.,. Wiley, New York, pp. 645-672.

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

Riechert, S. E. & K. Lawrence. 1997. Test for predation effects of single versus multiple species of generalist predators: Spiders and their insect prey. Entomol. Exp. Appl. 4: 147-155.

Riechert, S.E. & J. Maupin. 1998. Spiders effects on prey: tests for superfluous killing in five web-builders. Proc. 17th European Coll. Arachnol., Edinburgh. p. 203-210.

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

Rinaldi, I. 1998. Aranhas en agroecosistemas do Brasil. Anais do VI SINCOBIOL. Río de Janeiro, Brasil: 384-388.

Root, R. B. 1967. The exploitation pattern of the blue-grey gnatcacher. Ecol. Monogr., 37: 317- 350.

Root, R. B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecol. Monogr., 43: 95-124.

Rosemheim, J. A., H. K. Kaya, L. E. Ehler, J. J. Marois & B. A. Jaffe.1995. Intraguild predation among biological- control agents: theory and practice. Biological Control 5: 303-335.

Ruberson, J. R. & M. H. Greenstone.1998. Predators of budworm/ bollworm eggs in cotton: an immunological study. Proc. Beltwide Cotton Conf. 2: 1095-1098.

Russell-Smith, A. 1981. Seasonal activity and diversity of ground-living spiders in two African savanna habitats. Bulletin of British Arachnological Society 5: 145-154.

Rypstra, A. 1985. Agregations of *Nephila clavipes* (L.) (Araneae: Araneidae) in relation to prey availability. J. Arachnol.13 (1): 71 – 78.

Rypstra, A. L. 1995. Spider predators reduce herbivory; both by direct consumption and by altering the foraging behavior of insect pests. Bull. Ecol. Soc. Am. 76 (3suppl): 383.

Rypstra , A. L.& P. E. Carter. 1999. Architectural features of agricultural habitats and their impact on the spiders inhabitants. J. Arachnol. 27: 371-377.

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

Samu, F. & C. Szinetar. 2002. On the nature of agrobiont spiders. J. Arahnol. 30: 389- 402.

Shaw, P. B., J. C. Owens, E. W. Huddleston & D. B. Richman.1987. Role of arthropod predators in mortality of early instars of the range caterpillar, *Hemileuca oliviae* (Lepidoptera: Saturniidae). Environ. Entomol. 16: 814- 820.

Schmitz, O. J. 1993. Trophic exploitation in grassland food webs: simple models and a field experiment . Oecologia 93: 327-335.

Schmitz, O. J., Beckerman A. P. & K. M. O´Brien .1997. Behaviorally mediated trophic cascades: effects of predation risk on food web interactions. Ecology 78: 1388-1399.

Schmitz, O. J. & K. B. Suttle. 2001. Effects of top predator species on direct and indirect interactions in a food web. Ecology 82: 2072-2081.

Schmitz, O. J. 2003. Top predator control of plant biodiversity and productivity in an old- field ecosystem. Ecology Letters 6: 156-163.

Schmitz, O. J. 2004. From mesocosms to the field: the role and value of cage experiments in understanding top- down effect in ecosystems. *In Insects and Ecosystem Function,* W. W. Weisser and E. Siemann eds. Berlin, Springer – Verlag.

Shochat E., W. L. Stefanov, E. A. Whitehouse & S.H. Faeth. 2004. Urbanization and spider diversity: influences of human modification of habitat structure and productivity. Ecological Applications 14(1): 268 - 280.

Snyder, W. E. & D. H. Wise. 1999. Predator interference and the establishment of generalist predator populations for biocontrol. Biological Control 15: 283-292.

Snyder, W. E. & D. H. Wise. 2000. Antipredator behavior of spotted cucumber beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in response to predators that pose varying risks. Environ. Entomol. 29: 308-316.

Snyder, W. E. & D. H. Wise. 2001. Contrasting trophic cascades generated by a community of generalist predator. Ecology 82: 1571-1583.

Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. 2000. Ecological Methods. Oxford, Blackwell Science.

Stern, V. M., R. F. Smith, R. van den Bosch, and K. S. Hagen. 1959. The integrated control concept. Hilgardia, 29: 81-101.

Sunderland, K. D. 1987. Spiders and cereal aphids in Europe. Bull. SROP/WPRS 10(1), 82-102.

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

Sunderland K. D.& M. H. Greenstone. 1999. Summary and future directions for research on spider in agroecosystems. J. Arachnol. 27: 397-400.

Symondson, W. O. C., K. D. Sunderland & M. H. Greenstone. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? Annu. Rev. Entomol. 47:561-594.

Toft, S. 1995. Value of the aphid *Rhopalosipum padi* as food for cereal spiders. Journal of applied Ecology 32: 552-560.

Toft, S. 1999. Prey choice and spider fitness. J. Arachnol. 27: 301-307

Trumper, E. 2004. Principios teóricos de la toma de decisiones de manejo de plagas. Boletines de Información Técnica Noviembre de 2004 - Año I - Nº 1 INTA.

Turnbull, A. L. 1973. Ecology of true spiders (Araneomorphae). Annu. Rev. Entomol. 18: 305-348.

Uetz, G. 1991. Habitat structure and spider foraging. In. Bell. S, McCoy, E. Mushinsky H. (eds) Habitat structure: The physical arragment of obkects in space. Chapman and Hall. London.

Uetz, G. W., J. Halaj & A. B. Cady. 1999. Guild structure of spiders in major crops. J. Arachnol. 27: 270–280.

Vandermeer, J. 1995. The ecological basis of alternative agriculture. Ann. Rev. Ecol. Syst. 26: 201-224.

Vichitbandha, P. & D. H., Wise. 2002. A field experiment on the effectiveness of spiders and carabid beetles as biocontrol agents in soybean. Agricultural and Forest Entomology 4: 31-38.

Warui, C. M. 2004. Impacts of wildlife and cattle grazing on spider (Araneae) biodiversity in a highland savanna ecosystem, in Laikipia, Central Kenia. Tesis Doctoral. 327 pp.

Whitcomb, W. H. 1974. Predaceous insects, spiders and mites of Arkansas cotton fields. Ark. Agric. Exp. Stn. Bull. 690: 1- 84.

Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 21 (2/3): 213-251.

Wise, D. H. 1993. *Spiders in ecological webs*. Cambridge, Cambridge University Press.

Wise, D. H., W. E. Snyder, P. Tuntibunpakul & J. Halaj. 1999. Spiders in decomposition food webs of agroecosystems: theory and practice. J. Arachnol. 27: 363-370.

Wise, D. 2002. Efectos directos e indirectos de las arañas en la red trófica del mantillo del bosque, p. 53-55. In: V Congr. Argent. de Entomol., Buenos Aires, Argentina.

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

Wise, D. H., Moldenhauer, D. M. & J. Halaj. 2006. Using stable isotopes to reveal shifts in prey consumption by generalist predators. Ecological Applications 16 In press.

Wolda, H. 1981. Similarity indices, simple size and diversity. Oecologia 50: 296-302.

Yeargan, K. V. & C. D. Dondale. 1974. The spider fauna of alfalfa fields in northern California. Ann. Entomol. Soc. America, 67: 681- 682.

Young, O. P. & T. C. Lockley. 1985. The striped lynx spider, *Oxyopes salticus* (Araneae: Oxyopidae), in agroecosystems. Entomophaga 30, 329-346.

Young, O. P. & T. C. Lockley. 1986. Predation of striped lynx spider, *Oxyopes salticus* (Araneae: Oxyopidae), on tarnished plant bug; *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae): a laboratory evaluation. Ann. Entomol. Soc. Am. 79: 879-883.

Young, O. P. 1989. Field observations of predation by *Phiddipus audax* (Araneae: Salticidae) on arthropods associated with cotton. J. Entomol. Sci. 24: 266- 273.

Young, O. P. & G. B. Edwards. 1990. Spiders in United States field crops and their potential effect on crop pests. J. Arachnol. 18: 1-27.