Ecología Austral 36:252-263 Agosto 2026 *Trabajo Original*
Asociación Argentina de Ecología
https://doi.org/10.25260/EA.26.36.2.0.2742

Respuesta de las arañas a distintos manejos agrícolas en cultivos de trigo (*Triticum aestivum* L.)

Amaury Hevia-Goicoechea[1,2]✉; Gabriel Pompozzi[3]; Franco Elichiry[2,4]; Marina B. Gómez[2,5] & Hugo J. Marrero[1,6]

[1] Laboratorio de Interacciones Bióticas en Agroecosistemas. [2] Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur. [3] Instituto Argentino de Investigación de las Zonas Árida (IADIZA)-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). [4] Laboratorio de Genética para la Conservación (GENCON), Instituto de Ciencias Biológicas y Biomédicas del Sur (INBIOSUR)-CONICET. [5] GEKKO, Grupo de Estudios en Conservación y Manejo. [6] Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS)-CONICET.

Resumen

1. La intensificación agrícola genera cambios profundos en la biodiversidad de los agroecosistemas. Afecta a los depredadores naturales, que sostienen servicios ecosistémicos claves, como el control biológico.

2. Este trabajo evaluó cómo distintos manejos agrícolas influyen en la comunidad de arañas presentes en cultivos de trigo (*Triticum aestivum* L.) del sudeste bonaerense. Se compararon dos tipos de manejo productivo (convencional y agroecológico) y sitios seminaturales utilizados como control. Se analizaron tres variables de respuesta: la riqueza, la abundancia y el éxito reproductivo de arañas. El muestreo se realizó mediante trampas de caída (para arañas del suelo), red entomológica (para arañas del follaje) y trampas-nido de arañas.

3. En los sitios agroecológicos se registró una mayor abundancia de arañas en el follaje (93.48% más), en comparación con los convencionales, mientras que no se hallaron diferencias con los sitios seminaturales. Las arañas del suelo no presentaron diferencias significativas entre los diferentes sitios. La riqueza de familias de arañas no mostró diferencias significativas entre tratamientos en ambos estratos (follaje y suelo). El éxito reproductivo fue mayor en los sitios agroecológicos, con una mayor proporción de trampas ocupadas (131.25% más) y una leve tendencia a un mayor desempeño reproductivo, observado por la cantidad de ootecas encontradas en los distintos sistemas de manejo.

4. Implicancias. Los resultados sugieren que las prácticas agroecológicas, caracterizadas por menores disturbios y mayor complejidad estructural, favorecen la abundancia y la reproducción de las arañas. Esto fortalecería su rol de control biológico dentro de los agroecosistemas de trigo de la Región Pampeana.

[Palabras clave: agroecología, abundancia de depredadores, éxito reproductivo de arañas, servicios ecosistémicos]

Abstract. Evaluation of spider richness, abundance and reproduction under different agricultural management systems in wheat crops (*Triticum aestivum* L.)

1. Agricultural intensification triggers deep changes in the biodiversity of agroecosystems. It affects natural predators that support key ecosystem services such as biological control.

2. This study evaluates how different agricultural management practices influence the spider community present in wheat crops (*Triticum aestivum* L.) in the southeastern region of Buenos Aires province. Two productive management types (conventional and agroecological) and seminatural sites used as controls were compared. Three response variables were analyzed: spider richness, abundance and reproductive success. Sampling was carried out using pitfall traps, entomological net and spider nest traps.

3. Agroecological sites showed a higher abundance of spiders in the foliage (93.48% higher) compared to conventional sites, while no significant differences were found in the ground stratum among sites. In contrast, family-level spider richness did not differ significantly among treatments. Reproductive success was higher in agroecological sites, with a greater proportion of occupied traps (131.25% higher) and a slight tendency toward greater reproductive performance, indicated by the number of eggsacs found across management systems.

4. Implications. These results suggest that agroecological practices, characterized by lower disturbance and greater structural complexity, favor spider abundance and reproduction, potentially strengthening their role in biological control within wheat agroecosystems of the Pampean Region.

[Keywords: agroecology, predator abundance, reproductive success of spider, ecosystem services]

Editora asociada: Mariana Tadey
✉ amauryhg14@gmail.com

Recibido: 29 de Abril de 2026
Aceptado: 18 de Junio de 2026

Introducción

La transformación de los paisajes naturales en áreas agrícolas ha generado una crisis en la biodiversidad y en los servicios ecosistémicos (Tscharntke and Brandl 2004). Sin embargo, el aumento de la biodiversidad dentro de los sistemas agrícolas puede mitigar los impactos negativos, favoreciendo el funcionamiento ecológico y promoviendo servicios esenciales como el control biológico de plagas y la polinización (Tamburini et al. 2020). La adopción de sistemas productivos agroecológicos, caracterizados por una menor dependencia de agroquímicos, un aumento de la heterogeneidad del paisaje asociada a cultivos y una mayor biodiversidad, podría ser una solución viable para mejorar la sostenibilidad de los cultivos (Moonen and Bàrberi 2008). Comprender cómo los sistemas de producción agrícola y la heterogeneidad del paisaje influyen en la diversidad de artrópodos benéficos (como depredadores y polinizadores) y su reproducción, es clave para diseñar estrategias de producción sostenibles.

El trigo (*Tritricum durum* L.) es una especie anual de la familia de las gramíneas, ampliamente cultivadas en todo el mundo (Belderok et al. 2000). Este cultivo es uno de los tres granos más producidos a nivel mundial, junto al maíz y el arroz (FAO 2024). En la Argentina, la provincia de Buenos Aires concentra la mayor parte de la producción triguera del país (Paolilli et al. 2021). No obstante, factores como el incremento de los costos de producción, la adopción de nuevos sistemas productivos y la calidad del grano incidieron de manera negativa sobre su producción (Molfese et al. 2014). Asimismo, las condiciones de importación de la Unión Europea como parte del Pacto Verde Europeo (The European Green Deal) generan nuevos desafíos de producción para la próxima década (European Commission 2020). Parte del desafío radica en la capacidad de producción con mantenimiento de la biodiversidad asociada a los cultivos (Lassalas et al. 2024). Esta iniciativa busca abordar los desafíos actuales de la producción agrícola, promoviendo sistemas alimentarios más sostenibles, resilientes y equitativos, a la vez que contribuye a la conservación de los recursos naturales y la mejora de la calidad de vida de las poblaciones rurales.

De esta manera, el enfoque de producción agroecológica busca reemplazar las prácticas de cultivo convencionales (e.g., el uso de fertilizantes y pesticidas químicos) por procesos ecológicos, enfatizando el papel de la biodiversidad dentro de los sistemas y de los servicios ecosistémicos con el objetivo de producir alimentos en cantidades suficientes de manera sostenible (Wezel et al. 2014). Los campos bajo manejo agroecológico, caracterizados por una menor intensidad de disturbios antrópicos y un uso reducido de insumos externos, ofrecen condiciones más favorables para el desarrollo estable de las comunidades de artrópodos y de plantas (Wanger et al. 2020). Este tipo de ambientes tiende a contener una mayor diversidad funcional, reflejada en la presencia de múltiples gremios (e.g., herbívoros, polinizadores, detritívoros y depredadores) que contribuyen a mantener procesos ecosistémicos (Lichtenberg et al. 2017; Jacobsen et al. 2022). Promover la biodiversidad en los cultivos puede favorecer el establecimiento de enemigos naturales de plagas, como las arañas; esto incrementa el servicio ecosistémico de control biológico de plagas (Lassalas et al. 2024).

Las arañas son depredadores muy eficientes, capaces de consumir cantidades grandes de presas. Por eso, son uno de los grupos más importantes de enemigos naturales a escala global (Michalko et al. 2019; Rao and Kanaujia 2023). Además, son un grupo muy diverso y abundante en la gran mayoría de los ecosistemas terrestres, incluyendo diversos cultivos (Cardoso et al. 2004). De hecho, se estima que a nivel global, la comunidad de arañas elimina entre 400 y 800 millones de toneladas de insectos por año. Esto equivale a 0.1% de la producción primaria neta terrestre, con bosques y pastizales como los principales contribuyentes a este servicio (Nyffeler and Birkhofer 2017). Sin embargo, en cultivos anuales (hábitats perturbados con baja acumulación de biomasa de arañas), su impacto es limitado (<2% de la captura global), lo que resalta la importancia de diseñar sistemas agrícolas más complejos y heterogéneos que favorezcan su establecimiento y mejoren su eficacia (Nyffeler and Birkhofer 2017). Asimismo, las prácticas agrícolas intensivas, caracterizadas por el uso frecuente de agroquímicos y la simplificación estructural del hábitat, pueden reducir la disponibilidad de refugios y presas, además de generar efectos directos sobre la supervivencia y reproducción de estos depredadores. En este sentido, se demostró que los herbicidas a base de glifosato reducen la supervivencia

invernal y la fecundidad de arañas agrobiontes, y comprometen potencialmente los servicios ecosistémicos que estas brindan en los cultivos (Benamú et al. 2010). Por ello, comprender cómo los distintos sistemas de manejo influyen sobre las comunidades de arañas resulta fundamental para promover estrategias productivas compatibles con la conservación de la biodiversidad funcional y el control biológico natural (Yu et al. 2024).

La nidificación de arañas en agroecosistemas pampeanos está muy influenciada por el tipo de manejo agrícola y por la estructura del paisaje circundante (Pompozzi et al. 2021). Diversos estudios demostraron que los fragmentos no cultivados (e.g., bordes de cultivo o áreas no cultivadas) funcionan como reservorios clave para la diversidad de arañas; ofrecen condiciones más favorables para su reproducción que los campos agrícolas intensivos (Armendano and González 2011; Rischen et al. 2021). En particular, la abundancia de juveniles —indicadora de éxito reproductivo— es significativamente mayor en estos fragmentos que en el interior de los cultivos; esto sugiere que la oviposición ocurre mayormente fuera del área cultivada (Pompozzi et al. 2019). Sin embargo, esta tendencia puede variar según el manejo de los cultivos: en aquellos con menor intensidad de insumos y perturbaciones (e.g., la alfalfa) se observó una nidificación mayor dentro del propio cultivo, mientras que en cultivos intensivos (e.g., la soja), la oviposición se concentra en los márgenes o en los hábitats seminaturales adyacentes (Pompozzi et al. 2021). Estos trabajos resaltan la importancia de conservar hábitats no cultivados dentro del paisaje agrícola, ya sea como refugios o como sitios efectivos de reproducción para depredadores naturales, como las arañas. Aunque existen estudios en otras regiones del mundo, en la extensa Región Pampeana de la Argentina, las investigaciones sobre los efectos de los diferentes manejos agrícolas sobre la fauna son recientes y aún muy escasas (Contreras et al. 2022; Domínguez et al. 2024).

En este contexto, el presente estudio busca evaluar la riqueza y la abundancia de arañas en cultivos de trigo manejados bajo diferentes sistemas de producción (agroecológico y convencional) y en sitios seminaturales sin laboreo. Asimismo, se pretende estimar la proporción de refugios de arañas ocupados y su reproducción en cultivos de trigo bajo diferentes sistemas de producción (agroecológico y convencional). Se plantean como hipótesis que: H1) la abundancia y la riqueza de arañas en cultivos de trigo se ven afectadas por la intensidad del manejo de los diferentes sistemas de producción, y H2) la intensidad de manejo de los diferentes sistemas de producción afecta el éxito reproductivo de las arañas presentes en los cultivos de trigo. Se predice que (H1-a) los sitios seminaturales presentarán mayor riqueza y abundancia de arañas que los sitios con manejo agrícola; (H1-b) los campos con manejo convencional presentarán menor riqueza y abundancia de arañas que los campos con manejo agroecológico. Además, se espera que (H2-a) el éxito reproductivo de las arañas (estimado como la proporción de refugios ocupados por arañas y la abundancia de sacos de huevos) será mayor en sistemas con manejo agroecológico que en los sistemas con manejo convencional.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Región Pampeana Austral (partido de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires, Argentina) (Figura 1), un área caracterizada por la producción extensiva mixta de cultivos y ganadería. El paisaje original de pastizales fue muy modificado. En la actualidad está dominado por un mosaico de grandes campos de pasturas y tierras cultivadas, sobre todo, con trigo, cebada, girasol, soja y maíz (Baldi and Paruelo 2014). Las áreas seminaturales son escasas y se restringen a bordes de caminos, vías rurales, márgenes ferroviarios y sitios no aptos para la agricultura, donde los pastizales naturales suelen estar sometidos al pastoreo del ganado doméstico (Bilenca and Miñarro 2004).

En total se seleccionaron 16 sitios de muestreo (Figura 1), distribuidos en función del tipo de manejo agrícola y con una separación de al menos 1000 m entre cada uno. De ellos, 4 correspondieron a sitios seminaturales (i.e., parches de vegetación no intervenidos por prácticas agrícolas recientes, como bordes de arroyos, terraplenes del tren sin uso, entre otros) y que se mantienen sin uso de insumos agroquímicos y de laboreo.

Los 12 sitios restantes correspondieron a cultivos extensivos de trigo, con superficies

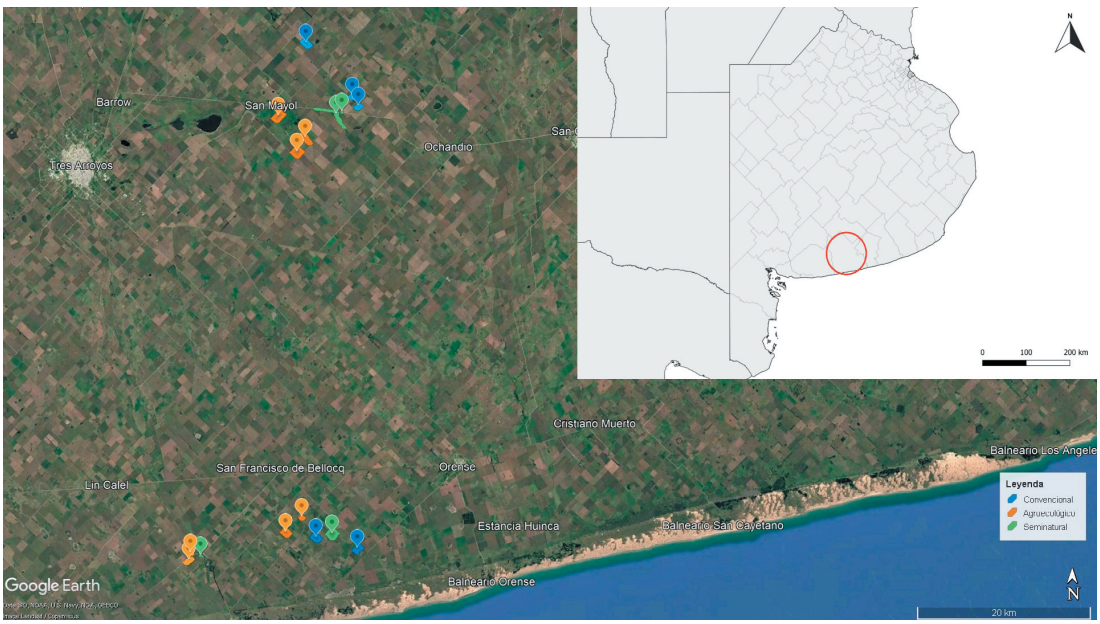


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo en el partido de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires, Argentina (Google Earth Pro 7.3.6, 2024).

Figure 1. Location of sampling sites in Tres Arroyos district, Buenos Aires province, Argentina (Google Earth Pro 7.3.6, 2024).

que oscilaron entre 25 y 90 ha, bajo distintos sistemas de manejo: 5 bajo manejo convencional y 7 con manejo agroecológico. En los sistemas evaluados en este estudio, los cultivos fueron manejados bajo siembra directa. En aquellos casos en los que se emplearon insumos agrícolas durante el ciclo del cultivo, correspondieron solo a productos de síntesis química. Por otra parte, las prácticas de manejo realizadas antes de implantar el trigo presentaron una alta variabilidad entre productores, por lo que el historial de manejo de los lotes no se consideró dentro de las variables analizadas. La única excepción fue el registro de la cantidad de años bajo manejo agroecológico en aquellos campos clasificados dentro de esta categoría. Los campos convencionales se caracterizaron por un manejo predominantemente agrícola, donde se aplicaron fertilizantes químicos y se utilizaron herbicidas, insecticidas y fungicidas sintéticos para controlar malezas, plagas y enfermedades. En contraste, los campos agroecológicos incorporaron de forma progresiva prácticas que promueven la biodiversidad y dependen de cantidades reducidas de fertilizantes y de pesticidas químicos, con el nulo uso de insecticidas, registrando un historial de manejo agroecológico de al menos 4 años. Esta distribución permitió evaluar de manera contrastante la intensificación agrícola, comparando ambientes con distinta historia de uso y niveles de intervención, incluyendo como referencia áreas seminaturales que actuaron como control.

Muestreo

Los muestreos se llevaron a cabo durante 2 visitas a cada campo en noviembre y diciembre de 2024, coincidiendo con el período de mayor actividad de las arañas en cultivos de cereales (Pompozzi 2015). En los cultivos de trigo se diferenciaron dos posiciones de muestreo (subsitios) para tomar una muestra más representativa: el borde (correspondiente a los límites del sitio) y el centro (ubicado 50 m hacia el interior del cultivo). En cambio, en los sitios seminaturales, las colectas se efectuaron solo en el sector central, buscando minimizar la influencia de los bordes y captar condiciones representativas del interior del hábitat.

Riqueza y abundancia de arañas. Para estimar la riqueza y abundancia de la comunidad de arañas se emplearon dos técnicas complementarias: trampas de caída (pitfall) y red entomológica. La combinación de métodos pasivos (pitfall) y activos (red)

permitieron muestrear distintos estratos de la comunidad de arañas (las trampas de caída recolectan predominantemente especies epigeas y de movimiento cursorial, mientras que el golpeteo con la red captura arañas asociadas a la vegetación aérea) por lo que su uso conjunto reduce sesgos de muestreo y mejora la estimación de diversidad total (Brown and Matthews et al. 2016; Schmidt et al. 2023).

Se dispusieron 3 trampas de caída contiguas en cada subsitio, separadas entre sí ~50 cm (Material Suplementario-Figura S1A). Las trampas consistieron en vasos plásticos de 400 cm^3, de ~9.5 cm de diámetro superior, enterrados a ras del suelo y conteniendo agua con detergente para romper la tensión superficial (Material Suplementario-Figura S1B,C). Las trampas permanecieron activas durante 24 horas en cada una de las fechas de muestreo.

El muestreo activo sobre vegetación se realizó mediante golpeteo con red entomológica, con un esfuerzo estandarizado por réplica para permitir comparabilidad entre posiciones (Material Suplementario-Figura S2). En el borde se realizó una réplica de 30 golpes sobre la vegetación, y en el centro del cultivo se realizaron dos réplicas de 30 golpes cada una, dispuestas perpendicularmente entre sí para abarcar un área más representativa. El número de golpes por réplica (30) se adoptó como estandarización de esfuerzo de muestreo. Tras cada réplica de golpes, el material recolectado se recogió manualmente y se depositó en bolsas plásticas de manera temporal durante los muestreos a campo (Material Suplementario-Figura S2B). Luego fueron trasladadas a recipientes plásticos con alcohol 96% para su preservación y posterior identificación.

La identificación de arañas a nivel de especie requiere la presencia de adultos, ya que los caracteres diagnósticos (sobre todo, estructuras genitales) no están desarrollados en individuos juveniles. En este estudio, la mayor parte de los ejemplares obtenidos fueron juveniles, lo que limito una determinación taxonómica específica solo en el caso de los adultos, e imposibilito un posterior análisis a nivel de especie por una reducida cantidad de adultos. En consecuencia, los análisis se realizaron a nivel de familia.

Medición de la proporción de refugios ocupados y reproducción de arañas (trampas-nido).

Las trampas-nido se utilizaron solo en los cultivos de trigo (sobre la base de las espigas) y no en sitios seminaturales, dado que en estos últimos ambientes no existen estructuras análogas a las presentes en los sistemas agrícolas (e.g., plantas cultivadas o rastrojos), donde se instalan los refugios artificiales. Las trampas-nido se diseñaron principalmente para evaluar la ocupación y aspectos reproductivos de algunas especies que utilizan cavidades como refugio (Pompozzi et al. 2021). Son una herramienta sencilla y económica para muestrear o aumentar temporalmente la disponibilidad de microhábitats —similares a los proporcionados por las espigas de trigo— para algunas familias de arañas (e.g., Salticidae, Anyphaenidae y Trachelidae, entre otras) (Pompozzi et al. 2021). Cada trampa se confeccionó atando en conjunto cuatro sorbetes plásticos de color negro (diámetro ~6 mm), conformando así varios intersticios tubulares (Material Suplementario-Figura S3). Los sorbetes ofrecen un sustrato físico explotable por un subconjunto de la comunidad y también fueron usados en estudios previos sobre comunidades de arañas en agroecosistemas (Pompozzi et al. 2021; Pérez-Méndez et al. 2025).

Las trampas se instalaron en la base de las espigas de trigo en los mismos sitios con cultivos donde se colocaron las pitfall y donde se realizaron los muestreos con red (borde: cercano al límite del cultivo; y centro: 50 m hacia el interior). En cada posición se dispusieron cuatro réplicas (en total, 8 réplicas por sitio). Cada trampa se retiró con cuidado al finalizar el periodo de muestreo (31 días después de colocadas). Las trampas fueron selladas con cinta de papel y colocadas en bolsas plásticas. Después, en laboratorio, los sorbetes se abrieron de manera manual y el material biológico contenido en su interior se extrajo mediante pinzas finas. Todos los ejemplares recolectados fueron preservados en etanol al 96% para su posterior identificación taxonómica a nivel de familia y especie, cuando fue posible.

Análisis estadísticos

Riqueza y abundancia de arañas. Se realizaron modelos lineales generalizados mixtos (GLMM). La variable respuesta fue la riqueza de familias y la abundancia de individuos capturados. Como factores fijos se utilizaron el tipo de manejo agrícola (agroecológico, convencional y seminatural), la fecha y el subsitio (borde-centro del sitio). Para

contemplar la variabilidad espacial entre sitios de muestreo, se incorporó el sitio como efecto aleatorio. Dado que los datos correspondieron a conteos, se utilizó una distribución binomial negativa. Los modelos se validaron mediante la simulación de residuos para verificar el ajuste de la distribución. Las comparaciones entre tratamientos se realizaron utilizando contrastes por pares para detectar diferencias significativas en la riqueza y abundancia de arañas entre los distintos manejos agrícolas.

Reproducción de arañas. Para evaluar el éxito reproductivo de las arañas, se consideraron dos variables respuesta: la proporción de trampas-nido ocupadas con sacos de huevos (ootecas) y ocupadas por arañas (refugios). Se aplicaron GLMM con distribución binomial; la variable respuesta fue la ocupación de trampas-nido (0=vacía, 1=ocupada) con ootecas o refugios, y como factores fijos se utilizaron el tipo de manejo agrícola (agroecológico y convencional) y el subsitio (borde-centro del sitio). Se incorporó como efecto aleatorio la variable paquete anidada dentro sitio (sitio/paquete), con el fin de contemplar la variabilidad asociada a la disposición espacial y a la posible pseudorreplicación entre trampas de un mismo sitio.

La validación de los modelos se realizó evaluando la distribución de los residuos simulados para confirmar el ajuste de la familia binomial y la ausencia de patrones de sobredispersión. Todos los análisis se realizaron con R (R Core Team 2025), utilizando las librerías glmmTMB (Brooks et al. 2017), DHARMa (Hartig 2022), emmeans (Lenth 2023) y ggplot2 (Wickham 2016).

Resultados

En total se recolectaron 495 individuos de arañas, distribuidos en 15 familias y 37 especies (Material Suplementario-Figura S4, Material Suplementario-Tabla S1). La familia más representada en todos los sitios fue Thomisidae, seguida por las familias Araneidae y Lycosidae, que variaron según el manejo (Material Suplementario-Figura S4).

Riqueza y abundancia de arañas

El promedio de riqueza de familias (número de familias registradas por sitio) fue ligeramente mayor en el tratamiento agroecológico (7.14 familias), seguido por el seminatural (6 familias) y el convencional (6 familias). No obstante, los análisis no mostraron diferencias significativas en la riqueza promedio de familias del follaje (Chi2=1.399; P=0.497) o del estrato del suelo (Chi2=0.885; P=0.643) (Material Suplementario-Figura S5, Material Suplementario-Figura S6). Los bordes de los cultivos presentaron similar riqueza de familias que el centro del cultivo en las diferentes fechas de muestreo (Material Suplementario-Tabla S2).

Por el contrario, se hallaron diferencias significativas en la abundancia de arañas en el follaje (capturadas con red) (Chi2=6.395; P=0.041). Los sitios agroecológicos presentaron 93% más abundancia de arañas que los convencionales, mientras que no se encontraron diferencias con los sitios seminaturales (Figura 2). Asimismo, no se observaron diferencias significativas entre los sistemas convencional y seminatural (Figura 2). Por otro lado, en el estrato del suelo (capturados con pitfalls), la abundancia fue similar entre los tres tipos de manejo (Chi2=0.022; P=0.989) (Material Suplementario-Figura S7). Los bordes de los cultivos registraron una mayor abundancia de arañas en comparación con el centro,

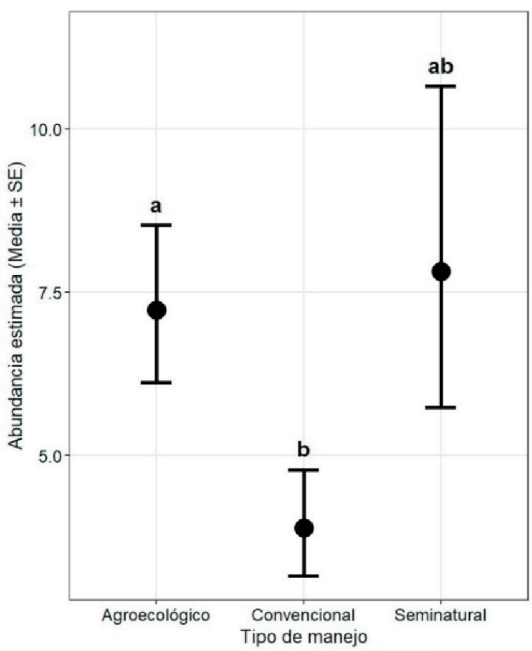


Figura 2. Abundancia de arañas capturadas con red entomológica según el tipo de manejo (agroecológico, convencional y seminatural). Los valores corresponden a las medias estimadas por el GLMM (re-transformadas a la escala original) ± el error estándar.

Figure 2. Spider abundance captured with an entomological sweep net according to management type (agroecological, conventional and seminatural). Values correspond to the estimated means from the GLMM (back-transformed to the original scale) ± standard error.

observándose, además, diferencias entre las fechas de muestreo (Material Suplementario-Tabla S2).

Reproducción de arañas

Se encontraron 13 ootecas en los 12 sitios de cultivos analizados, lo que no permitió realizar un análisis estadístico de la reproducción de arañas. No obstante, el 77% de las ootecas se encontró en sitios agroecológicos y el 23% restante en sitios convencionales (Material Suplementario-Figura S8). En cuanto a ocupación de refugios en trampas-nido, el efecto del tratamiento fue significativo (Chi2=4.212; P<0.040). La ocupación de refugios fue 131% mayor en los sitios agroecológicos que en convencionales (Figura 3).

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que el manejo agroecológico influye de manera marcada en la abundancia de arañas asociadas al cultivo de trigo; en particular, en el estrato del follaje, mientras que la riqueza de familias permanece estable entre los tipos de manejo. Así, un manejo agroecológico puede representar un punto intermedio entre la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de la producción agrícola (Moonen and Bàrberi 2008). En este sentido, los sistemas agroecológicos emergen como alternativas viables para avanzar hacia una agricultura más sustentable.

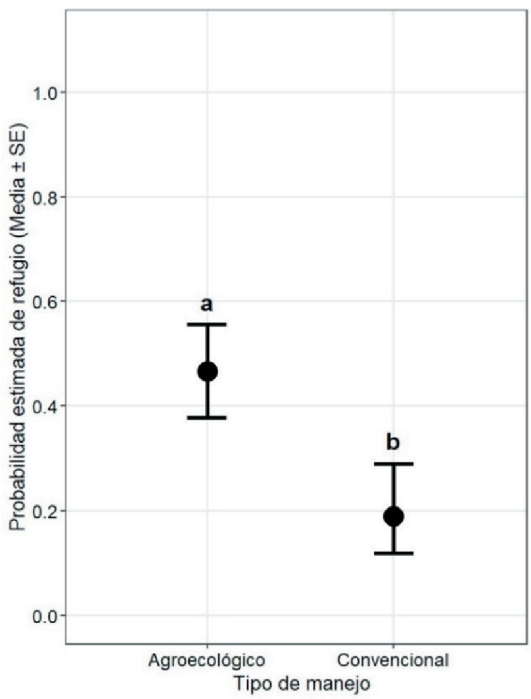


Figura 3. Proporción de refugios determinada con la metodología de trampas nido de arañas. Los valores corresponden a las medias estimadas por el GLMM (re-transformadas a la escala original) ± error estándar.

Figure 3. Proportion of refuge occupancy assessed with the spider nest trap methodology. Values are estimated marginal means from the GLMM, back-transformed to the original scale ± standard error.

Riqueza y abundancia de arañas

La hipótesis H1 fue parcialmente corroborada por los resultados, ya que solo la abundancia de arañas del estrato del follaje fue consistentemente mayor en los sitios agroecológicos en comparación con los convencionales. Por su parte, la abundancia en el estrato del suelo y la riqueza de familias no presentaron diferencias. Esto sugiere que las prácticas agroecológicas, que suelen preservar mayor heterogeneidad estructural y reducir el uso de insecticidas, favorecen la presencia de depredadores generalistas. Las arañas del follaje son muy sensibles a la simplificación estructural y al uso de insumos químicos debido a la reducción de microhábitats y de presas disponibles (Pekár 2005; Gallé et al. 2017; Pompozzi et al. 2022; Cajade et al. 2025). La mayor abundancia encontrada en este estudio es consistente con esta tendencia.

En contraste, la riqueza de familias de arañas no difirió entre los tipos de manejo. Esto podría deberse a la relativa estabilidad que suelen presentar algunos grupos de artrópodos depredadores frente a distintos niveles de disturbio (Purtauf et al. 2005). También el nivel taxonómico analizado (familia) es relativamente elevado y menos sensible a variaciones ambientales sutiles. La comunidad de arañas no se pudo analizar a nivel específico por limitaciones en el material recolectado. Asimismo, los resultados de riqueza también podrían estar asociados a la homogeneidad del paisaje agrícola circundante, ya que paisajes dominados por matrices de cultivo tienden a homogenizar la fauna presente (Yong et al. 2010). No obstante, otros estudios coinciden en que en sistemas en transición agroecológica, la riqueza no siempre responde al manejo, aun cuando la abundancia sí (Schmidt et al. 2005; Dagatti et al. 2024).

Los resultados obtenidos aquí permiten interpretar la dinámica de la comunidad de arañas en función de los disturbios agrícolas y de la disponibilidad de hábitats alternativos. La ausencia de diferencias en la riqueza entre

manejos sugiere que las comunidades son relativamente estables entre sistemas. Esto podría deberse a la marcada homogeneidad del paisaje agrícola y al rol de los ambientes seminaturales como fuentes de recolonización (Terlizzi et al. 2003; Baloriani et al. 2009). En estos sistemas, muchas arañas se desplazan hacia remanentes o cultivos vecinos durante la cosecha. Las familias cursoriales tienden a moverse hacia vegetación más densa, mientras que las asociadas al follaje buscan estructuras que sostengan sus telas (Opatovsky et al. 2017; Saqib et al. 2017). Esto implica que la riqueza observada no refleja necesariamente condiciones locales del cultivo, sino la composición regional disponible para recolonizar.

La abundancia respondió a los tratamientos para el estrato del follaje. Los sistemas agroecológicos sostuvieron comunidades más numerosas, lo cual es coherente con la sensibilidad de estos gremios a la pérdida de refugio y al disturbio generado por las maquinarias o los insumos (Opatovsky and Lubin 2012). En los sistemas convencionales, el disturbio tiende a simplificar la estructura de la comunidad y a promover la prevalencia de grupos más resistentes. Para estas familias, la menor estructura vegetal puede, incluso, facilitar la dispersión y la captura de presas (Cárdenas et al. 2012). En los sitios seminaturales se observó una distribución más equilibrada entre familias, mientras que los cultivos —especialmente los convencionales— exhibieron mayor dominancia de ciertos grupos (Material Suplementario-Figura S4); este es un patrón característico de comunidades sometidas a disturbios en los que unas pocas especies tolerantes aumentan en número. Esto sugiere que los sitios seminaturales pueden funcionar en estos sistemas como reservorios de diversidad funcional desde los cuales las arañas pueden recolonizar los cultivos tras eventos de disturbio como la cosecha. Dado que los muestreos se realizaron antes de la cosecha, no fue posible evaluar de forma directa este proceso, pero la evidencia disponible y la estructura observada sugieren el rol de los ambientes seminaturales en la dinámica regional de las arañas. La clara diferencia en la abundancia de arañas del follaje entre los sitios agroecológicos y los convencionales puede deberse a una mayor sensibilidad de las especies que habitan este estrato frente al uso de insumos agrícolas, en especial por la reducción de malezas que actúan como refugio o sustrato para la formación de redes (Pekár 2005). Además, la disminución de estas malezas afecta a las presas potenciales, que también se ven impactadas por los plaguicidas utilizados. A su vez, estas arañas están directamente expuestas a las aplicaciones de los pesticidas que se rocían sobre las plantas de trigo, incrementando la probabilidad de tener efectos subletales o directamente mortalidad de las mismas (Benamú et al. 2013). Estos resultados coinciden con la tendencia general a una respuesta negativa en la diversidad de artrópodos ante la intensificación en el uso de la tierra (Díaz Porres et al. 2014; Dagatti et al. 2024). Por otro lado, se observó que la abundancia en el estrato del suelo en los diferentes tipos de manejo no mostró diferencias, pudiéndose deber a una resistencia mayor a la perturbación por parte de las familias que utilizan esta parte del hábitat (Pekár 2005). Esto coincide con estudios que reportan una mayor tolerancia a la perturbación en familias edáficas, cuyo comportamiento de refugio en cavidades del suelo y dieta generalista las protege frente a variaciones del manejo (Samu and Szinetár 2002). Esto sugiere que los depredadores del estrato del suelo pueden mantener poblaciones más estables independientemente del tipo de manejo.

Un patrón notable fue la dominancia de la familia Thomisidae en el estrato del follaje. Esta familia se asocia a menudo a vegetación con flores entomófilas y zonas de caza por emboscada, donde su estrategia sit-and-wait y su dieta flexible les permite aumentar de forma notable su abundancia en ambientes con mayor heterogeneidad vegetal (Welti et al. 2016; Pekár et al. 2024). Además, la estructura vegetal puede favorecer su persistencia; algunos estudios urbanos muestran que su abundancia no disminuye pese a la intensificación (Argañaraz and Gleiser 2017). Aunque no estimamos la diversidad vegetal, es esperable que los sitios agroecológicos presenten mayor diversidad de flores entomófilas apoyando estas observaciones.

Otro patrón interesante es la aparente mayor abundancia de arañas en los manejos agroecológicos en comparación con los sistemas seminaturales, aunque esta diferencia fue marginal. Esto podría estar asociado al tamaño de los sistemas, ya que, en general, los sistemas seminaturales presentaron superficies más pequeñas. Además, los sistemas seminaturales carecían de disturbios y estaban dominados por pastos, siendo menor la heterogeneidad y estructura de la vegetación. La ausencia de disturbios, sumada

a esa dominancia de pastos, podría asociarse con una menor diversidad de especies vegetales y a su vez menor estructura de vegetación que lleva a una menor abundancia y diversidad de arañas (Sunderland and Samu 2000; Gallé et al. 2017).

Reproducción de arañas

La proporción de refugios ocupados fue mayor en los sitios agroecológicos, lo que sugiere que un hábitat menos perturbado y con mayor estructura vegetal puede favorecer la disponibilidad de microhábitats utilizados por arañas para protección y actividades reproductivas. Sin embargo, los datos sobre ootecas fueron insuficientes para realizar un análisis. Es probable que la escasa cantidad registrada se relacione con la fenología reproductiva de las especies presentes, cuyo pico suele ubicarse durante el verano y principios de otoño (Thorbek et al. 2004). Dado que la cosecha del trigo ocurre en diciembre para la región estudiada (Nogués et al. 2007), el muestreo quedó limitado en este aspecto. Aunque se observó un mayor número de ootecas en sitios agroecológicos que en convencionales (10 vs. 3), esto debe interpretarse con extrema cautela por el bajo tamaño muestral. Tanto la proporción de refugios ocupados como la observación de ootecas —ambas en mayor medida en los sitios agroecológicos— sugieren un mayor éxito en la reproducción de arañas, como se evidencia en estudios previos en otros cultivos de la provincia de Buenos Aires (Pompozzi et al. 2021).

La mayor ocupación de refugios y la tendencia a más ootecas en sitios agroecológicos coinciden con trabajos que muestran que los bordes de cultivo y las áreas seminaturales ofrecen microhábitats favorables para la reproducción de arañas (Pompozzi et al. 2021). Del mismo modo, se demostró que los márgenes vegetados fortalecen las poblaciones de enemigos naturales, lo que puede aumentar sus oportunidades reproductivas (Crowther et al. 2023). La diversificación del mosaico agrícola también se reconoce como una estrategia eficaz para sostener la diversidad funcional (Sirami et al. 2019). Es posible que estos mismos procesos estén influyendo en la mayor actividad reproductiva observada en los sistemas agroecológicos evaluados, aunque la heterogeneidad del paisaje y la estructura del borde no fueron medidas de manera formal en este estudio.

Los hallazgos de este estudio se alinean con evidencia que indica que la diversificación agrícola y el manejo agroecológico pueden favorecer a las comunidades de depredadores sin comprometer la productividad (Tamburini et al. 2020). La conservación de bordes, la reducción del uso de plaguicidas y la promoción de vegetación acompañante podrían mejorar la abundancia de arañas, con beneficios potenciales para el control biológico. El manejo agroecológico incrementó la abundancia de arañas del estrato de follaje, mientras que la riqueza no respondió significativamente. El estrato del suelo mostró estabilidad entre manejos, probablemente asociada a estrategias de vida más resistentes de sus familias dominantes. La evidencia sobre la capacidad reproductiva es insuficiente, aunque existen indicios de un mayor uso de refugios en los sitios agroecológicos. Futuros estudios deberían integrar análisis del paisaje, muestreos estacionales y niveles taxonómicos más finos para comprender mejor cómo los manejos agrícolas influyen en la diversidad de arañas en agroecosistemas.

Agradecimientos. Agradecemos a los productores de los campos Van Strien Marcos, De Bernard De la Fosse John; Verkuyl Melanie; Cristian Olsen; Ziljstra Denis y Luis y Ariel Goicoechea por brindarnos el espacio para realizar los muestreos. Este estudio fue financiado por PIP2020-CONICET. Agradecemos también a los revisores anónimos por los comentarios para mejorar el manuscrito y a la Dr. Mariana Tadey por la mediación como editora. Por último, agradecemos a la Comisión de Investigaciones Científicas (Buenos Aires) por el otorgamiento de la Beca de Entrenamiento a AHG.

Referencias

Argañaraz, C. I., y R. M. Gleiser, R. M. 2017. Does urbanization have positive or negative effects on Crab spider (Araneae: Thomisidae) diversity? Zoologia (Curitiba) 34:e19987. https://doi.org/10.3897/zoologia.34.e19987.

Armendano, A., and A. González. 2011. Spider fauna associated with wheat crops and adjacent habitats in Buenos Aires, Argentina. Revista Mexicana de Biodiversidad 82(4):1176-1182. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.734.

Baldi, G., and J. M. Paruelo. 2014. Rolling Pampas agroecosystem: Which landscape attributes are relevant for determining bird distributions? Revista Chilena de Historia Natural 87:1-11. https://doi.org/10.1186/0717-6317-87-1.

Baloriani, G., M. F. Paleologos, M. E. Marasas, and S. J. Sarandón. 2009. Abundancia y riqueza de la macrofauna edáfica (Coleoptera y Araneae), en invernáculos convencionales y en transición agroecológica. Arana, Argentina. Revista Brasileira de Agroecologia 4(2):1733-1737.

Belderok, B., J. Mesdag, and D. A. Donner. 2000. Bread-making quality of wheat: a century of breeding in Europe. First Edition. Springer Science and Business Media. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0950-7-

Benamú, M. A., M. I. Schneider, and N. E. Sánchez. 2010. Effects of the herbicide glyphosate on biological attributes of *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae), in laboratory. Chemosphere 78(7):871-876. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.11.027.

Benamú, M. A., M. I. Schneider, A. González, and N. E. Sánchez. 2013. Short and long-term effects of three neurotoxic insecticides on biological and behavioural attributes of the orb-web spider *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae): implications for IPM programs. Ecotoxicology 22(7):1155-1164. https://doi.org/10.1007/s10646-013-1102-9.

Bilenca, D., and F. Miñarro. 2004. Identificación de áreas valiosas de pastizal en las pampas y campos de Argentina. Uruguay y sur de Brasil (AVPs,. the "Río de la Plata" temperate grasslands ecoregion, one of the most impacted and least protected biomes in the world, Buenos Aires, Argentina.

Brooks, M. E., K. Kristensen, K. J. van Benthem, A. Magnusson, C. W. Berg, et al. 2017. glmmTMB balances speed and flexibility among pack- ages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. The R Journal 9(2):378-400. https://doi.org/10.32614/RJ-2017-066.

Brown, G. R., and I. M. Matthews. 2016. A review of extensive variation in the design of pitfall traps and a proposal for a standard pitfall trap design for monitoring ground-active arthropod biodiversity. Ecology and Evolution 6(12): 3953-3964. https://doi.org/10.1002/ece3.2176.

Cajade, M., D. Hagopián, A. Laborda, G. Pompozzi, and M. Simó. 2025. Spider diversity and ecological drivers in hill range environments of Pampa biome. Journal of Natural History 59(9-12):587-607. https://doi.org/10.1080/00222933.2025.2456601.

Cárdenas, M., J. Castro, and M. Campos. 2012. Short-term response of soil spiders to cover-crop removal in an organic olive orchard in a Mediterranean setting. Journal of Insect Science 12(1):61. https://doi.org/10.1673/031.012.6101.

Cardoso, P., I. Silva, N. G. De Oliveira, and A. R. Serrano. 2004. Indicator taxa of spider (Araneae) diversity and their efficiency in conservation. Biological Conservation 120(4):517-524. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.024.

Contreras, F., A. P. Goijman, J. A. Coda, V. N. Serafini, and J. W. Priotto. 2022. Bird occupancy in intensively managed agroecosystems under large-scale organic and conventional farming in Argentina: A multi-species approach. Science of the Total Environment 805:150301. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150301.

Crowther, L. I., K. Wilson, and A. Wilby. 2023. The impact of field margins on biological pest control: a meta-analysis. BioControl 68:387-396. https://doi.org/10.1007/s10526-023-10205-6.

Dagatti, C. V., M. F. Fernández Campón, M. F. González, M. E. Mazzitelli Ranaldi, B. Marcucci, et al. 2024. Diversidad de insectos, colémbolos y arañas en viñedos bajo diferentes sistemas de producción, convencional y agroecológico, en Mendoza, Argentina. Ecología Austral 34(1):141-158. https://doi.org/10.25260/EA.24.34.1.0.2272.

Díaz Porres, M., M. Rionda, A. Duhour, and F. R. Momo. 2014. Artrópodos del suelo: Relaciones entre la composición faunística y la intensificación agropecuaria. Ecología Austral 24(1):25-35. https://doi.org/10.25260/EA.14.24.3.0.10.

Domínguez, A., H. J. Escudero, M. P. Rodríguez, C. E. Ortiz, R. V. Arolfo, et al. 2024. Agroecology and organic farming foster soil health by promoting soil fauna. Environment, Development and Sustainability 26:22061-22084. https://doi.org/10.1007/s10668-022-02885-4.

European Commission. 2020. Farm to fork strategy: for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 381:1-9.

FAO. 2024. FAOSTAT: Agricultural Production Statistics 2010-2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: tinyurl.com/3dev87m2.

Gallé, R., N. Gallé-Szpisjak, and A. Torma. 2017. Habitat structure influences the spider fauna of short-rotation poplar plantations more than forest age. European Journal of Forest Research 136(1):51-58. https://doi.org/10.1007/s10342-016-1008-1.

Google Earth™ soft Windows 5.2 Computer Program 2010. Distributor: Google Inc. Mountain View, CA 94043, United States.

Hartig, F. 2022. DHARMa: Residual diagnostics for hierarchical (multi-level/mixed) regression models (R package version 0.4.7). Paquetes disponibles en el repositorio CRAN (Comprehensive R Archive Network). https://doi.org/10.32614/CRAN.package.DHARMa.

Jacobsen, S. K., L. Sigsgaard, A. B. Johansen, K. Thorup-Kristensen, and P. M. Jensen. 2022. The impact of reduced tillage and distance to field margin on predator functional diversity. Journal of Insect Conservation 26:491-501. https://doi.org/10.1007/s10841-022-00370-x.

Lassalas, M., S. Duvaleix, and L. Latruffe. 2024. The technical and economic effects of biodiversity standards on wheat production. European Review of Agricultural Economics 51(2):275-308. https://doi.org/10.1093/erae/jbad044.

Lenth, R. V. 2023. emmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means (R package version 2.0.3). Paquetes disponibles en el repositorio CRAN (Comprehensive R Archive Network).

Lichtenberg, E. M., C. M. Kennedy, C. Kremen, P. Batáry, F. Berendse, R. Bommarco, et al. 2017. A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. Global Change Biology 23(11):4946- 4957. https://doi.org/10.1111/gcb.13714.

Michalko, R., S. Pekár, and M. H. Entling. 2019. An updated perspective on spiders as generalist predators in biological control. Oecologia 189:21-36. https://doi.org/10.1007/s00442-018-4313-1.

Molfese, E. R., M. L. Seghezzo, and V. Astiz, V. 2014. TRIGO 2013/2014: altos rendimientos y calidades variables según zona y variedad.

Moonen, A. C., and P. Bàrberi. 2008. Functional biodiversity: An agroecosystem approach. Agriculture, Ecosystems and Environment 127(1-2):7-21. https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.02.013.

Nogués, J., A. Porto (coords.), C. Ciappa, L. Di Gresia, and A. Onofri. 2007. Evaluación de impactos económicos y sociales de políticas públicas en la Cadena Agroindustrial. Convenio Foro Agroindustrial y Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de La Plata.

Nyffeler, M., and K. Birkhofer. 2017. An estimated 400-800 million tons of prey are annually killed by the global spider community. The Science of Nature 104(3):30. https://doi.org/10.1007/s00114-017-1440-1.

Opatovsky, I., and Y. Lubin. 2012. Coping with abrupt decline in habitat quality: effects of harvest on spider abundance and movement. Acta Oecologica 41:14-19. https://doi.org/10.1016/j.actao.2012.03.001.

Opatovsky, I., P. G. Weintraub, I. Musli, and Y. Lubin. 2017. Use of alternative habitats by spiders in a desert agroecosystem. The Journal of Arachnology 45(1):129-138. https://doi.org/10.1636/JoA-S-16-008.1.

Paolilli, M. C., S. M. Cabrini, F. A. Fillat, and L. O. Pagliaricci. 2021. La cadena de trigo en Argentina (Informe Técnico N.º 2). INTA EEA Pergamino. Repositorio Institucional INTA. URL: tinyurl.com/3tvdacbx.

Pekár, S. 2005. Horizontal and vertical distribution of spiders (Araneae) in sunflowers. Journal of Arachnology 33(1): 197-204. https://doi.org/10.1636/04-54.1.

Pekár, S., V. Šoltysová, R. Booysen, and M. Arnedo. 2024. Evolution of spider- and ant-eating habits in crab spiders (Araneae: Thomisidae). Zoological Journal of the Linnean Society. https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlae068.

Pérez-Méndez, N., G. Pompozzi, M. Martínez-Eixarch, R. Llevat, M. Catala-Forner, et al. 2025. Water-saving strategies in rice farming entail cascading effects in prey-predator interactions across ecosystem boundaries. Journal of Applied Ecology 62(9):2273-2282. https://doi.org/10.1111/1365-2664.70142.

Pompozzi, G. 2015. Estudio de la diversidad de arañas (Araneae) en cultivos invernales de la provincia de Buenos Aires y su importancia como enemigos naturales de insectos plaga. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, Bahía blanca. Buenos Aires. Argentina. Pp. 1490. URL: tinyurl.com/384nf5ez.

Pompozzi, G., F. de Santiago, O. Blumetto, and M. Simó. 2022. Livestock systems preserving natural grasslands are biodiversity reservoirs that promote spiders' conservation. Journal of Insect Conservation 26(3):453-462. https://doi.org/10.1007/s10841-022-00399-y.

Pompozzi, G., H. J. Marrero, J. Haedo, L. Fritz, and J. P. Torretta. 2019. Non-cropped fragments as important spider reservoirs in a Pampean agroecosystem. Annals of Applied Biology 175(3):326-335. https://doi.org/10.1111/aab.12537.

Pompozzi, G., H. J. Marrero, J. Panchuk, S. Graffigna, J. P. Haedo, et al. 2021. Differential responses in spider oviposition on crop-edge gradients in agroecosystems with different management. Agriculture, Ecosystems and Environment 322:107654. https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107654.

Purtauf, T., I. Roschewitz, J. Dauber, C. Thies, T. Tscharntke, and V. Wolters. 2005. Landscape context of organic and conventional farms: Influences on carabid beetle diversity. Agriculture, Ecosystems and Environment 108(2):165-174. https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.01.005.

Rao, K., and A. Kanaujia. 2023. Spiders' impact on controlling insect pests in the agricultural ecosystem. International Journal of Research Publication and Reviews 4(7):2389-2392.

Rischen, T., K. Geisbüsch, D. Ruppert, and K. Fischer. 2021. Farmland biodiversity: wildflower sown islands within arable fields and grassy field margins both promote spider diversity. Journal of Insect Conservation 26:415-424. https://doi.org/10.1007/s10841-021-00363-2.

Samu, F., and C. Szinetár. 2002. On the nature of agrobiont spiders. The Journal of Arachnology 30(2):389-402. https://doi.org/10.1636/0161-8202(2002)030[0389:OTNOAS]2.0.CO;2.

Saqib, H. S. A., M. You, and G. M. Gurr. 2017. Multivariate ordination identifies vegetation types associated with spider conservation in brassica crops. PeerJ 5:e3795. https://doi.org/10.7717/peerj.3795.

Schmidt, J. M., G. P. Dively, T. P. Kuhar, and S. E. Naranjo. 2023. A review of sampling and monitoring methods for beneficial arthropods in agroecosystems. Insects 14(4):352. https://doi.org/10.3390/insects9040170.

Schmidt, M. H., I. Roschewitz, C. Thies, and T. Tscharntke. 2005. Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. Journal of Applied Ecology 42(2):281-287. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01014.x.

Sunderland, K., and F. Samu. 2000. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. Entomologia Experimentalis et Applicata 95(1):1-13. https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2000.00648.x.

Tamburini, G., R. Bommarco, T. C. Wanger, C. Kremen, M. G. van der Heijden, et al. 2020. Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. Science Advances 6(45):eaba1715. https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1715.

Terlizzi, A., S. Bevilacqua, S. Fraschetti, and F. Boero. 2003. Taxonomic sufficiency and the increasing insufficiency of taxonomic expertise. Marine Pollution Bulletin 46(5):556-561. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00066-3.

Thorbek, P., K. D: Sunderland, and C. J. Topping. 2004. Reproductive biology of agrobiont linyphiid spiders in relation to habitat, season and biocontrol potential. Biological Control 30(2):193-202. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.20

03.10.004.

Tscharntke, T., and R. Brandl. 2004. Plant-insect interactions in fragmented landscapes. Annual Reviews in Entomology 49(1):405-430. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.061802.123339.

Wanger, T. C., F. DeClerck, L. A. Garibaldi, J. Ghazoul, D. Kleijn, et al. 2020. Integrating agroecological production in a robust post-2020 Global Biodiversity Framework. Nature Ecology and Evolution 4(9):1150-1152. https://doi.org/10.1038/s41559-020-1262-y.

Welti, E. A. R., S. Putnam, and A. Joern. 2016. Crab spiders (Thomisidae) attract insect flower- visitors without UV signalling. Ecological Entomology 41(2):229-236. https://doi.org/10.1111/een.12334.

Wezel, A., M. Casagrande, F. Celette, J. F. Vian, A. Ferrer, et al. 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. Agronomy for Sustainable Development 34(1):1-20. https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7.

Wickham, H. 2016. ggplot2: Elegant graphics for data analysis. Second Edition. Springer-Verlag, New York, USA. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24277-4.

Yu, N., J. Li, Y. Chen, Y. Wang, Z. Guo, and Z. Liu. 2024. Glyphosate-based herbicides reduced overwintering population and reproduction of agrobiont spiders. Journal of Hazardous Materials 479:135782. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135782.