

**ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE ARAÑAS EN ALCAUCIL Y SU ROL COMO
BIOINDICADORAS DE DISTURBIOS ECOLÓGICOS A TRAVÉS DE SU SUSCEPTIBILIDAD A
PLAGUICIDAS**

Lic. Cecilia Sofía Gabellone

Directores:

Dra. González Alda

Dra. Schneider Marcela Inés

Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Naturales y Museo

Tesis Doctoral – 2019 – La Plata



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

CEPAVE CENTRO DE
ESTUDIOS
CONICET PARASITOLÓGICOS
UNLP Y DE VECTORES



Facultad de Ciencias
Naturales y Museo

CONICET



ÍNDICE

ÍNDICE	I
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. <i>Alcaucil: orígenes, variedades y características</i>	4
1.3. <i>Biodiversidad de los sistemas agrícolas</i>	7
1.4. <i>Arañas</i>	10
1.5. <i>Control químico de plagas: plaguicidas</i>	11
1.6. <i>Objetivos</i>	15
1.6.1. <i>Objetivo general</i>	15
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i>	15
1.7. <i>Hipótesis</i>	16
1.8. <i>Bibliografía</i>	17
CAPÍTULO 2	24
2. COMUNIDAD DE ARAÑAS ASOCIADAS AL CULTIVO DE ALCAUCIL.....	24
2.1 <i>Introducción</i>	24
2.2 <i>Área de estudio</i>	24
2.2.1 <i>Características particulares de cada cultivo</i>	27
Cultivo de alcaucil de 1 año de edad (CA1)	27
Cultivo de alcaucil de 4 años de edad (CA4).....	28
2.3 <i>Material y métodos</i>	28
2.3.1 <i>Diseño de Muestreo</i>	29
Método del aspirador (ASP).....	31
Trampas de caída (TRC)	31
2.3.2 <i>Actividades de laboratorio</i>	32
2.3.3 <i>Análisis de datos</i>	34
Análisis de diversidad alfa.....	36
Métodos paramétricos	37
Métodos no paramétricos	38
Análisis de diversidad beta	41
Análisis multivariante.....	42
Estructura de gremios.....	43
2.4. <i>Resultados</i>	45
2.4.1 <i>Abundancia relativa estacional</i>	49
2.4.2 <i>Análisis de diversidad alfa</i>	49

2.4.3 Analisis de diversidad beta	62
2.4.4 Análisis multivariante	64
2.4.5 Estructura de gremios.....	70
2.4.6 Flora espontánea	73
2.5. <i>Discusión</i>	74
2.6. <i>Bibliografía</i>	84
CAPÍTULO 3	93
3. EFECTOS ECOTOXICOLÓGICOS DEL INSECTICIDA IMIDACLOPRID EN <i>MISUMENOPS MACULISSPARSUS</i>	93
3.1 <i>Introducción</i>	93
3.2 <i>Material y métodos</i>	93
3.2.1 Colecta a campo	93
3.2.2 Cría y mantenimiento de colonias en laboratorio.....	95
3.2.3 Elección y Preparación de las arañas para el ensayo	96
3.2.4 Insecticida evaluado	97
Preparación de soluciones insecticidas	97
3.2.5 Métodos de exposición del organismo diagnóstico al insecticida	98
Vías de contaminación por ingestión	99
Vías de contaminación residual	102
Vía de contaminación tópica por contacto.....	104
3.2.6 Puntos finales de evaluación	105
3.2.6 Análisis estadístico.....	107
3.3. <i>Resultados</i>	109
3.3.1. Exposición por ingestión.....	109
Ingestión a través del agua de beber en esponja	109
Análisis de susceptibilidad entre estados de desarrollo.....	114
Ingestión a través del agua de beber por gota	114
Ingestión a través de presa tratada	115
3.3.2. Exposición residual	115
Exposición residual a través de papel de filtro seco.....	115
Exposición residual a través de papel de filtro húmedo.....	117
3.3.3. Exposición tópica por contacto	118
Exposición tópica	118
3.3.4 Evaluación de afectación neurotóxica-recuperación	118
3.4. <i>Discusión</i>	119
3.5. <i>Bibliografía</i>	125
CAPÍTULO 4	131
4. CONCLUSIONES	131

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por el otorgamiento de la beca y al Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE) por el lugar de trabajo como instituto y por el día a día a los integrantes.

A la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y a la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM) por la posibilidad de realizar el doctorado.

A mis directoras Tita y Marcela, por aceptarme como becaria, darme un espacio, apoyo, ayuda y enseñanza en estos cinco años.

A mi familia, Julia, Salvador y en especial a mis padres, María Adela y Néstor, por su apoyo incondicional desde mi primer día de facultad hasta hoy. Siempre incondicionales y al pie del cañón.

A Guido Borzi por la compañía, apoyo, ayuda y el día a día de todos los años.

A la familia Durante por dejarme muestrear en sus cultivos durante dos años, la predisposición y la buena onda, siempre.

A mis compañeros del laboratorio de arcnología y de ecotoxicología que cada uno en mayor o menor medida, colaboraron en esta tesis. A Andrea Armendano, Luis Giambelluca, Guillermo Reboledo, Marilina Fogel, Sandra González y Sergio Rodríguez-Gil.

A Jorge Barneche por la ayuda, predisposición y buena onda siempre. Y en mis primeros años de beca, a Marina Haramboure, Emilia Pérez y Luciana Mirande por la compañía.

A Pablo Addamo, Kevin Pons y Nicolás Lischetti por la ayuda en el campo y laboratorio.

A Lucia Zappalà por recibirme en Catania y aprender tanto de ella como de Michele Ricupero, Mario Naselli y Antonio Biondi.

A Cristian Grismado y Luis Piacentini por la gran ayuda en la determinación, y a Martín Ramírez por la pasantía en el Museo Argentino de Ciencias Naturales (MACN).

A Graciela Minardi por la gran ayuda en los análisis estadísticos.

A Gerardo Páez por la impresión de la tesis y la corrección del inglés, y a Ana Clara Ferreira por la lectura crítica.

A los amigos y familiares que siempre están.

Resumen

La biodiversidad está influenciada por los cambios físicos del ambiente como un resultado de las actividades humanas, las cuales actúan negativamente sobre los organismos a través de la pérdida del hábitat y la fragmentación de los sistemas naturales. Lo mismo ocurre en sistemas seminaturales o artificiales como son los sistemas agrícolas, con el uso desmedido de agroquímicos, principalmente plaguicidas, lo que ha provocado un aumento en la frecuencia de las perturbaciones de alta intensidad sobre los sistemas reduciendo la biodiversidad de los mismos y afectando en general a las especies más sensibles.

Dentro de los sistemas agrícolas, los hortícolas son sin dudas, los que muestran mayor disturbio ecológico. De la provincia de Buenos Aires, el Cinturón Hortícola Platense (CHP) es una de las principales regiones hortícolas del país. Dentro de los cultivos hortícolas, el alcaucil (*Cynara scolymus* L.) sobresale debido a que ha tenido durante los últimos años un auge a nivel nacional pero más aún a nivel regional. Para el año 2014, se calcularon unas 700 hectáreas plantadas en el Partido de La Plata, siendo este el mayor núcleo productivo del país.

Recientemente, existen estudios referentes a la toxicidad de plaguicidas sobre enemigos naturales en agroecosistemas de la provincia de Buenos Aires, evaluando a insecticidas convencionales, biorracionales y al herbicida glifosato sobre varios enemigos naturales relevantes asociados a las principales plagas del cultivo de soja y cultivos hortícolas. Sin embargo, la evaluación sobre arañas es aún incipiente.

Las arañas representan uno de los grupos faunísticos más diversos del reino Animal, actualmente con 47579 especies y 4092 géneros distribuidos en 117 Familias. Son los depredadores generalistas más numerosos en los ecosistemas terrestres y un grupo megadiverso a escala global. Por ser depredadores numérica y funcionalmente importantes en los agroecosistemas, cumplen un destacado rol como enemigos naturales de insectos plaga. Conjuntamente, las arañas son consideradas como buenas indicadoras de disturbios.

Durante la década del '90 aparecen los insecticidas neonicotinoides de amplio espectro, siendo el imidacloprid el primer compuesto en aparecer. Este grupo de insecticidas se ubica dentro de los neurotóxicos, actuando en el sistema nervioso central como antagonista de los receptores de acetilcolina nicotínicos postsinápticos de los insectos (nAChR), resultando el insecticida más eficiente para el control de insectos plaga suctores como los áfidos, mosca blanca, trips, algunos coleópteros, etc.

El objetivo de este trabajo de tesis doctoral se focalizó en estudiar las propiedades de la comunidad de arañas en cultivos de alcaucil del CHP y evaluar en laboratorio la susceptibilidad de la especie *Misumenops maculisparsus* (Keyserling) (Thomisidae) al insecticida imidacloprid, y su potencial rol como especie bioindicadora. Para el estudio de la comunidad, se compararon dos cultivos de diferente edad (1 año y 4 años). Por otra parte, se analizó el efecto del insecticida neonicotinoide imidacloprid utilizado ampliamente en cultivos de alcaucil, analizando efectos letales y subletales sobre juveniles y adultos de *M. maculisparsus*.

El área de estudio se localizó en el partido de La Plata, en la localidad de Los Hornos. El muestreo se realizó estacionalmente durante dos años consecutivos, desde agosto 2014 hasta Junio 2016 utilizando el método del aspirador y trampas de caída. Para la realización de los ensayos ecotoxicológicos se colectaron arañas procedentes de zonas libres de plaguicidas y criaron en bioterio.

El total de arañas recolectadas fue de 4826 ejemplares, incluidos en 19 familias, 41 especies y 24 morfoespecies. Las familias más numerosas fueron Linyphiidae con 1509 individuos, le siguió Lycosidae con 805, Oxyopidae con 301, Theridiidae con 216, Anyphaenidae con 206, Tetragnathidae con 140, Thomisidae con 128, Trachelidae con 123, Hahniidae con 115 y Gnaphosidae con 113 individuos.

Considerando el total de individuos recolectados se observó un mayor número de arañas capturadas en el cultivo más joven, excepto en otoño de 2016 donde fue mayor la recolección en el cultivo más longevo. En ambos cultivos la mayor cantidad de individuos se encontró en primavera de 2015 con 1207 individuos para el cultivo de 1 año y 493 para el cultivo de 4 años, mientras que las cantidades más bajas

correspondieron al verano de 2015 con 123 individuos y 124 respectivamente. La mayor cantidad de individuos, considerando los dos cultivos, fue obtenida por el método de muestreo del aspirador (N=2016 individuos) con respecto al número obtenido con trampas de caída (N=1506 individuos).

La riqueza específica (S) total fue de 65 especies/morfoespecies. En el cultivo de 1 año fue de S=55 especies y en el de 4 años fue de S=52. Los resultados para la dominancia, el índice de diversidad de Simpson, índice de Shannon y el índice de Margalef, fueron coincidentes con una alta diversidad.

Para evaluar la toxicidad se comenzó con la concentración máxima recomendada para su uso en el campo (175 mg i.a./l). De acuerdo al ensayo y con relación a la vía de exposición evaluada, la misma fue aguda (tópico, ingestión a través de presa tratada, e ingestión gota de agua) o crónica (residual e ingestión por agua de beber).

Los resultados mostraron una alta mortalidad en los adultos de *Misumenops maculisparsus* al ingerir la solución insecticida a través del agua de beber, mientras que en los juveniles no se observaron efectos letales. La longevidad se vio acortada a medida que se aumentaron las concentraciones. Los efectos no fueron los mismos en la exposición por contacto residual, donde se observó un efecto a largo plazo sobre la muda o longevidad en juveniles, resultando los porcentajes de arañas tratadas que mudaron más bajos que el control y donde la media del tiempo hasta la primera muda también se vio modificada. Los efectos causados por ingestión de presas tratadas no produjeron mortalidad en juveniles.

En todos los tratamientos realizados con *M. maculisparsus*, se vio una diferencia entre los efectos del imidacloprid sobre arañas juveniles y adultas, siendo estas últimas notablemente más susceptibles. Los juveniles además de mostrar más tolerancia al insecticida, presentaron una alta capacidad de detoxificación. Por lo general, en ensayos de ingestión, se vieron afectados en las primeras 72 hs pero luego se observó una importante recuperación en los siguientes 2-3 días. Esta recuperación puede estar relacionada a una actividad enzimática relevante en procesos de detoxificación, ya que el nivel de recuperación fue muy alto, siendo menor en el método de exposición a través de la gota.

Abstract

Biodiversity is influenced by physical changes in the environment as a result of human activities, which act negatively on organisms through the loss of their habitat and the fragmentation of natural systems. The same occurs in semi-natural or artificial systems such as agricultural systems, due to the excessive usage of agrochemicals, specially pesticides, which cause an increase in high intensity disturbances on the system, resulting in a reduction on their biodiversity and affecting the most sensitive species in general. Species richness is a natural and simple indicator to describe community and regional diversity and is basic to measuring disturbances at the ecological level.

Within agricultural systems, horticultural systems are undoubtedly the ones that show the greatest ecological disturbances. In the Buenos Aires province, the so-called "Cinturón Hortícola Platense" (CHP) is one of the main horticultural producing regions of Argentina. Within the horticultural crops of this region, the artichoke (*Cynara scolymus* L.) stands out because during the last years it had a national and regional production boom. During 2014, the La Plata municipality reported around 700 hectares of artichoke, making this area the largest productive center in the country.

The toxicity of pesticides for natural enemies in agroecosystems in the Buenos Aires province is mostly focused on evaluating conventional insecticides, biorationals and glyphosate herbicide on several important natural enemies associated with the main pests of soybean crops and horticultural crops. However, the evaluation of spiders as a natural enemy is still poorly constrained.

Spiders represent one of the most diverse faunal groups of the Animal kingdom, currently with 47,579 species and 4,092 genera distributed in 117 Families. Spiders are the most numerous generalist predators in terrestrial ecosystems and are a megadiverse group on a global scale. They are dominant predators in agroecosystems and because they are numerically and functionally important predators, they fulfill a prominent role as natural enemies of insect pests of agriculture. Altogether, spiders are considered good indicators of environmental disturbances.

During the 1990s, neonicotinoid broad-spectrum insecticides appeared on the market, with imidacloprid being the pioneer. This group of insecticides is grouped within the neurotoxics, affecting the central nervous system as an antagonist of the postsynaptic nicotinic acetylcholine receptors of insects (nAChR), and being the most efficient insecticide for insect pests control of suctors such as aphids, whitefly, thrips, coleoptera, etc.

The objective of this doctoral thesis was to analyze the properties of the spider community in artichoke crops and to evaluate the susceptibility to the imidacloprid pesticide of *Misumenops maculisparsus* (Keyserling) (Thomisidae) in the laboratory its potential role as a bioindicator. For spider community study, two artichoke crops of different age were compared within the CHP (1 and 4 years old). On the other hand, the effect of the neonicotinoid imidacloprid insecticide, widely used in artichoke cultures was analyzed, analyzing both its lethal and sublethal effects over young and adults of *M. maculisparsus*.

The study area is in the La Plata municipality, in the Los Hornos area. Sampling was carried out seasonally for two consecutive years, from August 2014 to June 2016 using a vacuum cleaner and fall traps (Pit-fall). To carry out the ecotoxicological tests, spiders were collected from areas free of pesticides and bred in a bioterium.

The total number of spiders collected during this time was 4826 specimens, including 19 families, 41 species and 24 morpho-species. The largest families were Linyphiidae with 1509 individuals, followed by Lycosidae with 805, Oxyopidae with 301, Theridiidae with 216, Anyphaenidae with 206, Tetragnathidae with 140, Thomisidae with 128, Trachelidae with 123, Hahniidae with 115 and Gnaphosidae with 113 individuals.

Considering the total of collected individuals, a greater number of spiders was observed in the younger crop, except during the autumn of 2016, where the spider harvest was greater for the 4 years old crop. In both cases, the highest number of individuals was found during the spring of 2015, with 1207 individuals and 493 respectively, while the lowest quantities corresponded to the summer of 2015 with 123 individuals and 124 respectively. The largest number of individuals considering the

sum of the two crops, was obtained by the aspirator sampling method (N = 2016 individuals) with respect to the number obtained with fall traps (N = 1506 individuals).

The total specific richness (S) was 65 species / morpho-species. The 1-year old crop it was S = 55 species and in the 4-year old one it was S = 52. The results for dominance, Simpson diversity index, Shannon index and Margalef index were all coincident with a high diversity.

To evaluate the toxicity, we started with the maximum recommended concentration for its use in the field (175 mg ia / l). According to the trials and in relation to the exposure route, the results were acute (due to topical, ingestion through treated prey, and water drop ingestion) or chronic (resulting from residual and ingestion by drinking water).

The results showed a high mortality in adults of *Misumenops maculisparsus* due to ingestion of the insecticide solution through drinking water, while in juveniles no lethal effects were observed. The longevity was shortened as concentrations increased. The effects were not the same in exposures by residual contact, where a long-term effect on the moult or longevity in juveniles was observed, resulting in moulting rates below the control group values and also in shorter mean times for the first moult to occur.

The effects caused by ingestion of treated prey did not produce mortality in juveniles. In all treatments with *M. maculisparsus*, a difference was seen between the effects of imidacloprid on juvenile and adult spiders, the latter being notably more susceptible. The juveniles in addition to showing more resistance to the pesticide presented a higher detoxification capacity. In general, in ingestion trials, they were affected in the first 72 hours but then an important recovery was observed in the following 2-3 days. This recovery may be related to a relevant enzymatic activity in detoxification processes, since the level of recovery was very high, being lower in the exposure method "through the drop".

CAPÍTULO 1

Introducción

La palabra agricultura deriva del latín *ager* que significa “campo” y *cultura* que significa “cultivo”, por lo que se define como el arte de cultivar la tierra.

Las plantas cultivadas, también llamadas cultígenos, requieren de varios años de domesticación y se genera un vínculo tan estrecho con el hombre que es necesaria su mano para prosperar, ya que son incapaces de reproducirse por sí solas (Krapovickas 2010).

El cultivo de plantas es una práctica que se realiza desde hace más de 13000 años. Sus orígenes conocidos son de Medio Oriente y del Mediterráneo, donde se comenzó cultivando trigo y cebada principalmente, mientras que en América los primeros registros de cultivos de plantas datan de 10.000 años a.C. Se calcula que entre los 8000 y 7000 años a.C. se comienza a cultivar ají, porotos, papa y maíz. Aproximadamente desde 6000 años a.C. se comenzó con el cultivo de quínoa, zapallo, mate y guayaba; y desde 2500 años a.C. se incorporan maní, achira, algodón, batata y mandioca (Pearsal 1992).

En nuestro continente, previamente a la llegada del hombre europeo, se realizaban cultivos de numerosos vegetales que hoy en día son de gran importancia, y que en Europa se desconocían por completo hasta ese momento. Entre esos vegetales se encontraban papa, batata, zapallo, tomate, porotos, maíz, girasol, ananá y palta, entre otros. De mucha importancia también, fueron los condimentos y especias como la vainilla, el ají molido y varias pimientas. El cacao, planta de gran importancia actualmente a nivel mundial, también es originaria de América del Sur (Dawson 1960). Una curiosidad que G. Dawson (1960) nombra en su libro, es el afán que tuvieron los españoles por buscar tesoros minerales, que los cegó ante otras riquezas que ofrecían los suelos americanos; entre ellas, las plantas alimenticias. Para 1960, el valor de la cosecha mundial de papas de un solo año fue muy superior a todo el oro que España pudo extraer de México y Perú.

La agricultura es el recurso más importante con el que cuenta el hombre para abastecerse de alimento. El Banco Mundial calculó para el 2015 ([The World Bank 2018](#)) aproximadamente 4800 millones de hectáreas de tierra agrícola en el mundo, lo que representa el 37,6% del total del suelo disponible. Cada país se caracteriza por los cultivos que mejor se adaptan a las condiciones climáticas locales y a las características del suelo, lo que les da particularidad y especialización a cada región. De esas 4800 millones de ha de superficie cultivada a nivel mundial, 148 millones corresponden a la superficie cultivada en Argentina, que en relación a su superficie total de 2,8 millones de km², representa el 54,3% de tierra agrícola ([The World Bank 2015](#)). Por lo tanto, el rol de la agricultura en Argentina es más que relevante, ya que más de la mitad de su superficie está ocupada por suelo de uso agrícola.

Existen fundamentalmente dos tipos de producción agrícola en Argentina: la agricultura intensiva, abarcando grandes áreas de cultivo y enfocada principalmente al comercio, y la agricultura más tradicional (en relación a lo que demanda el consumidor local) que incluye la horticultura. El término horticultura deriva de dos palabras con raíces latinas, “hortus” y “cultura” cuyo significado es huerto y cultivo respectivamente, entendiéndolo como cultivo en huertas. Esta actividad está basada en la producción de hortalizas (verduras y legumbres) donde las plantas se cultivan en huertos (cultivo de regadío).

De manera intensiva en amplias superficies, en Argentina, se cultivan principalmente soja, maíz, trigo, sorgo, girasol y mijo. Estos cultivos se concentran principalmente en la Pampa húmeda (Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe) ([Datos agroindustriales 2017](#)), aunque la frontera agrícola con la incorporación de cultivos genéticamente modificados se ha ampliado en los últimos diez años ([Datos agroindustriales 2017](#)). En cuanto a la producción hortícola, se destacan por su importancia económica las producciones de papa, tomate, cebolla, batata, zapallo, zanahoria, lechuga y ajo ([Rocco y Ruiz Arregui 2016](#)). Las provincias más destacadas según el último Censo Nacional Agropecuario del 2002 fueron Buenos Aires, Mendoza, Córdoba, Salta, Santiago del Estero y Misiones ([Instituto Nacional de Educación Tecnológica 2010](#)).



Dentro de las zonas hortícolas de la provincia de Buenos Aires, el Cinturón Hortícola Platense (CHP) (Fig. 1-1) es una de las principales sectores productivos del país. En el año 2005 contaba con un área de 7538 ha cultivadas, tanto a campo como en invernáculo ([Censo Provincial Hortiflorícola 2005](#)).

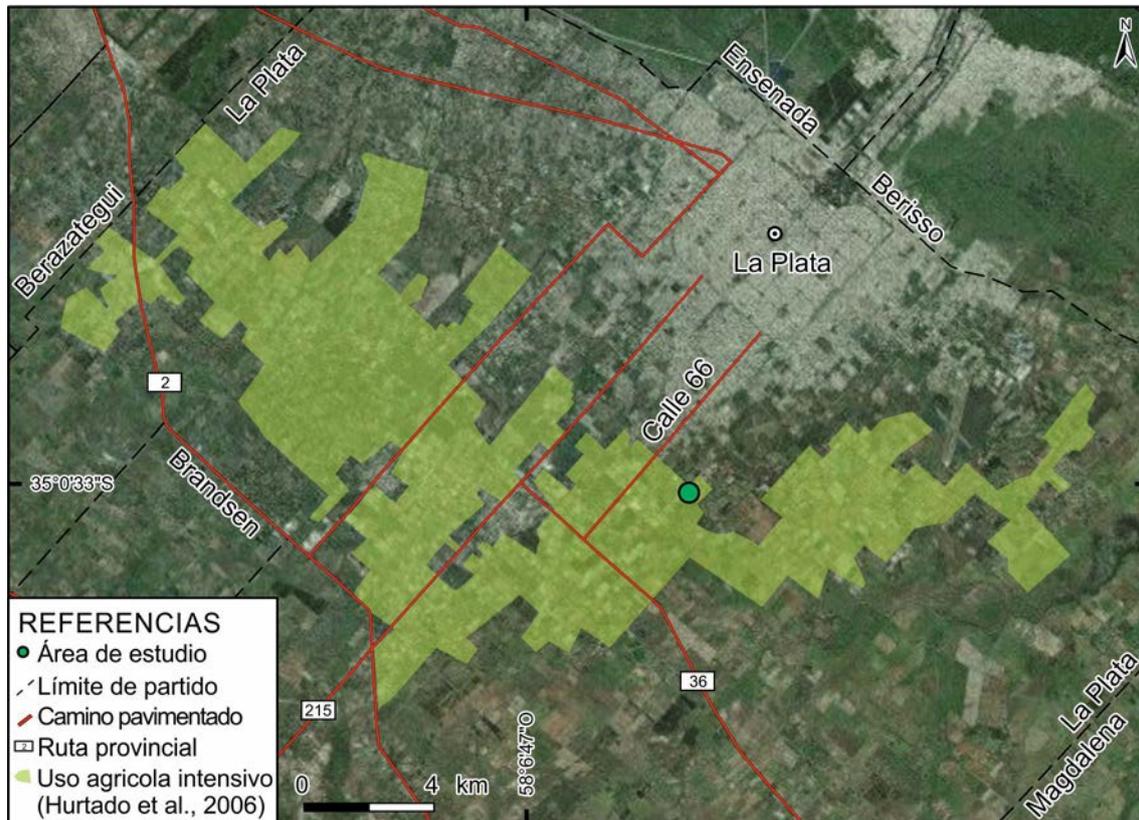


Fig. 1-1. Imagen satelital del Cinturón Hortícola Platense (CHP) (Buenos Aires, Argentina) (Hurtado et al. 2006). El punto verde indica el área de estudio seleccionada.

En los sistemas agrícolas pueden desarrollarse cultivos mixtos o policultivos, donde se establece más de un cultivo en una misma superficie; y por otro lado pueden desarrollarse los llamados monocultivos, impulsados por la llamada “revolución verde” ([Cecoon 2008](#)).

El monocultivo se caracteriza por la siembra de un mismo cultivo de una misma especie, en una superficie determinada. Este tipo de cultivos fomenta la aparición de organismos fitófagos, que debido a la concentración de recurso disponible, se convierten en plagas causando daño económico por disminuir la producción. El aumento poblacional de organismos plaga trajo aparejado el aumento exponencial del uso de plaguicidas para su control, aumentando la contaminación ambiental y

afectando a una gran cantidad de vertebrados, incluyendo al hombre (Walker 2003). A su vez, el uso desmedido de plaguicidas, disminuye notablemente la biodiversidad de los agroecosistemas, reduciendo la presencia de enemigos naturales de las plagas y otros artrópodos benéficos como los polinizadores, los cuales se ven atraídos principalmente por la variedad de plantas, flores y presas.

Un tipo de monocultivo a nivel hortícola que se desarrolla en Argentina y sobre todo en el CHP, es el cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*). El alcaucil se destaca dentro de los cultivos hortícolas debido a que ha tenido un auge durante los últimos años a nivel nacional y, más aún, a nivel regional. Del total de la superficie cultivada con alcaucil en nuestro país, el CHP cuenta con más del 60% (Kebab y Riccetti 2009).

1.2. Alcaucil: orígenes, variedades y características

Cynara scolymus L, es una planta que pertenece a la familia Asteraceae. La inflorescencia, previamente a desarrollarse como flor, es la parte comestible de esta planta. Esta está formada por brácteas que encierran al receptáculo carnoso, englobando una gran cantidad de flores en su interior. En Argentina, se la conoce más comúnmente como alcaucil o alcachofa, términos que derivan del árabe “arsciuh” o “al-karshuf” cuyo significado es “espina de tierra” o “planta que pincha”. Es una hortaliza con una gran cantidad de beneficios, tiene un alto contenido de vitaminas C y B1, es rica en inulina, tiene bajo contenido en grasas y es rica en fibras.

Su origen se remonta a la región mediterránea donde fue objeto de varias selecciones por parte de los musulmanes españoles y de los italianos de la Edad Media, de las cuales quedaron la mayor parte de las variedades existentes actualmente (Maroto 2014).

Argentina posee numerosos años de historia productiva y comercial en referencia al cultivo de alcaucil. Sus inicios fueron se deben a la llegada de los italianos y españoles a comienzos de 1900, durante la primera guerra mundial, trayendo con ellos variedades de alcaucil que rápidamente se adaptaron al suelo argentino. Junto con las variedades también trajeron las prácticas de cultivo y las formas de consumo de Europa. Un poco después de la llegada de los inmigrantes y con ellos, la implantación

del cultivo en Argentina había alcanzado aproximadamente 4000 hectáreas de superficie cultivada, la cual se redujo a partir de 1980 y se estabilizó en relación al consumo interno (Larrazabal 2014).

La superficie cultivada de alcaucil en el país durante el año 2007 se calculó en alrededor de 4600 hectáreas, con una producción total de 90000 toneladas. Para el año 2014 Larrazabal (2014), calcularon unas 700 hectáreas plantadas en el Partido de La Plata (el mayor núcleo productivo con aproximadamente el 64% de la superficie total del país), alrededor de 400 ha en las provincias de San Juan y Mendoza, de 200 ha en la ciudad de Rosario (Santa Fe) y otras superficies muy reducidas en los cinturones hortícolas de grandes ciudades como Mar del Plata (Buenos Aires), y de provincias como Córdoba y Tucumán. Teniendo un total aproximado de 2000 hectáreas con un rendimiento de 12 t/ha en el país, la producción es destinada básicamente al mercado en fresco, con cifras de consumo anual per cápita de 2,6 kg (Larrazabal 2014).

Las tres variedades principales de alcaucil cultivadas en Argentina son Romanesco, Ñato y Blanco o Blanco San Juan (García et al. 2014).

La variedad **Romanesco** es la más extendida y cultivada en la zona de La Plata y el Cinturón Hortícola de Rosario. Se caracteriza por cabezas semiesféricas, brácteas violetas con esfumaciones verdes y por carecer de espinas. Su peso varía entre los 200 y 250 g. Su producción comienza a fines de junio y se extiende hasta finales de agosto. Su origen es italiano, de la región del Lazio. Se lo conoce vulgarmente como francés, francés precoz o ñato francés debido a que por mucho tiempo los propios italianos querían mantener en secreto su origen diciendo que provenía de Francia.

La variedad **Ñata**, también conocida como ñato criollo o violeta, se encuentra en el Cinturón Hortícola de Rosario. Es una variedad de brácteas violetas con verde, muy compactas. Su peso es muy similar al del Romanesco, varía entre los 200 y 300 g. La producción es entre septiembre y noviembre. Fue la variedad más cultivada en la década del 80, pero su producción al ser un poco tardía, se reemplazó en gran parte por el Romanesco.

Por último, la variedad **Blanco o Blanco San Juan**, es de cabeza ovalada, color verde claro, compacto y pequeño, pesa entre 140 a 160 g. La producción es desde principios de marzo a finales de mayo, y de julio a mediados de septiembre. Esta variedad corresponde a la variedad española Blanca de Tudela, traída por los inmigrantes españoles. Comenzó a cultivarse en la provincia de San Juan y de ahí proviene su nombre.

1.2.

La forma de propagación más utilizada en la zona de La Plata y Rosario es a través de multiplicación por hijuelos o esquejes (reproducción asexual). El otro método de propagación es a través de semillas, método generalmente más utilizado solo al iniciar el cultivo con nuevas variedades. Las semillas híbridas o de las variedades deben ser compradas, ya que la calidad de las semillas que produce la planta luego de la floración en el campo no se considera suficiente para dar una buena producción. Es un cultivo de ciclo anual, pero considerado perenne por mantenerse por períodos de 3 o 4 años, pudiéndose prolongar hasta 5 o más años pero a costa de una baja en el rendimiento según información suministrada por productores locales.

Las plantas se colocan sobre lomos con la tierra descubierta o cubierta con polietileno negro. Algunos productores utilizan el método de “mulching” (cubrir con mantillo) que consiste en cubrir los lomos con polietileno negro que permite mantener la humedad de la tierra reduciendo el uso de agua para riego, evita el crecimiento de malezas, protege de la erosión y actúa de protector de las raíces frente al frío. Asimismo, esta práctica genera gran cantidad de residuo plástico, el cual es costoso, no deja pasar los rayos del sol, evita la infiltración del agua de lluvia a la tierra, e inhibe el desarrollo de fauna benéfica, favoreciendo también el crecimiento de hongos.

Durante la época de cosecha, la misma se realiza de forma manual, cortando con cuchillo las inflorescencias, y finaliza cuando las altas temperaturas no dejan producir capítulos de calidad.

La ciudad de La Plata, siendo la mayor productora de alcaucil del país, fue declarada capital del alcaucil. En honor a esto se celebra anualmente la “Fiesta del alcaucil”. El primer evento tuvo lugar en el año 2007 y a partir de esa fecha se realizó

ininterrumpidamente hasta el día de hoy. En el año 2015 fue realizado coincidentemente en esta ciudad el “IX International Symposium on artichoke, Cardoon and their wild relatives”, un importante evento internacional.

En cuanto a los organismos fitófagos asociados al cultivo de alcaucil en la ciudad de La Plata, sobresalen los pulgones (Heteroptera: Aphididae), principalmente el pulgón del alcaucil *Capitophorus eleagni* Del Guercio, el pulgón negro *Aphis fabae* Scopoli, y el pulgón de algodón, *A. gossypii* Glover (Strassera et al. 2013). Esto difiere mucho de lo que sucede en otras regiones productivas de este cultivo a nivel mundial, como lo que reporta Soria (2017), quien detalla a numerosos organismos plaga presentes en plantaciones en España, entre ellas, orugas barrenadoras (*Gortyna xanthenes* Germar y *Ostrinia nubilalis* Hübner) y defoliadoras, caracoles, babosas, tijeretas (*Forficula auricularia* L.), gusano gris (*Agrotis segetis* Hübner), minador o submarino (*Liriomyza trifolii* Burgess y *L. huidobrensis* Blanchard) y trips (*Frankiniella occidentalis* Pergande). Otros estudios, en este mismo país, citan al eriófido del alcaucil *Aceria neocynarae* Keifer (González Núñez et al. 2002). En cuanto a enfermedades, Soria (2017) nombra la oidiopsis (*Leveillula taurica* (Lév.) G. Arnaud) y otras producidas por hongos (*Alternaria* sp. y *Bremia lactucae* Regel), algunas enfermedades de suelo y vasculares transmisibles por el material vegetal (*Rhizoctonia solani* Kühn y *Verticillium dahliae* Kleb) y una serie de virus (virus latente de la alcachofa, potivirus transmisibles por pulgones, virus del marchitamiento de las habas, entre otros).

En el cinturón hortícola platense, se han encontrado numerosos organismos benéficos como enemigos naturales, entre ellos depredadores Coccinellidae y arañas, parasitoides Braconidae, etc. (Strassera et al. 2013).

1.3. Biodiversidad de los sistemas agrícolas

El término biodiversidad se acuñó a finales de los años 80 y significa diversidad verdadera o variedad biológica. La diversidad actual es el resultado de un complejo e irrepetible proceso evolutivo (Moreno 2001). Su medición y conservación es una temática de fundamental preocupación en el mundo (Shmida y Wilson 1985, Whittaker et al. 2001, Linke y Norris 2003).

Los cambios físicos del ambiente, principalmente producto de las actividades humanas, afectan a los organismos a través de la fragmentación y pérdida del hábitat (Hunter 1996, di Castri y Younes 1996, Isaacs et al. 2009). Desde el punto de vista ecológico, las alteraciones constituyen disturbios, componentes importantes de los sistemas naturales. El ser humano puede actuar impidiendo o aumentando la ocurrencia de disturbios naturales o provocando nuevos a través de sus actividades.

1.3.

La agricultura transforma a los ambientes naturales en áreas propicias para producir alimentos, bienes y servicios ecosistémicos (Wood et al. 2000). Gran parte de la pérdida de los hábitats naturales durante el siglo pasado fue causada por el gran desarrollo de la agricultura (Verhoef y Morin 2010). El desarrollo de monocultivos fomentó la presencia de plagas en grandes cantidades y, de la mano, el aumento en el uso de plaguicidas. Actualmente la agricultura ha comenzado un cambio en las prácticas habituales hacia caminos y manejos más sustentables y más amigables con el ambiente. Este camino se enfoca en el uso de técnicas menos contaminantes, erosivas y perjudiciales para la salud humana y para la biodiversidad. Entre estos manejos se encuentran el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y la Agroecología (Smith y Reynolds 1966, Sarandón et al. 2006).

El MIP se refiere a un paradigma en el manejo de plagas utilizando técnicas compatibles entre sí, con el objetivo de mantener las poblaciones de fitófagos plaga por debajo de los niveles de daño económico (Smith y Reynolds 1966). Este manejo combina e integra métodos de control químicos, culturales, etológicos, biológicos, entre otros, con el fin de reducir las pérdidas económicas (Kogan y Jepson 2007, Márquez 2014).

Por otro lado, la agroecología, es un tipo de manejo cuya finalidad es la búsqueda de agroecosistemas sustentables, uniendo conocimientos multidisciplinarios de agronomía, ecología y sociología, principalmente. Una agricultura sustentable puede mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de una población dentro de un uso racional de los sistemas naturales (Sarandón et al. 2006). Para lograrlo, un manejo sustentable de los agroecosistemas necesita tener en cuenta las interacciones de todos sus

componentes físicos, biológicos, socioeconómicos y el impacto ambiental que éstos producen (Sarandón y Flores 2014).

Existe una gran variedad de insecticidas, funguicidas, herbicidas, etc., que son perjudiciales tanto para quienes van dirigidos (*organismos blanco*) como para los organismos que no son el objetivo a tratar (*organismo no blanco*). Uno de los grandes disturbios producidos por la agricultura es el uso desmedido de agroquímicos, principalmente plaguicidas, dando como resultado una importante disminución de la biodiversidad. El uso de estas sustancias provoca una disminución en la riqueza de especies y/o afectación en ciertos parámetros biológicos como por ejemplo, en el caso de las arañas, producción de huevos, construcción de telas, depredación, etc. (Benamú et al. 2010).

El control químico de plagas, uno de los métodos que incluye el MIP, se refiere al control de las plagas mediante el uso de plaguicidas. En el marco del MIP y en pos de una agricultura sustentable, los plaguicidas para ser utilizados deberían ser selectivos. Para esto, existen diferentes maneras de estudiar el impacto de los plaguicidas. El más utilizado es analizando el impacto que ejercen, o los efectos que producen, sobre los organismos que no son el objetivo, como son los enemigos naturales y, dentro de ellos, los depredadores como las arañas.

La toxicidad de plaguicidas sobre enemigos naturales en agroecosistemas de la provincia de Buenos Aires se estudia aproximadamente desde el año 2006, evaluando a insecticidas convencionales, biorracionales y al herbicida glifosato sobre varios enemigos naturales relevantes asociados a las principales plagas del cultivo de soja y cultivos hortícolas (Schneider et al. 2006, 2008, 2009, 2013, Rimoldi et al. 2008, 2012, 2017, Benamú et al. 2010, 2013, Francesena et al. 2012, 2018, Mirande et al. 2010, Haramboure et al. 2010, 2013, Fogel et al. 2009, 2013, 2016). Sin embargo, la evaluación sobre arañas es aún incipiente, resultando relevante en cuanto a la conservación de estos organismos en los sistemas, en el marco del MIP. En este sentido, estudios recientes han demostrado la alta susceptibilidad a plaguicidas en la araña tejedora *Alpaida veniliae* Keyserling asociada al cultivo de soja (Benamú et al.

2010, 2013), aun así existen escasos estudios en lo que respecta a la susceptibilidad a plaguicidas en arañas.

1.4. Arañas

Las arañas representan uno de los grupos faunísticos más diversos del reino Animal, actualmente con 47 579 especies y 4 092 géneros distribuidos en 117 Familias ([World Spider Catalog 2018](#)). Las arañas son los depredadores generalistas más numerosos en los ecosistemas terrestres y son un grupo megadiverso a escala global ([Cardoso et al. 2011](#)). Son depredadores dominantes en los agroecosistemas ([Kromp y Steinberger 1992](#), [Clark et al. 2004](#)) y por ser depredadores numérica y funcionalmente importantes, cumplen un destacado rol como enemigos naturales de insectos plaga de la agricultura ([Riechert y Bishop 1990](#), [Wise 1993](#), [Rinaldi 1998](#), [Benamú 1999](#), [Armendano y González 2010](#)). Conjuntamente, las arañas son consideradas como buenas indicadores de disturbios ([Riecken 1999](#), [Marc et al. 1999](#), [Clark et al. 2004](#)).

En el cultivo de alcaucil se han estudiado los organismos fitófagos y enemigos naturales asociados y se han encontrado varias familias de arañas relacionadas al cultivo (Salticidae, Thomisidae, Lycosidae, etc.) ([Strassera et al. 2013](#)), pero solo se ha mencionado la presencia de arañas sin incluir estudios a nivel comunidad, ni determinaciones de diversidad y riqueza de especies, ni el accionar de plaguicidas sobre ellas. Además debido a que en el cultivo se mantienen las mismas plantas durante cinco años aproximadamente, sus portes difieren entre los cultivos jóvenes y los más viejos. Esto da lugar a una diferencia estructural dada por plantas de menor porte y presencia de senescentes, así como mayor acceso de la luz solar al suelo en los cultivos más viejos.

Dentro de los sistemas agrícolas, los sistemas hortícolas son sin dudas los que muestran mayor disturbio ecológico ([Botto et al. 1998](#), [Gabarra 2002](#)). En Argentina se realizaron estudios sobre arañas y sus efectos en diferentes cultivos extensivos como trigo, maíz, alfalfa, algodón y soja (convencional y transgénica) ([Minervino 1996](#), [Liljesthrom et al. 2002](#), [Beltramo et al. 2006](#), [Armendano 2008](#), [González et al. 2009a,b](#), [Armendano y González et al. 2010](#), [2011b](#), [Almada et al. 2012](#)). Esto contribuyó a obtener conocimientos ecológicos sobre las arañas en los

agroecosistemas. Sin embargo, en la actualidad se cuenta con poca información sobre la comunidad de arañas y su accionar referente a cultivos hortícolas.

Las arañas se comenzaron a estudiar con tal fin no hace mucho tiempo (Benamú 2010, Almada 2014). Si bien son depredadoras generalistas, en monocultivos se comportan de manera más especialista debido a una mayor disponibilidad de determinadas presas sobre otras, alimentándose de organismos plaga y ayudando, en parte, a su control. Más importante aún, son bioindicadoras de la calidad ambiental gracias a su vulnerabilidad a los plaguicidas, evidenciando que la presencia de arañas en cultivos es una buena señal de calidad ambiental.

Para el tratamiento de las distintas plagas (tanto organismos animales como vegetales, y enfermedades) se utilizan diferentes tipos de plaguicidas: insecticidas, herbicidas, funguicidas, etc.

1.5. Control químico de plagas: plaguicidas

Los plaguicidas son sustancias químicas destinadas para su uso en la agricultura y salud pública, para controlar el desarrollo de plagas y así poder aumentar la producción de alimento y facilitar el progreso de la agricultura (Stenersen 2004). Se clasifican según el tipo de plaga a la que tratan (fungicidas, alguicidas, herbicidas, insecticidas y acaricidas, nematocidas, etc.) y se los nombra según su composición química o acción.

En la antigüedad, para combatir las plagas se usaban fundamentalmente compuestos inorgánicos como el arsénico y otros compuestos sulfurados y derivados de plantas, sin mucha eficiencia (Pérez et al. 2013).

Los plaguicidas de amplio espectro surgen en el mercado en la década del '40. El primer plaguicida sintético en ser comercializado masivamente fue el DDT (diclorodifeniltricloroetano), perteneciente al grupo de los organoclorados. Este plaguicida comienza a utilizarse después de la Segunda Guerra Mundial con el fin de controlar al mosquito de la malaria *Anopheles gambiae*, Giles y posteriormente su uso se extendió indiscriminadamente para el control de plagas agrícolas y urbanas

(Stenersen 2004). El uso excesivo del DDT se detalla en el libro “Primavera silenciosa” a modo de recordatorio (Carson 1962).

El éxito del DDT llevó a la producción de nuevos compuestos organoclorados, a los que se le sumaron los organofosforados, carbamatos y posteriormente los piretroides (Isman y Akhtar 2007).

En la época de la postguerra, comenzando en la década del 40 y profundizándose en los '50 y '60, sucede la conocida “Revolución verde”. Esta revolución consistió en el uso de cultivares de alto rendimiento, con una explotación intensiva, elevado riego artificial, una fuerte mecanización, y un uso intensivo de fertilizantes y plaguicidas. Comenzó a probarse en Latinoamérica, principalmente en México (Cecoon 2008).

Sin embargo, junto con el gran aumento de producción, vino la fuerte degradación, esterilización y erosión de los suelos los cuales se volvieron dependientes de técnicas artificiales para su buen funcionamiento como bases de cultivo; la contaminación de las aguas subterráneas debido al uso excesivo de plaguicidas (principalmente con nitratos) y el deterioro de las aguas superficiales generando desequilibrios biológicos. Asimismo, la compactación de suelos por el uso excesivo de maquinaria pesada; la mortandad de los enemigos naturales debido al uso de los insecticidas de amplio espectro; el desarrollo de mutaciones genéticas en los organismos plaga generando individuos resistentes a los plaguicidas y, por consiguiente, el resurgimiento de plagas principales y secundarias con consecuencias mucho más dañinas por la ausencia o disminución de sus enemigos naturales.

En la década del '70 se comienzan a comercializar los piretroides, insecticidas de amplio espectro, neurotóxicos, obtenidos a partir del piretro extraído de ciertas especies de *Chrysanthemum* sp (Elliott y Janes 1978). Inicialmente fue utilizado para controlar garrapatas, pulgas y mosquitos. En la actualidad se lo considera tóxico para insectos, mamíferos y peces, de fuerte adherencia al suelo y con una persistencia de meses antes de su degradación (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades 2003).

Más recientemente, durante la década del '90 aparecen los insecticidas neonicotinoides de amplio espectro, siendo el imidacloprid el primero del grupo en aparecer y al que le siguieron 10 años después, 6 neonicotinoides más, el acetamiprid (1995), el nitenpyram (1995), el thiamethoxam (1998), el thiacloprid (2000), el clothianidin (2001) y el dinotefuran (2002) (Elbert et al. 2008), y con nuevas moléculas en la actualidad (Cutler et al. 2012). Este grupo de insecticidas se ubica dentro de los neurotóxicos, actuando en el sistema nervioso central como antagonista de los receptores de acetilcolina nicotínicos postsinápticos de los insectos (nAChR) (Blacquiére et al. 2012). El imidacloprid es un insecticida de alta eficacia para el control de insectos plaga succionadores como los áfidos, mosca blanca, trips, algunos coleópteros, etc. Es aplicado sobre las hojas, el suelo o las semillas, y se distribuye de forma sistémica por la planta, incluso se mueve a través del xilema, pudiendo proteger los nuevos brotes (Elbert et al. 2008).

El imidacloprid [1-(6-cloro-3-piridilmetil)-2-nitroimino-imidazolidin] / CAS 138261-41-3 (Fig. 1-2) se crea en 1991, comercializado por la empresa Bayer CropScience, siendo usado ampliamente para el control de plagas en los cultivos. Dentro del grupo de los neonicotinoides, es considerado como el más exitoso desde el punto de vista del control de fitófagos succionadores plaga. Este insecticida muestra toxicidad sobre algunos vertebrados, pero principalmente sobre insectos debido a la gran afinidad que tiene con el receptor de acetilcolina nicotínico presente en el sistema nervioso de estos, grupo con la mayor cantidad de este tipo de receptores del reino animal (Matsuda et al. 1998, 2001; Yamamoto et al. 1995; Elbert et al. 2008; Gibbons et al. 2015). Existe una gran cantidad de bibliografía relacionada al efecto negativo que produce este insecticida sobre insectos benéficos como las abejas y algunos vertebrados, debido a que los residuos de este plaguicida pueden quedar en el polen y néctar de las plantas (Desneux et al. 2007, Blacquiére y Smagghe 2012, Brandt et al. 2016).

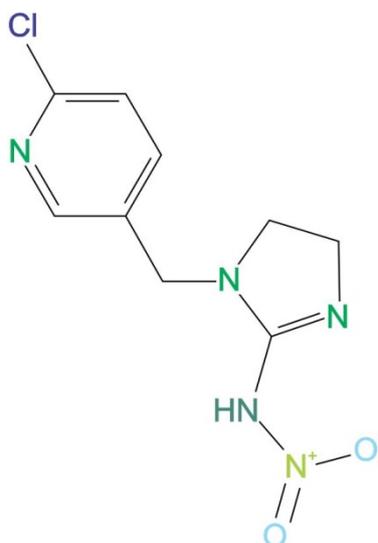


Fig. 1-2. Estructura química del imidacloprid. Imagen redibujada de ChemSrc.

Finalmente, los plaguicidas biorracionales surgen como respuesta a una mayor selectividad, baja toxicidad para los humanos y otros vertebrados, descomposición en pocas horas y menor impacto al ambiente y a la salud humana (O'Farril-Nieves 2008). Son sustancias de origen natural o sintético que afectan al organismo blanco y tienen bajos niveles de toxicidad para el resto de las especies, actuando sobre procesos fisiológicos y bioquímicos. Ejemplos de estos son los aceites esenciales, los insecticidas botánicos (como la azadiractina, aceites esenciales, extracto de ají, piretrinas, etc.), los jabones, los derivados microbianos (bacterias del género *Bacillus*, los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales), nematodos entomopatógenos portadores de *Xenorhabdus luminescens*, spinosad, virus, etc.), los minerales (como el azufre, tierra de diatomeas, etc.), los reguladores del crecimiento de insectos o IGR (inhibidores de quitina, miméticos de la hormona juvenil, miméticos de la hormona de la muda, etc.) y las feromonas sexuales utilizadas en trampas para captura masiva o para confundir al macho y reducir la reproducción (O'Farril-Nieves 2008). Estos productos, muchas veces por su elevado costo son de baja implementación en la Argentina (Fogel et al. 2016, Francesena et al. 2017, Rimoldi et al. 2017, Francesena y Schneider 2018).

El objetivo de esta tesis doctoral se focalizó en analizar las propiedades de la comunidad de arañas en cultivos de alcaucil. Para esto se compararon dos cultivos de diferente edad del CHP y se buscaron las posibles explicaciones a las diferencias. Por otra parte, se analizó el efecto del insecticida neonicotinoide imidacloprid utilizado

ampliamente en cultivos de alcaucil sobre las arañas, organismos *no blanco* de estos insecticidas. Se analizaron efectos letales y subletales a través de diferentes vías de exposición, considerando el rol de estas arañas tanto como controladoras de plagas como bioindicadoras de calidad ambiental.

1.6. Objetivos

1.6.

1.6.1. Objetivo general

Contribuir al conocimiento de la comunidad de arañas asociadas al cultivo de alcaucil con el fin de definir su rol como biocontroladoras de insectos plaga y como bioindicadoras de disturbios de origen antrópico como es el uso de plaguicidas para el control de plagas agrícolas.

1.6.2. Objetivos específicos

- 1) Conocer y evaluar la diversidad de gremios y la composición, riqueza y abundancia de especies de la araneofauna, y relacionarlas con la edad del cultivo de alcaucil.
- 2) Describir la riqueza y abundancia de arañas en cultivos con diferente complejidad estructural de la vegetación.
- 3) Evaluar la diversidad alfa y beta de la comunidad de arañas, en términos de abundancia y riqueza de especies en cultivos de alcaucil.
- 4) Conocer las variaciones estacionales de las especies de arañas más abundantes.
- 5) Conocer los cambios de las asociaciones de especies de acuerdo a la estación del año y a la antigüedad del cultivo.
- 6) Determinar en laboratorio los efectos ecotoxicológicos de un insecticida muy utilizado en cultivo de alcaucil sobre una especie de araña hallada en el mismo, mediante diferentes vías de exposición, haciendo hincapié en los efectos a largo plazo.
- 7) Protocolizar nuevos métodos de exposición de la araña objeto de estudio al insecticida, principalmente de la vía de exposición tópica.

1.7. Hipótesis

Hipótesis 1: La comunidad de arañas está afectada por los cambios estacionales.

Hipótesis 2: El uso del insecticida imidacloprid impacta negativamente sobre los parámetros bio-ecológicos de las arañas, resultando relevante como bioindicadoras de disturbios de origen antrópico por el uso de plaguicidas.

Hipótesis 3: El imidacloprid afecta en forma diferencial de acuerdo al estado de desarrollo de *Misumenops maculissparsus*, mostrándose mas susceptible el adulto que el estado juvenil.

Hipótesis 4: La susceptibilidad de *Misumenops maculissparsus* al insecticida imidacloprid depende de la vía de exposición al mismo, existiendo diferencias de sensibilidad entre los métodos utilizados.

1.7.

1.8. Bibliografía

- **Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR).** 2003. Resumen de salud pública. Piretrinas y piretroides. Departamento de salud y servicios humanos de los EE.UU. Servicio de Salud Pública. Atlanta, Estados Unidos.
- **Almada M., Sosa M.A. y González A.** 2012. Araneofauna (Arachnida, Araneae) en cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) transgénicos y convencionales en el Norte de Santa Fé, Argentina. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.) 60 (2):611-623.
- **Almada M.** 2014. Biodiversidad y densidad de arañas (Araneae) en un sistema agropastoril, tendientes a mejorar el impacto de los enemigos naturales sobre insectos plaga. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
- **Armendano A.** 2008. Ecología y rol depredador de la araneofauna presente en agroecosistemas de importancia económica (trigo y alfalfa). Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
- **Armendano A. y González A.** 2010. Estudio de la comunidad de arañas (Arachnida, Araneae) del cultivo de alfalfa en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.), 58 (2): 747-757.
- **Armendano A. y González A.** 2011a. Spider fauna associated to wheat crops and adjacent habitats in Buenos Aires, Argentina. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82: 1176-1182.
- **Armendano A. y González A.** 2011b. Efecto de las arañas (Arachnida, Araneae) como depredadoras de insectos plaga en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) (Fabaceae) en Argentina. Revista de Biología Tropical (Int. J. Trop. Biol), 59 (4):1651-1662.
- **Beltramo J., Bertolaccini I. y González A.** 2006. Spiders of soybean crops in Santa Fe province, Argentina: influence of surrounding spontaneous vegetation on lot colonization. Brazilian Journal of Biology 66: 29-41.
- **Benamú M.A.** 1999. Estudio preliminar de la Araneofauna presente en mandarina cultivada en Vitarte, Lima, Perú. Rev. per. Ent. 41: 154-157.
- **Benamú M.A., Schneider M.I y Sánchez N.** 2010. Effects of the herbicide glyphosate on biological attributes of *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae), in laboratory. Chemosphere 78:871-876.
- **Benamú M.A., Schneider M.I., González A. y Sánchez N.E.** 2013. Short and long-term effects of three neurotoxic insecticides on the orb-web spider *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae): Implications for IPM programs. Ecotoxicology (online first) DOI: 10.1007/s10646-013-1102-9.
- **Blacquiére T., Smaghe G., Cornelis A.M. y van Gestel Mommaerts V.** 2012. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. Ecotoxicology (2012) 21:973-992. DOI 10.1007/s10646-012-0863-x

- **Botto E., Ceriani S., López S., Saini E., Cedola C., Segade G. y Viscarret M.** 1998. Control biológico de plagas hortícolas en ambientes protegidos. La experiencia hasta el presente. *RIA*, 29(1): 83-98.
- **Brandt A., Gorenflo A., Siede R., Meixner M. y Büchler R.** 2016. The neonicotinoids thiacloprid, imidacloprid, and clothianidin affect the immunocompetence of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology* 86: 40–47.
- **Cardoso P., Pekar S., Jocque R. y Coddington J.A.** 2011. Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS ONE* 6 (6).
- **Carson R.** 1962. Primavera Silenciosa. Drakontos. Clásicos de la Ciencia y la Tecnología. 329 pp.
- **Ceccon E.** 2008. La revolución verde tragedia en dos actos. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciencias, Vol. 1, Núm. 91, 2008, pp. 21-29.
- **Censo provincial hortiflorícola.** 2005. Datos comparativos correspondientes a La Plata; Municipios de la Región; y Total Provincia. Dirección General de Estadística y Evaluación de Programas Especiales. Municipalidad de La Plata. <http://www.estadistica.laplata.gov.ar/paginas/PDFs/censohortifloricola/CPHFpba.pdf>. Última fecha de acceso: febrero 2019.
- **Clark R.J., Gerard P.J. y Mellsop J.M.** 2004. Spider biodiversity and density following cultivation in pastures in the Waikato, New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 47: 247-259.
- **Cutler P., Slater R., Edmunds A.J.F., Maienfisch P., Hall R.G., Earley F.G.P., Pitterna T., Pal S., Paul V.L., Goodchild J., Blacker M., Hagmann L. y Crossthwaite A.J.** 2012. Investigating the mode of action of sulfoxaflor: a fourth-generation neonicotinoid. *Pest Management Science* 69(5): 607-619. DOI: 10.1002/ps.3413.
- **Secretaría de Agroindustria, Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación.** Datos agroindustriales. 2017. Estimaciones agrícolas. <https://datos.agroindustria.gob.ar/dataset/estimaciones-agricolas/archivo/95d066e6-8a0f-4a80-b59d-6f28f88eacd5>. Última fecha de acceso: octubre 2018.
- **Dawson G.** 1960. Los alimentos vegetales que América dio al mundo. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Serie de Ciencias Naturales y Museo. Serie Técnica y didáctica N°8. La Plata.
- **Desneux N., Decourtye A. y Delpuech J.** 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 52: 81-106.
- **Di Castri F. y Younes T.** 1996. Biodiversity, science and development: towards a new partnership. Wallingford, Oxon, UK, CAB International in association with the International Union of Biological Sciences.
- **Elbert A., Haas M., Springer B., Thielert W. y Nauen R.** 2008. Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. *Pest Management Science* Vol. 64, Issue 11: 1099-1105. DOI: 10.1002/ps.1616.

- **Elliott, M. y Janes, N.F.** 1978. Synthetic pyrethroids - a new class of insecticide. *Chemical Society Reviews*, 7: 473-505.
- **Fogel M., Rimoldi F., Pineda S., Schneider M.I. y Ronco A.** 2009. Side effects of teflubenzuron and chlorfenapyrin in *Eriopis connexa* eggs (Coleoptera: Coccinellidae). *Communication in Agriculture and Applied Biological Sciences*, 74/2: 419-423.
- **Fogel M., Schneider M.I., Desneux N., González B. y Ronco A.** 2013. Impact of the neonicotinoid acetamiprid on immature stages of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) *Ecotoxicology* (online first). DOI: 10.1007/s10646-013-1094-5.
- **Fogel M.N., Schneider M.I., Rimoldi F., Ladux L.S., Desneux N., Ronco A.E.** 2016. Toxicity assessment of four insecticides with different modes of action on pupae and adults of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae), a relevant predator of the Neotropical region. *Environ Sci. Poll. Res.* 23:14918–14926.
- **Francesena N., Smaghe G., Stadler T. y Schneider M.I.** 2012. Preliminary studies of effectiveness and selectivity of Movento® on *Bemisia tabaci* and its parasitoid *Eretmocerus mundus*. *Communication in Agriculture and Applied Biological Sciences* 77/4:727-733.
- **Francesena N., Desneux N., Ribeiro de Campos M. y Schneider M.I.** 2017. Side effects of spirotetramat on pupae and adults of a Neotropical strain of *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae): Effects on the life parameters and demography. *Environ Sci. Pollut. Res.* 24:17719–17730. DOI: 10.1007/s11356-017-9400-z
- **Francesena N. y Schneider M.I.** 2018. Selectivity assessment of two biorational insecticides, azadirachtin and pyriproxyfen, in comparison to a neonicotinoid, acetamiprid, on pupae and adults of a Neotropical strain *Eretmocerus mundus* Mercet. *Chemosphere* 206: 349-358.
- **Gabarra R.** 2002. Control integrado de moscas blancas y pulgones en cultivos de invernadero. *Phytoma España*, 135:84-86.
- **García M.** 1999. Plagas, enfermedades y fisiopatías del cultivo de la alcachofa. Valencia. Generalitat Valenciana. Consellería de Agricultura Pesca y Alimentación.
- **García E.M, Cravero V., López Anido F. y Cointry E.** 2014. El cultivo de la alcachofa en Argentina. Serie Documentos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario-Argentina. Grupo THM. <http://www.poscosecha.com/es/publicaciones/>
- **Gibbons D., Morrissey C. y Mineau P.** 2015. A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife. *Environmental Science and Pollution Research* 22:103-118. DOI 10.1007/s11356-014-3180-5
- **González A., Liljestrom G., Castro D. y Armendano A.** 2009a. Development and recruitment of *Misumenops pallidus* (Keyserling) (Araneae: Thomisidae), and its synchrony with three potential prey species in soybean cultures from Argentina. *Entomological News* 120 (1): 41- 52.

- **González A., Liljestrom G., González A., Minervino E., Castro D. y González S.** 2009b. Predation by *Missumenops pallidus* (Keyserling) (Araneae Tomisidae) on pest insects of soybean cultures in Buenos Aires province, Argentina. *Journal of Arachnology* 37: 282-286.
- **González Núñez M., Budia F., Viñuela E., Esteban Durán J.R., Adán A., Medina P., Schneider M.I., Del Estal P.** 2002. Primera cita en España del eriófido de la alcachofa *Aceria neocynarae* (Keifer). *Bol. San. Veg. Plagas*, 28: 415-418.
- **Haramboure M., Mirande L., Smagghe G., Pineda S. y Schneider M.I.** 2010. Compatibility of a *Melia azaderach* extract with *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae)". *Communication in Agriculture and Applied Biological Sciences* 75/3: 373-378.
- **Haramboure M., Francesena N., Reboredo G.R., Smagghe G., Alzogaray R. y Schneider M.I.** 2013. Toxicity of cypermethrin on the Neotropical lacewing *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Behavior disruption and recovery capacity. *Communication in Agriculture and Applied Biological Sciences*. Ghent University.
- **Hunter M.** 1996. Benchmarks for managing ecosystems: Are human activities natural? *Conservation Biology* 10:695-697.
- **Instituto Nacional de Educación Tecnológica.** 2010. "La Horticultura en la Argentina". Ministerio de Educación.
- **Isaacs R., Tuell, J., Fiedler A., Gardiner M. y Landis D.** 2009. Maximizing arthropod-mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. *Frontiers in Ecology and Environment* 7: 196-203.
- **Isman M.B. y Akhtar Y.** 2007. Plant Natural Products as a Source for Developing Environmentally Acceptable Insecticides. En: Ishaaya I, Nauen R and Horowitz AR (Eds.), *Insecticides Design Using Advanced Technologies*, pp. 235-248. Springer, Berlin.
- **Kebab C. y Riccetti A.** 2009. Alcaucil: primeros resultados económicos de un sistema productivo que vino para quedarse. INTA. Subsecretaría de Asuntos Agrarios. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. *Boletín Hortícola* Año 13, número 42 (2da etapa).
- **Kogan M. y Jepson P.C.** 2007. *Perspectives in Ecological Theory and Integrated Pest Management*. *Journal of Economic Entomology* 102 (4). Cambridge University Press, USA. 570 pp. DOI: 10.1603/029.102.0445
- **Krapovickas A.** 2010. La domesticación y el origen de la agricultura. *Bonplandia* 19(2): 193-199. ISSN: 0524-0476.).
- **Kromp B. y Steinberger K.H.** 1992. Grassy field margins and arthropod diversity: a case study on ground beetles and spiders in eastern Austria (Coleoptera: Carabidae; Arachnida: Aranei, Opiliones). *Biotic Diversity in Agroecosystems*, pp. 71-93.

- **Larrazabal M.** 2014. La producción de alcachofa en Argentina. Info Espárrago y Alcachofa 2017. Equipos y materiales para producción poscosecha. SPE3 – Especialistes en Serveis per a la Producció Editorial, s.l. Valencia, España.
- **Liljeström G., Minervino E., Castro D. y González A.** 2002. Ecology, Behavior and Bionomics. La comunidad de arañas del cultivo de soja en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Neotropical Entomology 31 (2):197-209.
- **Linke S. y Norris R.** 2003. Biodiversity: bridging the gap between condition and conservation. Hydrobiologia 500: 203–211.
- **Marc P., Canard A. e Ysnel F.** 1999. Spider (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. Agriculture, Ecosystem and Environment 74: 229- 273.
- **Márquez J.M.** 2014. El Manejo Integrado de Plagas. En: El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Artemis Edinter. ISBN: 978-9929-40-469-4. Guatemala, C.A. Cáp: IX. Págs. 203-231.
- **Maroto J. V.** 2014. Historia de la Agronomía. 2º Edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- **Matsuda K., Buckingham S.D., Freeman J.C., Squire M.D., Baylis H.A. y Sattelle D.B.** 1998. Effects of the α subunit on imidacloprid sensitivity of recombinant nicotinic acetylcholine receptors. *Br. J. Pharmacol* 123: 518–524.
- **Matsuda K., Buckingham S.D., Kleier D., Rauh J.J., Grauso M. y Sattelle D.B.** 2001. Neonicotinoids: insecticides acting on insect nicotinic acetylcholine Receptors. Trends in Pharmacological Sciences 11 (22): 573-580.
- **Minervino E.** 1996. Estudio biológico y ecobiológico de arañas depredadoras de plagas de soja. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- **Mirande L., Haramboure M., Smaghe G., Pineda S. y Schneider M. I.** 2010. Side effects of glyphosate on the life parameters of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) in Argentina. Communication in Agriculture and Applied Biological Sciences 75/3: 367-372.
- **Moreno C.E.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T. Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- **O´Farril-Nieves H.** 2008. Insecticidas biorracionales. academic.uprm.edu/ofarrill/HTMLobj-323/biorational.pdf
- **Pearsal D.M.** 1992. The origins of plant cultivation in South America. In: Wesley Cowan, C. & P. J. Watson (eds.), The origins of agriculture, An international perspective. Smithsonian Institution Press, Washington. p. 173-205.
- **Pérez M.E., Ruiz D.M, Schneider M.I., Autino J.C. y Romanelli G.** 2013. La química verde como fuente de nuevos compuestos para el control de plagas agrícolas. Green

Chemistry as a Source of Novel Compounds for Agricultural Pest Control. Revista Ciencia en Desarrollo 4(2):83-91. ISSN 0121-7488.

- **Riechert S. y Bishop L.** 1990. Prey control by an assemblage of generalist predators: spiders in garden test systems. *Ecology* 71(4):1441-14450.
- **Riecken U.** 1999. Effects of short-term sampling on ecological characterization and evaluation of epigeic spider communities and their habitats for site assessment studies. *Journal of Arachnology* 27: 189-195.
- **Rimoldi F., Schneider M. y Ronco A.** 2008. Susceptibility of *Chrysoperla externa* eggs (Neuroptera: Chrysopidae) to conventional and biorational insecticides. *Environmental Entomology* 37(5): 1252-1257.
- **Rimoldi F., Schneider M. y Ronco A.** 2012. Short and long-term effects of endosulfan, cypermethrin, spinosad, and methoxyfenozide on adults of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), *Journal of Economic Entomology* 105(6): 1982-1987.
- **Rimoldi F., Fogel M.N. Ronco A.E. y Schneider M.I.** 2017. Comparative susceptibility of two Neotropical predators, *Eriopis connexa* and *Chrysoperla externa*, to acetamiprid and pyriproxyfen: short and long-term effects after egg exposure. *Environ. Entomol.* 231: 1042-1050.
- **Rinaldi I.** 1998. Aranhas em agroecossistemas no Brasil. Anais do VI SICONBIOL, RJ, Brasil. Pp. 384-388.
- **Rocco R.B. y Ruiz Arregui J.** 2016. Logística del Cinturón Hortícola Platense. UIDIC-Área Transporte. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata.
- **Sarandón S.J., Zuluaga M.S., Cieza R., Gómez C., Janjetic L y Negrete E.** 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista Agroecología* 1: 19-28.
- **Sarandón S.J. y Flores C.C.** 2014. Agroecología, bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Libros de cátedra. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Universidad Nacional de La Plata.
- **Schneider M.I., Pineda P. y Smagghe G.** 2006. Side effects of conventional and non-conventional insecticides on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) in Argentine. *Comm. Appl. Biol. Sciences* 71 2b: 425-427.
- **Schneider M. I., Smagghe G., Pineda S. y Viñuela E.** 2008. The ecological impact of four IG insecticides in adults of *Hyposoter didymator* (Hym. Ichneumonidae). Pharmacokinetics approach. *Ecotoxicology* 17 (3): 181-188.
- **Schneider M. I., Sánchez N., Pineda S., Chi H. y Ronco A.** 2009. Impact of glyphosate on the development, fertility and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Ecological Approach. *Chemosphere* 76:1451-1455.

- **Schneider M.I., Mirande L., Haramboure M. y Fogel M.N.** 2013. Selectivity of several insecticides to native predators (Chrysopidae, Coccinellidae) associated to horticultural crops in Argentina. Libro de Resúmenes del XII Siconbiol.
- **Shmida A. y Wilson M.V.** 1985. Biological determinants of species diversity. *Journal of Biogeography* 12: 1-20.
- **Smith R. F. y Reynolds H. T.** 1966. Principles, definitions and scope of integrated pest control. *Proc. FAO Symp. Integrated Control.* 1:1 1-17.
- **Soria, Carlos Baixauli.** 2017. Situación actual del cultivo de la alcachofa. *Info Espárrago y Alcachofa.* 2017: 22-33 págs. www.bibliotecahorticultura.com
- **Stenersen J.** 2004. *Chemical pesticides: Mode of action and toxicology.* CRC Publisher, New York.
- **Strassera M.E., Schneider M.I., Pretti Slanco V., Caballero E., Kuzmanich R., Mirande L., Haramboure M., Fogel M.N., Scarano P., Acosta N. y May P.** 2013. Enemigos Naturales asociados al cultivo de alcaucil en el Cinturón Hortícola Platense. Libro de Resúmenes del XXXVI Congreso Argentino de Horticultura.
- **The World Bank.** 2018. Agriculture land (% of land area). <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.ZS?end=2015&start=2015&view=map>. Última fecha de acceso: octubre 2018.
- **Verhoef H.A. y Morin P.J.** 2010. *Community Ecology Processes, Models, and Applications.* Oxford University Press Inc., New York.
- **Walker C.H.** 2003. Neurotoxic Pesticides and Behavioural Effects Upon Birds. *Ecotoxicology.* Volume 12, Issue 1–4: 307–316.
- **Whittaker R.H., Willis K.J. y Field R.** 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* 28: 453-470.
- **Wise D. H.** 1993. *Spiders in ecological webs.* Cambridge, Cambridge University Press. 328 pp.
- **Wood S., Kate S. y Scherr S.J.** 2000. *Pilot Analysis of Global Ecosystems. A Joint Study by international Food Olicy Research Institute and the World Resources Institute.* Washington, DC. 94 pp.
- **World Spider Catalog.** 2018. *World Spider Catalog. Version 19.0.* Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on 5 July 2018. DOI: 10.24436/2
- **Yamamoto I., Yabuta G., Tomizawa M., Saito T., Miyamoto T. y Kagabu S.** 1995. Molecular Mechanism for Selective Toxicity of Nicotinoids and Neonicotinoids *J. Pesticide Sci.* 20: 33-40.

CAPÍTULO 2

Comunidad de arañas asociadas al cultivo de alcaucil

2.1. Introducción

Los grandes cambios en el ambiente que generan los agroecosistemas afectan directamente a la biodiversidad del lugar. Estas alteraciones en la biodiversidad modifican los procesos del ecosistema y, como consecuencia, generan variaciones en los propios servicios que el hombre obtiene de él (Stuart III et al. 2000). El gran auge de la agricultura ha modificado la heterogeneidad de los paisajes contribuyendo así a la pérdida o reducción de hábitats de muchas especies. Las arañas no son una excepción, siendo también perjudicadas en esta antropización de los ambientes. Una manera de ver estos efectos es realizando muestreos en estos sistemas perturbados y analizando la biodiversidad, uno de los objetivos de esta tesis.

El CHP se caracteriza por ser una amplia zona de cultivos, con un gran crecimiento en los últimos 20 años en producción e importancia a nivel regional, provincial y nacional (García 2011). En el año 2005 contaba con un área cultivada de 4338 ha, incrementándose aproximadamente a 6000 ha para el 2009, de las cuales el 70% correspondían a la producción hortícola (Strassera 2009). Dentro del CHP se destaca el cultivo de alcaucil *Cynara scolymus* L., práctica realizada al aire libre, traída por los antecesores italianos y españoles a comienzos del 1900 (Larrazabal 2014).

2.2. Área de estudio

El área de estudio se localiza en el partido de La Plata, el cual cuenta con una estación meteorológica ubicada en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la UNLP para definir sus parámetros climáticos. En esta estación la precipitación media anual local es de 1040 mm, siendo las lluvias más abundantes en verano y disminuyendo hacia los meses más fríos. La temperatura media anual es de 16,2 °C, con enero el mes más cálido y julio el más frío (Hurtado et al. 2006). Acorde a estos parámetros, el clima de la región se define como Subtropical Húmedo (Cfa) (Köppen 1900).

En las cercanías del sector de muestreo seleccionado, se encuentra la Estación Experimental “Ing. Agr. Julio Hirschhorn” (lat 34°59”s long 57°59”w), la cual cuenta con una estación meteorológica automática marca Davis Instruments modelo Groweather industrial. El encargado de procesar los datos de dicha estación es el Ingeniero Agrónomo Martín Pardi de la Sección agrometeorología (dependiente de la Estación Experimental “Ing. Agr. Julio Hirschhorn” y de la cátedra de Climatología y Fenología Agrícola de la FCAyF, UNLP), quien cedió los datos meteorológicos para poder realizar una caracterización del sitio durante el tiempo en el que se realizaron los muestreos.

Durante la toma de muestras, el año más lluvioso fue el 2014, con 1378,4 mm acumulados, en tanto que el 2015 fue el más seco con 874,8 mm acumulados, encontrando al 2016 como una situación intermedia entre ambos con 1074,6 mm. La temperatura media anual varió entre 15,7°C (para el año 2016), 16,5°C (año 2015) y 16,6°C (para el año 2014). Los muestreos comenzaron en el mes de agosto del 2014, época en la que se puede observar una mayor precipitación acumulada mensual durante los meses de invierno de ese año con respecto al mismo periodo durante el 2015 (Fig. 2-1).

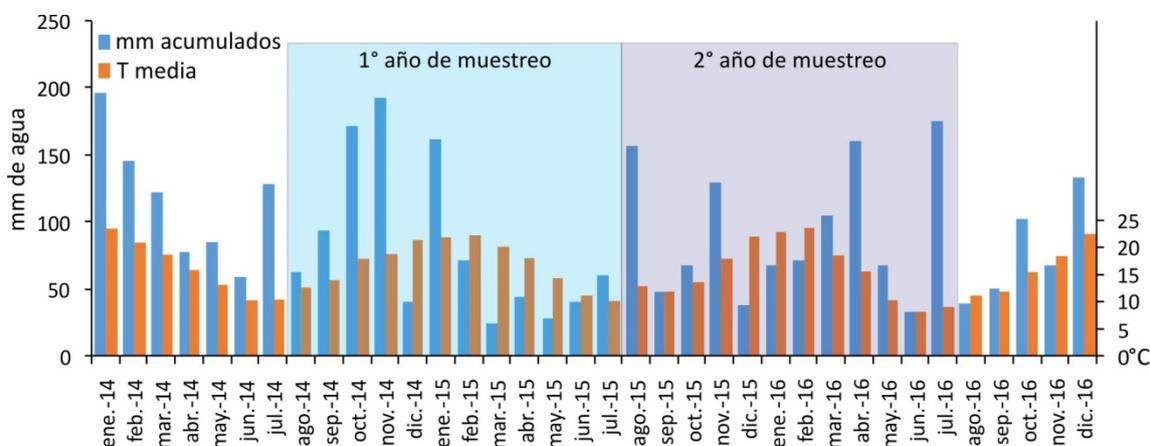


Fig. 2-1. Distribución de la precipitación acumulada mensual y temperatura media anual de la Estación Experimental “Ing. Agr. Julio Hirschhorn”, durante los muestreos realizados desde agosto de 2014 a julio de 2016.

El área de estudio, se encuentra en un predio localizado en la localidad de Los Hornos (34°59'30.19"S 57°59'4.62"O) (Fig. 2-2) donde se realizan cultivos de alcaucil principalmente, entre otros cultivos hortícolas sin cubierta y en menor medida cría de animales. La totalidad de los muestreos se realizó en alcaucil con el fin de determinar la comunidad de arañas asociadas a este cultivo en particular.



Fig. 2-2. Imagen satelital del área de estudio (Los Hornos, La Plata, Argentina) y los cultivos utilizados para muestreos.

Los dueños del predio se dedican desde hace varias generaciones al cultivo del alcaucil como producción principal. Como cultivos secundarios tienen repollitos de Bruselas (*Brassica oleracea* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.) y zapallo cabutiá (*Cucurbita maxima* Duchesne). Estos propietarios desarrollan cultivos de alcaucil, variedad Romanesco (Fig. 2-3), de diferentes edades. Cada planta de alcaucil tiene una vida productiva de aproximadamente cinco años. Previamente al inicio de las tareas de muestreo se seleccionó un cultivo con plantas de alcaucil de 1 año de edad y otro más longevo, con plantas de 4 años de edad, CA1 y CA4 respectivamente (Fig. 2-2).

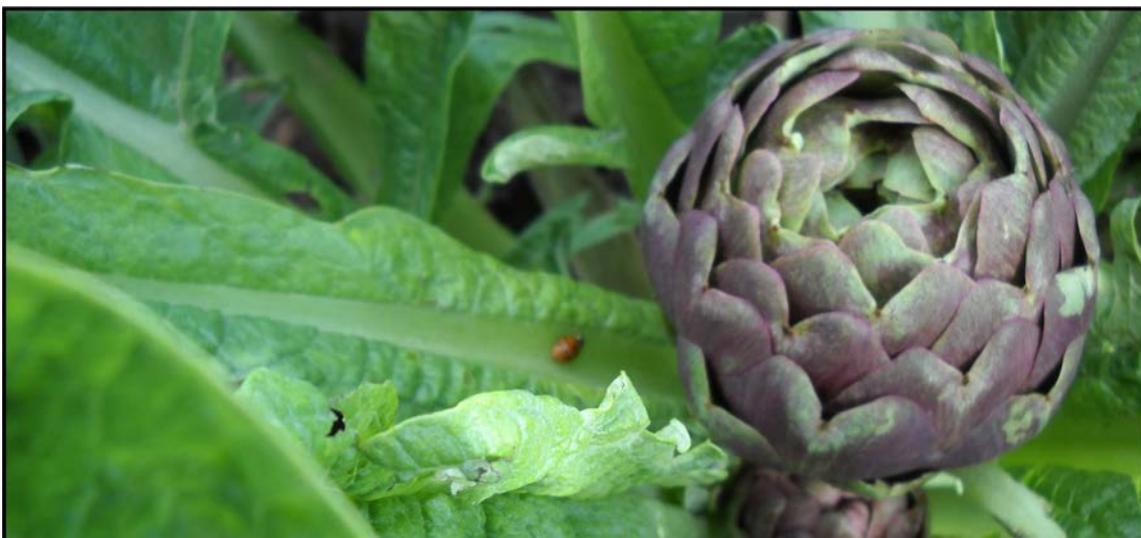


Fig. 2-3. Planta de alcaucil *Cynara scolymus* L. del Cinturón Hortícola Platense (Los Hornos, La Plata, Argentina).

2.2.1. Características particulares de cada cultivo

La planta de alcaucil puede ser productiva por aproximadamente 5 años, razón por la cual los productores tienen cultivos de diferente edad en un mismo predio. Esta diferencia en antigüedad mostró variaciones en cuanto a tamaño, forma, vigorosidad de la planta y, mortalidad en algunos casos.

Otra particularidad del cultivo está dada por características de las zonas aledañas, las cuales variaban entre calles de tierra, áreas seminaturales, construcciones, criaderos de animales, etc. (Fig. 2-2). En base a estas variaciones la abundancia y riqueza de un cultivo se pueden ver modificadas.

Las características de los laterales de los cultivos detalladas previamente se deben a su rol e importancia al momento del análisis de distribución y recolonización.

Todos los cultivos de alcaucil fueron tratados con el insecticida acaricida Perfektion® S (BASF) para el control del pulgón. La aplicación se realizaba frente a la presencia de la plaga.

Cultivo de alcaucil de 1 año de edad (CA1)

El área sembrada mide 134 m de largo por 98 m de ancho, un total de 1,25 ha (Fig. 2-2 y 2-4). Es un área rectangular con uno de los laterales mayores lindante con una calle de tierra dividiéndolo de un área arbolada de mucha vegetación.



Fig. 2-4. Cultivo de alcaucil *Cynara scolymus* L. de 1 año de edad de Los Hornos (La Plata, Argentina).

El lateral opuesto se separa de otro cultivo de alcaucil perteneciente al mismo predio, por un sendero y un amplio sector de vegetación espontánea, principalmente gramíneas. El lateral sudoeste separa por un sendero estrecho de un cultivo de

repollito de Bruselas, mientras que el lateral noreste está definido por la calle principal asfaltada 167, con un cerco lindante, gran cantidad de vegetación espontánea y vereda de gramíneas. En este sector noreste, se encuentra un tanque australiano utilizado para riego. En este cultivo los lomos y los surcos se disponen con una dirección NO-SE.

Cultivo de alcaucil de 4 años de edad (CA4)

El área sembrada mide 141 m de largo por 66 m de ancho, un total de 0,92 ha (Fig. 2-2 y 2-5). El lateral noreste linda con la calle asfaltada 167, de igual modo que en el CA1. El lateral opuesto está enfrentado, por medio de un sendero de tierra, a una zona de césped sin cultivo y flora espontánea. El lateral sudeste es uno de los mayores y es el acceso a la estancia, conformado de tierra compactada principal, mientras que el lado opuesto se encuentra alambrado lindando con el terreno vecino, donde una mitad de dicho lateral posee cultivos y en la otra mitad se encuentra la casa del poblador con un corral de escasa magnitud para cría avícola. En este sector los lomos y los surcos se disponen con una dirección NE-SO.



Fig. 2-5. Cultivo de alcaucil *Cynara scolymus* L. de 4 años de edad de Los Hornos (La Plata, Argentina).

2.3. Material y métodos

Cynara scolymus, más comúnmente conocida como “alcaucil” es una planta hortícola de importancia económica para el CHP. El ciclo del cultivo de alcaucil dura entre 3 y 5 años. Debido a su sistema radicular de gran porte, las labores preparatorias a la implantación del cultivo son de vital importancia para el buen desarrollo del mismo, las cuales se realizan en general de 1-2 meses antes de la plantación. Los muestreos se realizaron teniendo en cuenta las diferentes etapas de desarrollo de la planta (Fig. 2-

6). Durante el otoño se produce el mayor crecimiento y rendimiento de la planta, donde comienzan a aparecer los pimpollos florales (parte que se consume). Durante el invierno se realiza la cosecha, la cual es escalonada e incluso puede extenderse a lo largo de la primavera si se controlan los riegos. En primavera los cultivos se abandonan, dejando que crezca cualquier tipo de flora espontánea. No se aplica ni riego ni agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas y enmiendas). Este momento se considera una etapa de reposo tanto del cultivo como del suelo. Durante el verano se comienza a desmalezar, se remarcan los surcos y comienza el ciclo de la planta nuevamente. En los casos en los que habían aplicado el acaricida Perfekthion® S para tratar al pulgón, se esperaron 20 días desde la aplicación para realizar el muestreo.

2.3.1



Fig. 2-6. Etapas del cultivo de alcaucil *Cynara scolymus* L. en el área de estudio durante las diferentes estaciones (Los Hornos, La Plata, Argentina). a) Otoño, b) invierno, c) primavera, d) verano.

2.3.1. Diseño de Muestreo

El muestreo de arañas se realizó estacionalmente durante dos años consecutivos, desde agosto 2014 hasta junio 2016, en dos cultivos de diferentes edades (Fig. 2-7), que abarcó en total 8 períodos estacionales.

2.3.1

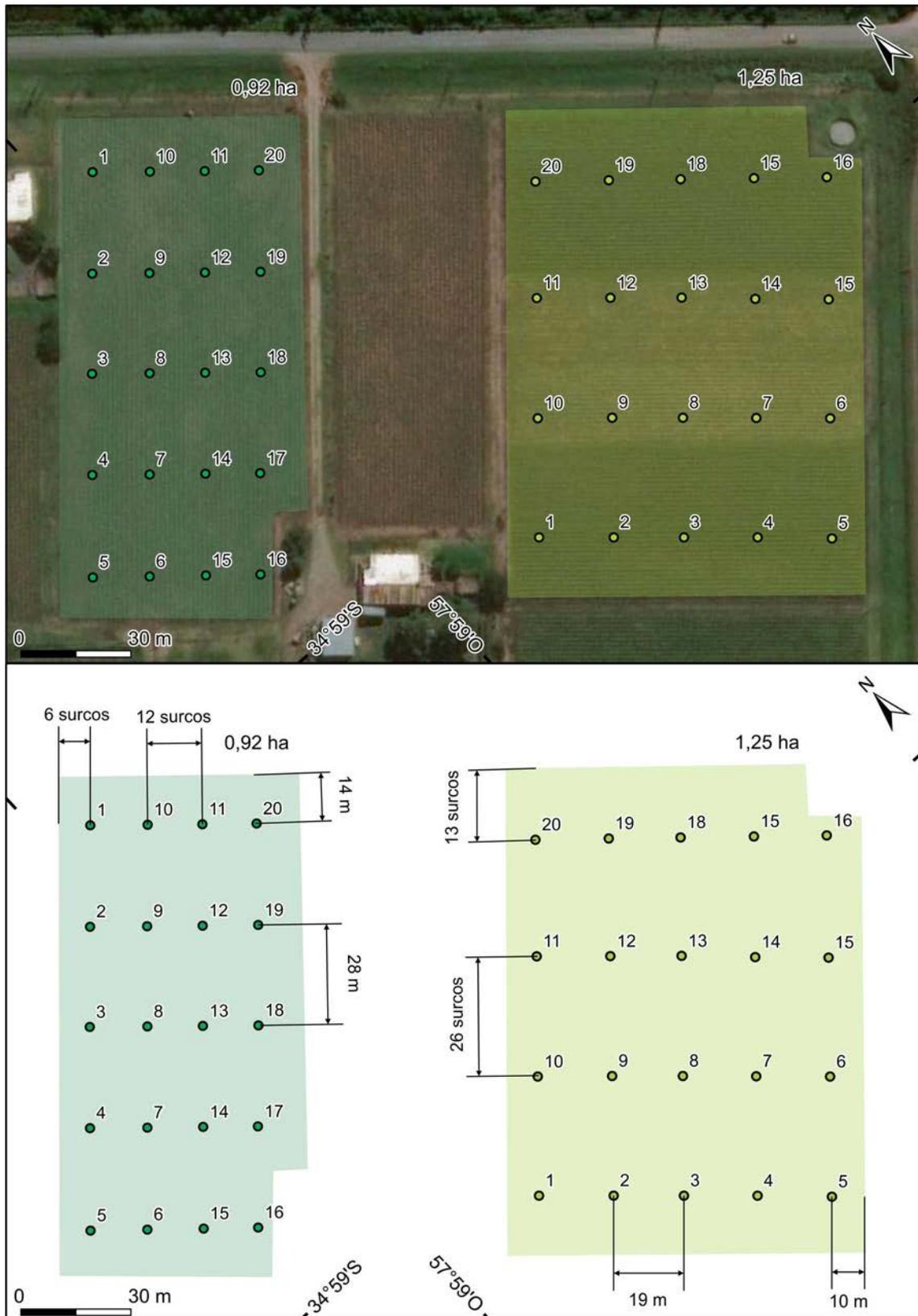


Fig. 2-7. Puntos de muestreo en el cultivo de 4 años (izquierda) y de 1 año (derecha) en Los Hornos (La Plata, Argentina). a) Imagen satelital de los cultivos con los puntos de muestreo señalizados, y b) ambos cultivos con los puntos de muestreo, distancias entre puntos y distancias en cantidad de surcos.

El muestreo se realizó mediante el trazado de transectas lineales paralelas entre sí generando una malla regular para la toma de muestras. Las muestras se tomaron cada 26 surcos en el CA1 y cada 12 surcos en el CA4, realizando un total de 20 puntos de muestreo para cada uno de los cultivos (Fig. 2-7). La diferencia en la distancia entre puntos con respecto a la cantidad de surcos se debió a la diferente disposición y medida de ambos cultivos. Cada muestra tomada en cada punto fue considerada una unidad muestral. Con el fin de abarcar tanto el estrato herbáceo como el estrato suelo, se utilizaron dos métodos diferentes de muestreo. Para el estrato herbáceo se utilizó el método del aspirador (Garden Vacum, [Dietrick et al. 1960](#)), mientras que para el estrato suelo se utilizaron trampas de caída (Pit-fall, [Melbourne 1999](#)).

Método del aspirador (ASP)

Este método consistió en realizar, en cada uno de los 20 puntos de muestreo, una aspiración de 1 minuto de duración ([Argañaraz et al. 2018](#)) y abarcando 1 metro cuadrado de superficie, siempre dentro de la zona con plantas de alcaucil (Fig. 2-8). Las aspiraciones se hicieron mediante un aspirador marca Sthil®. Cada muestra fue el resultado de la succión durante ese minuto. Una vez concluido el tiempo, se colocó el total de la muestra en seco en una bolsa rotulada y cerrada para su transporte al laboratorio.



Fig. 2-8. Método del aspirador o G-Vac. a) aspirador, b) y c) posición utilizada para realizar la aspiración, d) bolsas individuales conteniendo cada aspiración por separado.

Trampas de caída (TRC)

La utilización de este método consistió en colocar en cada uno de los 20 puntos de muestreo una trampa de caída, formada por un recipiente plástico de 9 x 12,5 x 5,5 cm (diámetro superior x profundidad x diámetro inferior), vol.: 350 ml, agujereado en la base y, dentro de éste, otro similar, agujereado en los costados, con solución salina dentro (p/v 1:8, y gotas de detergente) (Fig. 2-9). La solución salina contribuye a

conservar la muestra, mientras que el detergente rompe la tensión superficial evitando que cualquier artrópodo que caiga en la trampa pueda salir. Los agujeros en los recipientes sirven para evitar el rebalse y pérdida de la muestra. Ambos recipientes se colocan enterrados hasta el borde superior para aumentar la probabilidad de caída. Por encima se colocó una tapa de poliestireno expandido sostenida por dos palillos para evitar la caída de hojas y lluvia dentro del recipiente. Las trampas se dejaron 15 días consecutivos y, transcurrido ese periodo, se extrajeron del suelo, rotularon y llevaron al laboratorio para su separación y análisis.

2.3.2



Fig. 2-9. Método de trampas de caída o Pit-fall. a) sistema de vaso dentro de vaso, b) trampa enterrada a ras del suelo, c) llenado de la trampa con la solución de agua, detergente y sal, d) trampa tapada con la tapa de poliestireno.

Se colectaron 40 muestras (20 de aspirador y 20 de caída) tanto en el CA1 como en el CA4, llegando a un total de 80 muestras por estación anual. Siendo 8 estaciones correspondientes a los dos años de muestreo, se recolectaron un total de 640 muestras (320 de aspirador y 320 de trampa de caída).

Paralelamente se recorrieron los surcos de ambos cultivos, para registrar la flora espontánea acompañante (“maleza”). Se tomaron fotografías y recolectaron las plantas en el momento de floración. La identificación se realizó mediante el uso del “Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires” (Cabrera y Zardini 1993).

2.3.2. Actividades de laboratorio

La totalidad de cada muestra seca colectada mediante el aspirador se colocó en un frasco de 100 ml con alcohol 70° (Fig. 2-10b). Luego se colocaron en cápsulas de Petri bajo lupa binocular (Olympus® SZ51) y separaron la arcnofauna (Fig. 2-10e) y el resto de la artropofauna (Fig. 2-10c) del total de la muestra (Fig. 2-10d) (restos vegetales,

otros invertebrados, etc.). Tanto la aracnofauna como la artropofauna se guardó en tubos plásticos rotulados y con alcohol 70° (fig. 2-10g).

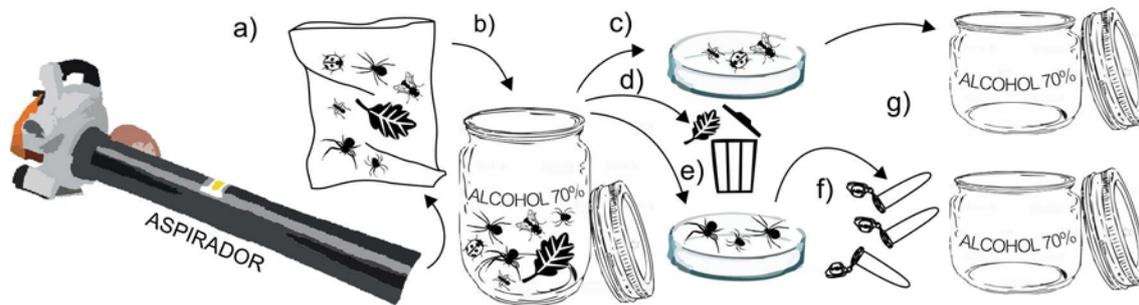


Fig. 2-10. Tratamiento de las muestras tomadas con el método de G-Vac: a) muestras colocadas en bolsas plásticas en el campo; b) total de la muestra colocada en frascos con alcohol 70°; c) separación de la artropofauna no arácnida; d) descarte de restos vegetales; e) separación de la aracnofauna; f) individualización de la aracnofauna en tubos plásticos; g) guardado de todas las muestras separadas en alcohol 70%.

Las trampas de caída traídas del campo, se filtraron utilizando un filtro de tela. Todo el contenido se colocó en alcohol 70° en un frasco de 100 ml rotulado. Luego se procedió bajo lupa binocular, al igual que en las muestras del aspirador, a la separación de la aracnofauna (Fig. 2-11e) de los restos vegetales (Fig. 2-11d), de la artropofauna y de otros organismos encontrados en la trampa (Fig. 2-11c), conservando todos los ejemplares en alcohol 70°, separados y rotulados (fig. 2-11f). Todas las muestras se rotularon con fecha, tipo de muestreo, número de muestra y procedencia y los restos vegetales fueron descartados.

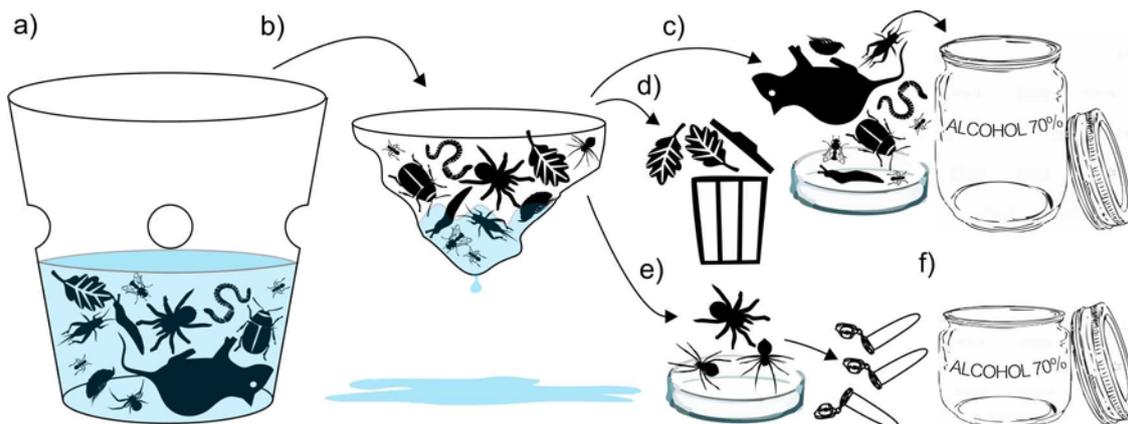


Figura 1-11. Tratamiento de las muestras capturadas con el método de trampas de caída. a) muestra tomada del suelo; b) muestra colocada en un filtro de tela para extraer el líquido; c) separación de toda la fauna no perteneciente a arañas; d) descarte de todo el material vegetal; e) separación de la aracnofauna; f) guardado de todas las muestras en alcohol 70%.

2.3.2

Después de separada la aracnofauna del resto de la muestra, se procedió a realizar la determinación bajo lupa binocular (Olympus® SZ51 y Nikon® SMZ1000) a nivel de familia, y luego realizarla a nivel de especie/morfoespecie.

Para la determinación taxonómica, se utilizaron las claves de [Levi y Levi \(1962\)](#), [Millidge \(1991\)](#), [Ramírez \(1999\)](#), [Lehtinen y Marusik \(2008\)](#), [Piacentini y Grismado \(2009\)](#) y [Grismado et al. \(2014\)](#) y se consultó a especialistas cuando no fue posible la determinación de algunos ejemplares. La mayor parte de las arañas colectadas pudieron ser identificadas a nivel de especie o género. Las determinaciones se realizaron en base a los ejemplares adultos, y en algunos casos con los juveniles que poseían alguna característica morfológica sobresaliente. Cuando se pudo determinar hasta género pero no a especie, se las nombró con el nombre del género y las siglas de morfoespecie (msp.) a continuación. A los géneros y especies determinados de manera aproximada se les colocaron las siglas *confer* (*cf.*) delante. En los casos en los que no se pudo determinar a nivel género pero sí se pudo saber la familia, se colocó la familia y la terminación “msp” a continuación (ej: Hahniidae msp1.).

Los juveniles que se pudieron identificar por alguna característica a nivel especie se separaron, de igual manera que a nivel género y familia. En los casos en los que se presentó una sola morfoespecie de una familia, a los juveniles de esa familia se les asignó ese género/especie. Los juveniles que no pudieron ser determinados se los agrupó en “juveniles indeterminados” y no se los incluyó en los análisis de biodiversidad ni multivariados, de igual manera que no se incluyeron los juveniles correspondientes a cada familia.

2.3.3. Análisis de datos

Una manera de comprender los cambios en la biodiversidad, teniendo en cuenta que las comunidades no se encuentran aisladas, sino en relación a un paisaje y a los efectos de las actividades humanas, es haciendo uso de los componentes alfa y beta, los cuales son de gran utilidad para medir estos efectos ([Whittaker 1972](#), [Halffter 1998](#), [Moreno 2001](#)).

Una de las medidas más frecuentemente utilizada al momento de medir la biodiversidad es el número de especies, ya sea por ser un buen reflejo de aspectos de la diversidad, como por ser un término ampliamente conocido, cuantificable y reconocible, en gran parte, y un dato del que se cuenta con mucha bibliografía comparativa (Moreno 2001).

En esta tesis se realizaron varios análisis (Tabla 2-1) para poder comprender el funcionamiento, composición y comportamiento con relación a las prácticas agrarias, de la aracnofauna presente en el cultivo de alcaucil. Se analizó la diversidad alfa para conocer la riqueza de especies dentro de cada comunidad presentes en cada cultivo, y la diversidad beta para analizar el grado de cambio o reemplazo de la composición de especies entre las comunidades de arañas. Para obtener parámetros completos de la diversidad, se utilizaron varios índices, los cuales resumen mucha información en un solo valor, permitiendo realizar comparaciones rápidas y dar mayor fortaleza a los resultados. Los índices paramétricos brindan información en cuanto a la riqueza específica y abundancia de la comunidad, mientras que los no paramétricos, al basarse en datos de presencia-ausencia o de abundancia, se enfocan más sobre las especies raras o poco abundantes (López-Gómez y Williams 2006).

Se realizaron análisis multivariantes, entre los que se encuentran el método de escalonamiento multidimensional (NMDS), el ANOSIM y el análisis de porcentaje de similitud (SIMPER). El NMDS se utilizó para ver la diferencia en cuanto a composición de especies entre los dos cultivos y a especies colectadas por cada método, usando el índice de similitud de Bray-Curtis. El test no paramétrico, ANOSIM, se utilizó para medir el nivel de significancia entre métodos y edad de cultivo. El análisis SIMPER compara la composición y estima porcentajes de similitud entre sitios y evalúa los taxones responsables de las diferencias observadas entre grupos de muestras (Clarke 1993). Este último se utilizó para medir diferencias en presencia y abundancia de especies entre los métodos y para cada estación.

La estructura de gremios agrupa a las arañas según su taxonomía, funcionalidad y rol ecológico. La diversidad funcional es uno de los parámetros más importantes para explicar cómo un ecosistema trabaja y se adapta al cambio (Cardoso et al. 2011).

Tabla 2-1. Métodos estadísticos utilizados en la presente tesis para el análisis de los datos.

DIVERSIDAD ALFA	
Métodos paramétricos	Métodos no paramétricos
Índice de riqueza (S)	
Índice de Margalef	Chao 1
Rarefacción	
Índice de diversidad de Simpson (1-D)	Chao 2
Índice de equidad (E)	Jackknife de primer orden
Índice de Shannon-Wiener (H)	Jackknife de segundo orden
Índice de equidad de Pielou (J)	Bootstrap
	Olmstead-Tukey
	ICE
	ACE
DIVERSIDAD BETA	ANÁLISIS MULTIVARIANTE
Coefficiente de similitud de Jaccard	NMDS
Coefficiente de similitud de Sorensen	ANOSIM
	SIMPER
ESTRUCTURA DE GREMIOS (Según Cardoso et al. 2011)	

2.3.3

Análisis de diversidad alfa

Según [Whittaker \(1972\)](#), la relación entre las especies de una comunidad se puede ver como un sistema multidimensional coordinado, donde los ejes son los gradientes de recursos, y otros aspectos de esta interacción en el espacio, tiempo, etc. Este sistema coordinado define un hiperespacio, y el espacio determinado de una especie es su nicho, su lugar dentro de la comunidad. Las especies evolucionan en base a esos diferentes nichos, en consecuencia, a su lugar en el hiperespacio, volviéndose cada vez más complejo, y esa complejidad relacionada a la riqueza de especies en una comunidad es la llamada diversidad alfa ([Whittaker 1972](#)). Esta diversidad es la riqueza de especies de una comunidad particular considerada homogénea. Se utiliza tanto para comunidades naturales como modificadas.

La diversidad específica es una propiedad emergente del nivel de organización comunidad. Al realizar índices de diversidad en ecología, como por ejemplo el de Shannon, se hace referencia a la diversidad específica. Estos índices siempre tienen en cuenta el número de especies (riqueza específica) y una estimación cuantitativa que puede ser la densidad o abundancia de cada especie, la biomasa, la cobertura, etc. Por lo tanto, los índices de diversidad se deberían aplicar únicamente a las comunidades. Dentro del estudio de la aracnología se refiere a comunidad de arañas únicamente a la

aracnofauna encontrada en un ambiente particular, sin considerar al resto de las especies presentes (Ratschker y Roth 2000, Achitte Schmutzler et al. 2016, Argañaraz et al. 2018).

Métodos paramétricos

Para el análisis de estos resultados se utilizaron los programas Biodiversity-Pro (McAleece et al. 1997) y el Past versión 3.2 (Hammer et al. 2001).

Índice de riqueza: es la forma más sencilla de medir la biodiversidad. Está basada en el número total de especies presentes en una comunidad. Un índice utilizado para medir la riqueza específica es el índice de Margalef.

Índice de Margalef: relaciona el número de individuos de cada especie con el número de individuos existentes en la muestra analizada. El mínimo valor que puede tener es cero y ocurre cuando existe una sola especie en la muestra.

$$D_{Mg} = (S-1)/\ln N$$

S = número de especies

N = número total de individuos

Rarefacción: este método permite comparar la riqueza específica entre comunidades, aunque el tamaño de las muestras no sea igual. Reduce todas las muestras a un tamaño estándar y calcula el número esperado de especies de cada muestra. Sin embargo, este método tiene una desventaja, ya que al reducir todas las muestras al tamaño de la menor se pierden todos los datos extras conseguidos en los muestreos de mayor tamaño, desaprovechando mucha información (Ludwig y Reynolds 1988).

$$E(S) = \sum [(1 - (N - Ni)/n)/(N/n)]$$

$E(S)$ = número esperado de especies

N = número total de individuos en la muestra

Ni = número de individuos de la *iésima* especie

n = tamaño de la muestra estandarizado

Índice de diversidad de Simpson (1-D): es la forma más simple de describir la comunidad en términos de biomasa por especie por unidad de área. Este índice toma

en cuenta la abundancia y la riqueza de especies y se calcula determinando para cada especie, la proporción de individuos o biomasa que contribuye al total de la muestra. Muestra la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Begon et al. 2006).

$$D=1/\sum_{i=1}^s P_i^2$$

Índice de Shannon-Wiener (H): índice con propiedades muy similares a las del índice de Simpson (Begon et al. 2006). Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar, asumiendo que todos los individuos se seleccionan al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran 1988). Toma valor cero cuando hay una sola especie.

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

Donde P_i es la proporción para la especie i

$$P_i = n_i / N$$

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos.

Índice de equidad de Pielou (J): de igual manera que con D, se puede calcular un índice de equidad (J) realizando la proporción entre H (diversidad observada) y H_{\max} (máxima diversidad esperada) (Begon et al. 2006). Su valor va de 0 a 1 donde 1 significa que todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

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

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

Métodos no paramétricos

Son un conjunto de estimadores que no tienen el tipo de distribución normal de conjunto de datos y no se ajustan a un modelo determinado (Colwell y Coddington 1994). Son solo datos cualitativos que se recolectan teniendo en cuenta “presencia-ausencia”.

Esta estimación realizada en agroecosistemas, donde la distribución y riqueza de especies se ven afectadas por la actividad antropogénica, puede generar un comportamiento errático o diferente en los estimadores, en comparación a los manifestados en ambientes naturales (López-Gómez y Williams 2006).

Se analizaron seis estimadores no paramétricos (ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, Jackknife 1 y Jackknife 2) mediante los programas Past versión 3.2 (Hammer et al. 2001) y EstimateS versión 9.1.0 (Colwell y Coddington 1994).

Chao1: estimador del número de especies de una comunidad basado en el número de especies raras de la muestra (Chao 1984). Relaciona el número de especies representadas por un único individuo (singletons) con el número de especies representadas por exactamente dos individuos de la muestra (doubletons) (Colwell y Coddington 1994).

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

S = número de especies en una muestra

a = número de especies representadas por un único individuo en la muestra (número de singletons)

b = número de especies representadas por dos individuos en la muestra (número de doubletons)

Chao2: relaciona las especies "únicas" (que solo ocurren en una muestra, *singletons*) con el número de especies que ocurren en dos muestras (*doubletons*). Es un método que provee el estimador menos sesgado para muestras pequeñas (Colwell y Coddington 1994).

$$Chao\ 2 = S + L^2/2M$$

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)

Jackknife de primer orden: basado en el número de especies que ocurren en una muestra (L). Reduce el sesgo de los valores estimados.

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

S= número de especies

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

m = número de muestras

Jackknife de segundo orden: como en el Jackknife de primer orden, está basado en el número de especies que ocurren en una muestra, pero también en el número de especies que ocurren en dos muestras (Palmer 1990).

$$Jack\ 2 = S + L [(2m - 3)/m - M (m - 2)^2 / m (m - 1)]$$

S=número de especies

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

m =número de muestras

Bootstrap: este índice es un estimador de riqueza de especies basado en p_j (proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j) y S el número de especies (Colwell y Coddington 1994).

$$Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)^n$$

ICE: el índice de cobertura de especies, es un estimador de cobertura basado en la abundancia. Relaciona al número de especies frecuentes con el número de especies infrecuentes (Lee y Chao 1994).

ACE: el estimador de cobertura muestral, está basado en la incidencia de especies. Divide a las especies en abundantes y raras en base a la cantidad de individuos por muestra (Chao y Lee 1992, Chao et al. 2000).

Método de Olmstead-Tukey: permite clasificar en cuadrantes a las especies de arañas según su abundancia y prevalencia (Sokal y Rohlf 1981). Los cuadrantes están definidos por las especies dominantes (abundantes y frecuentes), especies comunes (poco abundantes y frecuentes), especies ocasionales (abundantes y poco frecuentes) y las especies raras (poco abundantes y poco frecuentes). En el eje de las abscisas se grafica el porcentaje de la frecuencia de aparición y en el eje de las ordenadas el logaritmo de la abundancia de cada especie.

2.3.3

Análisis de diversidad beta

Se refiere a la tasa de cambio de especies entre dos comunidades adyacentes o no. Es la diversidad entre hábitats o entre sitios. Se usa principalmente para estudiar la heterogeneidad de un paisaje (Whittaker 1972). Estos índices expresan qué tan semejantes son dos muestras en base a las especies que presentan (Magurran 1988).

Existen dos formas de medir la diversidad beta, a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies/morfoespecies) o a partir de datos cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, abundancia, etc.). A partir de los datos cualitativos se pueden utilizar índices de similitud, disimilitud o de distancia. También se pueden utilizar índices de diversidad beta propiamente dichos (Magurran 1988).

Para el análisis se utilizaron los programas Past versión 3.2 (Hammer et al. 2001) y EstimateS versión 9.1.0 (Colwell y Coddington 1994).

Coeficiente de similitud de Jaccard (índice con datos cualitativos):

$$I_j = c / (a + b - c)$$

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 (índices con datos cuantitativos):

Relaciona el número de especies presentes en ambos sitios con la suma de las especies de cada sitio.

$$Is = 2c / (a + b)$$

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.

Análisis multivariante

Para el análisis multivariante se utilizaron los resultados de las colectas totales de ambas estrategias de muestreo por separado (aspirador y trampas de caída). Las matrices con un n : 32 fueron estandarizadas y comprobadas su normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para el análisis de estos métodos se usó el programa PRIMER (Clarke y Gorley 2001).

NMDS: el escalamiento multidimensional no paramétrico, representa muestras como puntos en un espacio de bajas dimensiones (por lo general 2D) de manera que las distancias relativas que separan a los puntos se encuentran en el mismo orden de rango que las disimilitudes relativas de las muestras (calculadas en base a los coeficientes de Bray-Curtis). La interpretación del NMDS es sencilla: los puntos que se encuentran más cercanos representan muestras más similares en composición de especies, y los puntos que se encuentran más distantes representan muestras de comunidades diferentes (Clarke y Gorley 2001).

ANOSIM: es un ANOVA no paramétrica, esta prueba puede medir si existen diferencias significativas entre sitios. Opera en una matriz de disimilitud clasificada y comprueba si se puede rechazar la hipótesis nula de que la similitud entre grupos es mayor o igual que la similitud dentro de los grupos (Clarke y Gorley 2001). Está restringido dentro de los valores -1 y 1, donde los números positivos sugieren mayor similitud dentro de los

sitios, los valores cercanos a 0 no representan diferencias entre los sitios y los valores negativos sugieren mayor similitud entre los sitios que dentro de ellos.

$$R = \bar{r}B - \bar{r}W / (M/2)$$

$\bar{r}B$ = promedio de las similitudes de rango de pares de muestras originadas en diferentes sitios

$\bar{r}W$ = promedio de la similitud de rango de pares entre réplicas dentro de los sitios

$M = n(n-1)/2$ donde n es el número de muestras

SIMPER: este método toma a cada grupo por separado y descompone las similitudes de todas las comparaciones dentro de los grupos en las contribuciones de cada especie. Esto da especies que son típicas de un grupo en el sentido de que se encuentran abundancias consistentes en la mayoría de las muestras. Estas especies también suelen ser buenas discriminadoras entre grupos, siempre y cuando no sean especies típicas en ambos grupos (Clarke y Gorley 2001).

Estructura de gremios

Un gremio es un grupo de especies no filogenéticamente emparentadas que comparten uno o una serie de recursos importantes. Los miembros de los gremios tienen roles similares dentro de las comunidades. El estudio de los gremios es muy útil si responden de forma similar a cambios en el ambiente independientemente de qué especie sean. También es útil para ver respuestas a cambios climáticos, disturbios en el hábitat, manejo, etc. (Cardoso et al. 2011).

Se estudió la estructura de gremios, teniendo en cuenta, el tipo y la manera de explotación del recurso. Para estudiar la presencia y la composición de gremios en cada cultivo, como su variación a lo largo de las estaciones, se utilizó la clasificación propuesta por Cardoso et al. (2011), que incluye a todas las familias de arañas, su caracterización taxonómica, su funcionalidad y rol ecológico. Para el análisis de gremios se tuvo en cuenta la abundancia de cada uno de ellos en cada cultivo y su fluctuación a lo largo de las estaciones.

Cardoso et al. (2011) reconoce 8 gremios donde se agrupan las siguientes familias:

Tejedoras de telas sensoriales: Actinopodidae, Nemesiidae, Filistatidae, Idiopidae, Theraphosidae, Migidae, Segestriidae, Oecobidae, etc

Tejedoras de telas sábana: Pisauridae, Eresidae, Linyphiidae, Hahniidae, Amaurobiidae, Amphinectidae, Dipluridae, Desidae, etc

Tejedoras de telas espaciales: Dictynidae, Theridiidae, Pholcidae, Titanoecidae, etc.

Tejedoras de telas orbiculares: Anapidae, Araneidae, Nephilidae, Tetragnathidae, etc.

Especialistas: Telemidae, Palpimanidae, Mimetidae, Dysderidae, etc.

Cazadoras emboscadoras: Deinopidae, Thomisidae, Sicariidae, Selenopidae, etc.

Cazadoras de suelo: Amphinectidae, Oonopidae, Corinnidae, Gnaphosidae, Lycosidae, Zoridae, etc.

Otras cazadoras: Anyphaenidae, Miturgidae, Ctenidae, Linyphiidae, Philodromidae, Scytodidae, Sparassidae, Salticidae, Oxyopidae, etc.

2.4. Resultados

El total de arañas recolectadas fue de 4826 ejemplares, incluidos en 19 familias, 41 especies y 24 morfoespecies. Cuatro géneros se determinaron de manera *confer* a un género (cf.), al igual que siete de las especies determinadas. Las familias más numerosas fueron Linyphiidae con 1509 individuos, le siguió Lycosidae con 805, Oxyopidae con 301, Theridiidae con 216, Anyphaenidae con 206, Tetragnathidae con 140, Thomisidae con 128, Trachelidae con 123, Hahniidae con 115 y Gnaphosidae con 113 individuos (Fig. 2-12). El resto de las familias estuvieron por debajo de los 100 ejemplares. Las familias menos numerosas fueron Eutichuridae con 3 individuos, Corinnidae con siete y Desidae y Dysderidae con un individuo cada una.

2.4.



Fig. 2-12. Familias más representativas capturadas con trampas de caída y aspirador en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) en Los Hornos (La Plata, Argentina). a) Linyphiidae, b) Lycosidae, c) Theridiidae, d) Tetragnathidae, e) Thomisidae, f) Gnaphosidae, g) Hahniidae y h) Araneidae.

Considerando los individuos recolectados mediante la suma de los dos métodos de recolecta utilizados, aspirador (ASP) y trampas de caída (TRC) para cada cultivo por separado en CA1 y CA4, a lo largo de las estaciones, se observó un mayor número de arañas capturadas en el cultivo más joven, excepto en otoño de 2016 donde fue mayor la recolecta en CA4 (Fig. 2-13).

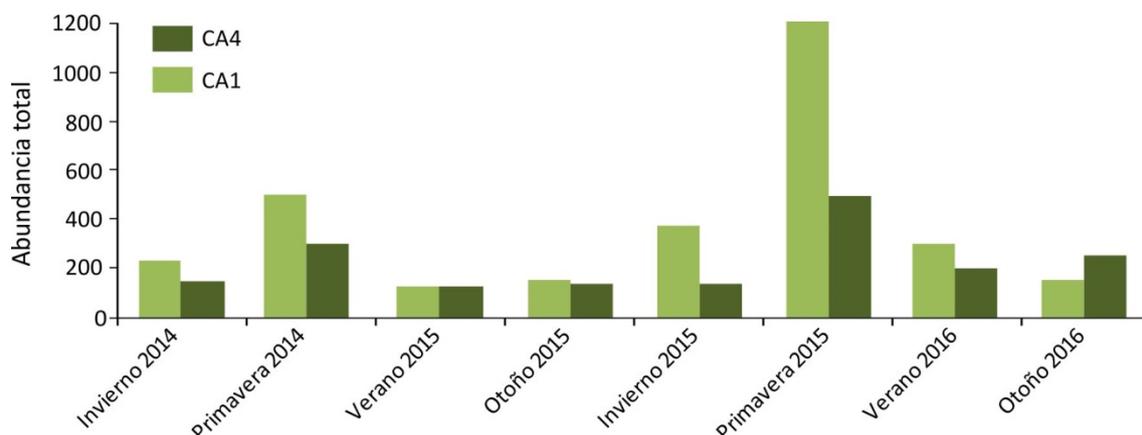


Fig. 2-13. Número total de individuos recolectados en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 año (CA1) y 4 años (CA4) de antigüedad, a lo largo de dos años de muestreo, en Los Hornos (La Plata, Argentina).

En ambos cultivos la mayor cantidad de individuos se encontró en primavera de 2015 con 1207 individuos y 493 respectivamente, mientras que las cantidades más bajas correspondieron al verano de 2015 con 123 individuos y 124 respectivamente. La mayor cantidad de individuos considerando la suma de los dos cultivos, fue obtenida por el método de muestreo del aspirador (ASP) (N=2016 individuos) con respecto al número obtenido con trampas de caída (TRC) (N=1506 individuos). Comparando ambos cultivos surge que el muestreo con ASP mostró mayor número de individuos recolectados en el CA1 (1381 individuos) que en el CA4 (635 individuos) (Fig. 2-14).

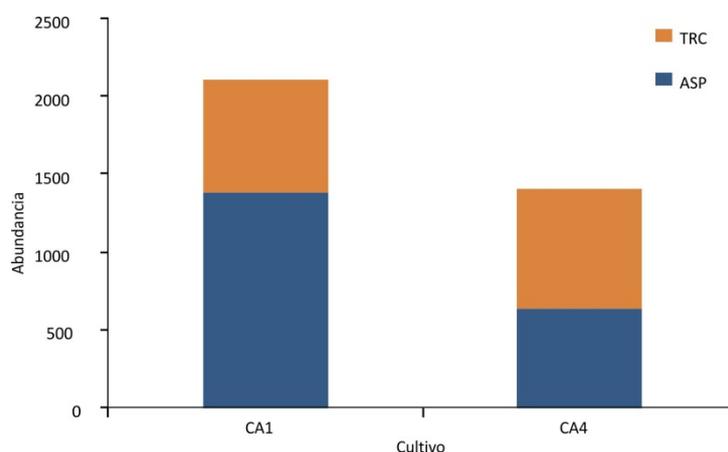


Fig. 2-14. Número total de individuos recolectados en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 año (CA1) y 4 años (CA4) de antigüedad en base a los métodos de muestreo utilizados (trampas de caída: TRC y aspirador: ASP) en Los Hornos (La Plata, Argentina).

En cuanto a los totales de familias de arañas recolectadas por ambos métodos de muestreo separados por cultivo, se puede observar que tanto para el CA1 como para el CA4 las familias Linyphiidae y Lycosidae fueron las de mayor abundancia, donde la primera tuvo una fuerte presencia en el caso del cultivo más joven. Las familias Oxyopidae, sólo representada por la

especie *Oxyopes salticus* Hentz, Gnaphosidae, Hahniidae y Theridiidae tuvieron mayor representación en el CA4 que en el de 1 año (Fig. 2-15).

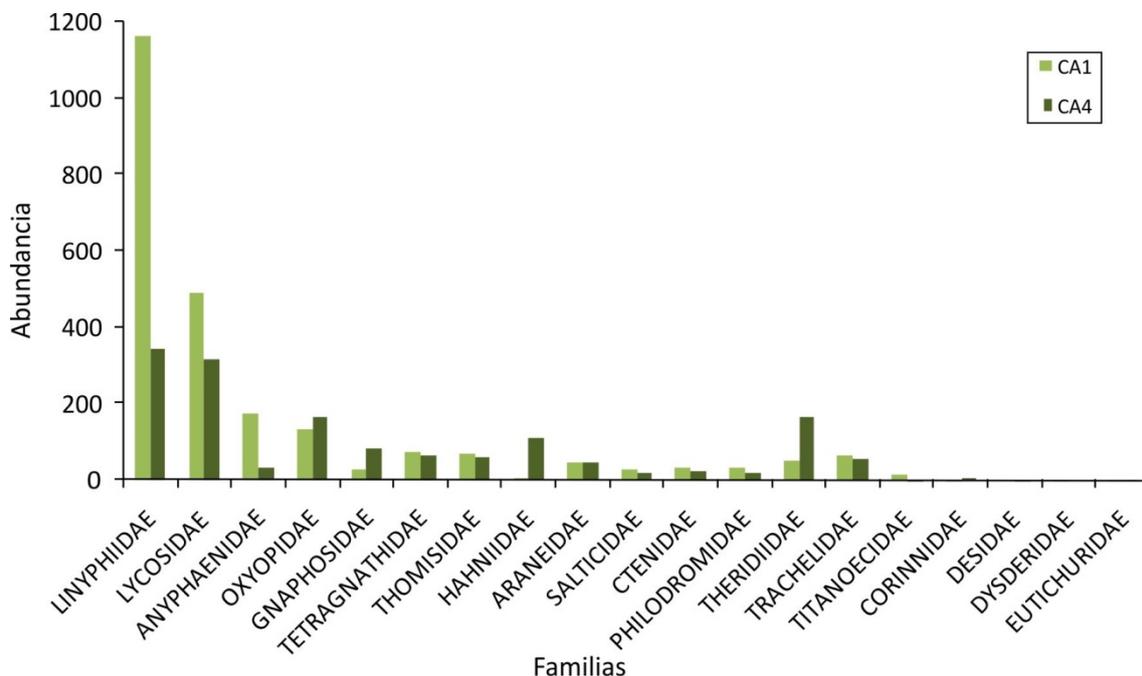


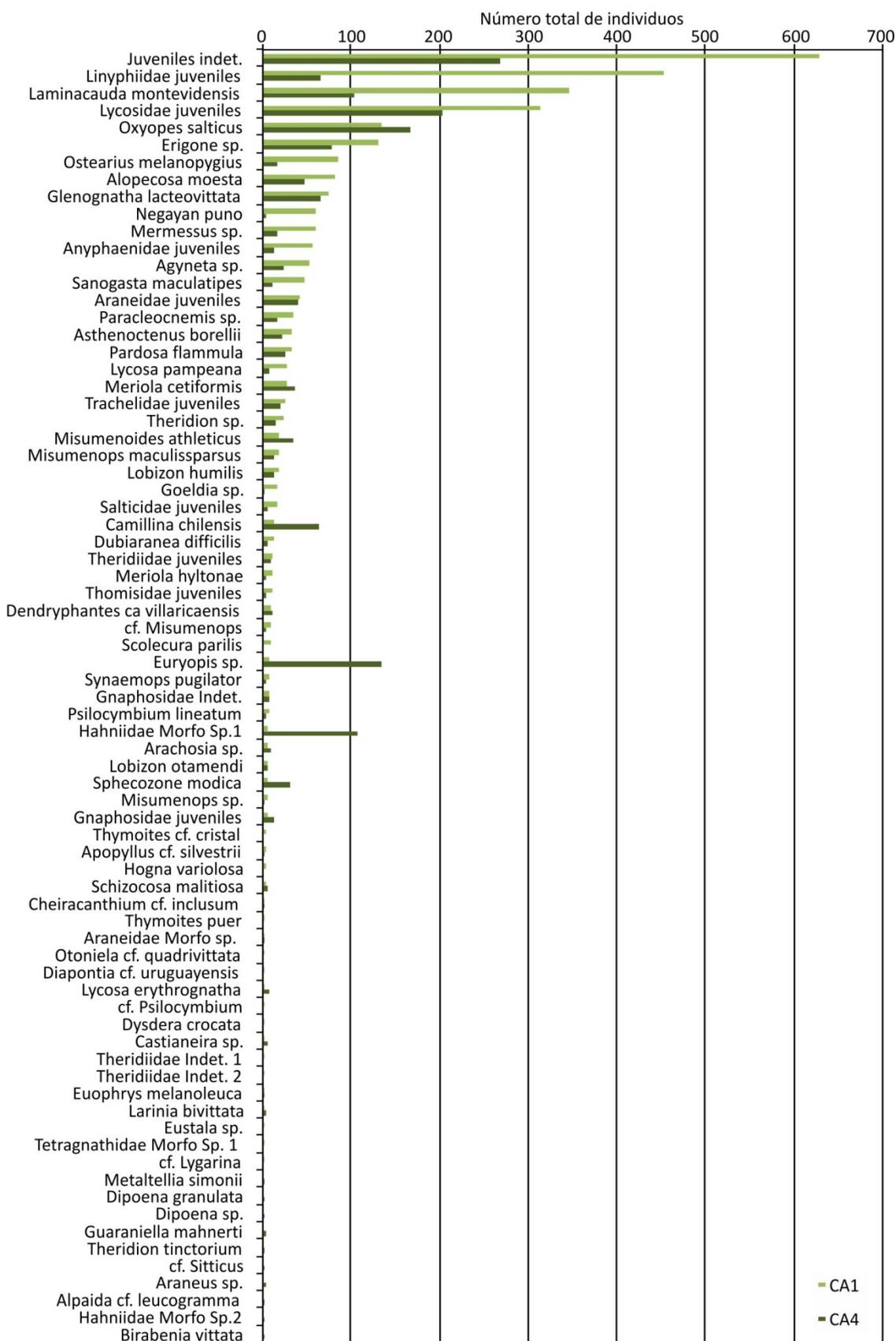
Fig. 2-15. Familias capturadas con aspirador y trampas de caída para cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 (CA1) y de 4 años (CA4) de edad en Los Hornos (La Plata, Argentina).

El número total de especies discriminadas por familia y por cultivo está representado en la figura 2-17, siendo la especie más numerosa *Laminacauda montevidensis* (Keyserling) (familia Linyphiidae), seguida por *Oxyopes salticus* (familia Oxyopidae), y por *Euryopis* msp. (familia Theridiidae) (Fig. 2-16).



Fig. 2-16. Arañas más representativas colectadas en cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) en Los Hornos (La Plata, Argentina). a) *Laminacauda montevidensis* (Linyphiidae), b) *Oxyopes salticus* (Oxyopidae) y c) *Euryopis* sp. (Theridiidae).

Conjuntamente se observa una mayor abundancia de juveniles, representados por juveniles indeterminados y morfoespecies de las familias Linyphiidae y Lycosidae. *Laminacauda montevidensis* tuvo una importante representación en el CA1 y *Euryopis* msp. en el CA4.



2.4.

Fig. 2-17. Total de especies recolectadas por familia en los muestreos mediante trampas de caída y aspirador para cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 año (CA1) y de 4 años (CA4) de edad en Los Hornos (La Plata, Argentina).

2.4.1. Abundancia relativa estacional

Del análisis de la abundancia relativa del total de arañas recolectadas durante los dos años de muestreo (2014-2016), en CA1 y CA4, surge que las proporciones en la mayoría de las estaciones son semejantes en los dos cultivos a pesar de las diferencias en los totales de cada cultivo, excepto en la primavera del 2015 donde existe una marcada diferencia a favor del CA1 (39,76%) con respecto al CA4 (28%). Algo semejante ocurre en otoño del 2016 pero con una mayor proporción de individuos (14,05%) en el CA4 con relación al CA1 (5,1%) (Fig. 2-18).

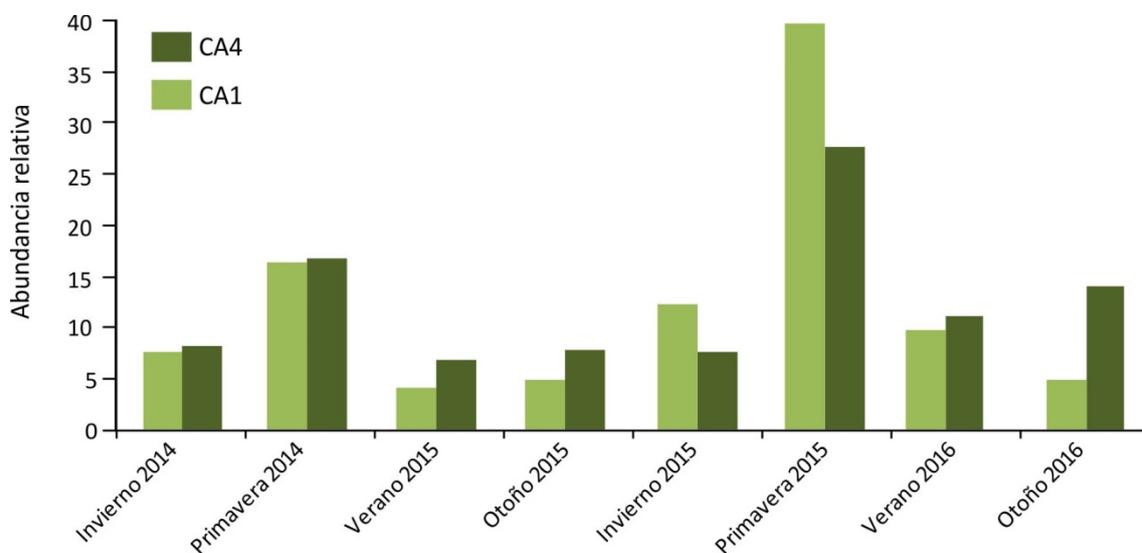


Fig. 2-18. Abundancia relativa para cada muestreo sobre el total de arañas recolectadas durante los dos años de muestreo (2014-2016) en cultivos de alcaucil de 1 año (CA1) y de 4 años (CA4) de edad en Los Hornos (La Plata, Argentina).

2.4.2. Análisis de diversidad alfa

La riqueza específica (S) total fue de 65 especies/morfoespecies (Tabla 1-2). La riqueza total en el CA1 fue de S=55 especies y en el CA4 fue de S=52. Las familias más representadas numéricamente y con mayor riqueza específica fueron Linyphiidae con 1509 individuos y una riqueza de S=11 especies y Lycosidae con 805 individuos y una riqueza específica igual a S=10 especies. Theridiidae a pesar de ser numéricamente inferior (216 individuos) presenta una riqueza específica semejante de S=10 especies. Del total de especies/morfoespecies capturadas en los muestreos (Tabla 1-2), se puede ver un alto porcentaje correspondiente a la especie *Laminacauda montevidensis* tanto para el CA1 como para el CA4.

Tabla 1-2. Abundancias relativas (%) y totales (N) de las especies/morfoespecies (sp/msp) de arañas capturadas en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 año (CA1) y de 4 años de edad (CA4) en Los Hornos (La Plata, Argentina).

FAMILIA	sp/msp	CA1		CA4		
		%	N	%	N	
Linyphiidae	<i>Laminacauda montevidensis</i>	14,35	346	6,85	104	
	<i>Mermessus sp.</i>	2,45	59	1,12	17	
	<i>Scolecuroa parilis</i>	0,37	9	0,00	0	
	<i>Ostearius melanopygius</i>	3,57	86	1,05	16	
	<i>Aqyneta sp.</i>	2,20	53	1,58	24	
	<i>Sphecozone modica</i>	0,25	6	1,98	30	
	<i>Erigone sp.</i>	5,39	130	5,14	78	
	<i>Dubiaranea difficilis</i>	0,50	12	0,40	6	
	cf. <i>Lyarina</i>	0,04	1	0,00	0	
	cf. <i>Psilocymbium</i>	0,08	2	0,00	0	
	<i>Psilocymbium lineatum</i>	0,29	7	0,20	3	
	Linyphiidae juveniles	18,83	454	4,35	66	
	Lycosidae	<i>Alopecosa moesta</i>	3,40	82	3,16	48
<i>Lycosa pampeana</i>		1,16	28	0,46	7	
<i>Lycosa erythrognatha</i>		0,08	2	0,46	7	
<i>Schizocosa malitiosa</i>		0,12	3	0,33	5	
<i>Pardosa flammula</i>		1,33	32	1,65	25	
<i>Lobizon humilis</i>		0,75	18	0,86	13	
<i>Lobizon otamendi</i>		0,25	6	0,40	6	
<i>Hoqna variolosa</i>		0,12	3	0,00	0	
<i>Birabenia vittata</i>		0,00	0	0,13	2	
<i>Diapontia cf. uruguayensis</i>		0,08	2	0,00	0	
Lycosidae juveniles		12,98	313	13,37	203	
Anvohaenidae		<i>Otoniela cf. auadrivittata</i>	0,08	2	0,00	0
		<i>Sanoagasta maculatipes</i>	1,99	48	0,66	10
	<i>Negayan puno</i>	2,45	59	0,20	3	
	<i>Arachosia sp.</i>	0,25	6	0,59	9	
	Anvohaenidae juveniles	2,36	57	0,79	12	
Oxvopidae	<i>Oxvopes salticus</i>	5,56	134	11,00	167	
Gnaphosidae	<i>Camillina chilensis</i>	0,54	13	4,15	63	
	<i>Apopyllus cf. silvestrii</i>	0,12	3	0,13	2	
	Gnaphosidae Indet.	0,33	8	0,46	7	
	Gnaphosidae juveniles	0,21	5	0,79	12	
	Tetragnathidae	<i>Glennanatha lacteovittata</i>	3,07	74	4,28	65
Tetragnathidae msp. 1		0,04	1	0,00	0	
Thomisidae	<i>Misumenops maculissparsus</i>	0,79	19	0,79	12	
	cf. <i>Misumenops</i>	0,37	9	0,26	4	
	<i>Misumenops sp.</i>	0,21	5	0,07	1	
	<i>Misumenoides athleticus</i>	0,79	19	2,24	34	
	<i>Synaemops puqilator</i>	0,33	8	0,20	3	
	Thomisidae juveniles	0,41	10	0,26	4	
Hahniidae	Hahniidae msp.1	0,25	6	7,05	107	
	Hahniidae msp.2	0,00	0	0,13	2	
Araneidae	<i>Albaida cf. leucoaranna</i>	0,00	0	0,07	1	
	<i>Araneus sp.</i>	0,00	0	0,26	4	
	<i>Eustala sp.</i>	0,04	1	0,00	0	
	<i>Larinia bivittata</i>	0,04	1	0,20	3	
	Araneidae msp.	0,08	2	0,07	1	
	Araneidae juveniles	1,70	41	2,57	39	
Salticidae	<i>Dendryphantas cf. villaricaensis</i>	0,37	9	0,66	10	
	<i>Euophrys melanoleuca</i>	0,04	1	0,13	2	
	cf. <i>Sitticus</i>	0,00	0	0,07	1	
	Salticidae juveniles	0,66	16	0,40	6	
Ctenidae	<i>Asthenoctenus borellii</i>	1,37	33	1,38	21	
Philodromidae	<i>Paracleocnemis sp.</i>	1,41	34	1,12	17	
Theridiidae	<i>Eurvoois sp.</i>	0,33	8	8,89	135	
	<i>Theridion tinctorium</i>	0,00	0	0,07	1	
	<i>Theridion sp.</i>	1,00	24	0,99	15	
	<i>Thymoites puer</i>	0,08	2	0,00	0	
	<i>Thymoites cf. cristal</i>	0,12	3	0,00	0	
	<i>Guaraniella mahnerti</i>	0,00	0	0,26	4	
	<i>Dipoena sp.</i>	0,00	0	0,07	1	
	<i>Dipoena granulata</i>	0,00	0	0,07	1	
	Theridiidae Indet. 2	0,04	1	0,00	0	
	Theridiidae Indet. 1	0,04	1	0,00	0	
	Theridiidae juveniles	0,46	11	0,59	9	
Trachelidae	<i>Meriola cetiformis</i>	1,12	27	2,44	37	
	<i>Meriola hyltonae</i>	0,41	10	0,20	3	
	Trachelidae juveniles	1,08	26	1,32	20	
Titanoecidae	<i>Goeldia sp.</i>	0,66	16	0,13	2	
Corinnidae	<i>Castianeira sp.</i>	0,04	1	0,40	6	
Desidae	<i>Metaltellia simonii</i>	0,00	0	0,07	1	
Dysderidae	<i>Dysdera crocata</i>	0,04	1	0,00	0	
Eutichuridae	<i>Cheiracanthium cf. inclusum</i>	0,08	2	0,07	1	

Oxyopes salticus y los juveniles de las familias Linyphiidae y Lycosidae tuvieron un importante aporte en ambos cultivos. El género *Euryopis* y la morfo msp.1 de la familia Hahniidae tuvieron gran importancia pero sólo en el CA4.

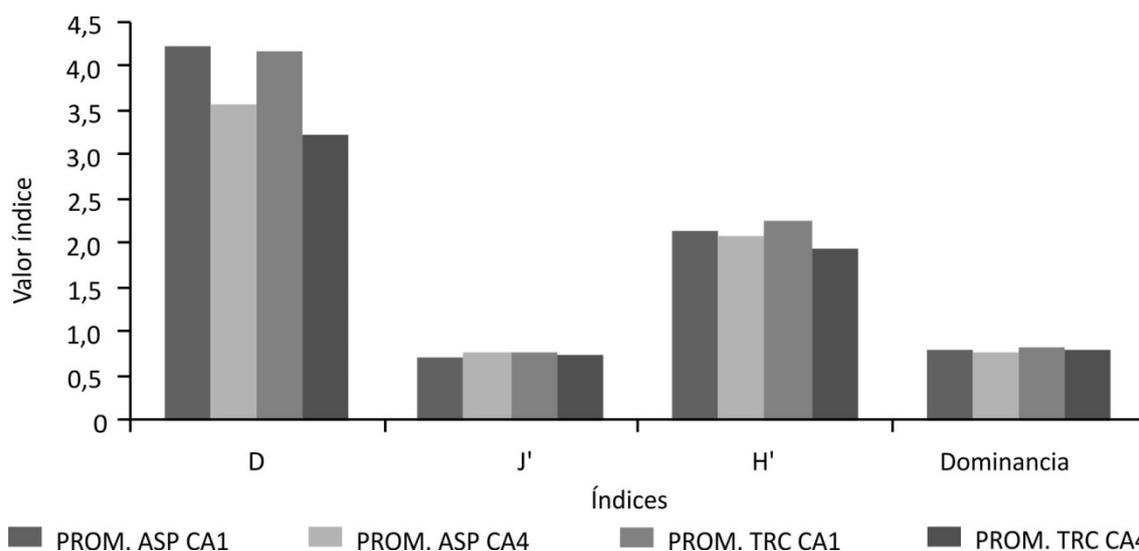
Al realizar los análisis de la diversidad teniendo en cuenta la totalidad de individuos recolectados en los muestreos de los dos años en cada cultivo y discriminado por el método de muestreo (ASP y TRC), se obtuvieron valores de los índices altos (Tabla 2-3). Los resultados para la dominancia, el índice de diversidad de Simpson, el índice de Shannon y el índice de Margalef, son coincidentes con una alta diversidad. La riqueza específica se mantuvo muy pareja, con una pequeña diferencia en el cultivo de un año donde el muestreo se realizó mediante aspirador, y donde la abundancia obtuvo el mayor valor. Los valores más altos para el índice de diversidad de Simpson se correspondieron con el muestreo realizado mediante trampas de caída, con valores muy cercanos a 1.

2.4.2

Tabla 2-3. Riqueza específica, abundancia, dominancia, índice de diversidad de Simpson, índice de Shannon, índice de Margalef, índice de equidad y Chao-1 para el total de las arañas capturadas en todos los muestreos, discriminando el año del cultivo (CA1 y CA4) y el método de muestreo (ASP y TRC) en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) en Los Hornos (La Plata, Argentina).

	ASP CA1	ASP CA4	TRC CA1	TRC CA4
Riqueza específica (S)	40	35	34	36
Abundancia	832	438	646	709
Dominancia (D)	0.1426	0.1648	0.09012	0.08397
Simpson (1-D)	0.8574	0.8352	0.9099	0.916
Shannon (H)	2.578	2.542	2.703	2.813
Margalef	5.8	5.59	5.1	5.332
Equidad (J)	0.6988	0.7151	0.7665	0.785
Chao-1	43.5	50	35.67	40.67

Los valores promedio de los índices de Simpson, Pielou, Shannon-Wiener y de Dominancia para el total de las arañas recolectadas en cada cultivo y según el método de muestreo (Fig. 2-19) se muestran valores similares para todos los índices excepto el índice de Simpson que muestra una leve diferencia entre los cultivos.



2.4.2

La riqueza específica (S) para el total de las arañas capturadas, analizada por estación según los métodos de muestreo utilizados mostró valores bajos similares para el verano del 2015 mediante el método del ASP, mientras que en la primavera del 2015 con ambos métodos de muestreo, se obtuvo valores de riqueza similares (Fig. 2-20).

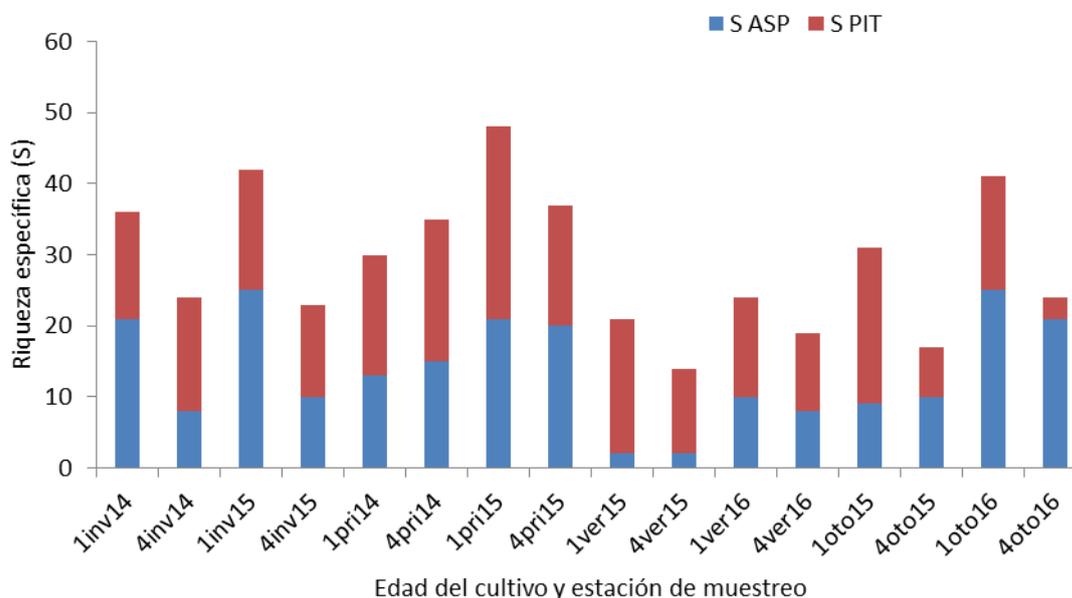


Fig. 2-20. Riqueza específica (S) para el total de las arañas capturadas según los métodos de muestreo (aspirador: ASP y trampas de caída: TRC) a lo largo de todas las estaciones en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 año de edad: CA1 y 4 años de edad: CA4 en Los Hornos (La Plata, Argentina).

En la figura 2-21 se pueden observar tendencias similares en cuanto a la riqueza específica (S) según el método de muestreo utilizado diferenciando los dos cultivos estudiados (CA1 y CA4).

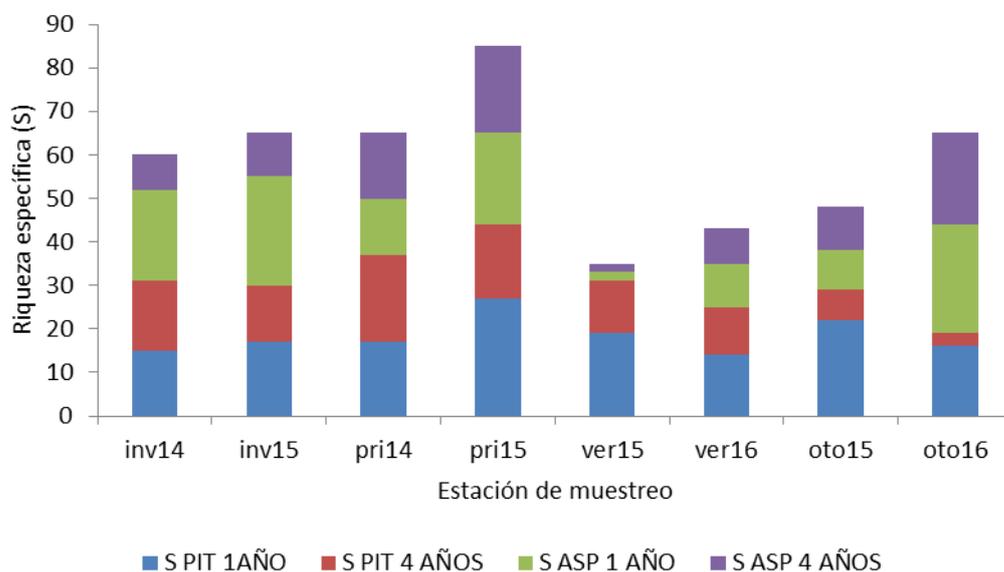


Fig. 2-21. Riqueza específica (S) según los métodos de muestreo (aspirador: ASP y trampas de caída: TRC) a lo largo de las estaciones en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 (CA1) y 4 años (CA4) de edad en Los Hornos (La Plata, Argentina).

Al realizar los análisis estacionales de la diversidad se tuvo en cuenta la totalidad de individuos recolectados en los muestreos de los dos años discriminando los cultivos por edad y por el método de muestreo (ASP y TRC).

Al analizar los índices de diversidad del muestreo con el método del aspirador, se observó una baja de los valores en ambos cultivos en el verano de los dos años (2015-2016), siendo más notable en el verano de 2015. En general los índices de diversidad dieron valores similares, aunque los picos no fueron coincidentes ya que en el CA1 el pico más alto fue en el invierno de los dos años y para el CA4 fue en las primaveras (Fig. 2-22 a y b). Para el caso de los muestreos mediante trampas de caída, se puede ver que no existen bajas tan marcadas como mostró el método del aspirador. Estas bajas correspondieron al otoño (2015-2016) en ambos cultivos, siendo los valores más bajos para el otoño del 2016 en el CA1 respecto al CA4. En cuanto a los picos de mayor diversidad correspondieron, para ambos cultivos muestreados con TRC, a la primavera de 2014, manteniendo en primavera de 2015 valores similares (Fig. 2-22 c y d).

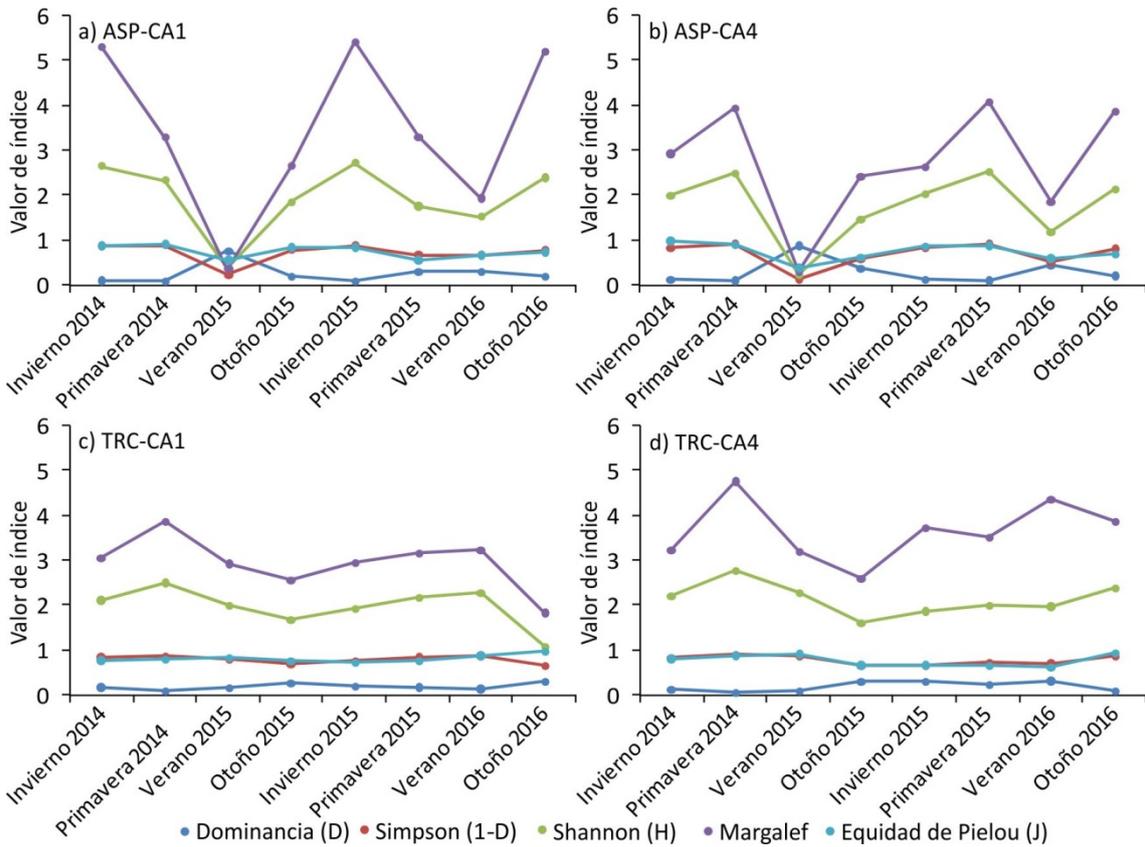


Fig. 2-22. Índices de diversidad estacional para la totalidad de los individuos muestreados con aspirador (ASP) y trampas de caída (TRC) en cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) de a y c) 1 año (CA1), y b y d) 4 años (CA4) de edad en Los Hornos (La Plata, Argentina).

Las curvas de rarefacción mostraron que el muestreo mediante el método de aspirador en el CA1 fue el que presentó mayor riqueza (Fig. 2-23). En ninguno de los casos graficados las curvas alcanzan la asíntota.

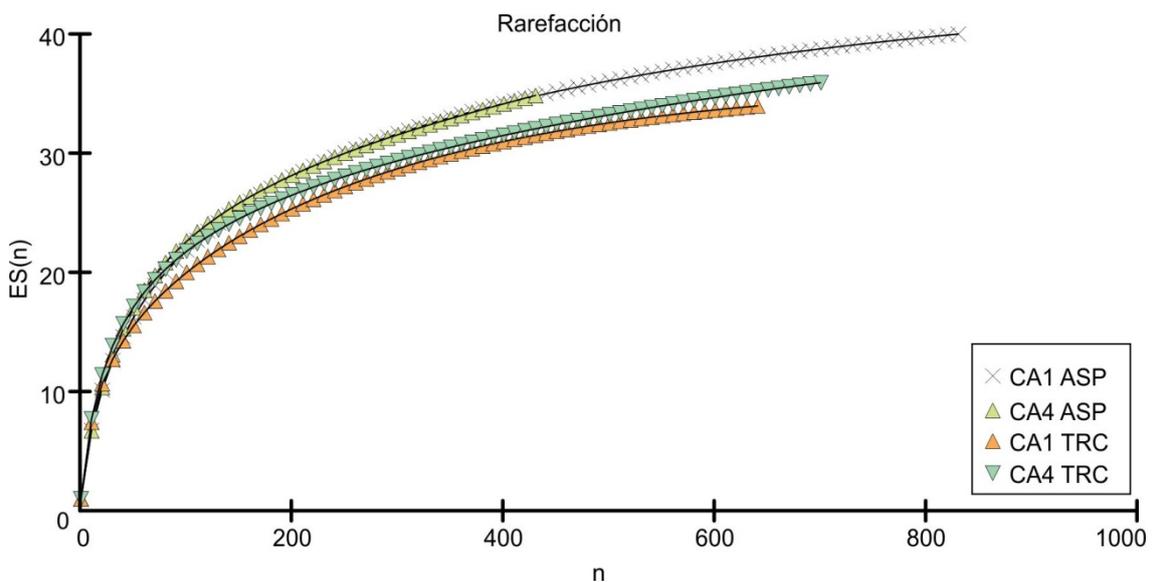


Fig. 2-23. Curvas de rarefacción para el total de las arañas capturadas en todos los muestreos, discriminado por edad del cultivo (1 año: CA1 y 4 años: CA4) y el método de muestreo (aspirador: ASP y trampas de caída: TRC) en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) en Los Hornos (La Plata, Argentina).

Las curvas correspondientes a los índices de riqueza no paramétricos (Chao 1, Jackknife de primer orden, ACE y Bootstrap) fueron asintóticas en el CA1 mediante el método de ASP, mientras que el muestreo con TRC no llegaron a alcanzar la asíntota. En el CA4, con ninguno de los dos métodos utilizados alcanzaron la asíntota (Fig. 2-24). Los valores de los estimadores no paramétricos indicarían que aún falta registrar más especies para completar el inventario de arañas en el CA4, que en el CA1.

2.4.2

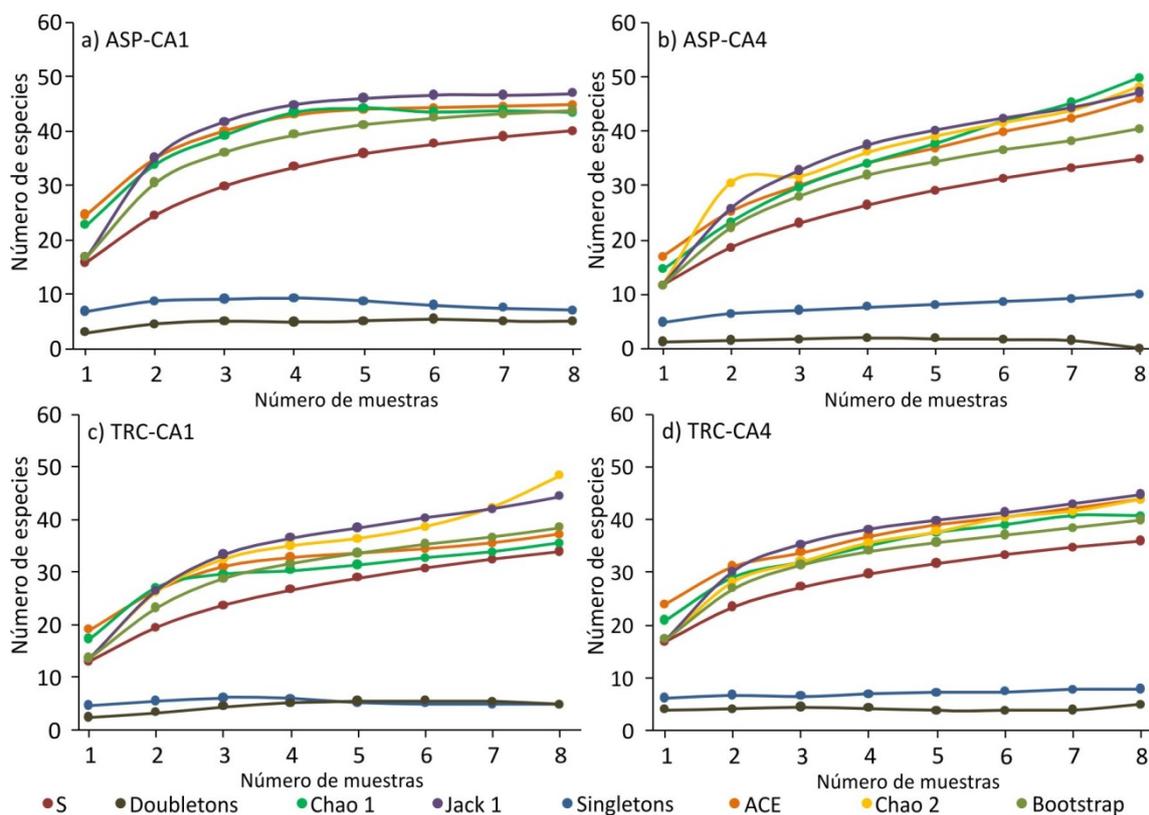


Fig. 2-24. Curva de acumulación de especies por los estimadores no paramétricos y curvas de “singletons y doubletons”, para la totalidad de los individuos muestreados en cultivo de 1 año de edad (CA1), y 4 años de edad (CA4), con el método del aspirador (ASP) y trampas de caída (TRC) en Los Hornos (La Plata, Argentina).

El número de “singletons y doubletons” fue similar para ambos cultivos, siendo un poco mayor en el CA4 mediante el uso de aspirador.

En el CA1, las especies representadas por un solo individuo fueron la msp.1 de la familia Tetragnathidae, las msp 1 y 2 de la familia Theridiidae, *Dysdera crocata* C. L. Koch (Dysderidae), msp de *cf. Ligarina* msp. (Linyphiidae) y la msp. de *Eustala* (Araneidae). En el caso del CA4, fueron la msp de *cf. Sitticus* msp. (Salticidae), *Theridion tinctorium* Keyserling (Theridiidae), la msp. de *Dipoena* (Theridiidae), *Alpaida*

cf. leucogramma (White) (Araneidae), *Metaltellia simonii* (Keyserling) (Desidae) y *Dipoena granulata* (Keyserling) (Theridiidae).

Las especies representadas por dos individuos en el CA1 fueron *Diapontia cf. uruguayensis* Keyserling (Lycosidae), *Thymoites puer* (Mello-Leitão) (Theridiidae) y la msp. de *cf. Psilocymbium* (Linyphiidae) y en el caso del CA4, fueron la msp. 2 de la familia Hahniidae y *Apopyllus cf. silvestrii* (Simon) (Gnaphosidae).

El índice que más se ajustó a la riqueza de especies real fue el estimador Jackknife 1 para el cultivo de un año mediante ASP y para el CA4 por el método de TRC. En el caso de los muestreos realizados mediante TRC en el CA1, el estimador que más se acercó a la riqueza real fue Chao 2, y para el CA4 mediante ASP, fue Chao 1.

Análisis de Olmstead-Tukey

En un primer análisis se consideraron la totalidad de individuos de todos los muestreos incluyendo ambos cultivos y unificando los dos tipos de muestreo. Entre los dominantes, los juveniles de Lycosidae y Araneidae, juveniles indeterminados y *Alopecosa moesta* se encontraron en todos los censos; *Meriola cetiformis*, *Camillina chilensis*, *Glenognatha lacteovittata* y *Erigone* sp. estuvieron presentes salvo en una ocasión (coincidentalmente en otoño) y los juveniles de Linyphiidae y *Laminacauda montevidensis* tuvieron alta frecuencia y abundancia. Las familias representadas por varios taxones con baja abundancia y frecuencia fueron Araneidae y Theridiidae. A pesar de que los juveniles de Araneidae fueron abundantes y se hallaron en todos los censos, en el estado adulto sólo se registraron individuos en pocas ocasiones y en bajo número, considerándose todas como especies raras.

En un segundo análisis se discriminaron los censos correspondientes a cada edad de cultivo. En el CA1, unificando los dos tipos de muestreo (Fig. 2-25), se pudo observar que las arañas de mayor abundancia y porcentaje de frecuencia fueron los juveniles, especialmente de la familia Linyphiidae y Lycosidae, y adultos de la especie *Laminacauda montevidensis* (Linyphiidae). Los taxones se presentaron según su categoría en ocasionales, raras, comunes y dominantes (Fig. 2-25).

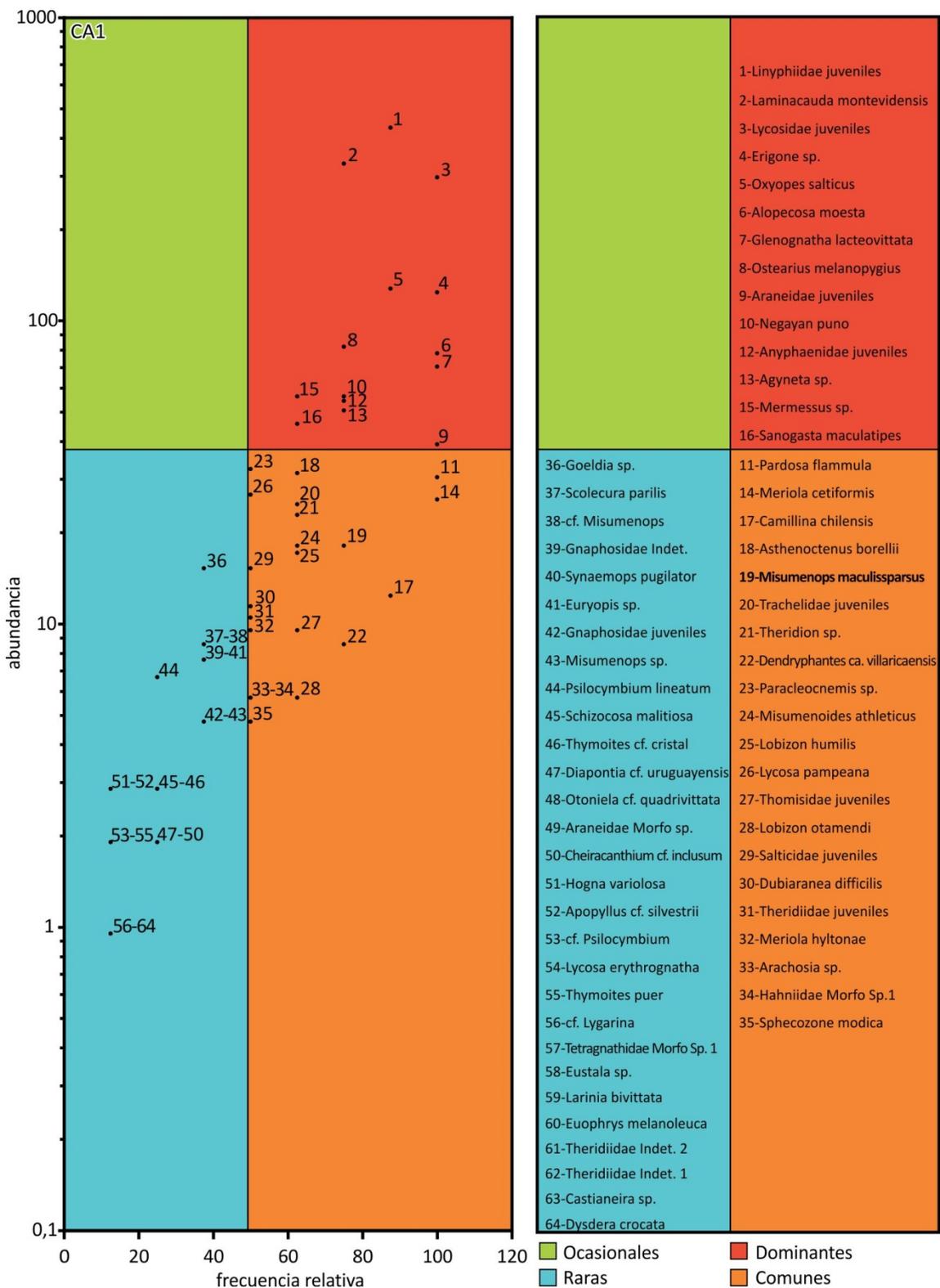


Fig. 2-25. Arañas obtenidas por ambos métodos de muestreo (aspirador: ASP y trampas de caída: TRC) durante todo el período de estudio en cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 año de edad. Izquierda: porcentaje de frecuencia (en escala logarítmica) y abundancia de arañas. Derecha: abundancia y presencia de arañas discriminadas según su categoría en ocasionales, raras, comunes y dominantes (Los Hornos, La Plata, Argentina).

Del total, 29 taxones se encuentran dentro de las raras, con una frecuencia y abundancia por debajo del promedio, 21 taxones caen dentro de las comunes, de baja

2.4.2

abundancia pero alta frecuencia y 14 caen dentro de las dominantes, con una alta frecuencia y abundancia. No hubo taxones dentro del grupo de las ocasionales. Las familias Linyphiidae y Lycosidae tuvieron tanto especies dominantes como raras. Las familias representadas por varios taxones de baja abundancia y frecuencia fueron Araneidae y Theridiidae. La Familia Anyphaenidae estuvo representada mayoritariamente por especies dominantes.

2.4.2

Luego se consideró la totalidad de individuos de todos los muestreos en el CA4, unificando los dos tipos de muestreo (Fig. 2-26). Se pudo observar que las arañas de mayor abundancia y porcentaje de frecuencia fueron los juveniles, especialmente de la familia Lycosidae, *Oxyopes salticus*, *Euryopis* msp. y la morfo sp. 1 de la familia Hahniidae. Se observó una sola especie dentro del grupo de las ocasionales, *Misumenoides athleticus* (Mello-Leitão), de alta abundancia pero baja frecuencia. Dentro del grupo de las dominantes se registraron 14 taxones, 12 dentro de las comunes y 34 dentro de las raras. En el CA4 se encontraron diferencias respecto al CA1. La abundancia total fue mucho menor, cercana al 50% el CA1, y en cuanto a la distribución de las especies se destacan la dominancia de Morfo sp. 1 de Hahniidae (que fue una especie común en el CA1) y del Theridiidae *Euryopis* sp., presente en el 100 % de los censos y con la más alta abundancia de adultos (mientras que fue hallado en 3 oportunidades y escasamente en el CA1). La Familia Anyphaenidae tuvo baja representación, con especies consideradas raras, mientras que fueron mayoritariamente dominantes en el CA1. En el análisis considerando sólo los muestreos realizados mediante la técnica del ASP, para ambos cultivo, del total de taxones, 28 se encontraron ubicadas dentro de las raras, 12 dentro de las comunes y 14 dentro de las dominantes. Los taxones más abundantes fueron los juveniles Linyphiidae, presentes en el 81,25 % de los censos, *Laminacauda montevidensis* y *Oxyopes salticus*. Los juveniles de Araneidae estuvieron presentes en el 100% de los censos. Numéricamente con este método se obtuvieron el doble de ejemplares que los recolectados con las TRC. Sin embargo, 20 especies no fueron recolectados por el ASP y sí fueron capturados mediante las TRC. En el análisis considerando sólo los muestreos realizados mediante la técnica de TRC, para ambos cultivos, del total de

taxones, 29 se encontraron ubicadas dentro de las raras, 11 dentro de las comunes y 13 dentro de las dominantes.

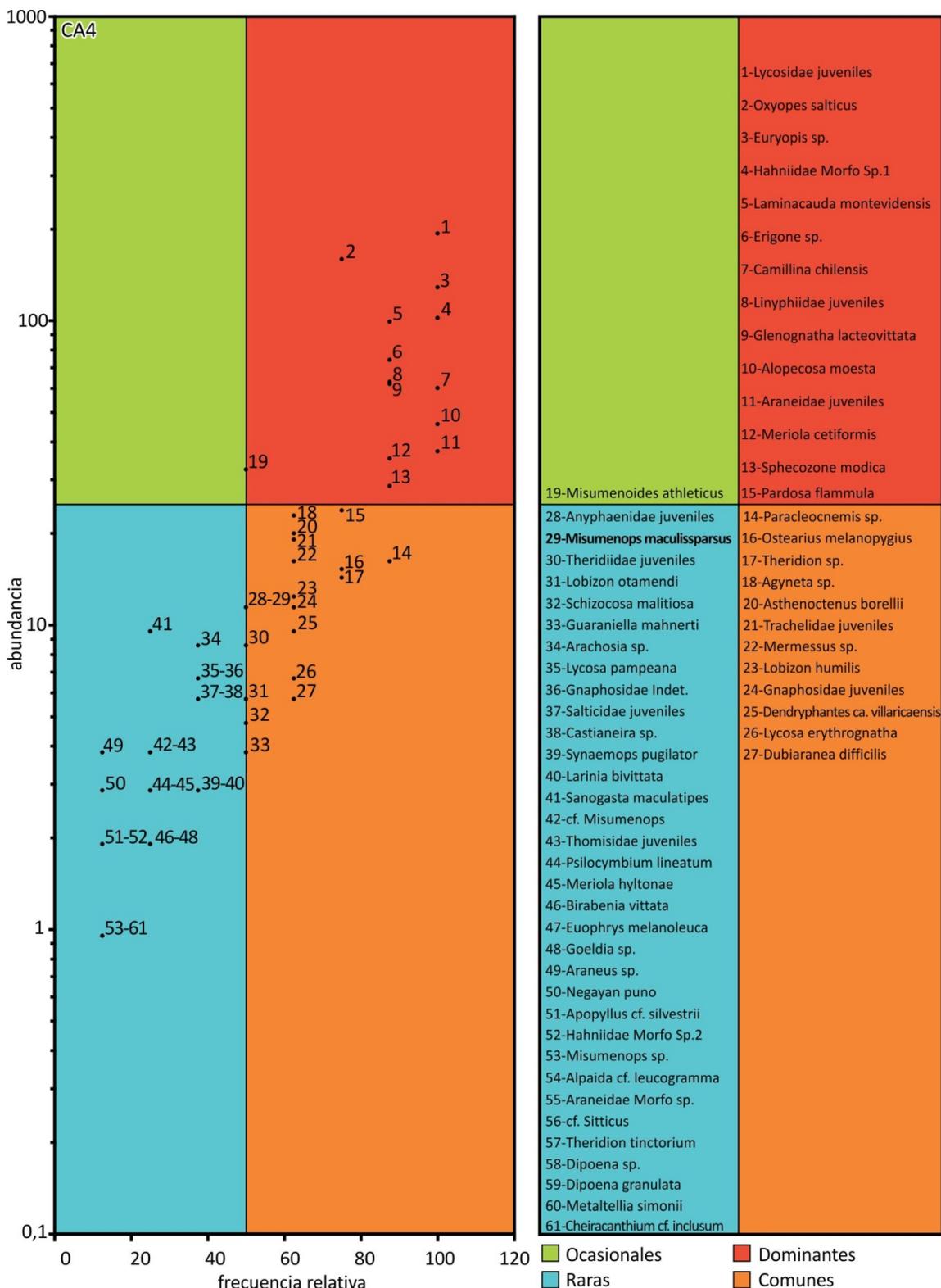


Fig. 2-26. Arañas obtenidas por ambos métodos de muestreo (aspirador: ASP y trampas de caída: TRC) durante todo el período de estudio en cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 4 años de edad. Izquierda: porcentaje de frecuencia (en escala logarítmica) y abundancia de arañas. Derecha: abundancia y presencia de arañas discriminadas según su categoría en ocasionales, raras, comunes y dominantes (Los Hornos, La Plata, Argentina).

2.4.2

Entre las dominantes, predominaron los juveniles de Lycosidae, estuvieron entre los taxones más abundantes y frecuentes *Alopecosa moesta*, *Erigone* sp. y *Glenognatha lacteovittata* y tuvieron similar abundancia pero con una frecuencia media *Euryopsis* sp. y *Laminacauda montevidensis*. Las familias Lycosidae y Linyphiidae estuvieron representadas por taxones frecuentes. Del total de taxones presentes en los cultivos, 21 especies obtenidas con el método del ASP no fueron registrados con las TRC. Finalmente, se analizó la categorización de los taxones según las estaciones del año, considerando ambos cultivos y métodos de muestreo. En invierno dominaron los Linyphiidae, especialmente *Laminacauda montevidensis*, *Erigone* sp. y sus juveniles, así como la licosa *Alopecosa moesta*. Dos especies se consideraron ocasionales: Hahniidae Morfo Sp.1 y *Euryopsis* sp., debido a que fueron abundantes pero sólo se registraron en el CA4. En sentido opuesto, *Mermessus* sp., aunque presente en ambos cultivos, predominó en el CA1. Del total de especies registradas en este estudio, 11 taxa fueron exclusivas del verano y 18 no se encontraron en esta estación del año. En primavera se registraron cerca de tres veces más individuos que en cualquiera de las otras estaciones del año, dominando *Laminacauda montevidensis* y los juveniles de Linyphiidae y Lycosidae. Las dos especies consideradas ocasionales lo fueron por distinta situación: *Negayan puno* sólo se registró en el CA1, y *Oxyopes salticus* sólo en el año 2015. Del total de especies, 6 taxa fueron exclusivas y 15 no se hallaron en esta estación del año. En verano dominaron los juveniles de Lycosidae, *Oxyopes salticus* y *Euryopsis* sp. La mayoría de los taxones fueron catalogados como raros debido a la mayor riqueza y abundancia registrada en el verano 2016 respecto al año precedente. Del total de especies, sólo *Hogna variolosa* (Lycosidae) fue exclusiva y 30 taxones no se hallaron en esta estación del año. En otoño dominó *Oxyopes salticus*, encontrándose con mayor abundancia en el año 2016. Otros dominantes fueron los juveniles de Linyphiidae, *Erigone* sp. (que predominó en el CA4). Se observó una sola especie dentro del grupo de las ocasionales, *Misumenoides athleticus*, encontrada en otoño 2016 en ambos cultivos. Del total de especies presentes en los cultivos, dos especies fueron exclusivas: *Dipoena granulata* y *Metaltellia simonii*, y 23 taxones no se hallaron en el otoño. En resumen, todos los resultados detallados previamente para el análisis realizado mediante el Olmstead-Tukey se pueden observar en la tabla 2-4.

Tabla 2-4. Resumen de los análisis realizados mediante el método Olmstead-Tukey de las arañas colectadas utilizando el método del aspirador (ASP) y trampas de caída (TRC) en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 año (CA1) y 4 años (CA4) de edad, por estación (I,P,V,O). Su aparición está representada según las siguientes categorías: **ocasionales, raras, comunes y dominantes.**

Familia	ESTACION	I-P-V-O									
		CULTIVO	CA1+CA4	CA1+CA4	CA1+CA4	CA1	CA4	CA1+CA4	CA1+CA4	CA1+CA4	CA1+CA4
	METODO	ASP	TRC	ASP+TRC							
	<i>Laminacauda montevidensis</i>										
	<i>Mermessus</i> sp.										
	<i>Scolecuroa parilis</i>										
	<i>Ostearius melanopygus</i>										
	<i>Aavneta</i> sp.										
Linyphiidae	<i>Sphecozone modica</i>										
	<i>Eriqone</i> sp.										
	<i>Dubiaranea difficilis</i>										
	cf. <i>Lyarina</i>										
	cf. <i>Psilocymbium</i>										
	<i>Psilocymbium lineatum</i>										
	Linyphiidae juveniles										
	<i>Alopecosa moesta</i>										
	<i>Lycosa nampeana</i>										
	<i>Lycosa erythroanatha</i>										
	<i>Schizocosa malitiosa</i>										
Lycosidae	<i>Pardosa flammula</i>										
	<i>Lobizon humilis</i>										
	<i>Lobizon otamendi</i>										
	<i>Hoana variolosa</i>										
	<i>Birabenia vittata</i>										
	<i>Diapontia</i> cf. <i>uruquavensis</i>										
	Lycosidae juveniles										
	<i>Otoniela</i> cf. <i>quadrivittata</i>										
	<i>Sanoaasta maculatipes</i>										
Anyphaenidae	<i>Neqayan puno</i>										
	<i>Arachosia</i> sp.										
	Anyphaenidae juveniles										
Oxyopidae	<i>Oxvopes salticus</i>										
	<i>Camillina chilensis</i>										
Gnaphosidae	<i>Apovillus</i> cf. <i>silvestrii</i>										
	Gnaphosidae Indet.										
	Gnaphosidae juveniles										
Tetragnathidae	<i>Glenoanatha lacteovittata</i>										
	Tetragnathidae Morfo Sp. 1										
	<i>Misumenops maculisparsus</i>										
	cf. <i>Misumenops</i>										
Thomisidae	<i>Misumenops</i> sp.										
	<i>Misumenoides athleticus</i>										
	<i>Synaemops pugilator</i>										
	Thomisidae juveniles										
Hahniidae	Hahniidae Morfo Sp. 1										
	Hahniidae Morfo Sp. 2										
	<i>Alpaida</i> cf. <i>leucoagramma</i>										
	<i>Araneus</i> sp.										
Araneidae	<i>Eustala</i> sp.										
	<i>Larinia bivittata</i>										
	Araneidae Morfo sp.										
	Araneidae juveniles										
	<i>Dendryphantus</i> ca. <i>villaricaensis</i>										
Salticidae	<i>Euophrus melanoleuca</i>										
	cf. <i>Sitticus</i>										
	Salticidae juveniles										
Ctenidae	<i>Asthenoctenus borellii</i>										
Philodromidae	<i>Paracleonemius</i> sp.										
	<i>Eurypis</i> sp.										
	<i>Theridion tinctorium</i>										
	<i>Theridion</i> sp.										
	<i>Thymoites puer</i>										
	<i>Thymoites</i> cf. <i>crystal</i>										
Theridiidae	<i>Guaraniella mahnerti</i>										
	<i>Dipoena</i> sp.										
	<i>Dipoena aranulata</i>										
	Theridiidae Indet. 2										
	Theridiidae Indet. 1										
	Theridiidae juveniles										
Trachelidae	<i>Meriola cetiformis</i>										
	<i>Meriola hyltonae</i>										
	Trachelidae juveniles										
Titanoecidae	<i>Goeldia</i> sp.										
Corinnidae	<i>Castianeira</i> sp.										
Desidae	<i>Metaltellia simonii</i>										
Dysderidae	<i>Dysdera crocata</i>										
Eutichuridae	<i>Cheiracanthium</i> cf. <i>inclusum</i>										

2.4.2

2.4.3. Analisis de diversidad beta

Los índices de Jaccard y Sorensen mostraron los valores más altos con el método de muestreo mediante ASP en las estaciones de primavera 2015 y otoño 2016 (Jaccard= 54% y 53% respectivamente y Sorensen= 70% en las dos estaciones mencionadas) (Tabla 2-5a). Para el caso del muestreo mediante TRC, los porcentajes más altos de los índices de Jaccard y Sorensen fueron en el verano del 2016, la primavera del 2014 y el verano del 2015 (Jaccard= 67%, 64%, 60% respectivamente y Sorensen= 80%, 78%, 75% respectivamente) (Tabla 2-5b).

Tabla 2-5. Diversidad beta estacional en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 y 4 años de edad, con el método de muestreo mediante a) aspirador y b) trampas de caída (Los Hornos, La Plata, Argentina).

Estación	Jaccard	Sorensen	Estación	Jaccard	Sorensen
Invierno 2014	0,22	0,36	Invierno 2014	0,52	0,69
Primavera 2014	0,18	0,31	Primavera 2014	0,64	0,78
Verano 2015	0,33	0,50	Verano 2015	0,60	0,75
Otoño 2015	0,27	0,42	Otoño 2015	0,24	0,38
Invierno 2015	0,29	0,44	Invierno 2015	0,41	0,58
Primavera 2015	0,54	0,70	Primavera 2015	0,57	0,72
Verano 2016	0,39	0,56	Verano 2016	0,67	0,80
Otoño 2016	0,53	0,70	Otoño 2016	0,15	0,27

Al analizar la riqueza específica (S) obtenida por los diferentes métodos de muestreo, se pudo observar la presencia de algunas especies/morfoespecies que solo aparecieron en uno de los dos cultivos (Tabla 2-6 y 2-7). Ambos cultivos compartieron 51 taxones, exceptuando a *Scolecuroa parilis* Millidge (Linyphiidae), presente sólo en el CA1 con 9 individuos y a *Guaraniella mahnerti* Baer (Theridiidae) y *Araneus* msp. (Araneidae), presentes sólo en el CA4 con 4 individuos cada una, el resto de los ejemplares por especie/morfoespecie obtenidos exclusivamente para cada edad de cultivo, no superaron los 3 ejemplares cada una.

Las familias Dysderidae y Desidae, estuvieron representadas por una sola especie con un solo ejemplar en el muestreo total del período de estudio. Por lo tanto fueron familias exclusivas de cada cultivo, Dysderidae para el CA1 y Desidae para el CA4 (Fig. 2-27).

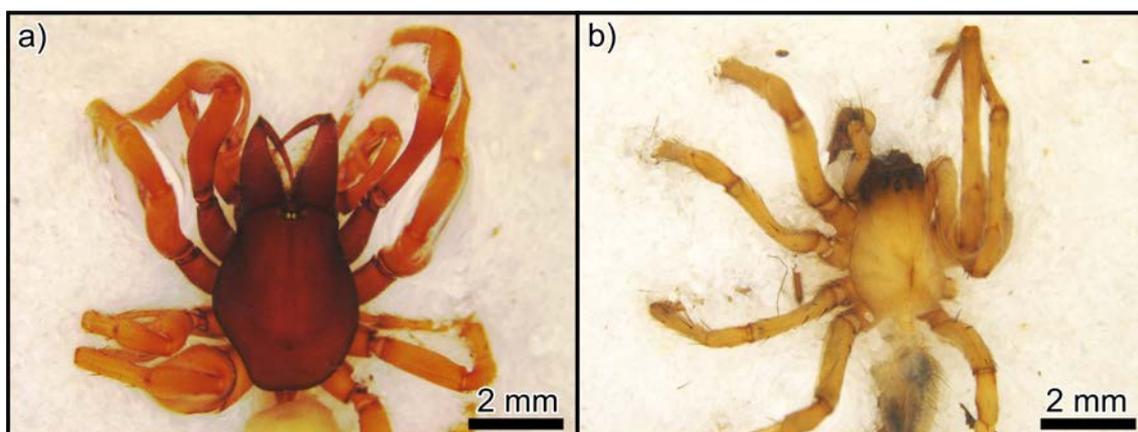
Tabla 2-6. Especies/morfoespecies presentes en el cultivo de 1 año de edad y ausentes en el de 4 años de edad (Los Hornos, La Plata, Argentina).

Familias	Especies/Morfoespecies
Linyphiidae	<i>Scolecuroa parilis</i>
	cf. <i>Lygarina</i> msp.
	cf. <i>Psilocymbium</i> msp.
Lycosidae	<i>Hogna variolosa</i>
	<i>Diapontia</i> cf. <i>uruguayensis</i>
Anyphaenidae	<i>Otoniela</i> cf. <i>quadrivittata</i>
Tetragnathidae	Tetragnathidae msp. 1
Araneidae	<i>Eustala</i> msp.
	<i>Thymoites puer</i>
	<i>Thymoites</i> cf. <i>crystal</i>
Theridiidae	Theridiidae msp.2
	Theridiidae msp. 1
Dysderidae	<i>Dysdera crocata</i>

2.4.3

Tabla 2-7. Especies/morfoespecies presentes en el cultivo de 4 años de edad y ausentes en el de 1 año de edad (Los Hornos, La Plata, Argentina).

Familias	Especies/Morfoespecies
Lycosidae	<i>Birabenia vittata</i>
Hahniidae	Hahniidae msp.2
Araneidae	<i>Alpaida</i> cf. <i>leucogramma</i>
	<i>Araneus</i> msp.
Salticidae	cf. <i>Sitticus</i> msp.
	<i>Theridion tinctorium</i>
Theridiidae	<i>Guaraniella mahnerti</i>
	<i>Dipoena</i> msp.
Desidae	<i>Dipoena granulata</i>
	<i>Metaltellia simonii</i>

**Fig. 2-27.** Arañas colectadas en cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) en Los Hornos (La Plata, Argentina). a) *Dysdera crocata* (Dysderidae) y b) *Metaltellia simonii* (Desidae).

Los taxones que aparecieron en ambos cultivos y en todas las estaciones, cumpliendo un 100% de frecuencia, fueron los juveniles indeterminados, los juveniles de las familias Lycosidae y Araneidae y *Alopecosa moesta* (Holmberg) (Lycosidae). Las especies con una frecuencia de aparición del 93,75%, es decir, que aparecieron en

todos los muestreos excepto en uno, fueron *Meriola cetiformis* (Strand) (Trachelidae), *Camillina chilensis* (Simon) (Gnaphosidae), *Glenognatha lacteovittata* (Mello-Leitão) (Tetragnathidae) y *Erigone* msp. (Linyphiidae) (Fig. 2-28).

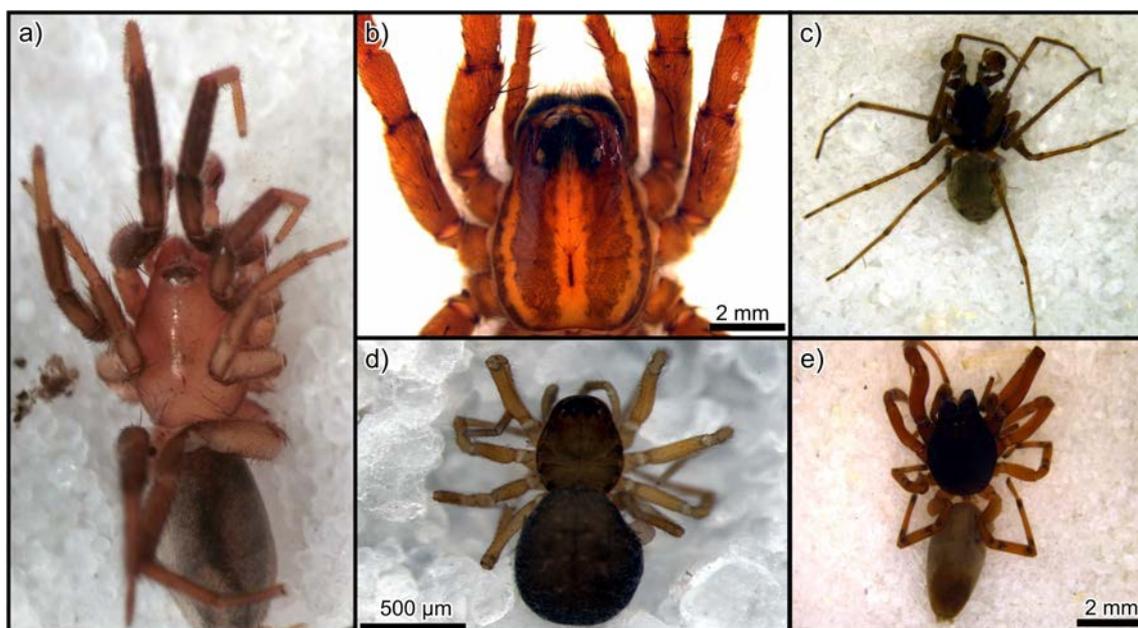


Fig. 2-28. Arañas colectadas en cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) en Los Hornos (La Plata, Argentina). a) *Camillina chilensis* (Gnaphosidae), b) *Alopecosa moesta* (Lycosidae), c) *Glenognatha lacteovittata* (Tetragnathidae), d) *Erigone* sp. (Linyphiidae) y e) *Meriola cetiformis* (Trachelidae).

Los individuos con mayor abundancia fueron los juveniles indeterminados (896 individuos), los juveniles de la familia Linyphiidae (520), los juveniles de la familia Lycosidae (515), *Laminacauda montevidensis* (450), *Oxyopes salticus* (301), *Erigone* msp. (208), *Euryopis* msp. (143), *Glenognatha lacteovittata* (139), *Alopecosa moesta* (130) y *Ostearius melanopygius* (O. P. Cambridge) (Linyphiidae) (102).

2.4.4. Análisis multivariante

NMDS

El método de escalamiento multidimensional no métrico permite generar gráficos de dos dimensiones donde los datos se agrupan por similitud. En todos los casos el factor de stress que mide la fidelidad entre la matriz de similitud de Bray y Curtis y la representación gráfica son muy aceptables, con valores de stress todos menores a 0,2. Al analizar los dos métodos de muestreo considerados se puede ver claramente cómo se forman dos grupos bien marcados separados, representando asociaciones de especies diferentes para cada

método (Fig. 2-29). Este agrupamiento remarca la complementariedad e importancia de realizar ambos métodos para obtener un muestreo más completo.

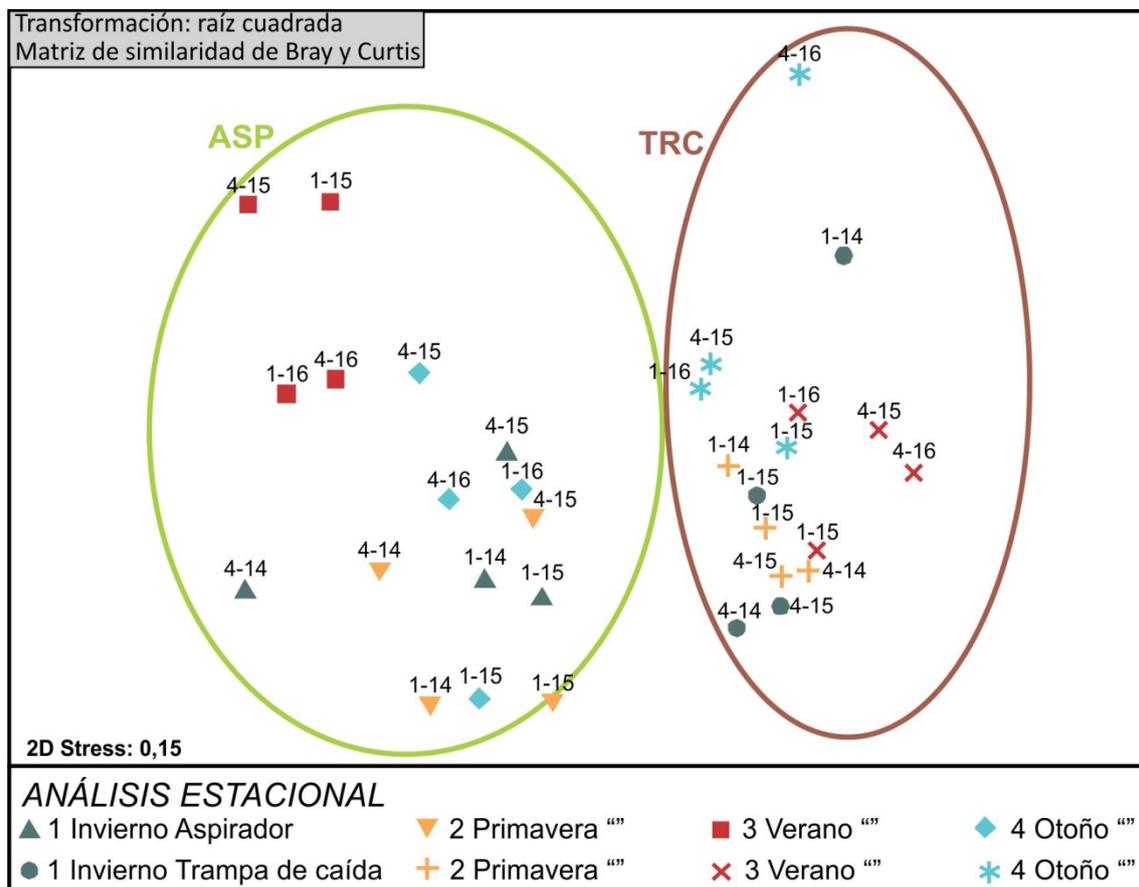
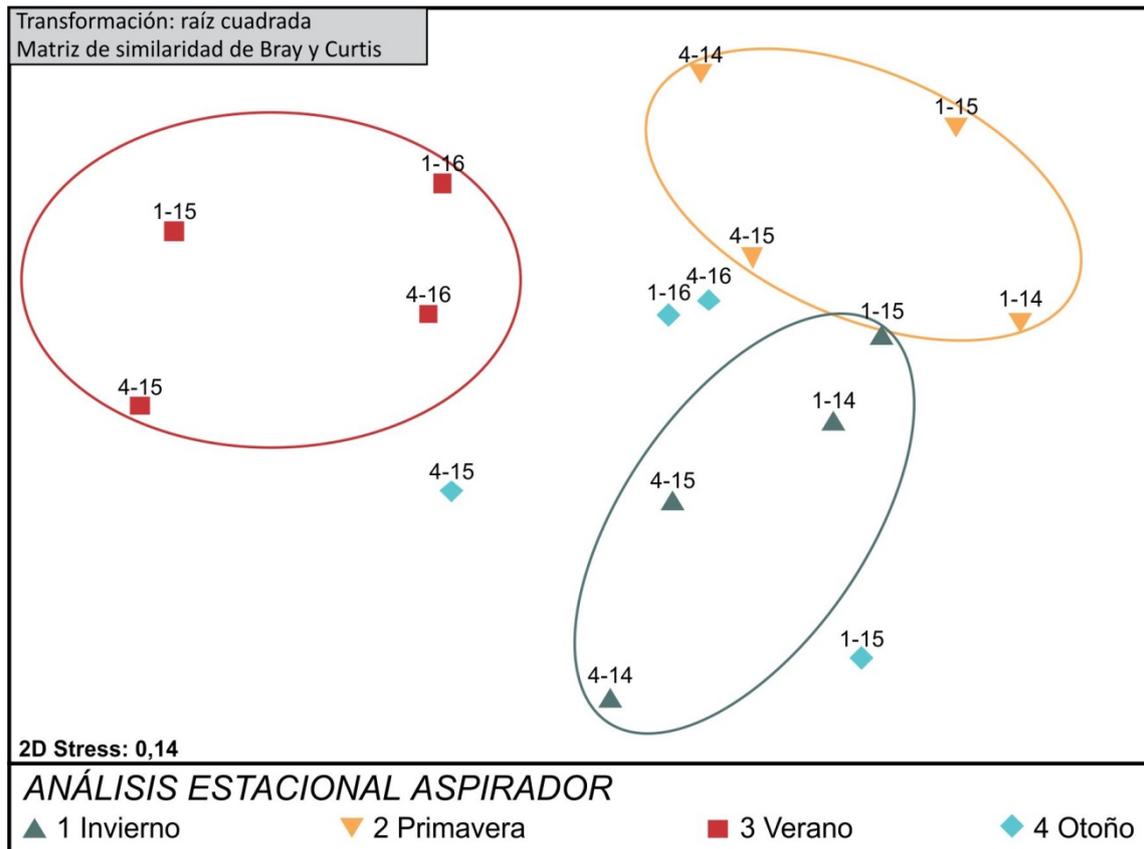


Fig. 2-29. Matriz de similitud en base a Bray-Curtis para los muestreos realizados mediante aspirador (ASP) y trampas de caída (TRC) por cada estación y edad del cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) (Los Hornos, La Plata, Argentina).

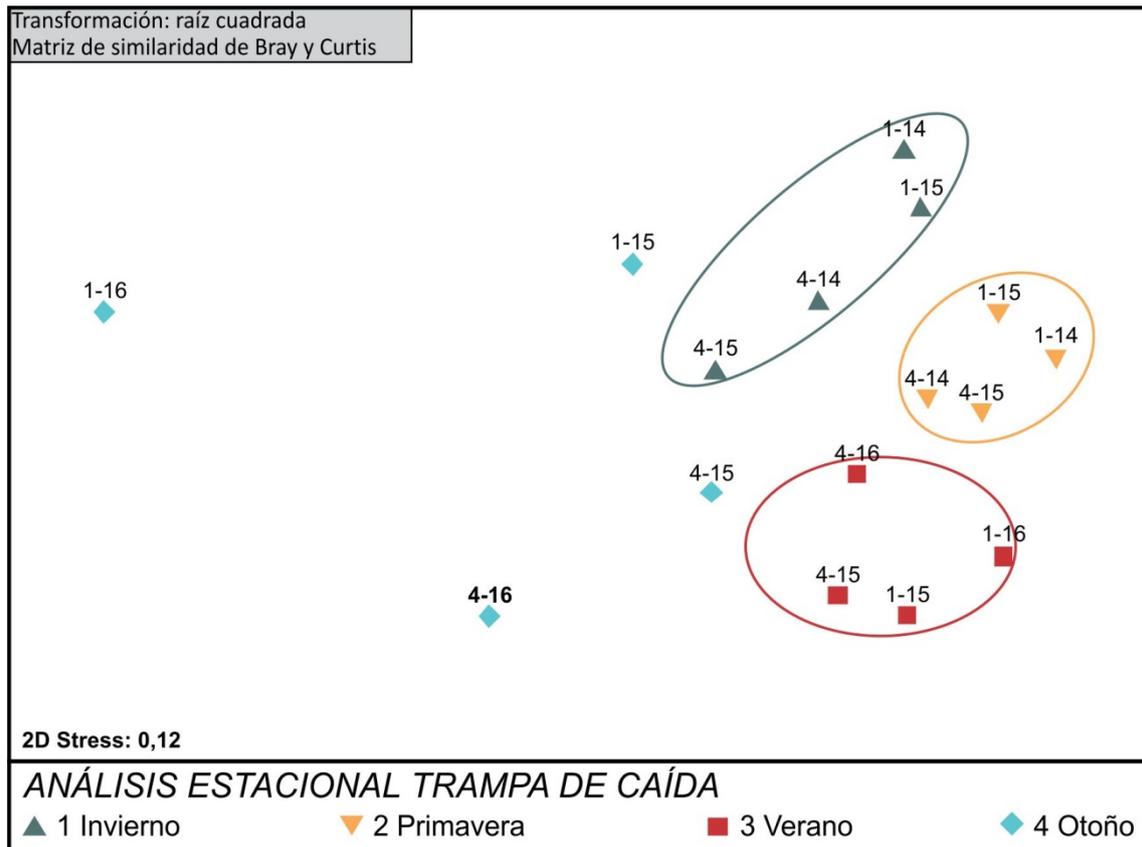
El análisis de la matriz de similitud para los muestreos realizados mediante el método de muestreo con ASP en todas las estaciones y para ambos cultivos (Fig. 2-30) muestra una mayor similitud entre las asociaciones de especies correspondientes a cada estación uniendo las dos edades del cultivo, a excepción del otoño del 2015 en el CA1.



2.4.4

Fig. 2-30. Matriz de similitud en base a Bray-Curtis para los muestreos realizados mediante aspirador por cada estación y edad del cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) (Los Hornos, La Plata, Argentina).

Para el caso del muestreo mediante TRC (Fig. 2-31) también se unen en grupos las estaciones, exceptuando el otoño 2016 del CA1. Para ambas matrices de similitud la estación de otoño fue la que mostró los valores más bajos entre los muestreos. El resto de las estaciones se mantuvieron juntas pudiendo formarse grupos bastante marcados.



2.4.4

Fig. 2-31. Matriz de similitud en base a Bray-Curtis para los muestreos realizados mediante trampas de caída por cada estación y edad del cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) (Los Hornos, La Plata, Argentina).

La especie más abundante recolectada mediante ASP en el CA1 fue *Laminacauda montevidensis* (Fig. 2-32). La estación con mayor abundancia de esta especie fue la primavera del 2015 con 225 ejemplares de un total de 260 recolectados. En el caso del CA4, la totalidad de esta especie capturada mediante este método de muestreo fue muy baja, sólo de 19 individuos.

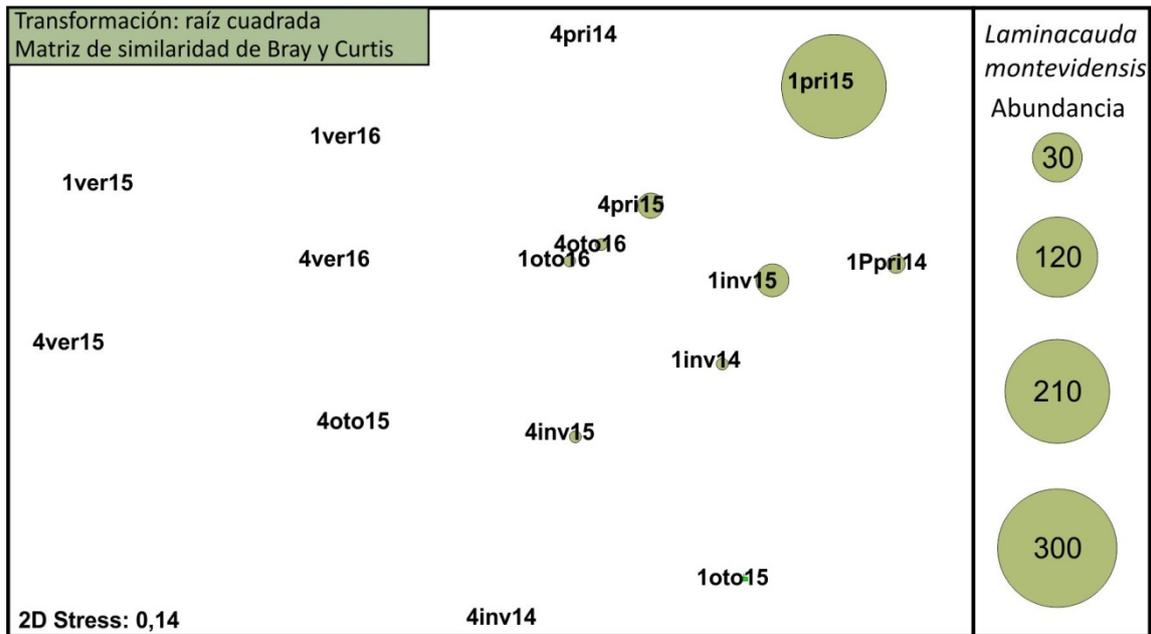


Fig. 2-32. Matriz de similitud en base a Bray-Curtis de *Laminacauda montevidensis* para los muestreos realizados mediante aspirador por cada estación y edad del cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) (Los Hornos, La Plata, Argentina).

En el caso del CA4 mediante el muestreo con ASP, la especie más abundante fue *Oxyopes salticus*, con un total de 162 ejemplares (Fig. 2-33), mientras que esta especie en el CA1 mostró una abundancia pareja con 134 individuos, con una distribución e semejante, pero reflejando mayores cantidades en las estaciones de primavera 2015, verano 2016 y otoño 2016.

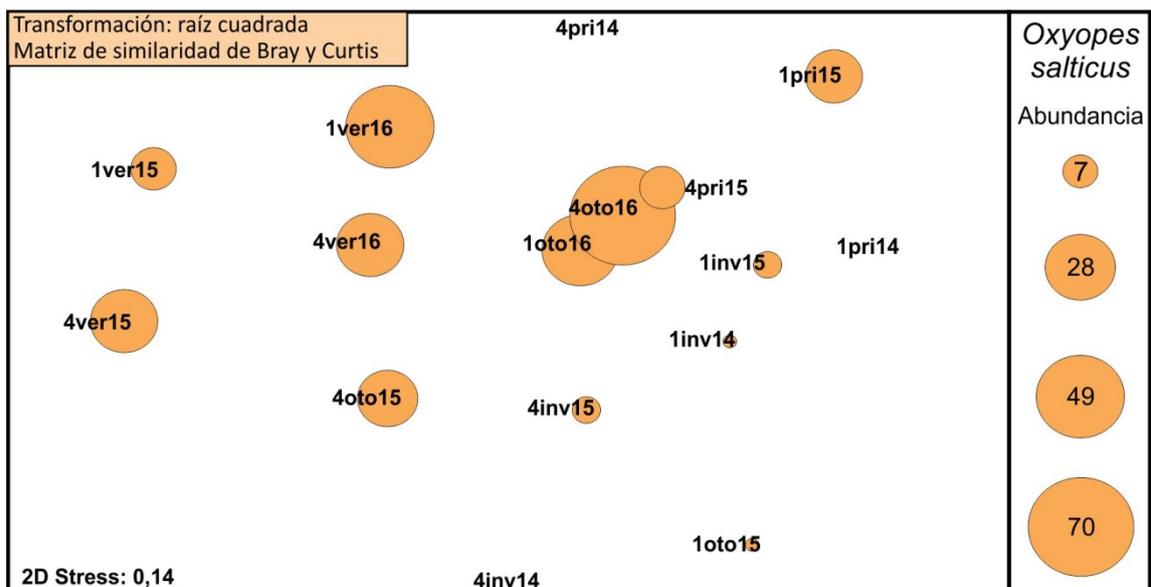


Fig. 2-33. Matriz de similitud en base a Bray-Curtis de *Oxyopes salticus* para los muestreos realizados mediante aspirador por cada estación y edad del cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) (Los Hornos, La Plata, Argentinas).

La especie más abundante recolectada mediante TRC en el CA1 fue *Erigone* msp., con un total de 91 ejemplares. En el CA4 la cantidad de individuos fue similar con un total de 70. Esta especie apareció en todas las estaciones muestreadas, menos en la del otoño del 2016 (Fig. 2-34).

2.4.4

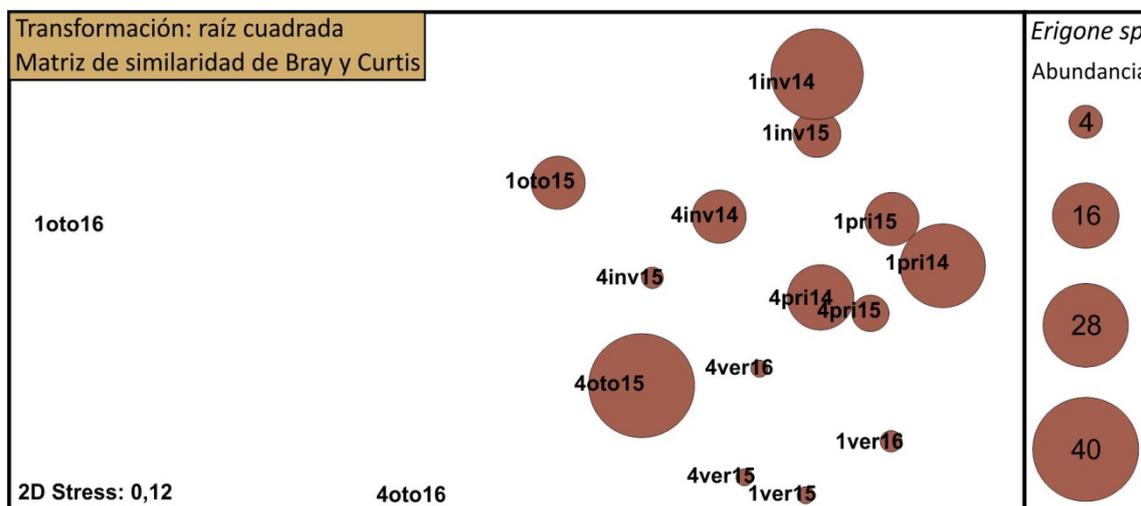


Fig. 2-34. Matriz de similitud en base a Bray-Curtis de *Erigone* sp. para los muestreos realizados mediante trampas de caída por cada estación y edad del cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) (Los Hornos, La Plata, Argentina).

Euryopis msp. fue la especie más abundante recolectada con el método de muestreo mediante TRC en el CA4 con un total de 124 ejemplares, mientras que en el CA1 de edad solo se recolectaron 8, mostrando que esta especie fue practicamente exclusiva del CA4 y con alta frecuencia a los largo de los muestreos (Fig. 2-35).

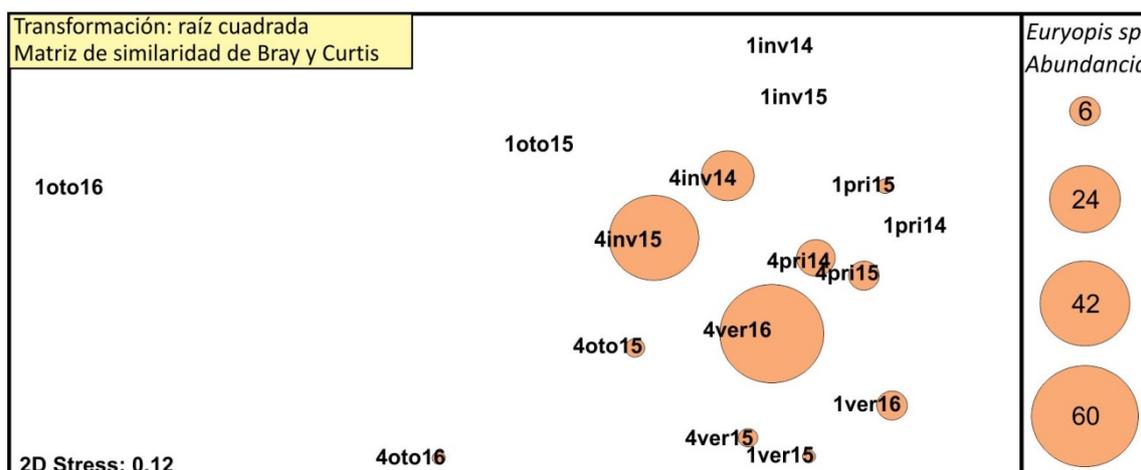


Fig. 2-35. Matriz de similitud en base a Bray-Curtis de *Euryopis* sp. para los muestreos realizados mediante trampas de caída por cada estación y edad del cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) (Los Hornos, La Plata, Argentina).

ANOSIM (Análisis de similitud y contribución de las especies)

El nivel de significancia para el muestreo mediante el aspirador en ambos cultivos fue de 0,02 de probabilidad, por lo que las diferencias estacionales en ambos cultivos y entre ambos cultivos fueron significativas.

Lo mismo sucedió para los muestreos realizados mediante trampas de caída, con una probabilidad de 0,01.

SIMPER (Contribución de las especies a la similitud)

Como complemento a los resultados del NMDS con el SIMPER se pueden obtener las especies que contribuyeron más a cada estación mediante los diferentes métodos. Se tuvieron en cuenta las estaciones más representativas para cada método (Tabla 2-8), obteniendo que los grupos que más contribuyeron fueron los juveniles, representados por las familias Araneidae, Linyphiidae y Lycosidae.

Tabla 2-8. Especies que más contribuyeron a la similitud según estación, muestreadas mediante aspirador en cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) en Los Hornos (La Plata, Argentina). Av. Abund (promedio de la abundancia), Av. Sim (promedio de la similitud en base a la matriz de Bray y Curtis), Sim/SD (relación similitud desviación standard), Contrib% (contribución de la especie al grupo de especies), Cum% (contribución acumulada). Solo se incluyen aquellas especies que suman una contribución acumulada entre 40 y 50%.

Método	Estación	Especies	Av.Abund	Av.Sim	Contrib%	Cum.%
Aspirador	Primavera 2015	Araneidae juveniles	2,90	7,52	17,48	17,48
		Linyphiidae juveniles	3,02	6,04	14,04	31,53
		Agynetasp.	2,37	4,38	10,19	41,71
Aspirador	Otoño 2016	Oxyopes salticus	5,14	7,61	17,7	17,71
		Linyphiidae juveniles	3,16	6,14	14,2	31,99
		Araneidae juveniles	2,36	5,25	12,20	44,19
Trampa de caída	Primavera 2014 y 2015	Lycosidae juveniles	6,59	8,34	13,47	13,47
		Glenognathalacteovittata	4,71	7,45	12,04	25,51
		Erigonesp.	3,68	5,05	8,16	33,67

2.4.5. Estructura de gremios

Las arañas muestreadas durante todo el período estudiado fueron agrupadas en siete gremios en el CA1 y en 6 gremios en el CA4, estando ausente el gremio especialista (Tabla 2-9).

En ambos cultivos el gremio más abundante fue el de las **tejedoras de tela sábana**, con un alto porcentaje por parte de la familia Linyphiidae seguido por el gremio de las **cazadoras de suelo**, con la familia Lycosidae como la máxima representante. En el gremio **otras cazadoras**, Anyphaenidae es la familia con mayor porcentaje en el CA1 y Oxyopidae en el CA4. En el CA4 se observó un porcentaje importante de las **tejedoras de telas espaciales**, representado especialmente por la familia Theridiidae (Tabla 2-9).

2.4.5

Tabla 2-9. Abundancia relativa de gremios de arañas según Cardoso et al. (2011) en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 (CA1) y 4 años (CA4) de edad (Los Hornos, La Plata, Argentina).

Gremio	Familias	CA1 (%)	CA4 (%)
Tejedoras de telas sábana (TTS)	Linyphiidae	48,32	23,06
	Hahniidae	0,25	7,18
	Desidae	-	0,07
Tejedoras de telas espaciales (TTE)	Theridiidae	2,07	10,94
	Titanoecidae	0,66	0,13
Tejedoras de telas orbiculares (TTO)	Araneidae	1,87	3,16
	Tetragnathidae	3,11	4,28
Especialistas (ESP)	Dysderidae	0,04	-
Cazadoras emboscadoras (CE)	Thomisidae	2,90	3,82
	Gnaphosidae	1,20	5,53
Cazadoras de suelo (CS)	Lycosidae	20,28	20,82
	Trachelidae	2,61	3,56
	Corinnidae	0,04	0,40
	Anyphaenidae	7,13	2,24
Otras cazadoras (OC)	Ctenidae	1,37	1,38
	Philodromidae	1,41	1,12
	Salticidae	1,08	1,25
	Oxyopidae	5,56	11,00
	Eutichuridae	0,08	0,07

En la representación de los gremios y la abundancia relativa de arañas para cada cultivo (Fig. 2-36 y 2-37), se observa una amplia mayoría, (representada por el 50% aproximadamente), de las **tejedoras de tela sábanas** para el CA1. Esa gran cantidad está representada principalmente por la familia Linyphiidae, la cual aporta con el 48,32% del total. Este mismo gremio fue el más representado en el CA4, con un aporte de la familia Linyphiidae del 23,06%, seguido por el gremio **cazadoras de suelo**, con el 20,82% por parte de la familia Lycosidae. El gremio de las **especialistas** fue el menos representado en el CA1, no registrándose individuos en el CA4.

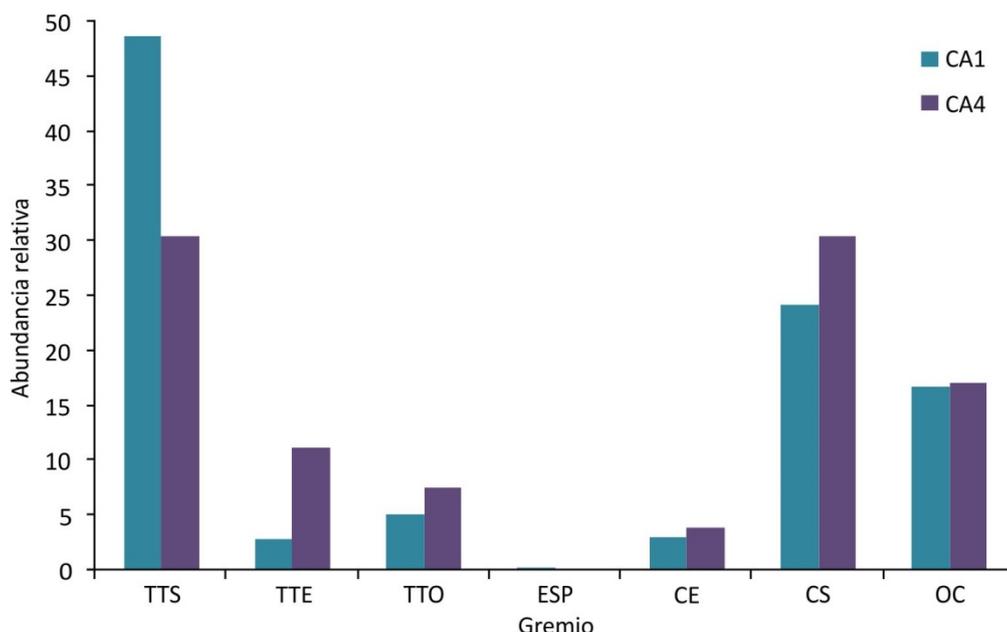


Fig. 2-36. Abundancia relativa de gremios de arañas en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 año (CA1) y 4 años de edad (CA4) a lo largo del período de muestreo (2014-2016)(Los Hornos, La Plata, Argentina).

Asimismo, al igual que la figura 2-36, el gráfico de totalidad permite apreciar comparativamente cuál fue el gremio más abundante en el CA1 y el CA4 durante los dos años de muestreo (Fig. 2-37).

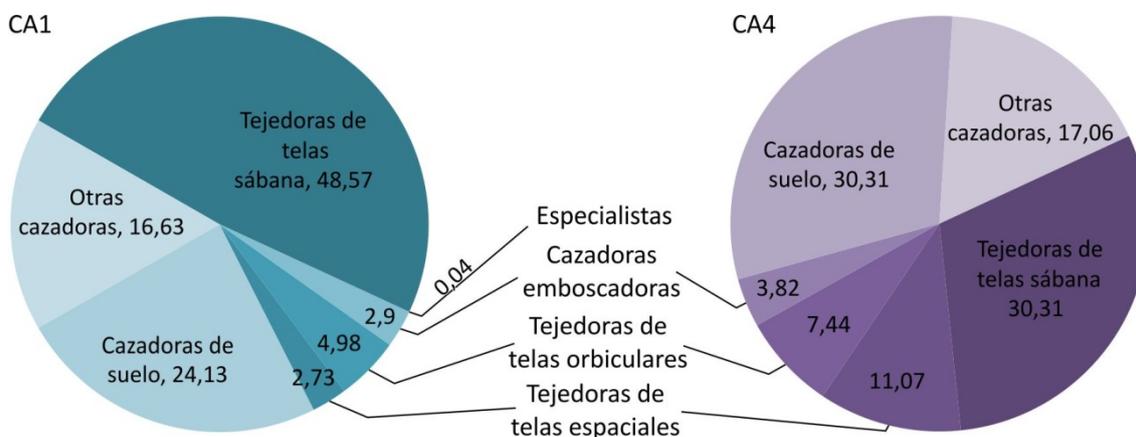


Fig. 2-37. Abundancia relativa de gremios de arañas en cultivos de alcaucil (*Cynara scolymus*) de 1 año (CA1) y 4 años (CA4) de edad a lo largo del período de muestreo (2014-2016) (Los Hornos, La Plata, Argentina).

Al graficar los gremios discriminados según el método de muestreo (Fig. 2-38), se puede observar un alto porcentaje del gremio **tejedoras de telas sábana** capturadas mediante el ASP y del gremio **cazadoras de suelo** mediante TRC. Para ambos métodos el gremio **especialistas** tuvo valores muy bajos (0% y 0,05% respectivamente).

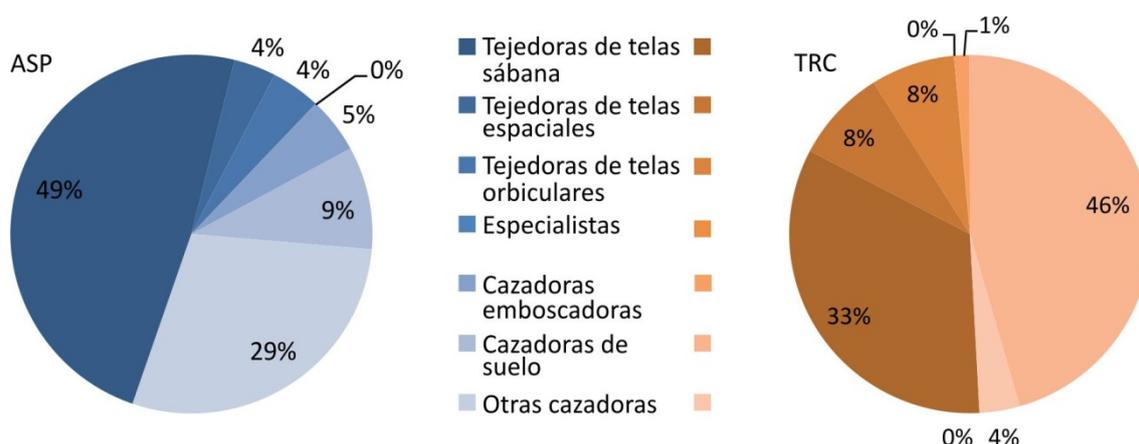


Fig. 2-38. Abundancia relativa de gremios de arañas sumados los dos cultivos estudiados (de 1 año y 4 años de edad) de alcaucil (*Cynara scolymus*) capturadas por el método del aspirador (ASP) y trampas de caída (TRC) a lo largo del período de muestreo (2014-2016) (Los Hornos, La Plata, Argentina).

2.4.6. Flora espontánea

La flora observada y presente durante todo el ciclo de las plantas de alcaucil correspondió a diferentes herbáceas y leguminosas de diversos órdenes (Lamiales, Fabales, Asterales, Caryophyllales y Poales) (Fig. 2-39), todas de crecimiento anual. El orden más representado fue el O. Lamiales, donde se encontró *Echium plantagineum* L., *Salvia dudosa* L. y *Verbena intermedia* L. Otro orden bien representado fue el O. Fabales con leguminosas como *Trifolium repens* L. y *Vicia angustifolia* (L.). Menos representados estuvieron el O. Poales con *Bromus unioloides* Kunth, el O. Asterales con *Matricaria chamamilla* L. y el O. Caryophyllales con *Rumex crispus* L.



Fig. 2-39. Flora espontánea presente en cultivo de alcaucil (*Cynara scolymus*) en Los Hornos (La Plata, Argentina). **a)** *Rumex crispus*, **b)** *Echium plantagineum*, **c)** *Trifolium repens*, **d)** *Verbena intermedia* y *Salvia dudosa*, **e)** *Vicia angustifolia*, **f)** *Matricaria chamamilla* y *Bromus unioloides*.

2.5. Discusión

El total de familias encontrado en los cultivos de alcaucil fue de 19, representando un 27,94% del total de familias presentes en Argentina según datos del [World Spider Catalog \(2018\)](#). El valor de porcentaje bajo es esperable con relación al lugar de colecta, tratándose de un monocultivo donde se reduce drásticamente la diversidad de la vegetación ofreciendo menos lugares para el establecimiento de las arañas, y donde además, suelen aplicarse pesticidas de manera regular ([Altieri 1995](#), [Nicholls y Altieri 2005](#)).

De las 19 familias colectadas, cinco de ellas representan el 63,14% del total de arañas colectadas (Linyphiidae, Lycosidae, Oxyopidae, Theridiidae y Anyphaenidae). Resultados similares se obtuvieron en estudios de otros cultivos como soja, algodón y girasol ([Almada et al. 2012](#)), donde solamente 4 familias representaron el 95%, o en cultivos de sandía ([Cunha et al. 2015](#)), donde 4 familias representaron el 72%.

La familia de mayor presencia en ambos cultivos fue la familia Linyphiidae (31,27%), siendo a su vez, la segunda familia de mayor riqueza del mundo ([WSC 2018](#)). Esta familia está ampliamente distribuida en ambientes agropastoriles debido a su capacidad de adaptarse a sistemas disturbados ([Samu y Szinetár 2002](#), [Thorbeck y Bilde 2004](#), [Schmidt y Tschardt 2005](#)). [Nyffeler y Sunderland \(2003\)](#) comparan las comunidades de arañas en cultivos de Estados Unidos y de Europa, obtuvieron altos porcentajes de Linyphiidae para Europa y bajos para Estados Unidos, llegando a la conclusión de que estos valores coinciden con latitudes por debajo o por encima del Ecuador respectivamente. Respondiendo a esta tendencia, en varios trabajos realizados en cultivos de Argentina, la presencia de esta familia se mantuvo en porcentajes bajos ([Minervino 1996](#), [Liljestrom et al. 2002](#), [Armendano 2007](#), [Benamú et al. 2010](#), [Avalos et al. 2013](#), [Almada et al. 2016](#)). Sin embargo, [Argañaraz et al. \(2018\)](#) encontraron un porcentaje del 33,9% en sitios urbanos de la ciudad de Córdoba (Argentina), coincidiendo con su adaptación a sistemas disturbados y dando un resultado semejante al encontrado en esta tesis.

En importancia numérica le siguieron las familias Lycosidae (16,68%), Oxyopidae (6,24%), Theridiidae (4,48%) y Anyphaenidae (4,27%), familias que también aparecen

en porcentajes semejantes en muestreos realizados en otros cultivos (Minervino 1996, Liljesthrom et al. 2002, Beltramo et al. 2006, Armendano 2007, Armendano y González 2009, González et al. 2009, Benamú 2010, Armendano y González 2011; Almada et al. 2012, Avalos et al. 2013, Cunha et al. 2015, Almada et al. 2016). Estas familias también han sido registradas de igual forma en sistemas ganaderos (Toti et al. 2000, Warui 2004) como en ambientes naturales tal como describen Corronca y Abdala (1994) en la reserva Ecológica El Bagual en Formosa, Rubio et al. (2004) en el Parque Nacional Mburucuyá en Corrientes, Avalos et al. (2009) en la Reserva Provincial Iberá de Corrientes, Grismado (2007) en la Reserva Natural Otamendi en Buenos Aires, Zapata y Grismado (2015) en la Reserva Ecológica Costanera Sur, Buenos Aires y Torres et al. (2017) en bosques nativos de las Yungas, Salta. Sumado a estos datos, las familias Linyphiidae y Lycosidae se las considera como las primeras colonizadoras de campos cultivados (Bishop y Riechert 1990, Minervino 1996).

Con respecto a la abundancia de arañas capturadas en el CA1 y en el CA4, se reflejó una amplia diferencia, siendo de 2411 individuos en el CA1 y 1518 en el CA4. En cuanto a la riqueza específica encontrada, de 65 sp/msp para los dos cultivos, 55 sp/msp correspondieron al CA1 y 52 al CA4. Estos valores de riqueza superaron valores encontrados en otros cultivos hortícolas de Argentina (Liljesthrom et al. 2002, Armendano 2007, Armendano y González 2010, 2011, Benamú 2010, Almada et al. 2012) pudiendo deberse en gran medida a la variedad de flora espontánea que dejan crecer entre las plantas de alcaucil. Las especies más abundantes fueron *Laminacauda montevidensis*, *Oxyopes salticus*, *Erigone* sp., *Euryopis* sp., *Glenognatha lacteovittata* y *Alopecosa moesta*. De estas especies, *Alopecosa moesta* se encontró en todas las estaciones y en ambos cultivos, cumpliendo el 100% de frecuencia de aparición, al igual que los juveniles indeterminados, los juveniles de Lycosidae y los juveniles de Araneidae. El resto de las especies se mantuvieron por debajo de los 100 ejemplares cada una. En cuanto a abundancia, los juveniles indeterminados y de las familias Lycosidae y Linyphiidae, superaron ampliamente los valores de los adultos, coincidiendo con varios trabajos realizados en cultivos hortícolas (Armendano y González 2010, 2011, Almada et al. 2016). El alto porcentaje de juveniles capturados en este monocultivo es coincidente con lo manifestado por otros autores como

Liljeström et al. (2002), Gómez Galvis y Flórez Daza (2005), Danisman et al. (2007), Rodrigues et al. (2008), Armendano y González (2009), Pérez-Guerrero et al. (2009), Benamú et al. (2010) y Avalos et al. (2013).

Tanto la abundancia como la riqueza de arañas se encuentran mayormente relacionadas con características de la vegetación que le puedan proveer de áreas de refugio, sitios de reproducción y disponibilidad de alimento (Rypstra y Carter 1995, Rypstra et al. 1999, Samu y Lovei 1995). El CA1 está formado por plantas jóvenes, de mayor porte y más vigorosas, poseen hojas más anchas, más verdes y mayor cantidad lo que favorece la presencia de arañas, sobretodo a las pertenecientes a los gremios de tejedoras. En el CA4, las plantas, al tener mayor antigüedad, tienen un menor porte, hojas más pequeñas y menos numerosas, e incluso, se forman baches en lugares donde algunas plantas ya murieron, lo que disminuye los sitios favorables para la instalación de las arañas. Una mayor vigorosidad de las plantas sin duda atrae más cantidad de presas y más refugios para los enemigos naturales.

Gran parte de las fincas hortícolas de la zona de La Plata poseen parches de vegetación semi-natural rodeando los cultivos, formados por una mezcla de vegetación típica de la zona y vegetación plantada por el productor como parte de su manejo, generando ambientes heterogéneos en estructura y composición (Paleologos et al. 2008). Este puede ser otro de los motivos posibles en la diferencia del total de arañas, considerando a los diferentes ambientes que rodean a cada cultivo, posibles zonas de recolonización. Los laterales del cultivo estudiado varían en cuanto a los ambientes particulares que los rodean, como se detalló en el capítulo 2 (área de estudio), variando entre zonas más y menos antropizadas y expuestas al disturbio. De este modo, el CA4 se encuentra más expuesto a la manipulación de animales y a la entrada de vehículos, mientras que el terreno más joven se encuentra en una zona más aislada de este movimiento, con mayor disponibilidad de agua y más cercana a un área de plantas adventicias. Estos resultados coinciden con lo planteado por Liljestrom et al. (2002) donde sostienen que la diversidad de arañas varía según la diversidad vegetal y la intensidad y frecuencia de los disturbios, por lo que un área de mayor diversidad vegetal y a la vez de menor disturbio, como sería el caso del cultivo mas joven, exhibiría mayor abundancia y diversidad de arañas, aunque si bien la diversidad fue

semejante al CA4, la abundancia fue notablemente mayor. A su vez, un cultivo que posee un área seminatural adyacente funcionando como reservorio, incrementa la cantidad de arañas depredadoras que ingresan al cultivo por inmigración, muchas de las cuales son importantes depredadoras de áfidos (Gravesen y Soren 1987), insectos plaga de las plantas de alcaucil. Estas áreas adyacentes también pueden funcionar como también fuentes alternativas de alimento, presas o refugios para las arañas (Bayram y Luf 1993, Minervino 1996, Lemke y Poehling 2002, Liljestrom 2002, Norris y Koga 2005, Weyland 2005, Oberg y Ekbohm 2006). Las arañas son rápidas colonizadoras de ambientes, pudiendo aparecer gran cantidad de familias en un cultivo nuevo al segundo mes (Liljestrom 2002). La colonización es diferente según la forma de desplazamiento y hábito alimenticio de cada familia. Por otro lado, la actividad de las especies cambia según el momento del año, influenciada por el estado reproductivo y las condiciones climáticas (De Keer 1989). A partir de estas zonas seminaturales que rodean al CA1 puede haber una recolonización posterior a la aplicación de los pesticidas o de algún otro tipo de disturbio. A modo general, las arañas colonizan en la primer etapa del cultivo, cuando existe mayor cantidad de insectos fitófagos, parasitoides, etc, etapa correspondiente al verano en el caso del alcaucil, lo que es coincidente con lo sostenido por Almada (2014). Por otro lado, estas áreas seminaturales cercanas a los cultivos podrían funcionar a modo de cercos vivos, cinturones de protección o cortinas rompeviento, asegurando de alguna manera el mantenimiento de la diversidad en los cultivos (Almada 2014). Estas respuestas se ven reflejadas en los resultados, notando un importante cambio a lo largo de las estaciones e importantes diferencias entre las dos edades de cultivo, presentando el CA1 mayor abundancia y riqueza semejante. El cultivo más joven se encuentra cercano a un área seminatural de mayor complejidad estructural favoreciendo la estabilidad de las poblaciones de arañas, pudiendo a partir de estas áreas realizar la colonización y/o recolonización al cultivo, aumenta los valores de abundancia y riqueza.

En lo que respecta a estudios sobre cultivos de alcaucil, en el país no existe ninguno asociado a la aracnofauna de este cultivo. Larco Aguilar (2018) describe los depredadores existentes en cultivo de alcaucil de Lima (Perú), donde registra un alto porcentaje de arañas de la familia Linyphiidae, cuyos géneros son coincidentes con los

encontrados en los muestreos realizados en esta tesis como *Mermessus*, *Laminacauda*, *Agyneta* y *Erigone*, aunque cita especies diferentes a las halladas en este trabajo. [Solomou et al. \(2015\)](#) y [Goh y Lange \(1989\)](#) realizaron muestreos de la artropofauna de cultivos de alcaucil en el mediterráneo y California respectivamente, pero considerando el orden Araneae, sin profundizar en grupos inferiores.

En los cultivos hortícolas, parte de la dieta de algunas arañas corresponde a insectos fitófagos ([Lang 2003](#)). Sin embargo, las poblaciones de arañas necesitan ambientes estables seminaturales para asegurar su supervivencia, sobre todo en los momentos de mayor disturbio de los cultivos ([Schmidt y Tscharntke 2005](#)). El lateral aledaño al CA1 correspondiente al área seminatural, posee algunas de las plantas perennes, lo que le da cierta estabilidad y poco disturbio ([Paleologos et al. 2008](#)). Las especies de la familia Linyphiidae tejen pequeñas telas cerca del suelo. Su dieta consiste mayormente en insectos pequeños y de cuerpo blando, incluyendo un alto porcentaje de áfidos y mayormente ápteros ([Nyffeler 1982](#), [Sunderland et al. 1996](#), [Alderweireldt 1994](#), [Nyffeler y Sunderland 2003](#)). Posiblemente estas presas sean interceptadas por las telas de las arañas al caer de la planta debido al viento, lluvia o al escapar de algún depredador o parasitoide ([Bowers et al. 1972](#), [Kislow and Edwards 1972](#)). Poseen una baja frecuencia de alimentación, pero debido a que pueden formar grandes poblaciones y poseen una depredación intragremio baja, se puede considerar que cumplen un rol como controladoras disminuyendo las explosiones de algunos insectos plaga como los pulgones ([Nyffeler y Sunderland 2003](#)). Este rol toma relevancia debido a que el pulgón es considerado la principal plaga en el cultivo de alcaucil estudiado y la familia Linyphiidae el grupo de arañas más abundante. Otra presa alternativa son los colémbolos ([Harwood et al. 2001](#)), también capturados en alto número junto con la fauna acompañante en estos muestreos. Al contrario, las arañas cazadoras de varias familias como Oxyopidae, Lycosidae y Thomisidae, se alimentan también de pequeños insectos, pero a su vez poseen una alta depredación intragremio, pudiendo alimentarse de otros depredadores y arañas, poseen una baja densidad y una alimentación menos frecuente ([Nyffeler y Sunderland 2003](#)).

La diversidad está en función de la frecuencia y de la magnitud de los disturbios a los cuales están sujetas las comunidades ([Hobbs y Huenneke 1992](#)). Los valores de

diversidad, en ambos cultivos, fueron altos. Según [Magurran \(1988\)](#) valores mayores a 5,0 en el índice de Margalef indican una alta diversidad, y los valores para Shannon-Wiener (H') varían entre 1,5 y 3,5, rara vez excediendo el valor de 4,5. Los valores más altos del índice de Margalef correspondieron al muestreo con aspirador en el CA1 (5,8) con respecto al de 4 años (5,59). Los valores de Shannon-Wiener fueron más altos para los muestreos con TRC en el CA4 (2,81), seguido por el ASP en el mismo cultivo (2,7). De todas maneras, los resultados de los índices para ambos cultivos y métodos fueron muy similares. La riqueza específica (S) fue más alta para el aspirador en el CA1, pero fue muy pareja en todos los análisis. Los cultivos hortícolas presentan un tiempo de permanencia en el sistema, actividades y técnicas de manejo propias, que se traducen en disturbio, reduciendo las poblaciones de muchos artrópodos, alterando microclimas y la disponibilidad de establecer telas o comunidades estables ([Thomas y Jepson 1997](#), [Sunderland y Samu 2000](#)). La alta heterogeneidad de flora existente en los cultivos de alcaucil, que proporciona mayor variedad de microhábitats y microclimas ([Begon 2006](#)), se contrapone en parte, al disturbio ocasionado por la antropización, aumentando los recursos y favoreciendo así la biodiversidad.

Los gráficos de diversidad alfa correspondientes a los individuos obtenidos a través del método del aspirador en ambos cultivos, muestran valores bajos para la estación de verano del 2015 y 2016, siendo más notorio en el verano del 2015. En el cultivo de alcaucil donde se realizaron los muestreos tratan a ambos cultivos con plaguicidas para el pulgón entre finales del mes de febrero y principios del mes de marzo. Esto es coincidente con el muestreo de la estación de verano que se realizó y a pesar de los 20 días esperados para muestrear luego de la fumigación. Las colectas mediante el método del ASP dieron valores muy bajos en cuanto a cantidades totales de arañas colectadas, por ende, bajos valores en los índices de diversidad en verano de 2015 y 2016. No obstante, los valores del 2016 no son tan bajos y podría deberse a que esa estación, en el año 2015, fue mucho más seca, con escasos mm de precipitación, evitando el lavaje del plaguicida.

En cuanto a los gráficos representando los índices de diversidad para las trampas de caída, se pueden observar valores más bajos en el otoño del 2015 para ambos cultivos, y particularmente bajo en el CA1 para el otoño 2016. En el otoño 2015, durante el

tiempo que estuvieron colocadas las trampas, trataron el cultivo con funguicida, lo que al parecer, por los valores de diversidad comparados con los de 1 año, no afectó la presencia de arañas. A su vez, durante el otoño, el CA4 recibió menos riego para desfasarlo con respecto al de 1 año, por lo que se encontraba el suelo bastante seco. En cuanto al otoño 2016, fue una época de mucho frío, incluso había helado el día anterior a levantar las trampas, lo que puede explicar una menor actividad por parte de las arañas. Tratándose del CA1, es altamente factible que siendo el otoño época de cosecha y habiendo estado durante el año adelantándolo mediante riego con respecto al cultivo más antiguo, haya coincidido con la cosecha manual, provocando mayor disturbio y consecuentemente, menor actividad de las arañas de suelo particularmente.

Por lo que se observa en los gráficos, en cuanto al uso de plaguicidas para tratar al pulgón, si bien afectó de gran manera a las arañas del estrato herbáceo capturadas por el aspirador, las arañas del estrato suelo no se vieron tan afectadas, inclusive, el cultivo más antiguo muestra valores altos en el verano del 2016.

La estación de primavera coincide con el período postcosecha, donde se abandona el cultivo un tiempo previo al desmalezamiento. Durante este descanso crecen tanto las plantas de alcaucil abandonadas como toda la flora espontánea existente, no se realiza ningún tipo de tratamiento, riego ni trabajo manual o con maquinaria. Los muestreos realizados en primavera coincidieron con este período de descanso, dando los valores más altos en cuanto a cantidades de arañas colectadas. Parte de las arañas raras, “singletons” y “doubletons”, aparecieron durante esta estación.

El invierno fue la estación coincidente al momento previo a la cosecha, donde las plantas están en su momento más vigoroso, de mayor tamaño y es el momento en el que no se realiza ningún tratamiento (solo riego en caso de ser necesario). Esta estación coincidió con valores altos de diversidad para ambos cultivos, incluso fue la estación donde se encontró la mayor cantidad de “singletons” y “doubletons”. Durante las estaciones de otoño-invierno puede existir una gran cantidad de juveniles debido a la eclosión de los huevos colocados durante la primavera ([Urones 1995](#)).

Los gráficos obtenidos mediante el NMDS muestran una clara similitud entre las estaciones climáticas muestreadas por cada método, formando grupos bien marcados. Esta similitud entre las asociaciones de especies para cada estación del año pueden estar dadas por condiciones meteorológicas de cada estación, sumado a las prácticas relacionadas al cultivo, características de cada estación y estado de desarrollo de la planta.

2.5.

Estos resultados afirman la hipótesis 1, *“la comunidad de arañas está afectada por los cambios estacionales”*. Entendiendo como cambios estacionales tanto a los relacionados al clima, como a los cambios característicos de la planta y al tratamiento aplicado correspondiente a cada estación.

Por otro lado, el análisis NMDS mostró dos grupos bien marcados donde quedan claramente separadas las asociaciones de especies correspondientes a los dos métodos de muestreo. [Paleologos et al. \(2008\)](#) en un muestreo realizado en cultivos hortícolas de La Plata, resaltan la variabilidad de arañas muestreadas según los dos métodos utilizados (TRC y ASP). Las asociaciones de especies no solo están determinadas por los efectos estacionales, los cambios en el uso del terreno sino también por el método de muestreo. El resultado del análisis muestra la clara complementación de los dos métodos de muestreo.

Los índices no paramétricos mostraron valores muy similares, siendo el Jackknife, el Chao1 y el Chao2 los que más se ajustaron a la riqueza de especies, resultados similares a los hayados por [Armendano \(2007\)](#), [Marfil et al. \(2015\)](#) y [Almada \(2014\)](#).

Las curvas de acumulación de especies para ambos cultivos resultaron asintóticas, exceptuando la realizada para el cultivo de un año mediante los datos obtenidos con el muestreo del aspirador. Con las arañas sucede algo particular, se las agrupa dentro de los grupos hiperdiversos pero pobremente conocidos, lo que significa que son muy abundantes y diversas pero el conocimiento taxonómico a nivel especie todavía es muy escaso, sumado a los escasos datos sobre distribución ([Colwell y Coddington 1994](#), [Hammond 1994](#), [New 1999](#), [Jiménez-Valverde y Hortal 2003](#)). Al trabajar con grupos ecológicamente distintos como son las arañas del estrato herbáceo y las del estrato aéreo, es necesario utilizar diferentes métodos de muestreo de manera

complementaria. Otro factor que influye es la cantidad de especies raras, singletons y doubletons presentes. En los inventarios de arañas suele ser elevado, y cuantas más especies raras o especies nuevas provenientes de otros lugares haya mayor será el número de especies que queden por aparecer (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Es muy común ver en trabajos de inventarios de arañas curvas de acumulación lejos de las asíntotas (Edwards 1993, Samu y Lovei 1995, Coddington et al. 1996, Brennan et al. 1999, Toti et al., 2000, Sorensen et al. 2002, Jiménez -Valverde y Hortal 2003, Benamú 2010).

En este caso, la proporción de singletons y doubletons fue baja, no superando el 15%, comparándola con otros trabajos realizados en cultivos (Borges y Brown 2003, Rubio et al. 2008, Jiménez-Valverde y Lobo 2005, Armendano y González 2009, Coddington et al. 2009, Avalos et al. 2013). Según Moreno y Halffter (2005) existen dos tipos de especies que se pueden considerar causantes de estas proporciones: las especies raras que viven y se reproducen en el lugar pero son difíciles de capturar (más relacionadas a ambientes de mayor complejidad) y las especies turista, las cuales de forma aleatoria pueden llegar al sitio de muestreo, ya sea por cercanía geográfica, corrientes de aire, etc., estas se encuentran por períodos leves, no se reproducen dentro del área de muestreo ni forman poblaciones estables. Este segundo tipo de especie es la más aplicable a un cultivo hortícola debido a la continua manipulación del ambiente que impediría el asentamiento de poblaciones de especies indicadoras. La presencia de especies raras en el cultivo de alcaucil se verificó mediante todos los métodos utilizados.

La diversidad beta se incrementa con la variabilidad ambiental, Koleff (2005) postula que al haber una alta diversidad de hábitat y de variación en las condiciones ambientales, existen tasas de recambio de especies altas. Los valores obtenidos al comparar ambos cultivos dieron valores de Jaccard y Sorensen similares, rondando el 50% para las estaciones de otoño del 2016 y primavera del 2015, estaciones en las cuales ambos cultivos compartirían mayor cantidad de especies. Al analizar los listados de especies no compartidas entre ambos cultivos, se observa que la mayoría pertenece a los singletons y doubletons, con excepción de *Scolecuroa parilis* (9 individuos),

Castianeira sp. (7 ind.), *Apopyllus cf. Silvestrii* (5 indiv.), *Araneus* sp. (4 indiv.), *Thymoites cf. Cristal* (3 indiv.) y *Hogna variolosa* (3 indiv.).

Con respecto a los gremios, los más representados fueron las tejedoras de tela sábana y las cazadoras de suelo. A pesar de tratarse de un monocultivo, se vieron bien representados los estratos, permitiendo una repartición espacial de los nichos, favoreciendo la coexistencia de diferentes especies asociadas a presas similares (Almada 2014). En el CA1, casi la mitad de las arañas estuvo representada por las tejedoras de tela sábana (48,57%), en su mayor parte debido a la gran cantidad de Linyphiidae encontrados en estos muestreos. Le siguieron las cazadoras de suelo representando el 24,13%, gremio muy representado por la familia Lycosidae (20,28%). En cuanto al CA4, compartió el porcentaje más alto con ambos gremios, también debido a las mismas dos familias. En trabajos realizados en diferentes cultivos del país se obtuvieron resultados similares en base a las arañas errantes, pero no en cuanto a las tejedoras (Armendano y González 2011, Avalos 2013, Almada 2014, Almada et al. 2016). Las diferencias en cuanto a edad del cultivo fueron pocas, si bien compartieron los mismos gremios, hubo uno, el de arañas especialistas, que sólo se vio representado por la familia Dysderidae y con muy bajo porcentaje (0,04) en el CA1. Tanto los valores de abundancia como los de riqueza y el número de gremios, fueron mayores en el cultivo más joven. Se observa una diferencia estructural, de vigorosidad y de cobertura mayor en el cultivo más joven, afectando favorablemente en los valores de diversidad.

2.6. Bibliografía

- **Achitte Schmutzler H.C., Avalos G. y Oscherov E.B.** 2016. Comunidad de arañas en dos localidades del sitio RAMSAR Humedales Chaco, Argentina. *Research Journal of the Costa Rican Distance Education University* 8 (2): 115-121. DOI: 10.22458/urj.v8i2.1548
- **Alderweireldt M.** 1994. Prey selection and prey capture strategies of linyphiid spiders in high-input agricultural fields. *Bull. Br. Arachnol. Soc.* 9, 300–308.
- **Almada M., Sosa M.A. y González A.** 2012. Araneofauna (Arachnida, Araneae) en cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) transgénicos y convencionales en el Norte de Santa Fé, Argentina. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.)* 60 (2):611-623.
- **Almada M.** 2014. Biodiversidad y densidad de arañas (Araneae) en un sistema agropastoril, tendientes a mejorar el impacto de los enemigos naturales sobre insectos plaga. Universidad Nacional de La Plata. Tesis doctoral. 123 pp.
- **Almada M.S., González A., Corronca A.J.** 2016. Cambios en la comunidad de arañas (Arachnida: Araneae) en períodos de barbecho y de cultivos de soja en el Norte de Santa Fe, Argentina. *Rev. Fac. Agron.* 115 (1): 55-65.
- **Altieri M.A.** 1995. *Agroecology: the Science of Sustainable Agriculture*. Westview Press, Boulder.
- **Argañaraz C.I, Gonzalo Rubio G.D., Gleiser R.M.** 2018. Spider communities in urban green patches and their relation to local and landscape traits. *Biodivers. Conserv.* 27:981–1009. DOI: 10.1007/s10531-017-1476-8
- **Armendano A.** 2007. Estudio de la araneofauna presente en agroecosistemas de importancia económica (trigo y alfalfa). Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Argentina. 127 pp.
- **Armendano, A. y González A.** 2009. Comunidad de arañas (Arachnida, Araneae) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en Buenos Aires, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 58: 747-757.
- **Armendano A. y González, A.** 2010. Estudio de la comunidad de arañas (Arachnida, Araneae) del cultivo de alfalfa en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Biol. Trop.* 58: 747-757.
- **Armendano A. y González A.** 2011a. Spider fauna associated to wheat crops and adjacent habitats in Buenos Aires, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1176-1182.
- **Armendano A. y González A.** 2011b. Efecto de las arañas (Arachnida, Araneae) como depredadoras de insectos plaga en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) (Fabaceae) en Argentina. *Revista de Biología Tropical* 59 (4):1651-1662.

- **Ávalos G., Damborsky M.P., Bar M.E., Oscherov E.B. y Porcel E.** 2009. Composición de la fauna de Araneae (Arachnida) de la Reserva Provincial Iberá, Corrientes, Argentina. *Revista Biología Tropical* 57: 339–351.
- **Ávalos G., Bar M.E., Oscherov E.B. y González A.** 2013. Diversidad de Araneae en cultivos de *Citrus sinensis* (Rutaceae) de la Provincia de Corrientes, Argentina. *Rev. Biol. Trop.* 61: 1243-1260.
- **Bayram A. y Luff M.L.** 1993. Winter abundance and diversity of lycosids (Lycosidae, Araneae) and other spiders in grass tussocks in a field margin. *Pedobiologia (Germany)*. ISSN : 0031-4056.
- **Begon M., Townsend C.R. y Harper J.L.** 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Ed. Blackwell Science. Oxford. 4th ed. xii, 738 pps.
- **Beltramo J., I. Berolaccini I. y González A.** 2006. Spiders of soybean crops in Santa Fe Province, Argentina: Influence of surrounding spontaneous vegetation on lot colonization. *Brazilian Journal of Biology* 66 (3): 29-41.
- **Benamú M.A., Schneider M.I y Sánchez N.** 2010. Effects of the herbicide glyphosate on biological attributes of *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae), in laboratory. *Chemosphere* 78:871-876.
- **Bishop L. y Riechert S.** 1990. Spider colonization of agroecosystems: mode and source. *Environ. Entomol.* 19:1738-1745.
- **Borges P.A.V. y Brown V.K.** 2003. Estimating species richness of arthropods in Azorean pastures: the adequacy of suction sampling and pitfall trapping. *Graellsia* 59(2-3): 7-24. DOI: 10.3989/graelisia.2003.v59.i2-3.233.
- **Bowers W.S., Nault L.R., Webb R.E. y Dutky S.R.** 1972. Aphid alarm pheromone: isolation, identification, synthesis. *Science* 177: 1121–1122.
- **Brennan K.E.C., Majer J.D. y Reygaert N.** 1999. Determination of an optimal trap size for sampling spiders in a Western Australian Jarrah forest. *J. Insect Conserv.* 3: 297-307.
- **Cabrera A.L. y Zardini E.M.** 1993 *Manual de la Flora de los alrededores de Buenos Aires*. 2da edición. Ed. Acme. Buenos Aires. 755 pág.
- **Cardoso P., Pekár S., Jocqué R. y Coddington, J.A.** 2011. Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS ONE* 6(6). DOI: 10.1371/journal.pone.0021710.
- **Catálogo de Arañas de Argentina.** 2018. Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”. <https://sites.google.com/site/catalogodearanasdeargentina/>. Última fecha de acceso: diciembre 2018.
- **Chao A.** 1984 Nonparametric Estimation of the Number of Classes in a Population *Scandinavian Journal of Statistics* 11(4): 265-270.

- **Chao A. y Lee S-M.** 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *J. Am. Stat. Assoc.* 87: 210-217.
- **Chao A., Hwang W.H., Chen Y.C. y Kuo C.Y.** 2000. Estimating the number of shared species in two communities. *Stat. Sinica* 10: 227-246.
- **Clarke K.R.** 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117–143.
- **Clarke K.R. y Gorley R.N.** 2001. *PRIMER v5: User Manual/Tutorial*. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- **Coddington J. A., Young L.H. y Coyle F.A.** 1996. Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. *J. Arachnol.* 24: 111-128.
- **Colwell R.K. y Coddington J.A.** 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Royal Soc. London Series B*, 345: 101-118.
- **Corronca J.A. y Abdala C.S.** 1994. La fauna aracnológica de la Reserva Ecológica “El Bagual”, Formosa, Argentina. *Aracnología Supl.* 9: 1-6.
- **Cunha J.A., Andrade E.B., Silva P.R. y Barros R.F.** 2015. Araneofauna (Arachnida, Araneae) in conventional and organic crops of watermelon (*Citrullus lanatus*) in northeastern Brazil. *Revista Colombiana de Entomología* 41 (1): 68-75.
- **Danisman T., Bayram A., Corak I. y Yigit N.** 2007. An investigation on spider fauna of cereal fields in Antalya (Araneae). *Internat. Journ. of Nat. and Engg. Scien.* 1:17-23.
- **De Keer R., Alderweireldt M, Decler K., Segers H., Desender K. y Maelfait J.P.** 1989. Horizontal distribution of the spider fauna of intensively grazed pastures under the influence of diurnal activity and grass height. *J. Appl. Ent.* 107 (1-5): 455-473. ISSN 0044-2240. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1989.tb00282.x
- **Dietrick E.J., Schlinger E.I y Garber M.J.** 1960. Vacuum cleaner principle applied in Sampling insect populations in alfalfa fields by new machine method. *California Agriculture*.
- **Edwards R.L.** 1993. Can the species richness of spiders be determined? *Psyche* 100: 185-208.
- **García M.** 2011. El cinturón hortícola platense: ahogándonos en un mar de plásticos. Un ensayo acerca de la tecnología, el ambiente y la política. *Theomai* n°23. Primer semestre 2011.
- **Goh K.S. y Lange W.H.** 1989. Microarthropods Associated with Insecticide-Treated and Untreated Artichoke Fields in California. *J. Econ. Entomol.* 82(2): 621-625.
- **Gómez Galvis L.A. y Flores Daza E.** 2005. Estudio comparativo de las comunidades de arañas (araneae) en cultivos de algodón convencional y transgénico en el departamento del tolima, colombia. *Acta Biológica Colombiana* 1(10):93-94. DOI: 93-94 1900-1649 0120-548X.

- **González A., Liljestrom G., Castro D. y Armendano A.** 2009. Development and recruitment of *Misumenops pallidus* (Keyserling) (Araneae: Thomisidae), and its synchrony with three potential prey species in soybean cultures from Argentina. *Entomological News* 120 (1): 41- 52.
- **Gravesen E. y Soren T.** 1987. Grass fields as reservoirs for polyphagous predators (Arthropoda) of aphids (Homopt., Aphididae). Hamburg. Sonderdruck aus Bd. 104, H. 5: 461-473.
- **Grismado C.** 2007. Comunidades de arañas de la Reserva Natural Otamendi, Provincia de Buenos Aires. Riqueza específica y Diversidad. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad CAECE. Buenos Aires, Argentina.
- **Grismado C., Ramírez M.J. e Izquierdo M.A.** 2014. Araneae: taxonomía, diversidad y clave de identificación de familias de la Argentina. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos* 3: 55-94. Editorial INSUE - UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- **Halffter G.** 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International*, 36: 3-17.
- **Hammer O., Harper D.A.T. y Ryan, P.D.** 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp.
- **Hammond P.M.** 1994. Practical approaches to the estimation of the extent of biodiversity in speciose groups. *Phil. Trans. Royal Soc. London B* 345: 119-136.
- **Hans A.L. y Poehling M.** 2002. Sown weed strips in cereal fields: overwintering site and "source" habitat for *Oedothorax apicatus* (Blackwall) and *Erigone atra* (Blackwall) (Araneae: Erigonidae). *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 90(1):67-80. DOI: 10.1016/S0167-8809(01)00173-6
- **Harwood J.D., Sunderland K.D. y Symondson W.O.C.** 2001. Living where the food is: web location by linyphiid spiders in relation to prey availability in winter wheat. *J. Appl. Ecol.* 38, 88–99.
- **Hobbs R.J. y Huenneke L.F.** 1992. Disturbance, Diversity, and Invasion: Implications for Conservation. *Conservation Biology* 6(3):324-337. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1992.06030324.x
- **Hurtado M.A., Giménez J. E., Cabral M.G., Silva M., Martínez O.R., Camilión M.C., Sánchez C.A., Muntz D., Gebhard J.A., Forte L.M., Boff L., Crincoli A. y Lucesoli H.** 2006. Análisis ambiental del partido de La Plata. Aportes al ordenamiento territorial. Consejo Federal de Inversiones. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. La Plata, Argentina. 129 pp.
- **Jiménez-Valverde A. y Hortal J.** 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Rev. Iber. Aracnol.* 8: 151-161.

- **Jiménez-Valverde A. y Lobo J.M.** 2005. Determining a combined sampling procedure for a reliable estimation of araneidae and thomisidae assemblages (Arachnida, Araneae). *Journal of Arachnology* 33(1):33-42. DOI: 10.1636/M03-10
- **Kislow C.J., Edwards L.J.** 1972. Repellent Odour in Aphids *Nature* 235(5333):108-109. DOI: 10.1038/235108a0
- **Koleff P.** 2005. Conceptos y medidas de la diversidad beta. Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. ISBN 84-932807-7-1. 19-40 pp.
- **Köppen W.** 1900. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geographische Zeitschrift* 6(11. H): 593-611.
- **Larco Aguilar A.V.** 2018. Entomofauna predadora de suelo en alcachofa (*Cynara scolymus* L.) y palto (*Persea americana* M.) en Vegueta, provincia Huaura- Lima. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú. 95 pp.
- **Lang A.** 2003. Intraguild interference and biocontrol effects of generalist predators in a winter wheatfield. *Oecologia*, 134: 144- 153.
- **Larrazabal M.** 2014. La producción de alcachofa en Argentina. Info Espárrago y Alcachofa. Equipos y materiales para producción poscosecha. SPE3. Valencia, España.
- **Lee S.M. y Chao A.** 1994. Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. *Biometrics* 50: 88-97.
- **Ludwig J.A y Reynolds J.F.** 1988. *Statistical Ecology: A Primer in Methods and Computing*. Estados Unidos. 339 pp.
- **Lehtinen P.T. y Marusik Y.M.** 2008. A Redefinition of *Misumenops* Pickard F.O. - Cambridge, 1900 (Araneae, Thomisidae) and Review of the New World Species. *Arachnology* 14(4):173-198. DOI: 10.13156/100.014.0406
- **Lemke A. y Poehling H-M.** 2002. Sown weed strips in cereal fields: Overwintering site and "source" habitat for *Oedothorax apicatus* (Blackwall) and *Erigone atra* (Blackwall) (Araneae: Erigonidae). *Agriculture Ecosystems & Environment* 90(1):67-80. DOI: 10.1016/S0167-8809(01)00173-6.
- **Levi H. y Levi L.** 1962. The genera of the spiders family Theridiidae. *Bulletin of the Comparative Zoology* Vol. 127 N° 1.
- **Liljeström G., Minervino E., Castro D. y González A.** 2002. Ecology, Behavior and Bionomics. La comunidad de arañas del cultivo de soja en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Neotropical Entomology* 31 (2):197-209.
- **López Gómez A.M. y Williams L.G.** 2006. Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales . *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. ISSN 0366-2128.

- **Magurran A.E.** 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey.
- **Marfil M.F., Scioscia C.L., Armendano A. y González A.** 2015. Diversity of Salticidae (Arachnida: Araneae), in the historical and natural reserve "Martín García Island", Argentina. *J. Nat. Hist.* 50: 689-700.
- **McAleece N., Gage J.D.G., Lamshead P.J.D. y Paterson G.L.J.** 1997 BioDiversity Professional statistics analysis software. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London. Available from: <http://www.sams.ac.uk>
- **Melbourne B.A.** 1999. Bias in the effect of habitat structure on pitfall traps: an experimental evaluation. *Australian Journal of Ecology* 24:228-239.
- **Millidge A.F.** 1991. Further linyphiid spiders (Araneae) from South America. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 205: 1-199.
- **Minervino E.** 1996. Estudio biológico y ecobiológico de arañas depredadoras de plagas de soja. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- **Moreno C.E. y Halffter G.** 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37(1):149-158. DOI: 10.1046/j.1365-2664.2000.00483.x
- **Moreno C.E.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T. Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- **New T.R.** 1999. Untangling the web: spiders and the challenges of invertebrate conservation. *J. Insect Conserv.* 3: 251-256.
- **Nicholls C. y Altieri M.A.** 2005. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas: ilustrando la estrategia con un ejemplo práctico de diseño agroecológico en viñedos.
- **Nyffeler M.** 1982. Field studies on the ecological role of the spiders as insect predators in agroecosystems. Ph.D. Dissertation. Swiss Federal Institute of Technology, Zurich. 174 pp.
- **Nyffeler M. y Sunderland K.** 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.
- **Öberg S. y Ekblom E.** 2006. Recolonisation and distribution of spiders and carabids in cereal fields after spring sowing. *Annals of Applied Biology* 149: 203-211.
- **Paleologos M.F., Flores C.C., Sarandon S.J., Stupino S.A. y Bonicatto M.M.** 2008. Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología Rev. Bras. de Agroecología*. 3(1): 28-40. ISSN: 1980-9735.

- **Palmer M. 1990.** The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* 71: 1195- 1198.
- **Pérez-Guerrero S., Tamajon R., Aldebis H.K. y Vargas-Osuna E. 2009.** Comunidad de arañas en cultivos de algodón ecológico en el sur de España. *Revista Colombiana de Entomología* 35: 168-172.
- **Piacentini L. N. y Grismado C. J. 2009.** *Lobizon* and *Navira*, two new genera of wolf spiders from Argentina (Araneae: Lycosidae). *Zootaxa* 2195: 1–33.
- **Ramírez M.J. 1999.** Clave para familias de Arañas Argentinas. Última actualización Junio de 1999.
- **Ratschker U.M. y Roth M. 2000.** Studies on ground dwelling spiders (Araneae) of agrarian habitat types in northeast Germany: ecological and nature conservation aspects. *Ekológia (Bratislava)* 19 (3): 213-225.
- **Rodrigues E.N.L., Mendonça M.S. Jr. y Ott R. 2008.** Fauna de aranhas (Arachnida, Araneae) em diferentes estágios do cultivo do arroz irrigado em Cachoeirinha, RS, Brasil. *Iheringia Sér. Zool.* 98: 362-371.
- **Rubio G.D., Damborsky M.P. y Corronca J.A. 2004.** Araneofauna (Arachnida, Araneae) en un área natural protegida de la provincia de Corrientes, Argentina. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen: B-048.
- **Rubio G.D., Corronca J.A. y Damborsky M.P. 2008.** Do spider diversity and assemblage change on different contiguous habitats? A case on protected habitats of Humid Chaco Ecoregion, North-East of Argentina. *Environ.Entomol.* 37: 419-430.
- **Rubio G.D. y Moreno C.E. 2010.** Orb-weaving spider diversity in the Iberá Marshlands, Argentina. *Neotrop. entomol.* 39(4). DOI: 10.1590/S1519-566X2010000400006
- **Rypstra A.L. y Carter P.E. 1995.** Top-down effects in soybean agroecosystems: spider density affects herbivore damage. *Oikos* 72: 433- 439.
- **Rypstra A.L., Carter P.E., Balfour R.A. y Marshall S.D. 1999.** Architectural features of agricultural habitats and their impacts on the spider inhabitants. *J. Arachnol.* 27: 371-377.
- **Samu F. y Lövei G. 1995.** Species richness of a spider community (Araneae): extrapolation from simulated increasing sampling effort. *Eur. J. Entomol.* 92: 633-638.
- **Samu F. y Szinetar C. 2002.** On the nature of agrobiont spiders. *J. Arachnol.* 30: 389-402.
- **Solomou A.D., Molla A., Skoufogianni E., Pavlocek T. y Nicholaor G. 2015.** Environmental responses of soil arthropod communities to low input cultivation of *Cynara cardunculus* in the mediterranean region. *Journal of Advanced Studies in*

Agricultural, Biological and Environmental Sciences 2(4).ISSN:2455-0221(P)2394-2606(O)

- **Sørense L.L., Coddington J.A. y Scharff N.** 2002. Inventorying and estimating subcanopy spiders diversity using semiquantitative sampling methods in an afro-montane forest. *Environ. Entomol.* 31: 319-330.
- **Stuart Chapin III F., Zavaleta E.S., Eviner V.E., Naylor R.L., Peter M. Vitousek P.M., Reynolds H.L., Hooper D.U., Lavorel S., Sala O.E., Hobbie S.E., Mack M.M. y Díaz S.** 2000. Consequences of changing biodiversity. *NATURE VOL* 405.
- **Sokal R.R. y Rohlf F.J.** 1981. *Biometry*. W. H. Freeman and Company, San Francisco, California.
- **Strassera M.E.** 2009. El Cinturón Hortícola Platense. Informe frutihortícola. Buenos Aires, Argentina.
- **Schmidt M.H. y Tscharntke T.** 2005 The role of perennial habitats for Central European farmland spiders. *Agriculture Ecosystems Environment* 105: 235- 242.
- **Sunderland K.D.,** 1996. Studies on the population ecology of the spider *Lepthyphantes tenuis* (Araneae: Linyphiidae) in cereals. *Bull. SROP/WPRS* 19 (3):53–69.
- **Sunderland K. y Samu F.** 2000. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*.
- **Thomas C.F.G. y Jepson P.C.** 1997. Field-scale effects of farming practices on linyphiid spider populations in grass and cereals. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 84(1): 59-69.
- **Thorbek P. y Bilde T.** 2004. Reduced numbers of generalist arthropod predators after crop management. *Journal of Applied Ecology* 41(3): 526-538. DOI: 10.1111/j.0021-8901.2004.00913.x
- **Torres V.M, González-Reyes A.X. y Corronca J.A.** 2017. Diversidad taxonómica y funcional de arañas (Araneae) epigeas en bosques nativos de las Yungas (Salta, Argentina). *Caldasia* 39(2): 326-344.
- **Toti D.S., Coyle F.A. y Miller J.A.** 2000. A structured inventory of Appalachian grass bald and heath bald spiders assemblages and a test of species richness estimator performance. *J. Arachnol.* 28: 329-345.
- **Urones, C.** 1995. Catálogo y atlas de las arañas Philodromidae Ibéricas. *Graellsia* 51: 55-81.
- **Warui C.M.** 2004. Impacts of wildlife and cattle grazing on spider (Araneae) biodiversity in a highland savanna ecosystem, in Laikipia, central Kenya. Rhodes University. 293 pp.

- **Weyland F.** 2005. Efecto de prácticas de conservación de suelos sobre la diversidad de artrópodos en lotes de soja. Tesis Lic. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 54 p.
- **Whittaker R.H.** 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21:213-251.
- **World Spider Catalog.** 2018. World Spider Catalog. Version 19.0. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on 5 July 2018. DOI: 10.24436/2. Última fecha de acceso: diciembre 2018.
- **Zapata L.V., Grismado C.J.** 2015. Lista sistemática de arañas (Arachnida: Araneae) de la Reserva Ecológica Costanera Sur (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina), con notas sobre su taxonomía y distribución. *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales* 17(2):183–211.

CAPÍTULO 3

Efectos ecotoxicológicos del insecticida imidacloprid en *Misumenops maculisparsus*

3.1. Introducción

La ecotoxicología es la “ciencia que se ocupa de la acción de agentes físicos y químicos sobre los organismos, poblaciones y sociedades que se definen en un ecosistema. Incluye transferencia de sustancias e interacciones con el ambiente.” (Hodgson 1998). En los cultivos hortícolas estos agentes están muy presentes, sobre todo con respecto al uso de plaguicidas. La biodiversidad de un ambiente se puede ver muy afectada por el uso de estos químicos, provocando la muerte de una gran cantidad de organismos benéficos asociados a organismos plaga de los mismos cultivos (Schneider et al. 2003, Fogel et al. 2013, 2016, Roubos et al. 2014, Francesena et al. 2017, Furlan et al. 2017, Pisa et al. 2017, Rimoldi et al. 2017, Francesena y Schneider 2018, Sánchez-Bayo 2018). Las arañas halladas en el cultivo de alcaucil no son una excepción a este contexto, su abundancia, riqueza y posible colonización del cultivo pueden verse afectadas por el uso de plaguicidas. En este capítulo se buscó analizar los efectos de un neonicotinoide utilizado en alcaucil, imidacloprid, sobre las arañas con el objetivo de poder estudiar este insecticida sobre organismos *no blanco*.

3.2 Material y métodos

3.2.1. Colecta a campo

Para la realización de los ensayos ecotoxicológicos con el insecticida imidacloprid, a fin de determinar su susceptibilidad/toxicidad, se seleccionó a la especie *Misumenops maculisparsus* (Keyserling, 1891) (familia Thomisidae) (Fig. 3-1). Las razones para elegir esta especie fueron su abundancia y la frecuencia de encuentro en los muestreos, la factibilidad de la correcta determinación de la especie, la posibilidad de adjudicar a esta especie los juveniles correspondientes y el fácil mantenimiento en bioterio de los distintos estadios.



Fig. 3-1. *Misumenops maculissparsus* (Keyserling) (Tomisidae) seleccionada para la realización de los ensayos toxicológicos.

3.2.1

Para la realización de estos ensayos se necesitó la colecta de arañas procedentes de zonas libres de plaguicidas, para lo cual se muestreó sobre flora espontánea en diferentes áreas no cultivadas del partido de La Plata (Fig. 3-2). Las colectas se realizaron a lo largo de los años 2016, 2017 y 2018.

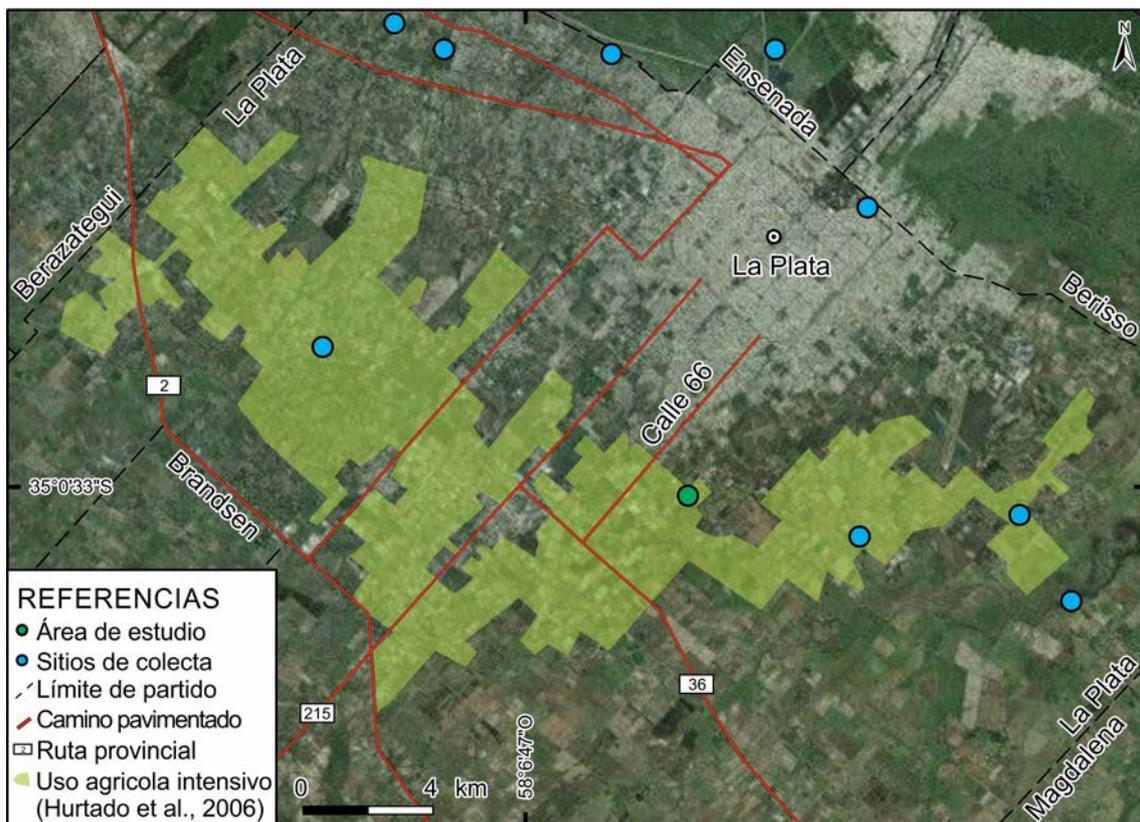


Fig. 3-2. Imagen satelital del sector noreste del partido de La Plata, el polígono color verde indica el cinturón hortícola platense (CHP), el área de estudio (círculo verde) y los sitios de colecta de *Misumenops maculissparsus* (círculos celestes) (La Plata, Argentina).

Se realizaron tres tipos distintos de muestreo para la colecta de arañas, red de arrastre o de golpe, red de golpe y caída, y colecta manual, siendo este último el menos eficaz. Todas las arañas colectadas cada día de muestreo se llevaron al laboratorio para ser observadas e identificadas bajo lupa binocular.

La **red de arrastre o de golpe** consiste en un copo de tela con mango de madera. Las arañas se colectaron realizando golpes al suelo, plantas, árboles, etc. El material recolectado en el copo se colocó en el momento dentro de una bandeja plástica, se separaron a simple vista las arañas de interés y se colocaron individualmente en tubos Eppendorf®. Todos los tubos se guardaron dentro de una misma bolsa rotulada con la fecha y lugar para ser trasladada posteriormente al laboratorio. La ventaja de este método es la posible colecta de arañas de diferentes estratos (suelo y arbóreo).

3.2.2

La **red de golpe y caída** consiste en una tela blanca rectangular tensada en un marco de varillas plásticas. Para la recolección de arañas se sostuvo horizontal con una mano, con las varillas hacia abajo, mientras se golpeaban las flores, ramas, etc. con un palo de madera. Toda la fauna resultante de los golpes cayó en la tela, y se seleccionaron a simple vista los posibles ejemplares de *M. maculisparsus*. Se colocaron en tubos Eppendorf® y se descartó el resto de la fauna. Todos los tubos se colocaron en una bolsa rotulada. Este método permite la colecta de arañas del estrato herbáceo sin dañarlas y da mayor seguridad de que caigan todas las arañas de la vegetación que se golpea.

Por último, la **colecta manual** consistió en revisar flores, frutos, etc. y colectar individualmente de forma manual los ejemplares de *M. maculisparsus*. Esta forma de captura es más lenta y más específica en cuanto a la especie de interés. Cada araña colectada se colocó en un tubo Eppendorf® y todos los tubos dentro de una bolsa rotulada.

3.2.2. Cría y mantenimiento de colonias en laboratorio

Las arañas traídas del campo se colocaron individualmente en cápsulas de Petri plásticas de 5,3 cm de diámetro con tapa transparente. Dentro de las cápsulas se colocó una esponja absorbente Virulana® de aproximadamente 1 x 1 cm embebida en agua de red para la hidratación de la araña. Se examinaron bajo lupa binocular todos los ejemplares para corroborar que correspondían a *M. maculisparsus*, determinando estadio/estado de desarrollo y sexo para el caso de los adultos recolectados, rotulando esta información en las cápsulas junto con el sitio de colecta. Todas las cápsulas fueron separadas según estadios juveniles o adultos y colocadas en bandejas plásticas

rotuladas. Estas bandejas se introdujeron en una cámara de cría bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y fotoperiodo. Una vez por semana se controló el agua de las esponjas, renovándola si se encontraban secas y se alimentó cada araña con dos moscas de *Drosophila melanogaster* Meigen. En el caso de hallar una muda, ésta fue retirada y se anotó en la tapa la fecha, determinando bajo lupa el estadio/estado de desarrollo de la araña.

3.2.3

Tanto para el mantenimiento de los organismos como para el desarrollo de los bioensayos toxicológicos, se utilizó un bioterio y una cámara de cría, ambos acondicionados a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ HR y un fotoperiodo de 16:8 (L:O).

3.2.3. Elección y preparación de las arañas para el ensayo

Al momento de seleccionar las arañas a utilizar en los ensayos ecotoxicológicos se tuvieron en cuenta los diferentes tamaños de los juveniles y de acuerdo a este parámetro de peso se separaron en cuatro grupos, con el fin de unificar y de esta manera uniformizar para el momento de la determinación de la susceptibilidad al insecticida objeto de estudio. Luego se pesaron individualmente 10/15 individuos de cada tamaño en una balanza de precisión (0.0001 g) (Acculab® ALC-210.4) para obtener un promedio del peso por cada grupo seleccionado previamente.

Cada unidad experimental seleccionada para la realización de los ensayos ecotoxicológicos consistió en una araña de la especie *M. maculissparsus* por cápsula de Petri, junto con una esponja embebida en agua de red para la hidratación (Fig. 3-3). Para cada ensayo la unidad experimental varió entre un N=5-18.

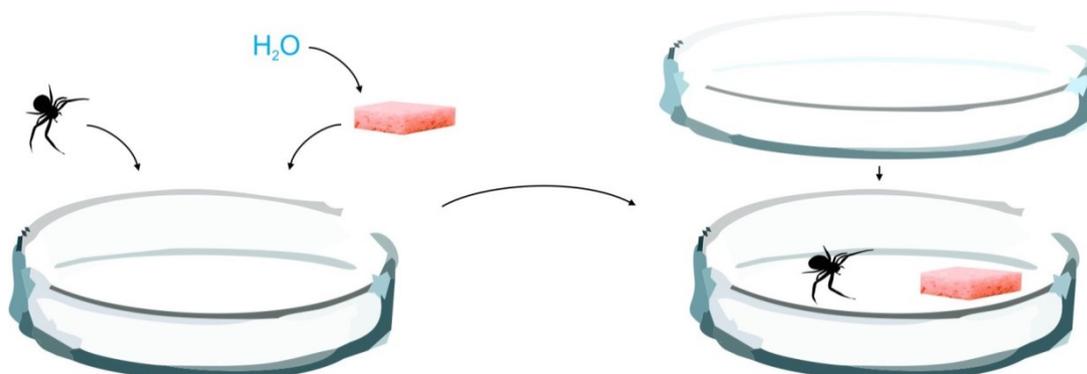


Fig. 3-3. Unidad experimental utilizada para los ensayos ecotoxicológicos.

Durante las primeras 72 hs se realizó un control diario donde se analizaron, observaron y anotaron todos los síntomas que escapaban de la locomoción normal de las arañas, la mortalidad y las mudas. Pasadas las 72 hs, el control se realizaba semanalmente donde se registró cada muda realizada, y se renovó el alimento y el agua de las esponjas. El seguimiento semanal de las arañas fue continuo hasta el momento de la muerte de cada individuo.

3.2.4

3.2.4. Insecticida evaluado

Debido a la falta de estudios ecotoxicológicos con plaguicidas en arañas de la familia Thomisidae, el primer objetivo fue poner a punto los protocolos de evaluación ecotoxicológica con plaguicidas para *Misumenops maculisparsus*. Como estos estudios se enmarcaron en el cultivo de alcaucil, se seleccionó un insecticida registrado para este cultivo y también por ser de amplio uso en cultivos hortícolas (CASAFE 2013-2015). Es necesario destacar que solo están registrados para alcaucil los insecticidas imidacloprid, clorpirifos y endosulfan, y este último ya prohibido en Argentina). Se buscó poner a punto la metodología de exposición de los organismos al insecticida teniendo en cuenta las vías normales de exposición de los organismos en el campo (residual, ingestión y contacto) y los puntos finales de evaluación considerados fueron la supervivencia, desarrollo y longevidad.

El plaguicida seleccionado fue el insecticida neonicotinoide imidacloprid (marca comercial Gaucho®, 35% i.a, BAYER CROP SCIENCES ARG.).

Preparación de soluciones insecticidas

Previo al inicio de cada ensayo se prepararon las soluciones de insecticida, incluyendo siempre la concentración máxima recomendada para su uso en campo. La concentración máxima para el imidacloprid es de 175 mg/l (50 ml/100 litros de agua, CASAFE 2013-2015). Como punto de partida previo a la realización de las diferentes soluciones de acuerdo a las concentraciones a evaluar se realizó una solución madre formada por 9 ml de agua destilada como solvente y el 1 ml de producto comercial del insecticida a utilizar (imidacloprid) (según protocolos de la IOBC) (Schneider et al. 2003, 2004, Reinoso et al. 2013). A partir de esa solución madre se realizaron disoluciones

para obtener las diferentes concentraciones (mg i.a./L), según el rango de concentraciones seleccionadas para la evaluación. De acuerdo a la vía de exposición, se usó agua destilada, agua de red o acetona como solventes para preparar las soluciones.

Para evaluar la toxicidad se comenzó con la concentración máxima recomendada para su uso en el campo. En base a la toxicidad obtenida (mortalidad) a esta concentración se aumentó o disminuyó la concentración del plaguicida hasta tener un rango de 3-4 concentraciones, con la finalidad de obtener una relación concentración-mortalidad (respuesta) a través del análisis de mortalidad Probit. De acuerdo al ensayo y con relación a la vía de exposición, la misma fue aguda (tópico, ingestión a través de presa tratada, e ingestión gota de agua) o crónica (residual e ingestión por agua de beber).

En líneas generales, se realizaron entre 12-20 réplicas por tratamiento, variando de acuerdo al método de exposición y al estado de desarrollo de la araña a evaluar.

3.2.5. Métodos de exposición del organismo diagnóstico al insecticida

Para la exposición del organismo diagnóstico seleccionado, *M. maculissparsus* al imidacloprid, se utilizaron tres vías de contaminación (residual, tópico por contacto e ingestión), teniendo en cuenta las posibles vías de contaminación de las arañas presentes en agroecosistemas con los plaguicidas (Tabla 3-1). En el caso de los métodos tópico y contacto residual con papel húmedo, solo se evaluó la sensibilidad de estas metodologías y si podían ser aplicables a la especie en estudio, principalmente por el solvente utilizado para el caso del tópico y a los fines de protocolizarlo en el caso del papel húmedo. En cuanto a la exposición por ingestión (principal vía de contaminación en depredadores) y residual, se ensayaron variantes que se detallan en la tabla 3-1.

Tabla 3-1. Métodos de exposición a plaguicidas utilizados en los ensayos de ecotoxicología de la presente tesis teniendo en cuenta las diferentes vías de contaminación.

VÍAS DE CONTAMINACIÓN		
POR INGESTIÓN	RESIDUAL	TÓPICO POR CONTACTO
A través del agua de beber (esponja)	Papel de filtro seco	Exposición tópica
A través del agua de beber (gota)	Papel de filtro húmedo	(gota con microaplicador)
A través de presa tratada (inmersión)		

Vías de contaminación por ingestión

Ingestión a través del agua de beber (esponja): este método de ingestión consistió en la exposición de la araña a la solución insecticida a través del agua de beber, la cual emularía a la contaminación por ingestión directa de gotas de la pulverización sobre hojas y flores y/o condensación (Schneider et al. 2003) (Fig. 3-4).

3.2.5

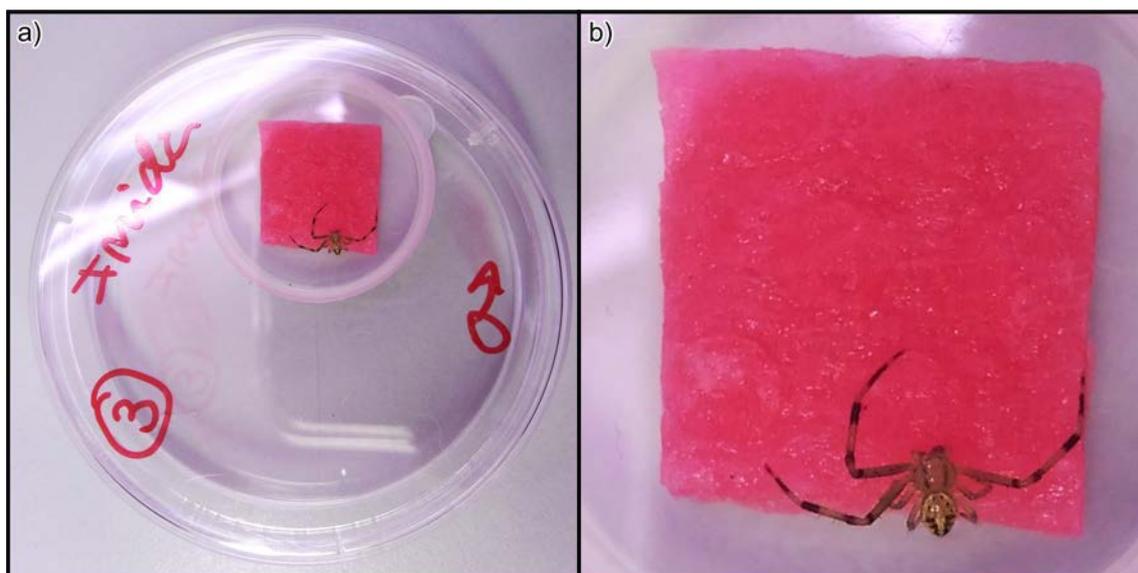


Fig. 3-4. Unidad experimental utilizada para la exposición a través de la ingestión en agua de beber con esponja. a) cápsula con la esponja embebida en solución insecticida y b) *Misumenops maculissparsus* sobre esponja.

El método consistió en exponer a la araña a agua de beber contaminada, con lo cual la solución de imidacloprid fue su única fuente de ingesta de agua. Para esto, se prepararon esponjas absorbentes detalladas anteriormente, solo que en este caso se humedecieron con la solución insecticida (0,5 ml de solución/esponja para evitar excedentes). Cada esponja se colocó sobre una tapa plástica para evitar la pérdida de líquido, y esta se colocó dentro de una cápsula de Petri (Fig. 3-4). Se dispuso una araña en cada cápsula (unidad experimental), y todas las cápsulas de un mismo ensayo se colocaron en una bandeja plástica y fueron llevadas al bioterio. Se controló el ensayo diariamente a la misma hora durante las primeras 72 hs, registrando los mismos datos que para el tratamiento por contacto. A los 7 días se reemplazaron las esponjas tratadas (exposición sub-crónica) por otras embebidas solamente en agua de red y se les suministró alimento (*D. melanogaster*). El suministro de agua y comida se realizó periódicamente cada 7 días y se consideró finalizado el experimento con la muerte de todos los individuos.

Por otro lado, a los fines de comparar la susceptibilidad de *M. maculissparsus* al insecticida imidacloprid entre los estados de desarrollo adulto y juvenil, se analizó el efecto del estado con la máxima concentración de campo recomendada de este insecticida (175 mg i.a./l).

Ingestión a través del agua de beber (gota): este método fue protocolizado por primera vez en la presente tesis. El mismo consistió en exponer a la araña a un volumen de 0,1 μ l de agua con imidacloprid, colocada sobre la base de la cápsula (Fig. 3-5). Con el fin de provocar sed en las arañas y así promover la ingestión de la gota de agua tratada en el corto plazo (exposición aguda), las mismas se mantuvieron sin alimento por el transcurso de 8 días y sin agua durante 4 días.

3.2.5

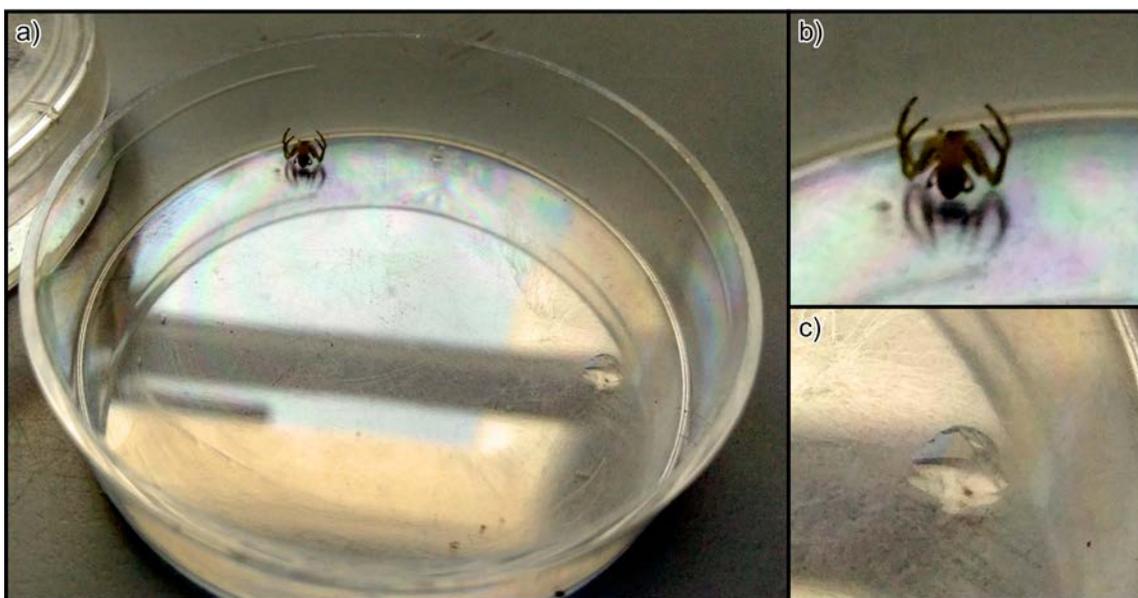


Fig. 3-5. Unidad experimental utilizada para los ensayos por ingestión. a) Cápsula de Petri con una gota de 0,1 μ l de agua contaminada con imidacloprid, b) araña afectada por la ingestión de la gota de solución insecticida, y c) gota de 0,1 μ l de agua contaminada con imidacloprid sobre la base de la cápsula.

Se preparó solución insecticida de imidacloprid a la concentración máxima recomendada a campo (175 mg i.a./l) y se colocó, mediante microaplicador Burkard®, una gota de 0,1 μ l sobre la base de una cápsula de Petri (Fig. 3-5). El control se realizó colocando una gota de 0,1 μ l de agua de red, sobre la base de la cápsula. Inmediatamente se colocó una araña por cápsula, se tapó (unidad experimental) y se verificó durante unos minutos la ingestión de la gota a medida que cada araña se acercó a la misma. A las 24 hs se colocó una esponja embebida en agua de red y se suministró *D. melanogaster* como alimento, se controló mortalidad y comportamiento.

Todas las unidades experimentales se controlaron diariamente durante las primeras 72 hs. Pasado este tiempo, el control se realizó semanalmente al mismo tiempo que se les renovó el agua y suministró alimento (moscas).

Ingestión a través de la presa tratada: en este método la manera de exposición al insecticida fue a través de ingestión de una presa tratada con imidacloprid. El método consistió en sumergir presas, *D. melanogaster* en estos ensayos, en una solución de insecticida, usando de disolvente agua destilada. La inmersión se realizó durante cinco segundos bajo campana colocando las moscas en una bolsita de voile (Fig. 3-6), siguiendo la metodología ya protocolizada por Schneider M.I. (Reinoso et al. 2013).

3.2.5

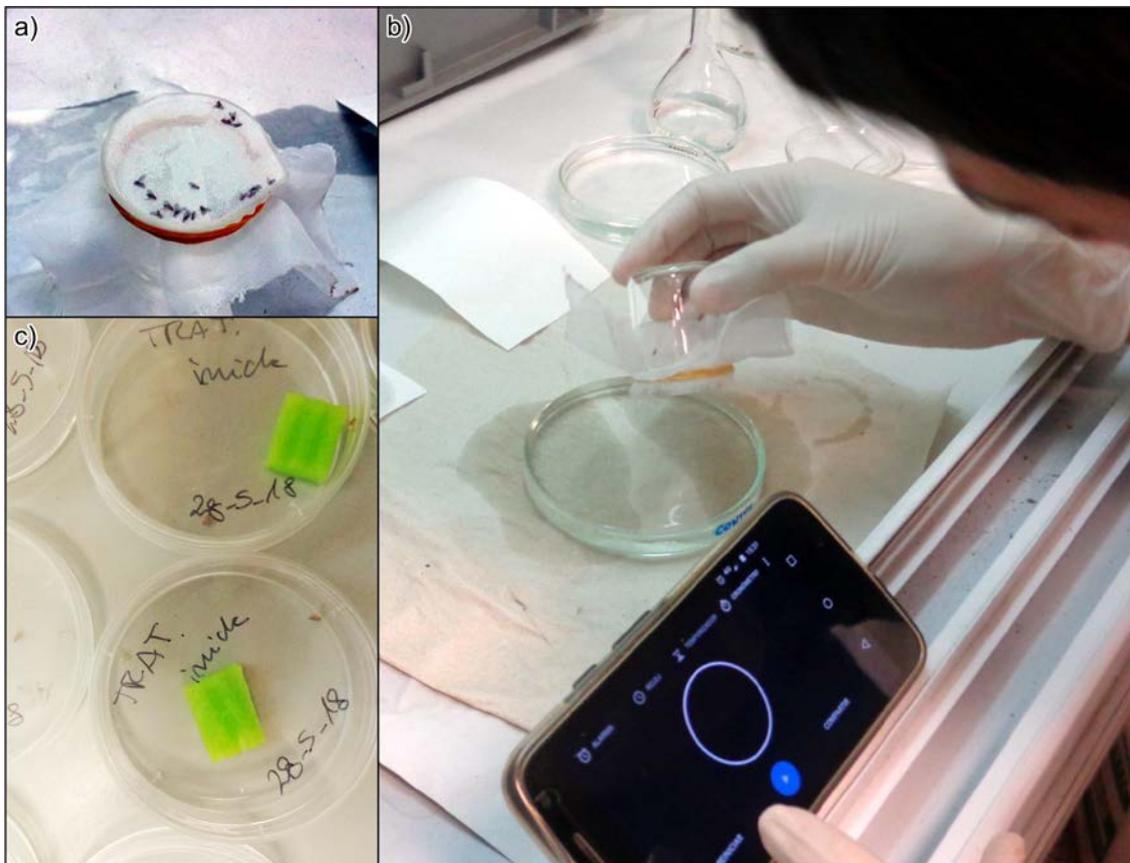


Fig. 3-6. Ensayo por ingestión a través de la presa tratada. a) *Drosophila melanogaster* en frasco con voile para realizar la inmersión en la solución de insecticida, b) inmersión en la solución y control del tiempo bajo campana, y c) araña y presa tratada colocadas en cápsulas plásticas.

Previamente a la inmersión, se durmieron usando dióxido de Carbono (CO_2) durante 10 segundos. Una vez tratadas, se dejaron secar bajo campana durante unos minutos. Mientras se esperaba el tiempo de secado, se colocaron individualmente arañas dentro de cápsulas de Petri (unidad experimental). Una vez secas las moscas, se volvieron a dormir con CO_2 y se colocó una por cada cápsula de Petri, quedando una

relación mosca: araña de 1:1. Las que se fueron alimentando en el momento del ensayo se marcaron con un punto negro en la tapa de la cápsula para asegurarse, al momento del control diario, que habían alcanzado a depredar. Todas las cápsulas se colocaron en el bioterio para su seguimiento y control. El ensayo se controló diariamente durante las primeras 72 hs post-tratamiento, en el mismo horario del comienzo de la experiencia. Luego se siguió controlando semanalmente al mismo momento que se les renovaba el agua y suministraba alimento (*D. melanogaster*). A las 24 hs se colocaron esponjas embebidas en agua de red para la hidratación de la araña y se sacaron las moscas muertas. Se observaron bajo lupa binocular y fotografiaron las moscas muertas para visualizar el grado de depredación y la cantidad aproximada de cutícula depredada.

3.2.5

Vías de contaminación residual

Exposición residual en papel de filtro seco: este método se encuentra extensamente utilizado en arañas (Wrinn et al. 2012) y consistió en exponer a la araña a una superficie tratada con una solución determinada de imidacloprid. El método de exposición se realizó a través del contacto directo con un papel de filtro tratado. Se utilizaron discos de papel de filtro de 5 cm de diámetro (Fig. 3-7) y se colocaron dentro de cápsulas de Petri.



Fig. 3-7. Cápsula de Petri de 5,3 cm de diámetro y papel de filtro de 5 cm utilizados para el ensayo por exposición residual sobre papel de filtro (residuo seco).

En una prueba previa, se testaron diferentes volúmenes de solución insecticida a fin de seleccionar aquel volumen que mojara la superficie a tratar pero sin dejar excedentes. Con este fin, se probó un rango de volúmenes de soluciones entre 8 y 3 μ l y en base a eso se seleccionó como volumen óptimo el de 5 μ l de solución insecticida. Con este resultado, para el ensayo se colocó un papel de filtro dentro de una cápsula de Petri y se embebió con 5 μ l de la solución preparada utilizando una micropipeta de precisión (HTL® Discovery Comfort). Los discos tratados se dejaron secar al aire bajo

campana por aproximadamente 1 hora (hasta secado total del residuo). Los controles se colocaron de igual manera sobre papel de filtro pero tratado solo con agua destilada. Una vez secos los papeles de filtro, se colocó una araña por cápsula (unidad experimental) y una esponja embebida en agua de red para que beba, sobre una tapa plástica para evitar el contacto con el papel (y evitar mezclar vías de exposición como ingestión y contacto residual). Se colocaron las tapas de las capsulas de Petri, rotuladas y posteriormente llevadas al bioterio.

El control del bioensayo se realizó diariamente a la misma hora durante las primeras 72 hs, registrando mortalidad, movilidad, comportamiento y ubicación dentro de la cápsula. A los 7 días se les renovó el agua y alimentó con *D. melanogaster*, y así sucesivamente cada 7 días hasta la terminación del experimento (muerte de los individuos, con una duración aproximada de 300 días). El papel de filtro se mantuvo en la cápsula hasta el momento de la muerte de la araña (exposición crónica), y fueron evaluados efectos letales (mortalidad y afectación) y subletales (desarrollo y longevidad).

Exposición residual en papel de filtro húmedo: este tipo de exposición consistió en exponer a la araña a una superficie húmeda tratada (papel de filtro) con una solución de insecticida (Fig. 3-8). La exposición fue a través del contacto con el residuo húmedo, el cual fue protocolizado por primera vez para arañas en la presente tesis, con la finalidad de establecer diferencias con respecto al residuo seco.

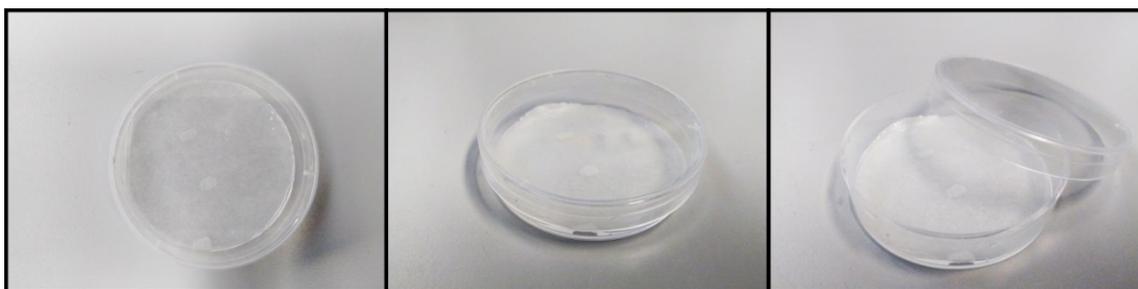


Fig. 3-8. Cápsula de Petri de 5,3 cm de diámetro y papel de filtro de 5 cm utilizados para el ensayo por exposición residual en papel de filtro húmedo.

Se utilizaron discos de papel de filtro de 5 cm de diámetro (Fig. 3-8) colocados dentro de cápsulas de Petri. Se utilizó un volumen de solución insecticida suficiente para mojar la superficie a tratar pero sin que existieran excedentes, tomando como base el protocolo para el ensayo vía residual con papel de filtro seco. En base a esto se

colocaron en cada papel de filtro 5 μ l de solución insecticida preparada mediante una pipeta de precisión (HTL® Discovery Comfort) y se dejaron secar al aire durante ocho minutos bajo campana (papeles aún húmedos). Luego de transcurrido ese tiempo, se colocó una araña por cápsula (unidad experimental), se colocaron las tapas, fueron rotuladas y llevadas al bioterio. El control se realizó con el papel de filtro tratado solo con agua destilada. A las 24 hs de exposición, se les colocó una esponjita embebida en agua de red para que beban, colocada sobre una tapa plástica para evitar el contacto con el papel. Este método de exposición se agregó a los objetivos de la tesis con el fin de protocolizarlo debido a que muchas veces en el campo, los artrópodos se contaminan con residuo húmedo, ya sea por contacto con las hojas mojadas del cultivo o con el suelo mojado como resultado de la pulverización con plaguicidas. En particular con las arañas de la familia Thomisidae, considerando su ubicación en los estratos de un cultivo y comportamiento, se consideró incluir, y por ende, protocolizar esta vía de contaminación.

El seguimiento del ensayo se realizó diariamente a la misma hora durante las primeras 72 hs, registrando mortalidad, movilidad, comportamiento y ubicación dentro de la cápsula. A los 7 días se les renovó el agua y alimentó con moscas (*D. melanogaster*), y así sucesivamente cada 7 días hasta la terminación del experimento (muerte de los individuos). El papel de filtro se mantuvo hasta el momento de la muerte de la araña (exposición crónica). Se evaluaron efectos letales (afectación y mortalidad) y subletales (desarrollo y comportamiento).

Vía de contaminación tópica por contacto

Exposición tópica (contacto): Este método consistió en colocar una gota (0,5 μ l) de la solución de imidacloprid sobre la superficie dorsal de la araña utilizando un microaplicador manual Burkard® (Fig. 3-9). Los controles se trataron de igual manera pero con una gota de 0,5 μ l que sólo consistió en acetona. Como cualquier exposición tópica, se utilizó como disolvente acetona, en este caso al 50%, ajustado previamente en ensayos preliminares. Este método requiere un solvente orgánico de rápida evaporación pero que a la vez no resulte tóxico *per se*; en este

caso se utilizó acetona grado analítico, solvente utilizado comúnmente en ensayos con artrópodos terrestres (Busvine 1971), sólo que en este caso se ajustó al 50% por lo anteriormente expuesto. Las arañas se colocaron de forma individual en cápsulas de Petri (unidad experimental) y se les adicionó una esponja embebida en agua de red para que beban. Todas las cápsulas se colocaron en bandejas plásticas y fueron llevadas al bioterio. Se evaluó solo la concentración máxima registrada para su uso en campo (175 mg i.a./l, que correspondió a 0,0027 $\mu\text{g/g}$ araña, considerando el peso promedio de las mismas que fue de 0,00324 g). El ensayo se controló diariamente hasta las primeras 72 hs para determinar efectos letales y comportamiento. Pasado este tiempo, semanalmente se les renovó el agua, alimentó con *D. melanogaster*, y verificó el estado, comportamiento y muda hasta la muerte de cada individuo (efectos subletales). Si bien se incluyeron organismos control para descartar mortalidad por el solvente, el objetivo de incluir esta metodología fue solo con los fines de evaluar su sensibilidad y si podía ser tomada a futuro como vía de exposición más realista en cuanto a la relación dosis-respuesta.

3.2.6



Fig. 3-9. Microaplicador manual Burkard® utilizado para la exposición por vía tópica.

3.2.6. Puntos finales de evaluación

Se observaron efectos a corto plazo (letales y de comportamiento locomotor) y subletales para cada tipo de exposición, bioensayo y estado de desarrollo considerado.

En relación a los efectos sobre el comportamiento locomotor en los organismos expuestos registrado a través de inmovilidad, patas flexionadas, poco estímulo de reacción, etc., registrados a las 72 hs postratamiento, se los consideró como una afectación en el corto plazo, relacionado al efecto neurotóxico del insecticida.

Los diferentes efectos a corto plazo considerados fueron:

- Inmovilidad de la araña
- Patas dobladas hacia adentro
- Sin respuesta al estímulo externo
- Posición invertida (extremidades hacia arriba)
- Leve movimiento de patas
- Movimientos involuntarios, continuos y repetitivos de las extremidades
- Caminar errático
- Inmovilidad de alguna extremidad
- Falta de “agarre” al suelo
- Movimientos cortos y/o lentos

Las arañas a las cuales se les observó cualquiera de estos síntomas dentro de las primeras 72 hs de realizado el ensayo, se las consideró “afectadas”, y en base a eso se analizaron los porcentajes de afectación para juveniles y adultos mediante diferentes vías de contaminación.

La mortalidad/supervivencia se analizó considerando diferentes períodos de tiempo. En el caso de juveniles, en la exposición por ingestión a través de la esponja se consideraron 10 días, y en el caso de la exposición residual a través del papel de filtro seco, 35 días debido a la menor susceptibilidad al insecticida como efecto a largo plazo.

Las mudas se contabilizaron a lo largo de toda la vida de la araña, registrando fecha de ecdisis y siguiente estado juvenil o sexo del adulto al que mudaron.

La longevidad de las arañas se midió desde el día de exposición al imidacloprid en los diferentes tratamientos hasta el día de su muerte.

3.2.7. Análisis estadístico

Previamente a ejecutar el ANOVA, se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y mediante la prueba de homocedasticidad de las varianzas de Barlett. En el caso de que alguna de las premisas no se cumpliera, se realizó la transformación logarítmica ($y = \log(x+1)$). Para los datos expresados en porcentajes o proporciones se utilizó la transformación angular ($y = \arcsen \sqrt{x}$).

La probabilidad de supervivencia de las arañas se calculó mediante Kaplan Meier, utilizando la prueba de log-rank para comparar los tratamientos.

Los métodos de análisis utilizados fueron los siguientes:

- Prueba de Chi cuadrado: utilizado para la comparación de porcentajes de mortalidad y afectación.
- ANOVA: se utilizó para la comparación de tiempos medios hasta la primera muda, usando la transformación raíz cuadrada.
- Kruskal Wallis: método que se utilizó para aquellos datos no paramétricos donde no se cumplieron los supuestos de ANOVA, como en el caso la longevidad. También utilizado para la comparación de longevidades medianas.
- Sidak: este método se utilizó para comparar si hubo diferencias en la mortalidad entre cada tratamiento y el control, ajustando el p valor para dos comparaciones.
- Benjamini – Hochberg: método utilizado para comparar los períodos de recuperación usando comparación de medias con ajuste de p-valor.

En el caso de encontrar diferencias en pruebas globales (Chi cuadrado y Log Rank), las comparaciones de a pares fueron realizadas con p valores ajustados a la cantidad de comparaciones siguiendo el método Dunnett – Sidak, y usando el método de Benjamini-Hochberg en la comparación de supervivencias entre adultos y juveniles. Para los

análisis post – hoc surgidos de ANOVA se compararon medias con ajuste de p-valor por método Benjamini – Hochberg.

Para los análisis estadísticos se utilizó el programa [R Core team \(2018\)](#) y se consultó la bibliografía de [Kassambara y Kosinski \(2018\)](#), [Wickham et al. \(2018\)](#), [Dardis \(2016\)](#), [Kleinbaum y Mitchel \(2012\)](#) y [Ott y Longnecker \(2010\)](#).

3.3. Resultados

A modo general, todas las arañas que resultaron afectadas en los diferentes tratamientos (detallados en material y métodos), mostraron los mismos síntomas. Los más claros fueron la acomodación desordenada de patas y el poco movimiento (Fig. 3-10a), el plegamiento de patas hacia adentro (Fig. 3-10b) y la posición con la parte dorsal del prosoma tocando el piso de la cápsula (Fig. 3-10c), estos últimos dos sumados a la poca reacción frente al estímulo.



Fig. 3-10. *Misumenops maculisparsus* afectadas dentro de las primeras 72 hs. posteriores a realizado el tratamiento con imidacloprid.

3.3.1. Exposición por ingestión

Se realizaron ensayos utilizando tres tipos de exposición por ingestión, a través del agua de beber en esponja, a través del agua de beber por gota y a través de la presa tratada en imidacloprid, las cuales se detallaron previamente. Los resultados obtenidos mediante esta vía de exposición fueron los que evidenciaron mayor cantidad de efectos a corto plazo.

Ingestión a través del agua de beber en esponja

Juveniles

Con respecto a los juveniles tratados, se obtuvieron porcentajes altos de afectación. Los tratados con 240 mg i.a./l obtuvieron un 92,9% de afectados, los tratados con 210 mg i.a./l obtuvieron el 86,7% y los tratados a 175 mg i.a./l el 80%. Todos los valores obtenidos para los tres tratamientos con respecto al control dieron diferencias significativas ($\chi^2 = 40,665$, $df = 3$, $p = 7,703e-09$).

Los juveniles expuestos a diferentes concentraciones del insecticida mostraron valores similares de mortalidad, no registrándose diferencias significativas con respecto al

control, ni entre las diferentes concentraciones de imidacloprid evaluadas ($\chi^2 = 0,81314$, $df = 3$, $p = 0,8463$). La mayor mortalidad (21,4%) se registró en las arañas expuestas a 240 mg i.a./l, le siguió la concentración máxima de campo (175 mg i.a./l) donde se registró una mortalidad del 20% y por último, a la concentración intermedia (210 mg i.a./l) donde solo el 14,3% murieron a los días 10 días post-tratamiento. La baja susceptibilidad de los juveniles a imidacloprid hizo que no fuera posible obtener la CL_{50} (concentración letal a la que se muere el 50% de la población).

3.3.1

Analizando la supervivencia a lo largo de todo el ciclo de la araña (Fig. 3-11), desde el momento del inicio del ensayo hasta la muerte, se puede observar una reducción en las arañas expuestas a la máxima concentración del insecticida (240 mg i.a./l). En este sentido se observó una reducción cercana al 25% alrededor de los 20 días postratamiento, alcanzando un 50% a los 80 días desde el inicio del ensayo para la máxima concentración evaluada, mientras que para las otras dos concentraciones la reducción del 50% de la población fue alrededor de los 120 días (Fig. 3-11). Sin embargo, estas diferencias en las curvas, no resultaron ser significativamente diferentes tomando el total del ciclo de vida de la araña (Log Rank, $\chi^2 = 4,5$; $df=3$, $p = 0,214$).

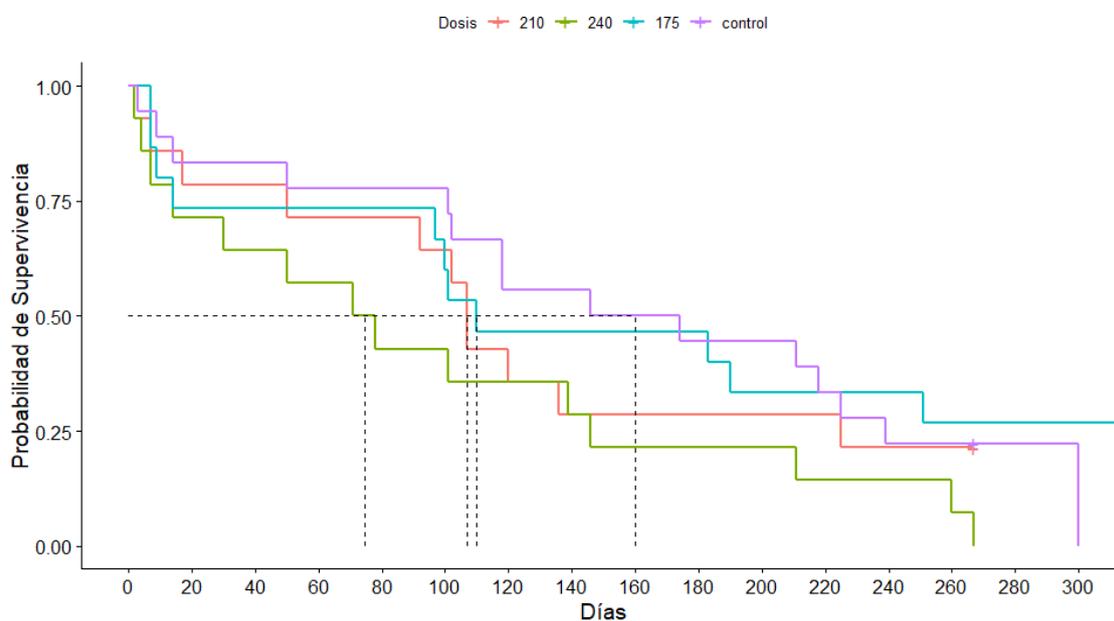


Fig. 3-11. Supervivencia de *Misumenops maculissparsus* expuestas durante su etapa juvenil al insecticida imidacloprid por ingestión a través del agua de beber.

En relación a los efectos subletales sobre el desarrollo del insecticida imidacloprid, no se observaron diferencias significativas con respecto al control. Se pudo observar que

el 83,3% de las arañas control mudaron, mientras que las expuestas a imidacloprid mudaron alrededor del 73,3% para las concentraciones de 175 y 210 mg i.a./l, respectivamente y un porcentaje más bajo (71,4%) se registró en las expuestas a 240 mg i.a./l. (Fig. 3-12). Analizando el tiempo transcurrido desde el tratamiento hasta la primera muda no se observaron diferencias significativas con respecto al control ($\chi^2=0,288$, $df=3,43$, $p=0,834$), tardando entre 20,3 a 31,5 días.

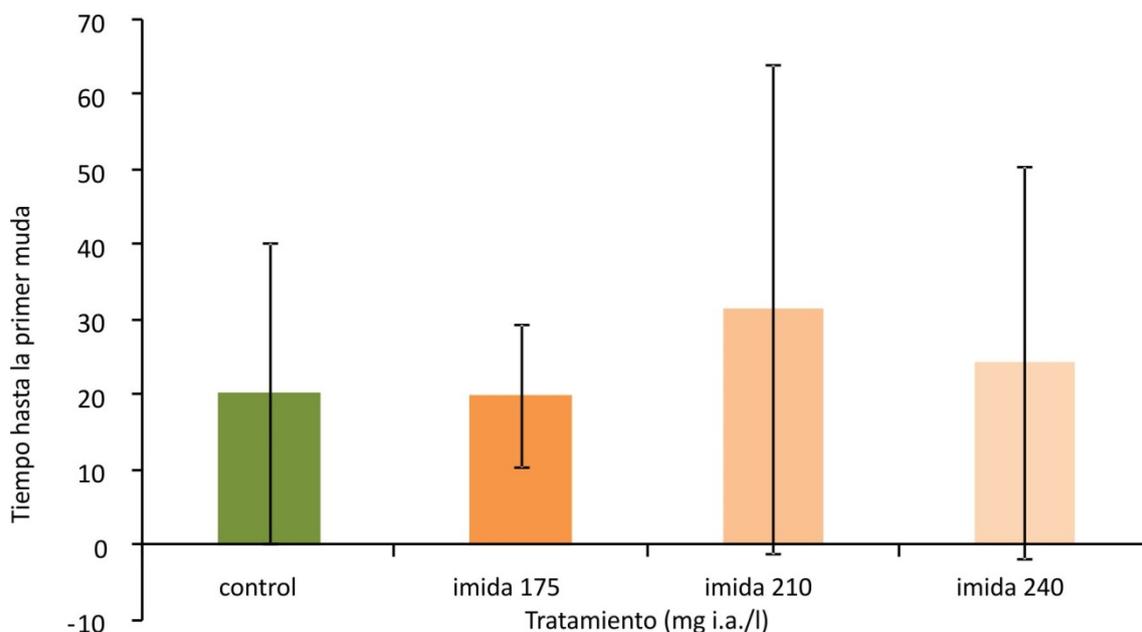


Fig. 3-12. Tiempo transcurrido hasta la primer muda de arañas juveniles de *Misumenops maculisparsus* expuestas a exposición por ingestión a través del agua de beber del insecticida neonicotinoide imidacloprid. No se denotan diferencias significativas.

La longevidad de las arañas del control fue alrededor de 160 días, mientras que las expuestas a imidacloprid vivieron entre 110 a 75,5 días (Fig. 3-13), disminuyendo a medida que aumentó la concentración del insecticida si bien estas diferencias no fueron significativas al nivel estadístico ($K= 3,3657$, $df= 3$, $p= 0,3386$).

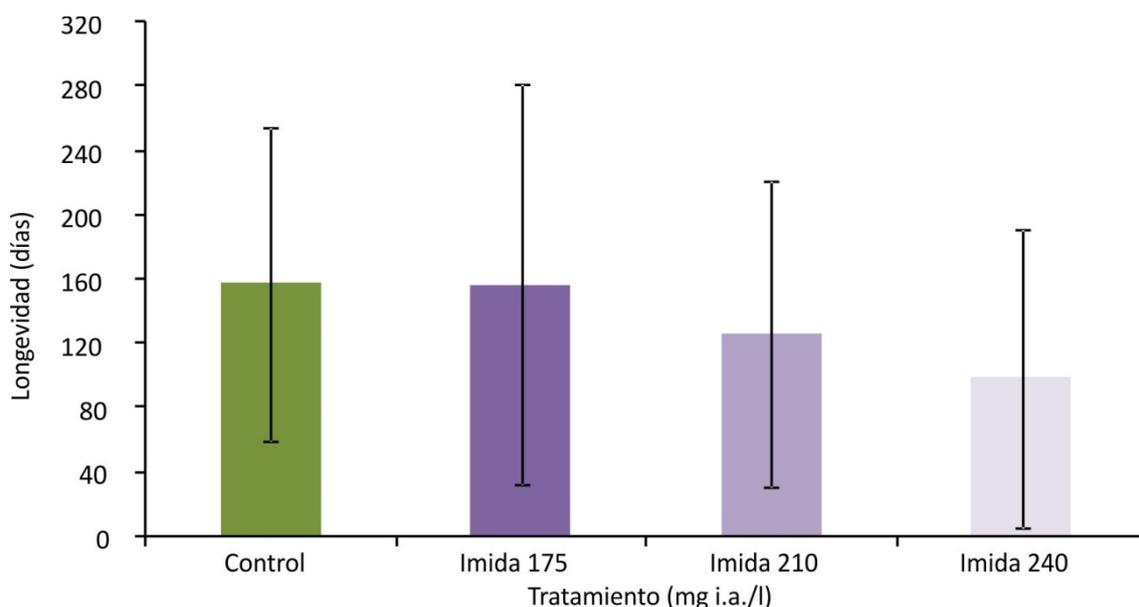


Fig. 3-13. Longevidad de *Misumenops maculissparsus* expuestas en estado juvenil a diferentes concentraciones del insecticida imidacloprid por ingestión a través del agua de beber. Los datos corresponden a valores medios \pm ES. No se denotan diferencias significativas.

3.3.1

Adultos

La afectación que se observó en los adultos hasta las 72 hs de realizado el ensayo fue en el 100% de las arañas y para todas las concentraciones, exceptuando al control, donde ninguna se vio afectada. La mortalidad evaluada desde la realización del ensayo hasta las 72 hs siguientes fue del 53,3% para la concentración de 175 mg i.a./l y del 12,5% para el de 140 mg i.a./l. La mortalidad mostró diferencias significativas entre el tratamiento de 175 mg i.a./l y el control ($\chi^2 = 14,629$, $df = 2$, $p = 0,0006657$). Mientras que entre el tratamiento de 140 mg i.a./l y el control no se encontraron diferencias ($\chi^2 = 0,20667$, $df = 1$, $p = 0,6494$). En el gráfico de Kaplan Meier, analizando la supervivencia de los adultos de inicio del ensayo hasta la muerte (Fig. 3-14), se puede observar una mayor supervivencia en las arañas control y una marcada baja supervivencia en las arañas expuestas a 175 mg i.a./l. Se observó una supervivencia muy baja al 50% de las arañas adultas expuestas a la máxima concentración (175 ppm) ocurrida alrededor de los 2 días post tratamiento. La supervivencia en el caso del 50% de las arañas expuestas a 140 mg i.a./l ocurrió a los 20 días postratamiento. Por último, la longevidad más alta del 50% de las arañas correspondió al control y a los 140 ppm. Y a los 75 días aproximadamente. Las diferencias en las curvas resultaron significativamente diferentes entre los tratamientos a una concentración máxima de 175 mg i.a./l y el control ($\chi^2 = 35$, $df=2$, $p= 2,54e-08$).

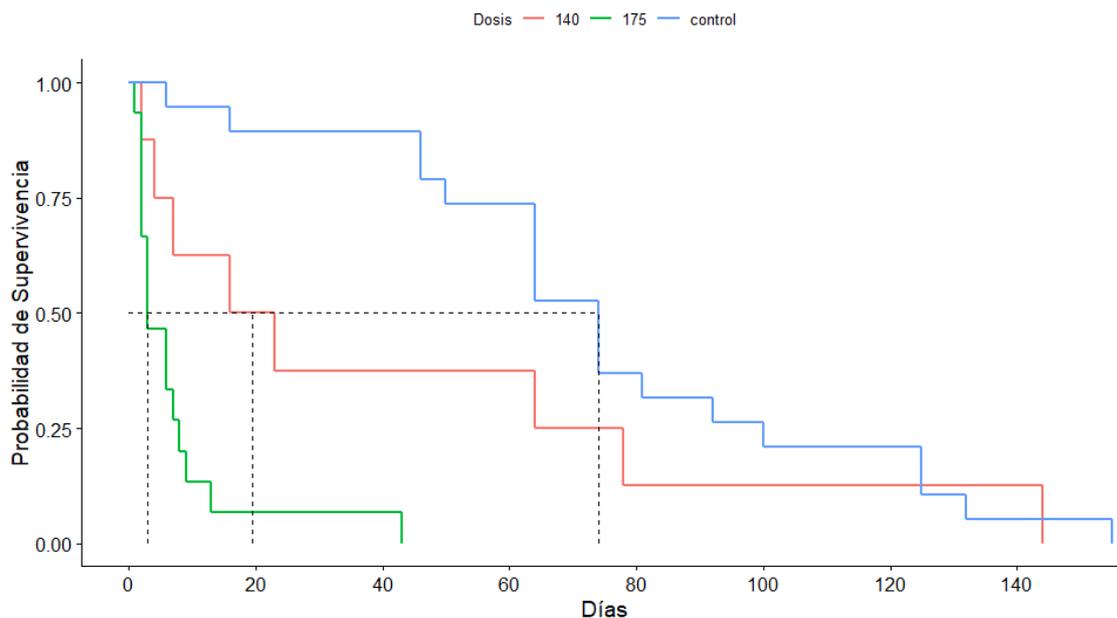


Fig. 3-14. Supervivencia de arañas adultas de *Misumenops maculisparsus* expuestas a exposición por ingestión a través del agua de beber del insecticida neonicotinoide imidacloprid.

La longevidad adulta en el control fue alta (76 días), mientras que a la concentración baja de 140 mg i.a./l fue de sólo 42 días y de solo 7 días a la máxima concentración de campo recomendada (175 mg i.a./l). Las longevidades entre el control y el tratamiento realizado a 175 mg i.a./l resultaron significativamente distintas ($\chi^2 = 23,013$, $df = 2$, $p = 1,007e-05$). (Fig. 3-15).

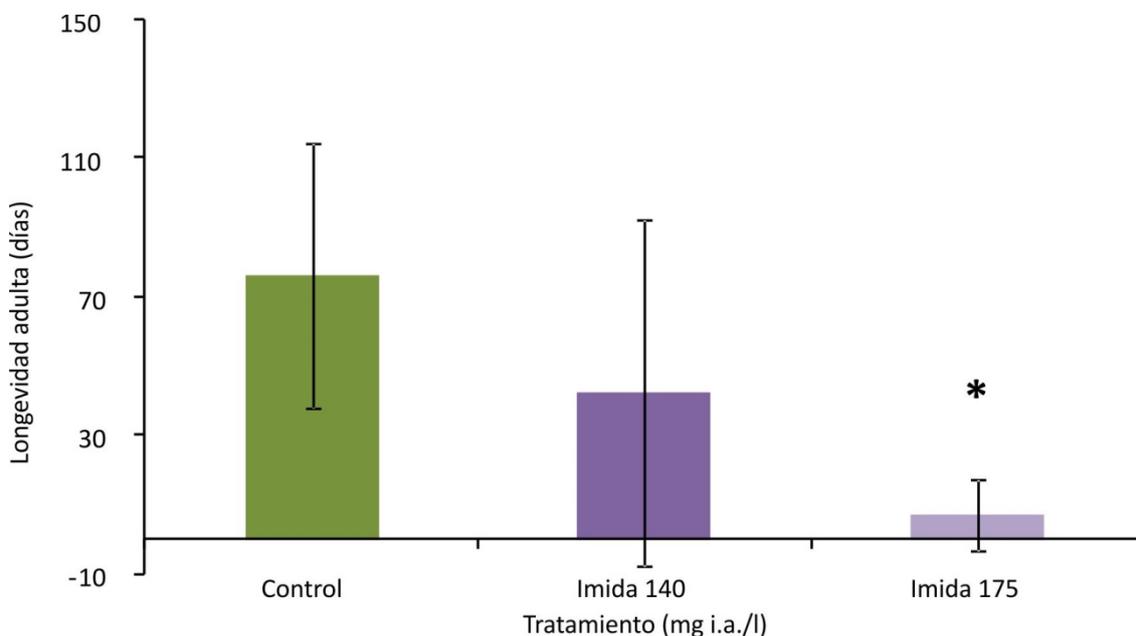


Fig. 3-15. Longevidad adulta de *Misumenops maculisparsus* expuestas como adultos via ingestión a través del agua de beber con el insecticida imidacloprid. Los datos corresponden a valores medios \pm ES.

Análisis de susceptibilidad entre estados de desarrollo

Al analizar la supervivencia entre las arañas juveniles y adultas tratadas a la concentración de 175 mg i.a./l, se observó una diferencia significativa tanto en la mortalidad medida hasta las 72 hs después de realizado el ensayo ($\chi^2 = 10,6$, $df=1$, $p=0,00113$) como en la totalidad de la supervivencia medida ($\chi^2 = 23,8$ $df= 1$, $p= 1,06e-06$). El 50% de las arañas adultas murió a los pocos días de realizado el ensayo, mientras que en el caso de los juveniles fue aproximadamente a los 110 días (Fig 3-16).

3.3.1

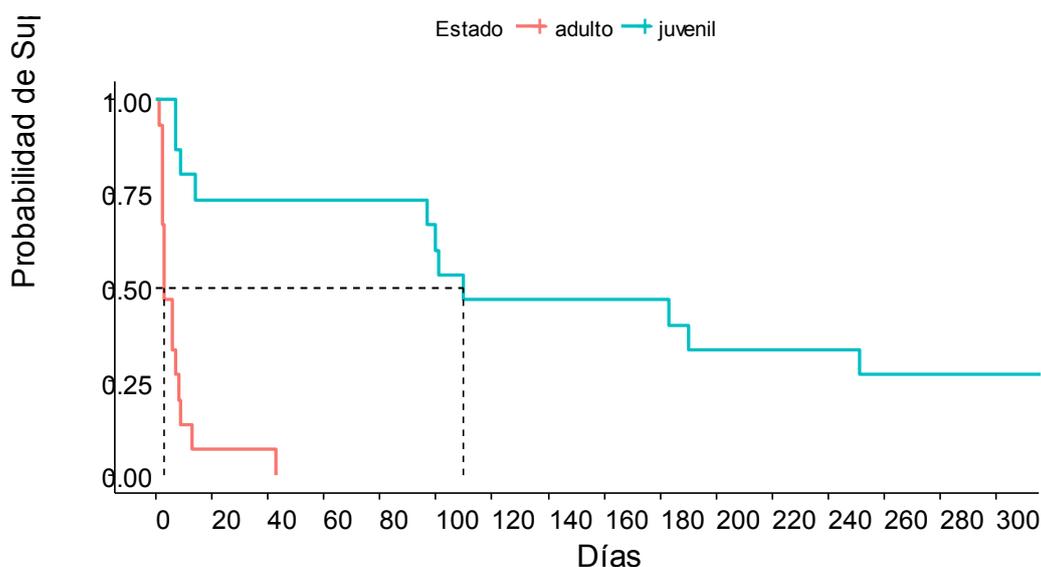


Fig. 3-16. Supervivencia de arañas adultas y juveniles de *Misumenops maculissparsus* expuestas a exposición por ingestión a través del agua de beber del insecticida neonicotinoide imidacloprid.

Ingestión a través del agua de beber por gota

La mortalidad acumulada a las 72 hs en las arañas juveniles expuestas a imidacloprid fue del 33,33% y el período de recuperación promedio fue de 4 días. La totalidad de las arañas expuestas por ingestión a través del agua de beber, a una concentración de 175 mg i.a./l, resultaron afectadas (100% de afectación). Sin embargo, hubo una recuperación entre los 2 y 3 días del 66% de las arañas. Debido a dicha recuperación, la supervivencia de las arañas adultas evaluadas a la concentración de 175 mg i.a./l y hasta los 20 días post-tratamiento no fue significativamente diferente respecto al control ($\chi^2 = 1,8$, $df= 1$, $p= 0,179$) (Fig. 3-17).

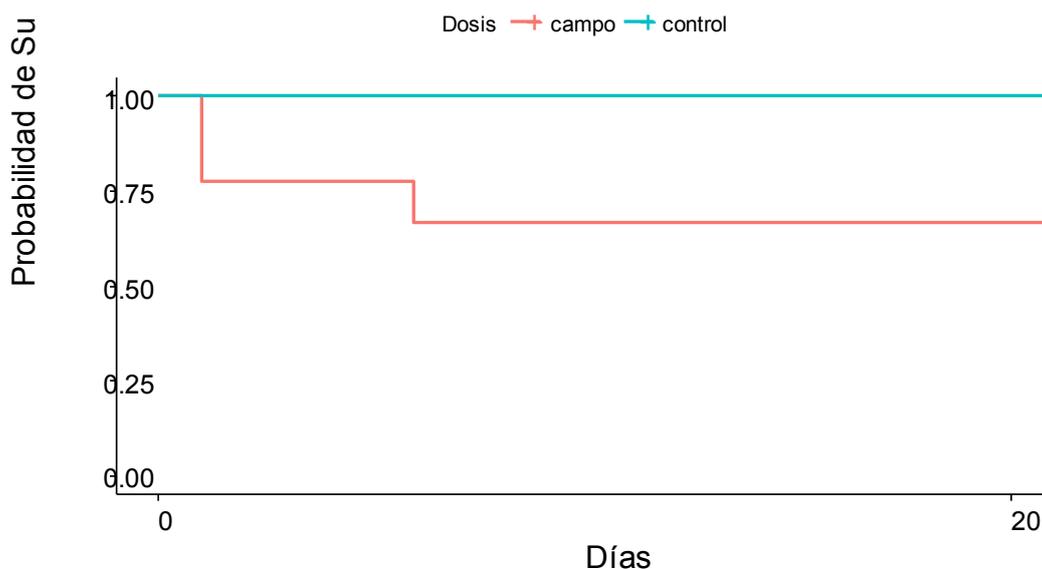


Fig. 3-17. Supervivencia de arañas juveniles de *Misumenops maculissparsus* expuestas a exposición por ingestión a través del agua de beber del insecticida neonicotinoide imidacloprid a una concentración de 175 mg i.a./l (control) y control.

3.3.2

Ingestión a través de presa tratada

Del total de las arañas alimentadas con presas tratadas con imidacloprid a 175 mg i.a./l, el 53,3% resultó afectada dentro de las primeras 72 hs posteriores a la realización del ensayo. Todas las afectadas se recuperaron transcurrido 1 día. El total de las arañas continúa con vida y tienen una longevidad de 156 días. El control no mostró arañas afectadas y continúa sin ninguna mortalidad.

3.3.2. Exposición residual

Dentro de los ensayos realizados por exposición residual al imidacloprid, se consideraron la exposición a través de filtro seco y la exposición a través de filtro húmedo.

Exposición residual a través de papel de filtro seco

En ninguno de los ensayos realizados con papel de filtro seco se observaron arañas afectadas.

La mortalidad registrada mediante esta vía de exposición fue muy baja (6-20%) y similar a la observada en los controles ($\chi^2 = 1,779$, $df = 3$, $p = 0,6195$).

En el gráfico de supervivencia (Fig. 3-18) se observa una leve relación de las concentraciones de 210 mg i.a./l y control por un lado, y de las concentraciones de 175

y 240 mg.i.a./ por otro, hasta los 170 días aproximadamente donde se registra una reducción del 50% de la población. La probabilidad de supervivencia del 50% de las arañas para las diferentes concentraciones se mantuvo dentro de valores muy similares., sin presentar diferencias significativas ($\chi^2 = 3,6$, $df = 3$, $p = 0,309$).

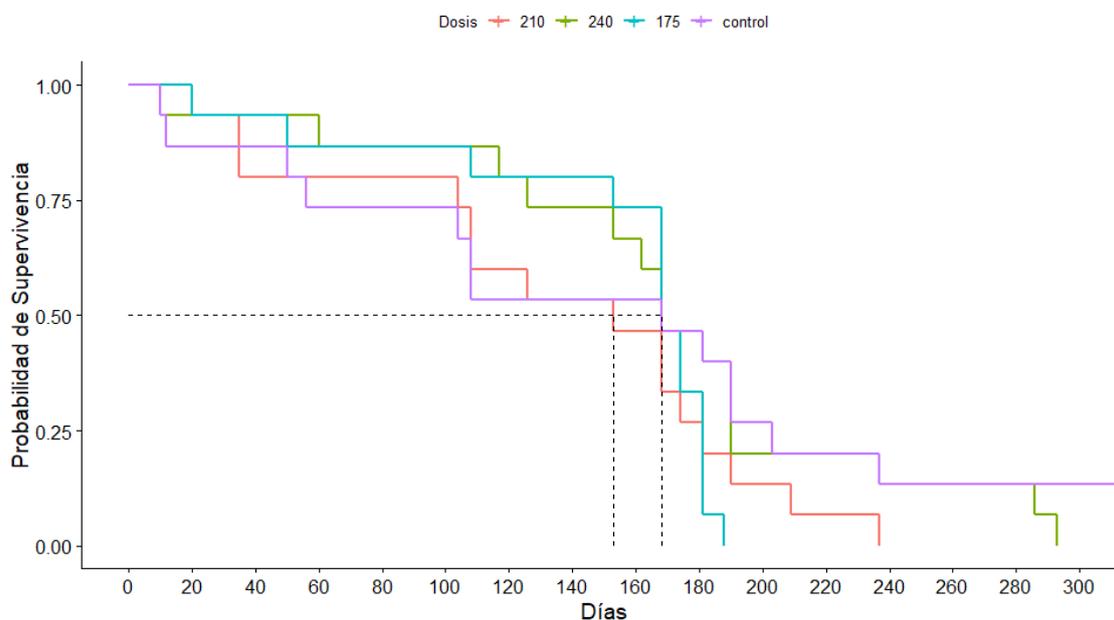


Fig. 3-18. Supervivencia de arañas adultas de *Misumenops maculissparsus* expuestas a exposición por contacto residual a través de papel de filtro seco del insecticida neonicotinoide imidacloprid.

En relación a los efectos secundarios de imidacloprid sobre el desarrollo, se observó que la mayoría de las arañas juveniles mudaron (entre el 80-87,5%) en todos los tratamientos incluido el control. Analizando el tiempo transcurrido desde el tratamiento hasta la primera muda, no se observaron diferencias significativas, registrando valores entre los 40 a 50 días ($F=1,294$, $df_1=3$, $df_2=46$, $p=0,288$) (Fig. 3-19).

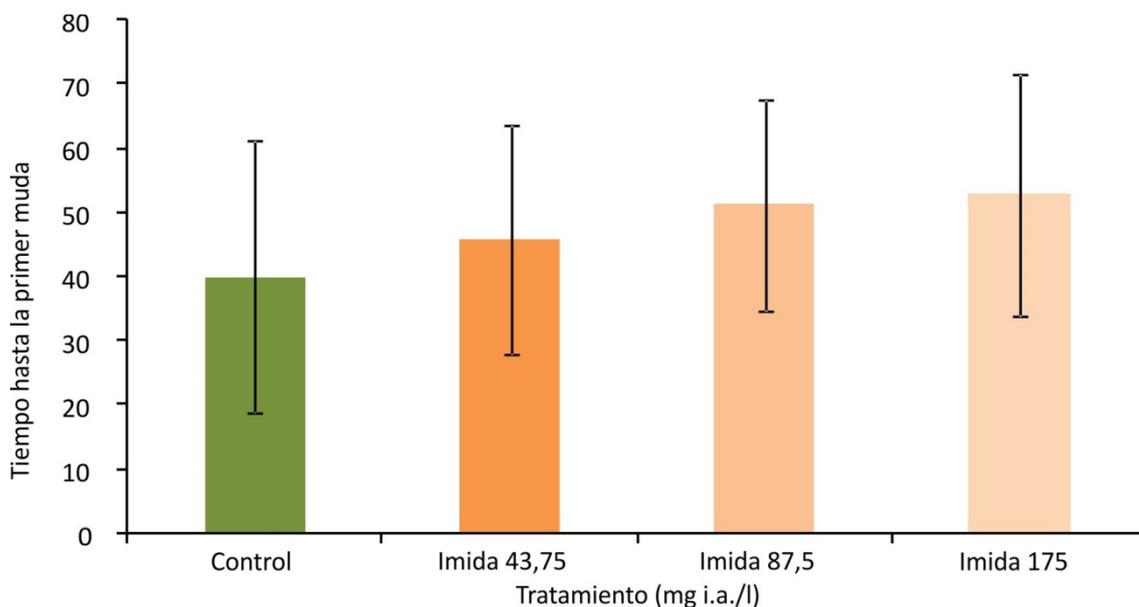


Fig. 3-19. Tiempo transcurrido hasta la primera muda de arañas adultas de *Misumenops maculisparsus* expuestas a exposición por contacto residual a través de papel de filtro seco del insecticida neonicotinoide imidacloprid. No se denotan diferencias significativas.

Del mismo modo el imidacloprid no redujo la longevidad de las arañas expuestas a ninguna de las concentraciones evaluadas ($\chi^2 = 1,6085$, $df = 3$, $p = 0,6575$) (Fig. 3-20).

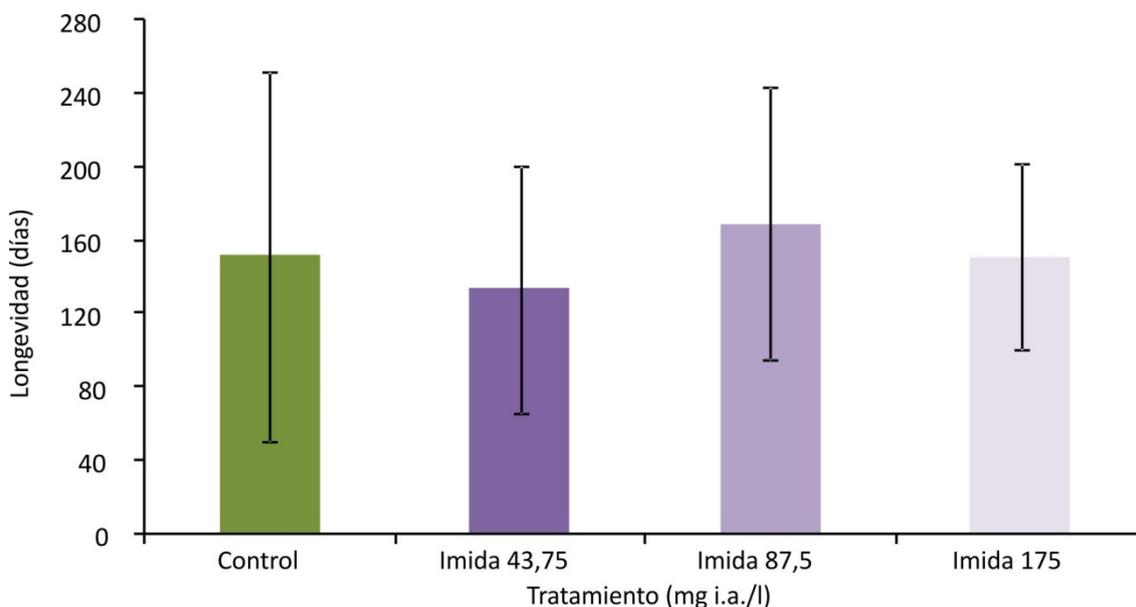


Fig. 3-20. Longevidad medida hasta la muerte de arañas adultas de *Misumenops maculisparsus* expuestas a exposición por contacto residual a través de papel de filtro seco del insecticida neonicotinoide imidacloprid. Los datos corresponden a valores medios \pm ES. No se denotan diferencias significativas.

Exposición residual a través de papel de filtro húmedo

Este método de exposición analizó la sensibilidad de las arañas al filtro húmedo a los fines de protocolizarlo, debido a la baja respuesta obtenida con el papel de filtro seco

pero no a los fines de comparar tratamientos. En este sentido, para el caso de las arañas expuestas, las mismas resultaron 100% afectadas, pero observándose una resuperación de todas las arañas expuestas entre el segundo y tercer día post-tratamiento.

3.3.3. Exposición tópica por contacto

3.3.3

Exposición tópica

El 100% de las arañas expuestas al imidacloprid por contacto tópico no presentaron mortalidad ni síntomas de afectación. Si bien el solvente diluido (acetona al 50%) sirvió para ajustar el protocolo ya existente para ensayos tópicos en artrópodos con arañas de la familia Thomisidae, este no mostró sensibilidad.

3.3.4. Evaluación de afectación neurotóxica-recuperación

Los diferentes tipos de exposiciones que mostraron afectación sobre las arañas fueron la exposición por ingestión en agua de beber con esponja, por gota y por presa tratada, y la exposición residual en papel de filtro seco. El resto de las exposiciones no mostraron arañas afectadas. Posterior a los síntomas considerados de afectación, les sigue un período de recuperación. Este período, medido en días, varió según los diferentes tratamientos y exposiciones. Al analizarlos en conjunto mostraron diferencias significativas entre el período de recuperación de las arañas tratadas por ingestión de presa (1 día) y las tratadas por ingestión a través del agua de beber por gota (4 días), coincidentes con los valores más bajos y altos respectivamente, de las medias de recuperación de todos los tratamientos ($\chi^2=3,698$, $df=5$, 49 $p=0,0017$).

3.4. Discusión

Los efectos secundarios en organismos benéficos asociados a agroecosistemas vienen estudiándose a nivel mundial, principalmente sobre insectos parasitoides y depredadores de organismos plaga (Fogel et al. 2009, 2013, 2016, Schneider et al. 2006, 2008, 2009, Rimoldi et al. 2008, 2012, 2017, Benamú et al. 2013, Mirande et al. 2010, He et al. 2012, Haramboure et al. 2013, Malaquias et al. 2013, Francesena et al. 2017, Mac Loughlin et al. 2017, Catae et al. 2018, Francesena y Schneider 2018, Pérez-Iglesias et al. 2017). Sin embargo la toxicidad de los plaguicidas ha sido abordada en menor medida sobre arañas depredadoras, con estudios muy puntuales y principalmente en arañas tejedoras y cazadoras de suelo (Mansour et al. 1981, Mansour 1987, Mansour y Nentwig 1988, Benamú et al 2013, Michalková y Pekár 2009, Griesinger et al. 2011, Rezac 2010).

Los depredadores pueden ser expuestos a plaguicidas por contacto directo, contacto residual o a través de la cadena trófica, mediante la ingestión de presa contaminada (De Clercq 1995), variando de acuerdo a sus hábitos de vida (comportamiento) y hábitos alimentarios. Esta tesis aborda por primera vez el efecto secundario de un insecticida neonicotinoide de amplio uso tanto a nivel nacional como regional sobre una especie de araña de la familia Thomisidae.

Si bien el imidacloprid fue lanzado al mercado en la década del 90 como “biorracional” para el control de los áfidos, hoy en día y luego de revisiones por parte de la EPA (Environmental Protection Agency), se alerta sobre la toxicidad que este producto y otros compuestos del grupo de los neonicotinoides producen en el ambiente y sobre organismos benéficos, principalmente polinizadores (USEPA 2008-2012). En el caso particular del insecticida imidacloprid, existen varios estudios que detallan los efectos letales y subletales que tuvo este compuesto sobre una amplia gama de enemigos naturales y organismos no blanco (Talebi et al. 2007, Rogers et al. 2007, Xiao et al. 2016, Gestel et al. 2017), incluso sobre importantes polinizadores como son las abejas y abejorros (Desneux et al. 2007, Blacquiere et al. 2012, Sánchez-Bayo 2014, Qu et al. 2015, Switzer y Combes 2016, Catae et al. 2018). Estos estudios coinciden en parte con los resultados obtenidos, ya que al analizar varias vías de exposición en diferentes

estados de desarrollo, se observaron varios grados de susceptibilidad. En este sentido, la exposición vía ingestión (agua de beber) resultó ser la vía de exposición más letal. En cuanto a los efectos letales y subletales y la relevancia de los mismos, este insecticida provocó una alta mortalidad en los adultos de *Misumenops maculissparsus* al ser ingerido a través del agua de beber. Los efectos no fueron los mismos en la exposición via contacto residual a través de papel de filtro seco y mojado donde no se observó mortalidad pero si un efecto más a largo plazo sobre la muda o longevidad en juveniles. De Clercq (1995) obtuvo resultados similares con diflubenzuron y pyriproxyfen en una chinche depredadora, *Podisus maculiventris* (Say) (Pentatomidae), donde el efecto vía ingestión a través del agua de beber fue más tóxico que el obtenido por contacto residual o por contacto directo. Uno de los motivos que plantea es la baja absorción cuticular en los pentatómidos, en relación a la deposición de quitina. Por otro lado, el imidacloprid ataca los receptores nicotínicos de acetilcolina pudiendo causar efectos en el comportamiento de los depredadores debido a su complejo sistema nervioso requerido para detectar las presas (Desneux et al. 2007).

En base a la diferencia de resultados en las arañas expuestas a las distintas vías de contaminación, se acepta la hipótesis 4, “La susceptibilidad de *Misumenops maculissparsus* al insecticida imidacloprid depende de la vía de exposición al mismo, existiendo diferencias de sensibilidad entre los métodos utilizados”. Siendo la exposición vía ingestión la que mostró mayor susceptibilidad.

El imidacloprid vía ingestión a través de presa tratada no produjo mortalidad ni afectación en juveniles de *M. maculissparsus*. Sin embargo, la araña tejedora *Alpaida venilae* mostró una alta susceptibilidad a insecticidas neurotóxicos, que si bien actúan sobre otros sitios del SNC (sistema nervioso central), produjeron una alta toxicidad (80%) en las expuestas a spinosad (Benamú et al. 2013). En gran parte, la baja mortalidad se puede deber a la poca superficie de cutícula ingerida por *M. maculissparsus*, y por ende, a la poca ingestión del insecticida. Esta especie en la mayoría de los caso capturó la mosca desde el abdomen, y se alimentó desde esa parte, dejando la cutícula y el resto de la mosca intactas, a diferencia de otras familias de arañas, por ejemplo las tejedoras, que se alimentan del total de la presa capturada.

De igual manera que notificaron [Shaw et al. \(2003\)](#) en hembras de la araña *Pardosa amentata* (Clerck) (Lycosidae), las arañas no mostraron rechazo a la ingestión de presa después de ser tratadas por tópico con cipermetrina.

En ecotoxicología terrestre, en general, se tienen menos en cuenta a los efectos subletales que a los letales. Sin embargo, los primeros tienen gran importancia desde el punto de vista ecológico y etológico ([Desneux et al. 2007](#), [Guedes et al. 2017](#)). Cambios en los ciclos de vida, efectos sobre el desarrollo que prolongan el estado juvenil y generan desfases en los encuentros de adultos al momento de la cópula, menor actividad, letargo, baja capacidad depredadora, etc., influyendo de manera negativa en el ciclo normal de las arañas. Es importante conocer estos efectos ya que pueden afectar en gran medida el rol como biocontroladores de plagas y como indicadores de calidad ambiental.

Estudios sobre machos de Linyphiidae, señalan efectos negativos de insecticidas neurotóxicos sobre la locomoción ([Bel'skaya y Esyunin 2003](#)), coincidiendo con lo observado en *M. maculisparsus* al ser expuesta a ingestión de imidacloprid bajo diferentes métodos. De igual manera, estudios de [Baoying et al. \(2001\)](#) demostraron que bajas concentraciones del insecticida endosulfán reducían la tasa de locomoción y depredación en *Harmonia conformis* (Boisduval) (Coleoptera). En los ensayos con *M. maculisparsus* realizados por ingestión, la locomoción también fue notablemente afectada en las arañas que mostraron síntomas de intoxicación a las pocas horas de exposición, si bien luego pudieron recuperarse. Se observó caminar errático, falta de agarre al suelo, caminar en zig-zag, etc., confirmando la contaminación a nivel neurotóxico.

En cuanto al ciclo de vida, los ensayos realizados por [Xiao et al. \(2016\)](#) en *Coccinella septempunctata* (L.) mostraron que el imidacloprid provocó una prolongación del tiempo de desarrollo preimaginal expuestos a concentraciones subletales. En el caso de *M. maculisparsus*, en los juveniles expuestos a ingestión a través del agua de beber, si bien la longevidad se vio acortada a medida que se aumentaron las concentraciones de imidacloprid en comparación con el tratamiento control, las diferencias no fueron significativas a nivel estadístico. Sin embargo, los porcentajes de

arañas que mudaron fueron más bajos que los observados en el control y la media del tiempo hasta la primera muda también se vio modificada, ocurriendo más tarde en el tiempo comparado con el control. Una posible causa puede ser el desbalance hormonal provocado por el insecticida (Xiao et al. 2016).

En todos los tratamientos realizados con *M. maculissparsus*, se vio una diferencia entre los efectos del imidacloprid sobre arañas juveniles y adultas, siendo estas últimas más susceptibles. Los juveniles además de mostrar más tolerancia al plaguicida, presentaron una alta capacidad de detoxificación que permitió que se recuperaran a largo plazo. En este sentido, por lo general, en ensayos de ingestión, se vieron afectadas en las primeras 72 hs pero luego se observó una importante recuperación en los siguientes 2-3 días. La mayor diferencia entre períodos de recuperación se observó entre la ingestión por medio de presa tratada y a través de agua de beber por gota. Esta recuperación puede estar dada gracias a reacciones enzimáticas de detoxificación. García et al. (2018) analizaron la eliminación de toxinas en un crustáceo donde unas enzimas determinadas están implicadas en una alta variedad de procesos fisiológicos de detoxificación tanto de toxinas endobióticas como xenobióticas, protección contra estrés oxidativo, transporte intracelular de metabolitos y hormonas, químicos exógenos y metabolitos endógenos. Esta acción realizada por enzimas puede ser también la causante de la recuperación de las arañas afectadas. Baatrup y Bayley (1993) reportaron un estado de quiescencia en *Pardosa amentata* (Clerck) (Lycosidae) después de la exposición vía tópica a cipermetrina de la que se recuperaron entre 12 y 48 hs después del tratamiento. Sin embargo, este estado de quiescencia lo caracterizaron por una postura normal de la araña y la capacidad de moverse al ser estimulada. Sin embargo, el estado observado en *M. maculissparsus* fue similar al nombrado por Baatrup y Bayley (1993) como “parálisis”, en el que las patas de la araña se pliegan sobre sí mismas, ya sea por la contracción de los músculos flexores o por la pérdida de la presión de turgencia. Casos de recuperación posterior a parálisis en aproximadamente 40 hs posterior al tratamiento, lo reportan Bloomquist y Miller (1986) en hembras de *Musca domestica* L. tratadas de manera tópica con piretroides.

En base a los resultados obtenidos se puede aceptar la hipótesis 3, “El imidacloprid afecta en forma diferencial de acuerdo al estado de desarrollo de *Misumenops*

maculisparsus, mostrándose más susceptible el adulto que el estado juvenil". Esta diferencia en cuanto a la susceptibilidad, se vió muy marcada en los efectos letales que produjo el insecticida sobre los adultos, y en la capacidad de recuperación después del tratamiento por parte de los juveniles.

En ensayos realizados con arañas de la familia Araneidae se obtuvieron resultados que reflejaron una alta mortalidad y efectos secundarios importantes a concentraciones de diferentes insecticidas neurotóxicos (cipermetrina, endosulfan y spinosad) menores a la recomendada a campo (Benamú et al. 2013) donde no hubo casos de recuperación como la observada en *M. maculisparsus*. Esto demuestra la importancia de realizar ensayos ecotoxicológicos sobre varias especies y no traspolar los resultados obtenidos en una especie a otras o a un orden o grupo en general, como ya ha sido señalado por (Banks et al. 2012) en insectos parasitoides.

Los adultos tratados por ingestión mostraron una alta mortalidad y un 100% de afectación, donde la recuperación fue muy baja y los llevó, en su mayoría, a la muerte a diferencia de los juveniles, los cuales mostraron una alta tasa de recuperación. Esta diferencia puede estar dada debido a una mayor ingesta de agua en el adulto que en el juvenil, el cual pudo llegar a estar satisfecho con la ingesta de alimento. Por otro lado, también puede deberse, como se ha mencionado antes, a procesos enzimáticos detoxificantes más presentes en juveniles que en adultos.

Teniendo en cuenta la hipótesis 2, "el uso del insecticida imidacloprid impacta negativamente sobre los parámetros bio-ecológicos de las arañas, resultando relevante como bioindicadoras de disturbios de origen antrópico por el uso de plaguicidas", se puede decir que se acepta en parte la hipótesis en base a los resultados obtenidos, si bien sólo para adultos y por agua de beber se observa un efecto relevante a nivel ecotoxicológico. Los efectos vistos del imidacloprid sobre ambos estadios de *M. maculisparsus*, muestran un claro impacto negativo sobre esta especie muy a corto plazo, ya que si bien, gran parte de las arañas resultaron afectadas, luego se recuperaron. Es de destacar sin embargo, que durante esa etapa de afectación las arañas permanecieron durante un tiempo de total vulnerabilidad frente a cualquier

agente externo, que en condiciones más realistas como son las del campo, podrían modificar su supervivencia.

Por último, estos estudios, demuestran que la tolerancia que mostraron los juveniles a este insecticida podría tomarse positivamente como objetivo a su conservación en agroecosistemas, en donde por razones fitosanitarias deba aplicarse un insecticida de acción neurotóxica como son los neonicotinoides.

3.4.

3.5. Bibliografía

- **Baattrup E. y Bayley M.** 1993. Effects of the Pyrethroid Insecticide Cypermethrin on the Locomotor Activity of the Wolf Spider *Pardosa amentata*: Quantitative Analysis Employing Computer-Automated Video Tracking. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 26(2):138-152.
- **Banks J.E., Stark J.D., Vargas R., Ackleh A.S.** 2012. Parasitoids and ecological risk assessment: Can toxicity data developed for one species be used to protect an entire guild?. *Biol. Control* 59: 336-339.
- **Baoying Q., Gordon G. y Gimme W.** 2001. Effects of neem-fed prey on the predacious insects *Harmonia conformis* (Boisduval) (Coleoptera: Coccinellidae) and *Mallada signatus* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae). *Bio. Control* 22: 185-190.
- **Bel'skaya E. y Esyunin S.** 2003. Arachnids (Arachnidae) in a Spring Wheat Agrocenosis in Southern Sverdlovsk Oblast and the Effect of Treatment with Decis, a Pyrethroid Insecticide, on Their Populations. *Russ. J. Ecol.* 34(5): 359-362.
- **Benamú M.A., Schneider M.I., González A. y Sánchez N.** 2013. Ecotoxicology 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. DOI 10.1007/s10646-013-1102-9
- **Blacquiére T., Smaghe G., Van Gestel C.A., Mommaert, V.** 2012. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology* 21:973-992.
- **Bloomquist J.R. y Miller.** 1986. T.A. Neural Correlates of Flight Activation and Escape Behavior in Houseflies Recovering From Pyrethroid Poisoning. *Archives of Insect biochemistry and Physiology* 3:551-559.
- **Busvine J.R.** 1971. A Critical Review of the Techniques for Testing Insecticides. 2nd. Ed. Commonwealth Agricultural Bureaux. England. 345 p.
- **CASAFE** Cámara Argentina de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes: Guía de productos fitosanitarios. 2011. Tomo 1. CASAFE. Buenos Aires. Argentina.
- **Catae A.F., Roat T.C., Pratavieira M., Silva Menegasso A.R., Pallma M.S., Malaspina O.** 2018. Exposure to a sublethal concentration of imidacloprid and the side effects on target and non target organs of *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Ecotoxicology* 27: 109-121.
- **Dardis C.** 2016. survMisc: Miscellaneous Functions for Survival Data. R package version 0.5.4. <https://CRAN.R-project.org/package=survMisc>.
- **De Clercq P., De Cock A., Tirry L., Viñuela E. y Degheele D.** 1995. Toxicity of diflubenzuron and pyriproxyfen to the predatory bug *Podisus maculiventris*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 74(1):17-22. DOI: 10.1007/BF02383163

- **Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM.** 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu Rev Entomol* 52:81–106.
- **Environmental Protection Agency (USEPA).** 2008-2012. <https://www.epa.gov/pesticide-reevaluation/groups-pesticides-registration-review>.
- **Fogel M.N., Rimoldi F., Pineda S., Schneider M.I. y Ronco A.** 2009. Side effects of teflubenzuron and chlorfenapyrin in *Eriopis connexa* eggs (Coleoptera: Coccinellidae). *Communication in Agriculture and Applied Biological Sciences*, 74/2: 419-423.
- **Fogel M.N., Schneider M.I., Desneux N., González B., Ronco A.E.** 2013. Impact of the neonicotinoid acetamiprid on immature stages of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Ecotoxicology* 22:1063–1071. DOI: 10.1007/s10646-013-1094-5.
- **Fogel M.N., Schneider M.I., Rimoldi F., Ladux L.S., Desneux N., Ronco A.E.** 2016. Toxicity assessment of four insecticides with different modes of action on pupae and adults of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae), a relevant predator of the Neotropical region. *Environ Sci. Poll. Res.* 23:14918–14926.
- **Francesena N., Desneux N., Ribeiro de Campos M. y Schneider M.I.** 2017. Side effects of spirotetramat on pupae and adults of a Neotropical strain of *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae): Effects on the life parameters and demography. *Environ Sci. Pollut. Res.* 24:17719–17730. DOI: 10.1007/s11356-017-9400-z
- **Francesena N. y Schneider M.I.** 2018. Selectivity assessment of two biorational insecticides, azadirachtin and pyriproxyfen, in comparison to a neonicotinoid, acetamiprid, on pupae and adults of a Neotropical strain *Eretmocerus mundus* Mercet. *Chemosphere* 206: 349-358.
- **Furlan L, Contiero B, Chiarini F, Colauzzi M, Sartori E, Benevegnù I, Giandon P.** 2017. Risk assessment of maize damage by wireworms (Coleoptera: Elateridae) as the first step in implementing IPM and in reducing the environmental impact of soil insecticides. *Environ Sci Pollut Res.* 24:236–251. DOI: 10.1007/s11356-016-7692-z
- **García F.C., Pedrini, Sánchez-Paz A., Reyna-Blanco C.S., Lavarias S., Muhlia-Almazán A., Fernández-Giménez A., Laino A., De-la-Re-Vega E., Lukaszewicz G., López-Zavala A.A., Briebe L., Criscitello M.F., Carrasco-Miranda J.S., García-Orozco K.D., Ochoa-Leyva A., Rudiño-Piñera E., Sánchez-Flores A., Sotelo-Mundo R.R.** 2018. De novo assembly and transcriptome characterization of the freshwater prawn *Palaemonetes argentinus*: Implications for a detoxification response. *Marine Genomics* 31(1):74-81. DOI: 10.1016/j.margen.2017.08.009
- **Griesinger L.M., Evans S.C. y Rypstra A.L.** 2011. Effects of a glyphosate-based herbicide on mate location in a wolf spider that inhabits agroecosystems. *Chemosphere* 84(10):1461-1466. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2011.04.044
- **Guedes R.N.C., Smagghe G., Stark J.D., Desneux N.** 2016. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. *Annu. Rev. Entomol.* 61: 43-62.

- **Haramboure M., Francesena N., Reboredo G.R., Smaghe G., Alzogaray R. y Schneider M.I.** 2013. Toxicity of cypermethrin on the Neotropical lacewing *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Behavior disruption and recovery capacity. *Communication in Agriculture and Applied Biological Sciences*. Ghent University, 78/2, 2013.
- **He YX, Zhao J, Zheng Y, Zhan Z, Desneux N, Wu KM.** 2012. Lethal effect of imidacloprid on the coccinellid predator *Serangium japonicum* and sublethal effects on predator voracity and on functional response to the white fly *Bemisia tabaci*. *Ecotoxicology* 21:1291–1300.
- **Hodgson G.M.** 1998. The approach of institutional economics. *Journal of economic literature* 36:166-192.
- **Kassambara A. y Kosinski M.** 2018. *survminer: Drawing Survival Curves using 'ggplot2'. R package version 0.4.3.* <https://CRAN.R-project.org/package=survminer>.
- **Kerri M. Wrinn, Samuel C. Evans, Ann L. Rypstra.** 2012. Predator cues and an herbicide affect activity and emigration in an agrobiont wolf spider. *Chemosphere* 87: 390-396.
- **Kleinbaum D. y Klein M.** 2012. *Survival Analysis. A Self-Learning Text.* Third Ed. Springer.
- **Lyman R.O. y Longnecker M.** 2010. *An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis.* Sixth Ed. Cengage Learning.
- **Mac Loughlin T.M., Peluso L. y Marino D.J.G.** 2017. Pesticide impact study in the peri-urban horticultural area of Gran La Plata, Argentina. *Sci. Total Environ.* 598:572-580.
- **Malaquias JB, Ramalho FS, Omoto C, Godoy WAC, Silveira RF.** 2013. Imidacloprid affects the functional response of predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) to strains of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) on Bt cotton. *Ecotoxicology* 23:192–200.
- **Mansour F., Rosen D., Plaut H. y Shulov A.** 1981. Effect of commonly used pesticides on *Chiracanthium mildei* and others spiders occurring on apple. *Phytoparasitica* 9 (2): 139-144.
- **Mansour F.** 1987. Effect of pesticides on spiders occurring on apple and citrus in Israel. *Phytoparasitica* 15(1): 43-50.
- **Mansour F. y Nentwig W.** 1988. Effects of agrochemical residues on four spider taxa: laboratory methods for pesticide tests with web-building spiders. *Phytoparasitica* 16: 317–26.
- **Michalkova V. y Pekar S.** 2009. How glyphosate altered the behaviour of agrobiont spiders (Araneae: Lycosidae) and beetles (Coleoptera: Carabidae). *Biological Control* 51(3):444-449. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2009.08.003

- **Mirande L., Haramboure M., Smaghe G., Pineda S. y Schneider M. I.** 2010. Side effects of glyphosate on the life parameters of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) in Argentina. *Communication in Agriculture and Applied Biological Sciences* 75/3: 367-372.
- **Pérez-Iglesias J.M., Natale G.S., Soloneski S. y Larramendy M.L.** 2017. Are the amazing effects induced by the imazethapyr formulation Pivot® HinBoana pulchella (Anura) reversible upon ceasing exposure? *Ecotoxicology and Environmental Safety* 148: 1–10.
- **R Core Team.** 2018. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- **Pisa L., Goulson D., Cheng Yang E., Gibbons D., Sánchez-Bayo F., Mitchell E., Aebi A., Van der Sluijs J., MacQuarrie C.J.K., Giorio C., Yim Long E., McField M., Bijleveld van Lexmond M. y Bonmatin J.M.** 2017. An update of the Worldwide Integrated assessment (WIA) on systemic insecticides. Part 2: impacts on organisms and ecosystems. *Environ Sci Pollut Res*. DOI 10.1007/s11356-017-0341-3
- **Qu Y., Xiao D., Li J., Chen Z., Biondi A., Desneux N., Gao X., Song D.** 2015. Sublethal and hormesis effects of imidacloprid on the soybean aphid *Aphis glycines*. *Ecotoxicology* 24(3):479–487.
- **Reinoso M.F.A., Mirande L., Gutiérrez G., Fogel M., Palacios S. y Schneider M.I.** 2013. Side effects of two botanical insecticides on predation rate of *Eriopis connexa* adults (Coleoptera: Coccinellidae). *Libro de Resúmenes XIII SICONBIOL, Brasil*.
- **Rezác M., Pekár S. y Stara J.** 2010. The negative effect of some selective insecticides on the functional response of a potential biological control agent, the spider *Philodromus cespitum*. *BioControl* 55:503–510. DOI: 10.1007/s10526-010-9272-3
- **Rezaei M., Talebi K., Naveh V.H. y Kavousi A.** 2007. Impacts of the pesticides imidacloprid, propargite, and pymetrozine on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): IOBC and life table assays. *BioControl* 52:385–398. DOI: 10.1007/s10526-006-9036-2
- **Rimoldi F., Schneider M. y Ronco A.** 2008. Susceptibility of *Chrysoperla externa* eggs (Neuroptera: Chrysopidae) to conventional and biorational insecticides. *Environmental Entomology* 37(5): 1252-1257.
- **Rimoldi F., Schneider M. y Ronco A.** 2012. Short and long-term effects of endosulfan, cypermethrin, spinosad, and methoxyfenozide on adults of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), *Journal of Economic Entomology* 105(6): 1982-1987.
- **Rimoldi F., Fogel M.N., Ronco A.E. y Schneider M.I.** 2017. Comparative susceptibility of two Neotropical predators, *Eriopis connexa* and *Chrysoperla externa*, to acetamiprid and pyriproxyfen: short and long-term effects after egg exposure. *Environ. Entomol.* 231: 1042-1050.

- **Rogers M.A., Krischik V.A. y Martin L.A.** 2017. Effect of soil application of imidacloprid on survival of adult green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), used for biological control in greenhouse. *Biological Control* 42:172–177.
- **Roubos C.R., Rodriguez-Saona C. e Isaacs R.** 2014. Mitigating the effects of insecticides on arthropod biological control at field and landscape scales. *Biol. Contr.* 75: 28-38.
- **Sánchez-Bayo F, Goka K.** 2014. Pesticide residues and bees – A risk assessment. *PLoS One* 9(4):94482.
- **Sánchez-Bayo F.** 2018. Systemic insecticides and their environmental repercussions. *Encyclopedia of the Anthropocene*. DOI: 10.1016/B978-0-12-809665-9.09895 -5 111
- **Shaw E., Wheeler C. y Langan A.** 2003. Do pesticide application influence feeding an locomotor behaviour of *Pardosa amentata* (Clerck) (Araneae: Lycosidae)?. *European Arachnology*. (Logunov, D. & Penney, D. eds.), pp. 297-305.
- **Schneider M., Smagghe G., Gobbi A y Viñuela E.** 2003. Toxicity and Pharmacokinetics of Seven Novel Insecticides on Pupae of *Hyposoter didymator* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a Parasitoid of Early Larval Instars of Lepidopteran Pests. *J. Econ. Entomol.* 96(4): 1054-1065.
- **Schneider M., Smagghe G., Pineda S. y Viñuela E.** 2004. Action of insect growth regulator insecticides and spinosad on life history parameters and absorption in third instar larvae of the endoparasitoid *Hyposoter didymator*. *Biol. Control* 31 (2): 189- 198.
- **Schneider M.I., Pineda P. y Smagghe G.** 2006. Side effects of conventional and non-conventional insecticides on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) in Argentine. *Comm. Appl. Biol. Sciences*, 71 2b: 425-427.
- **Schneider M. I., Smagghe G., Pineda S. y Viñuela E.** 2008. The ecological impact of four IG insecticides in adults of *Hyposoter didymator* (Hym. Ichneumonidae). *Pharmacokinetics approach. Ecotoxicology* 17 (3): 181-188.
- **Schneider M. I., Sánchez N., Pineda S., Chi H. y Ronco A.** 2009. Impact of glyphosate on the development, fertility and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Ecological Approach. *Chemosphere* 76:1451-1455.
- **Switzer C.M. y Combes S.A.** 2016. The neonicotinoid pesticide, imidacloprid, affects *Bombus impatiens* (bumblebee) sonication behaviour when consumed at doses below the LD50. *Ecotoxicology* 25(6):1150–1159.
- **Van Gestel C.A.M., CdLe S., Lam T., Koekkoek J.C., Lamoree M.H. y Verweij R.A.** 2017. Multigeneration toxicity of imidacloprid and thiacloprid to *Folsomia candida*. *Ecotoxicology* 26:320–328.
- **Wickham H., François R, Henry L y Müller K.** 2018. *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. R package version 0.7.6. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>.

- **Wrinn K.M., Evans S.C. y Rysptra A.L.** 2012. Predator cues and an herbicide affect activity and emigration in an agrobiont wolf spider. *Chemosphere* 87: 390-396.
- **Xiao D., Zhao J., Guo X., Chen H., Qu M., Zhai W., Desneux N., Biondi A., Zhang F. y Wang S.** 2016. Sublethal effects of imidacloprid on the predatory seven-spot ladybird beetle *Coccinella septempunctata*. *Ecotoxicology* 25(12):1782–1793.
- **Zanardi O.Z., Pavan Bordini G., Franco A.A., Oliveira Jacob C.R. y Yamamoto P.T.** 2017. Sublethal effects of pyrethroid and neonicotinoid insecticides on *Iphiseiodes zuluagai* Denmark and Muma (Mesostigmata:Phytoseiidae). *Ecotoxicology* 26:1188–1198. DOI 10.1007/s10646-017-1844-x
- **Zhao J.W., Zheng Y., Weng Q.Y., Biondi A., Desneux N., Wu K.** 2013. Assessment of Potential Sublethal Effects of Various Insecticides on Key Biological Traits of The Tobacco Whitefly, *Bemisia tabaci*. *Int J Biol Sci* 9(3):246-255. DOI: 10.7150/ijbs.5762.

CAPÍTULO 4

Conclusiones

Los estudios realizados en la presente tesis doctoral constituyen el primer trabajo en el país respecto a la biodiversidad de arañas en un cultivo de alcaucil. Acorde a los resultados obtenidos, las principales conclusiones de esta tesis son:

- El porcentaje de familias presentes en el cultivo de alcaucil fue del 27,94% del total de familias presentes en Argentina.
- Las familias más representativas fueron Linyphiidae, Lycosidae, Oxyopidae, Theridiidae y Anyphaenidae. Siendo Linyphiidae la responsable del 31,27% del total de las familias identificadas.
- El muestreo realizado usando aspirador y trampas de caída demostraron la complementariedad entre ambos métodos al analizar las especies recolectadas por cada uno pertenecientes a diferentes estratos.
- La riqueza específica fue de 65 especies, siendo *Laminacauda montevidensis* la especie más abundante.
- El cultivo de alcaucil de plantas de menor edad (1 año) presentó mayor diversidad vegetal y menor disturbio que el cultivo más antiguo (4 años de edad), lo que se reflejó en una mayor abundancia y riqueza de arañas.
- La reducción en la complejidad estructural de la vegetación podría asociarse a una disminución en la riqueza y abundancia de especies de arañas.
- Los valores de los índices de diversidad para ambos cultivos fueron altos y se mantuvieron equilibrados a pesar de la diferencia en abundancia.
- En las fechas donde se realizó aplicación de pesticidas la población de arañas se vio afectada negativamente, obteniendo menor cantidad de individuos, lo que afirmaría su rol como bioindicadoras de calidad ambiental.
- El gremio más representado fue el de tejedoras de tela sábana debido a la gran proporción de ejemplares de la familia Linyphiidae.
- El insecticida imidacloprid impactó negativamente sobre los parámetros bioecológicos de *Misumenops maculisparsus*.

- Los adultos y juveniles de *M. maculissparsus* reaccionaron de diferente manera frente al insecticida imidacloprid en los diferentes ensayos realizados. De igual manera que los períodos de recuperación de las arañas afectadas posterior al ensayo fueron diferentes.
- Los adultos de *M. maculissparsus* resultaron susceptibles a la ingesta de la solución insecticida, no así al contacto residual o al tópico.
- Los juveniles de *M. maculissparsus* fueron susceptibles a la exposición por ingesta mostrando niveles de afectación y luego un gran porcentaje de recuperación. En cambio, los adultos, donde no presentaron una recuperación marcada.
- La recuperación de los juveniles posiblemente se deba a una detoxificación realizada a través de enzimas detoxificantes.

El presente listado y análisis de la comunidad de arañas en un cultivo de alcaucil es el primer registro de presencia y abundancia de especies de arañas dado hasta el momento sobre este cultivo en el país. Estos datos junto con otros realizados en cultivos diferentes a nivel nacional pueden ser útiles para la realización de comparaciones entre comunidades adaptadas a vivir en estas áreas tan antropizadas y con un manejo particular.

Por otro lado, si bien el uso de pesticidas usado extensamente en el cultivo de alcaucil contribuye al detrimento de la biodiversidad de la artropofauna y particularmente a las comunidades de arañas, la gran diversidad hallada evidenciaría resultados ambiguos, pudiendo ser, en gran parte, debido a la importante cantidad de flora espontánea presente.

Por último, la recuperación observada en *M. maculissparsus*, posterior a un claro estado de intoxicación debido al insecticida imidacloprid, demostró la gran capacidad de esta especie a soportar intoxicaciones en comparación con otras especies de arañas. Los resultados obtenidos dan un puntapié inicial al estudio de los comportamientos de los organismos sometidos a concentraciones de este neonicotinoide y al análisis del funcionamiento bioquímico interno que ocurre en el cuerpo de la araña, que se identificó como capaz de eliminar eficazmente estas toxinas.

