



**Diversidad y efecto de plaguicidas en araneofauna de morrón
(*Capsicum annuum L.*) con cultivo convencional y en
transición agroecológica**

Mariajosé Deza Bouroncle

Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Opción Zoología
Programa de Desarrollo en las Ciencias Básicas
(PEDECIBA)

Facultad de Ciencias
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

2021

INTEGRANTES DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE LA TESIS

Dr. Miguel Simó
Presidente del Tribunal de tesis

Dr. Enrique Morelli
Vocal

Dra. Alda González
Vocal

DIRECTORES

Dr. Marco Antonio Benamú
Director de tesis

Dra. María del Carmen Viera
Co-Directora de tesis

**A Mate, mi lucecita en el camino,
mi compañero de aventuras y locuras.**

**A Carlos y Cecilia, mis padres,
porque son mi corazón y mi espíritu.**

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a todas las personas que me dedicaron parte de su valioso tiempo desde el momento que llegué a Uruguay y en todas las diferentes etapas de la realización de la tesis:

- ❖ A mis directores Dr. Marco Antonio Benamú (Centro Universitario de Rivera, UdelaR) y Dra. Carmen Viera (Facultad de Ciencias, UdelaR), por su formación y guía a lo largo de la maestría. Por su constante apoyo y paciencia en el trabajo de campo, laboratorio y redacción de la tesis.
- ❖ A mis padres Carlos y Cecilia, porque nunca me faltó su apoyo y consejo, porque no sólo no me cortaron las alas, sino que me dieron las suyas y apoyaron todos mis emprendimientos.
- ❖ A mi querido amigo Ruben Cruz (Lab. Sistemas Agroalimentarios Sustentables, Centro Universitario de Rivera, UdelaR), por su valiosa ayuda en el trabajo de campo, sin la cual hubiera tardado el doble de tiempo. Por aquellas mañanas de mate y conversación que siempre me levantaron el ánimo.
- ❖ A mi querida amiga Mariángeles Lacava, quién me recibió en su casa junto con Mateo. Por su cariño y su paciencia al quedarse con Mate los días que me iba a Bella Unión a recolectar las arañas de la tesis.
- ❖ Al Ing. Héctor Genta y la Ing. Cecilia Orihuela de SAPRINOR que trabajan con cultivos agroecológicos, por recibirme con cariño y permitirme realizar una parte de la tesis en los invernáculos de morrón.
- ❖ A la familia Núñez de Bella Unión, por recibirme en su predio y permitirme realizar la recolección de las arañas de la tesis en los invernáculos de morrón.
- ❖ A Gonzalo De Simone y Juan Zufiria, que nos llevaron a Ruben y a mí cada quince días a Bella Unión para recolectar las arañas e hicieron los viajes entretenidos.
- ❖ A Pilar Jarama y Zahir Benamú, por todo su cariño y apoyo hacia Mate y a mí, por cuidarnos y hacernos sentir en casa.

- ❖ Al Círculo Policial de Rivera, por recibirnos en la pensión y darnos un lugar donde vivir.
- ❖ A Anahí Lacava, por su compañía y por recibirme en su casa en Montevideo mientras realizaba la maestría.
- ❖ A Eduardo Oyague (CORBIDI), quién me animó a estudiar en Uruguay cuando se enteró de que quería hacer una maestría con arañas.
- ❖ A Alexandra Elbakyan, quién ayudó a miles de tesistas de pregrado y postgrado en todo el mundo dando acceso a innumerables artículos científicos, para así poder hacer una tesis de calidad.

ÍNDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN GENERAL	14
OBJETIVO GENERAL	16
CAPÍTULO 1: COMPOSICIÓN TAXONÓMICA, DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE ARAÑAS EN EL CULTIVO DE MORRÓN BAJO INVERNÁCULO	17
INTRODUCCIÓN	18
OBJETIVO GENERAL.....	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
MATERIALES Y MÉTODOS	21
Área de estudio.....	21
Diseño de muestreo	27
Determinación taxonómica	29
Estructura de los gremios en las comunidades de arañas.....	29
Análisis de abundancia y diversidad	30
Análisis de la diversidad alfa	30
Métodos no paramétricos	31
Índices de dominancia.....	33
Análisis de la diversidad beta.....	34
RESULTADOS	35
Araneofauna presente en el cultivo de morrón bajo invernáculo.....	35
Araneofauna presente en la vegetación circundante a los invernáculos de morrón	60
DISCUSIÓN	86
Comunidad de arañas en cultivos de morrón bajo invernáculo	86
Comunidad de arañas en la vegetación circundante del cultivo de morrón bajo invernáculo.....	92
CAPÍTULO 2: EFECTOS ECOTOXICOLÓGICOS DE PLAGUICIDAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS ARAÑAS	98
INTRODUCCIÓN	99

OBJETIVO GENERAL.....	102
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	102
METODOLOGÍA.....	103
Captura y selección de arañas	103
Bíoensayos	103
Exposición residual	104
Exposición tópica	105
Análisis estadístico.....	107
RESULTADOS	108
Exposición residual	108
Exposición tópica	120
DISCUSIÓN	125
CONCLUSIONES GENERALES	131
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
ANEXO 1.....	158
ANEXO 2.....	163

RESUMEN

La producción de morrón (*Capsicum annuum* L.) ocupa un lugar de importancia en el Uruguay y la mayoría se cultiva en invernáculos, siendo el 81% en el litoral norte. Como ocurre con otros cultivos de invernáculo, la producción del morrón se realiza tradicionalmente con uso intensivo de plaguicidas. Las condiciones de temperatura, humedad y elevada densidad de plantas por área, favorecen la proliferación de parásitos y agentes patógenos, por lo que controlar estos agentes incide fuertemente en los costos de producción. A pesar de que los plaguicidas ayudan en el control de las plagas, su uso intensivo produce efectos negativos en la salud humana, por lo que es preciso trabajar con alternativas menos perjudiciales, como el control biológico con depredadores nativos. La presencia de arañas en agroecosistemas, forman parte del complejo de enemigos naturales que pueden controlar poblaciones de insectos, manteniendo bajas sus densidades. Las arañas pueden actuar como efectivos enemigos naturales de insectos plagas en los agroecosistemas, debido a su alta abundancia durante todas las fases de desarrollo del cultivo, la capacidad de colonizar diferentes sistemas agrícolas y ser generalistas. Teniendo en cuenta la escasa información sobre la comunidad de arañas en el cultivo de morrón bajo cubierta en Uruguay, se consideró ampliar el conocimiento en dos tipos de sistemas agrícolas diferentes en Bella Unión, Dpto. de Artigas. Para ello, se determinó la composición taxonómica y estructura de la comunidad de arañas en el cultivo de morrón. Se analizaron: 1) la composición taxonómica y estructura de la comunidad de arañas de la vegetación circundante a los invernáculos, 2) los efectos letales y subletales del insecticida matrine (bórracional), el fungicida flutriafol y el herbicida glifosato tomando como modelo a las arañas *Oxyopes salticus* (Araneae, Oxyopidae) y *Sumampattus* sp. (Araneae, Salticidae) pertenecientes al gremio de cazadoras al acecho, *Aysha* sp. (Araneae, Anyphaenidae) del gremio de cazadoras en follaje y *Falconina gracilis* (Araneae, Corinnidae) del gremio de cazadoras corredoras en suelo. Se trabajó en dos campos de cultivo comercial bajo cubierta: i) sistema agrícola convencional (SAC) y ii) sistema agrícola en transición agroecológica (SATA) desde abril a diciembre de 2018. Se muestreó quincenalmente con trampas de caída para arañas del suelo y aspirador G-vac para las arañas del estrato herbáceo, tanto en el cultivo como en la vegetación circundante. La composición taxonómica, riqueza de especies, la diversidad alfa y beta se estimaron y compararon usando diversos índices y estimadores no paramétricos, en ambos sistemas. Se determinó también la estructura de gremios de las comunidades. Mediante bioensayos

se evaluaron los efectos letales por contacto (tópico) de los plaguicidas matrine, flutriafol y glifosato en *O. salticus* y flutriafol en *F. gracilis* y los efectos subletales por contacto residual con los mismos tres plaguicidas en *O. salticus*, *F. gracilis*, *Aysha* sp. y *Sumampattus* sp. Del total de individuos recolectados en el cultivo de morrón bajo invernáculo, la mayor proporción se registró en SATA con el 81.32% del total. En el cultivo del SATA se registraron 27 familias y 25 en el SAC. En el primer caso predominaron las familias Linyphiidae, Lycosidae, Corinnidae y Theridiidae y en el segundo caso, las familias Linyphiidae y Lycosidae. La riqueza en el SATA fue de 108 especies y de 72 especies en el SAC, presentando la mayor abundancia el estrato suelo. Ambos sistemas compartieron 62 especies, siendo el índice de *Sorensen* = 70%, en donde la similitud a nivel del suelo fue 58.3% y a nivel del estrato herbáceo fue 28.57%. Las arañas se estructuraron en 8 gremios, siendo los de mayor abundancia para ambos sistemas los gremios de tejedoras de tela tipo sábana y las cazadoras corredoras en suelo. En el área de vegetación circundante la mayor proporción se registró en los bordes externos de SATA con 62.76%. Se recolectaron 139 especies de 27 familias para SATA y 130 especies y 27 familias para SAC, siendo las más representativas para ambos las familias Linyphiidae, Lycosidae, Oxyopidae y Theridiidae. Ambos sistemas compartieron 107 especies, siendo el índice de *Sorensen* = 82.9%, en donde la similitud al nivel del estrato suelo fue 33.3% y a nivel del estrato herbáceo fue 64.28%. Las arañas pertenecieron a 8 gremios, teniendo en común ambos sistemas, a los gremios de las tejedoras de tela tipo sábana y tejedoras de tela irregular y además a las cazadoras al acecho en SATA y cazadoras corredoras en suelo en SAC. Para evaluar los efectos subletales se utilizaron 4 unidades comportamentales: reconocimiento (R), movimientos erráticos (ME), quietud (Q) y acicalamiento (A). A nivel residual *Sumampattus* sp. fue el grupo más afectado por los tres plaguicidas en R (83.2% con flutriafol, 80.8% con matrine y 66.7% con glifosato). *O. salticus* presentó una mayor proporción de individuos con ME bajo los efectos de flutriafol (41.67%) y *F. gracilis* los tuvo en mayor proporción (30.43%) bajo los efectos del glifosato. En la exposición por contacto de matrine, la mayor mortalidad fue a las 72 h (37.5%) en *O. salticus*, con una mayor proporción de ME con matrine a las 24 h (95.83%), con flutriafol (87.5%), mientras que con glifosato ocurrió a las 48h (54.17%). Se observó presencia de parálisis de las patas IV (62.5%) en *F. gracilis* por flutriafol y presentó también ME a las 48h (33.33%) post tratamiento. Se observó además, otro efecto subletal, el número de fecas excretadas post tratamiento a las 72h, *O. salticus* presentó una disminución en el promedio con matrine (1.75 fecas), pero

sin presentar diferencias estadísticas significativas ($F_{(3,95)} = 1.71$, $P = 0.1710$). En el caso de *F. gracilis* el efecto de flutriafol a nivel de fecas fue mayor (24.4 fecas), probablemente como un proceso de detoxificación. De acuerdo a lo observado en este trabajo, el sistema en transición agroecológica mantiene comunidades abundantes, ricas y diversas de especies de arañas y el sistema convencional mantiene comunidades ricas y diversas, pero poco abundantes. Esta abundancia y riqueza podría estar relacionada a la presencia de plantas ajenas al cultivo entre las plantas de morrón en el SATA y a la presencia de vegetación circundante a los cultivos que cumpliría el rol potencial de aumentar las poblaciones de arañas y la riqueza dentro del campo de cultivo, contribuyendo de esta manera al control natural de algunas plagas. Las evaluaciones de los efectos subletales de los plaguicidas en los enemigos naturales, permitirá elaborar estrategias de manejo integrado de plagas en agroecosistemas.

ABSTRACT

The production of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) occupies an important place in Uruguay and the majority is grown in greenhouses, with 81% being on the north coast. As with other greenhouse crops, bell pepper production is traditionally carried out with intensive use of pesticides. The conditions of temperature, humidity and high density of plants per area, favor the proliferation of parasites and pathogens, so controlling these agents strongly affects production costs. Although pesticides help control pests, their intensive use produces negative effects on human health, so it is necessary to work with less harmful alternatives, such as biological control with native predators. The presence of spiders in agroecosystems is part of the complex of natural enemies that can control insect populations, keeping their densities low. Spiders can act as effective natural enemies of insect pests in agroecosystems, due to their high abundance during all phases of crop development, the ability to colonize different agricultural systems and be generalists. Taking into account the scarce information on the spider community in the cultivation of bell pepper under cover in Uruguay, it was considered to expand the knowledge in two types of different agricultural systems in Bella Unión, Department of Artigas. For this, the taxonomic composition and structure of the spider community in the bell pepper crop were determined. The following were analyzed: 1) the taxonomic composition and structure of the spider community of the vegetation surrounding the greenhouses, 2) the lethal and sublethal effects of the insecticide matrine (bi-rational), the fungicide flutriafol and the herbicide glyphosate, taking spiders as a model. *Oxyopes salticus* (Araneae, Oxyopidae) and *Sumampattus* sp. (Araneae, Salticidae) belonging to the stalking - hunters guild, *Aysha* sp. (Araneae, Anyphaenidae) of the hunter's guild on foliage and *Falconina gracilis* (Araneae, Corinnidae) of the guild of ground runners' hunters. We worked in two commercial fields under cover: i) conventional agricultural system (SAC) and ii) agricultural system in agroecological transition (SATA) from April to December 2018. It was sampled fortnightly with drop traps for soil spiders and vacuum cleaner. G-vac for spiders of the herbaceous stratum, both in the crop and in the surrounding vegetation. The taxonomic composition, species richness, alpha and beta diversity were estimated and compared using various indices and non-parametric estimators, in both systems. The guild structure of the communities was also determined. Bioassays evaluated the lethal effects by contact (topical) of the pesticides matrine,

flutriafol and glyphosate in *O. salticus* and flutriafol in *F. gracilis* and the sublethal effects by residual contact with the same three pesticides in *O. salticus*, *F. gracilis*, *Aysha* sp. and *Sumampattus* sp. Of the total of individuals collected in the greenhouse cultivation of bell peppers, the highest proportion was registered in SATA with 81.32% of the total. In the SATA culture, 27 families were registered and 25 in the SAC. In the first case, the families Linyphiidae, Lycosidae, Corinnidae and Theridiidae predominated and in the second case, the families Linyphiidae and Lycosidae. The richness in the SATA was 108 species and 72 species in the SAC, with the highest abundance in the soil stratum. Both systems shared 62 species, with the Sorensen index = 70%, where the similarity at the ground level was 58.3% and at the herbaceous stratum level was 28.57%. The spiders were structured into 8 guilds, the most abundant for both systems being the guilds of sheet-type cloth weavers and ground-running hunters. In the surrounding vegetation area, the highest proportion was recorded on the outer edges of SATA with 62.76%. 139 species of 27 families were collected for SATA and 130 species and 27 families for SAC, the most representative for both the families Linyphiidae, Lycosidae, Oxyopidae and Theridiidae. Both systems shared 107 species, being the Sorensen index = 82.9%, where the similarity at the level of the soil stratum was 33.3% and at the level of the herbaceous stratum was 64.28%. The spiders belonged to 8 guilds, both systems having in common the guilds of sheet-type fabric weavers and irregular fabric weavers, and also the stalking hunters in SATA and ground-running hunters in SAC. To evaluate the sublethal effects, 4 behavioral units were used: recognition (R), erratic movements (ME), stillness (Q) and grooming (A). At a residual level, *Sumampattus* sp. was the group most affected by the three pesticides in R (83.2% with flutriafol, 80.8% with matrine and 66.7% with glyphosate). *O. salticus* had a higher proportion of individuals with ME under the effects of flutriafol (41.67%) and *F. gracilis* had them in a higher proportion (30.43%) under the effects of glyphosate. In contact exposure to matrine, the highest mortality was at 72 h (37.5%) in *O. salticus*, with a higher proportion of ME with matrine at 24 h (95.83%), with flutriafol (87.5%), while that with glyphosate occurred at 48h (54.17%). The presence of IV leg paralysis (62.5%) was observed in *F. gracilis* by flutriafol and also presented EM at 48h (33.33%) post treatment. In addition, another sublethal effect was observed, the number of feces excreted post treatment at 72h, *O. salticus* showed a decrease in the mean with matrine (1.75 feces), but without presenting significant statistical differences ($F(3.95) = 1.71$, $P = 0.1710$). In the case of *F. gracilis*, the effect of flutriafol at the fecal level was greater (24.4 feces), probably as a detoxification process.

According to what has been observed in this work, the system in agroecological transition maintains abundant, rich and diverse communities of spider species and the conventional system maintains rich and diverse communities, but not very abundant. This abundance and richness could be related to the presence of non-crop plants among bell pepper plants in the SATA and the presence of vegetation surrounding the crops that would fulfill the potential role of increasing spider populations and wealth within the field of cultivation, thus contributing to the natural control of some pests. Evaluations of the sublethal effects of pesticides on natural enemies will allow the development of integrated pest management strategies in agroecosystems.

INTRODUCCIÓN GENERAL

La producción de morrón (*Capsicum annuum* L.) ocupa un lugar de importancia en el Uruguay, alcanzando en 2018 el 3,09% del ingreso total del Mercado Modelo que es el principal centro de comercio mayorista de frutas, hortalizas y productos de granja en el país (Mercado Modelo, 2018). La mayoría se produce con cultivo protegido, fundamentalmente en el litoral norte, cuya producción representa un 81% de la producción nacional (DIEA-DIGEGRA, 2015).

Como ocurre con otros cultivos de invernáculo, la producción del morrón se realiza tradicionalmente con uso intensivo de agroquímicos. Ello se debe a que las condiciones de temperatura, humedad y elevada densidad de plantas por área, promueven la proliferación de parásitos y agentes patógenos. El controlar estos agentes, es muy importante, ya que incide fuertemente en los costos de producción (OPYPA, 2017). Adicionalmente, el éxito en la comercialización del morrón se encuentra fuertemente influenciado por la apariencia del fruto; tamaño, integridad y coloración de la piel, ya que el volumen predominante se orienta al consumo en fresco. Por lo que el uso excesivo de plaguicidas sirve como mecanismo para mantener el buen aspecto del mismo, previniendo los daños causados por insectos fitófagos (Berger & Von Holst, 2001; Wang *et al.*, 2017).

A pesar de la utilidad como control que los plaguicidas ejercen sobre las poblaciones de insectos plaga, su uso intensivo produce efectos negativos sobre la salud humana (Bassil *et al.*, 2007; Metayer *et al.* 2016; Van der Plaat *et al.* 2018), deterioro en la calidad del aire y agua (Beketov *et al.*, 2013; Malaj *et al.* 2014), suelos y pérdida de la biodiversidad (Epstein *et al.*, 2000; Tschardtke *et al.*, 2012; Gomiero, 2013; Rundlöf *et al.*, 2016). La reducción del uso de insecticidas en cultivos orgánicos favorece la preservación de los procesos ecológicos, como servicios ecosistémicos de reciclado de nutrientes (Mader *et al.*, 2002; Rundlöf *et al.*, 2016) y polinización (Wratten *et al.*, 2012; Tschardtke *et al.*, 2012; Cho *et al.*, 2017). Varios estudios demuestran, además, que las restricciones en la aplicación de insecticidas favorecen al control natural de plagas. Según Macfadyen *et al.* (2011a, 2011b) y Larsen & Noack (2017), existe una menor densidad de insectos fitófagos en cultivos orgánicos con baja carga de insecticidas que en los cultivos tradicionales. La disminución de la complejidad en la red trófica generada por la pérdida de depredadores, parasitoides y otros insectos fitófagos, debido a las aplicaciones de insecticidas, favorece

la proliferación de algunas especies de plagas resistentes, tras eliminar o minimizar interacciones como la depredación o la competencia.

Las arañas en agroecosistemas, forman parte del complejo de enemigos naturales que pueden controlar poblaciones de insectos (Whitcomb, 1974; Riechert & Lockley, 1984; Nyffeler *et al.*, 1999; Young & Edwards, 1990; Sunderland & Samu, 2000; Öberg, S. 2007) y mantener bajas densidades de plagas (Nentwig, 1988; Wise, 1993; Rinaldi, 1998; Öberg, 2007). Los rasgos más importantes que permite a las arañas desempeñarse como efectivos enemigos naturales de insectos plagas en los agroecosistemas, es su alta abundancia durante todas las fases de desarrollo del cultivo (Aguilar, 1989; Benamú & Aguilar, 2001; Benamú, 2004, 2010; Benamú *et al.* 2017) y la capacidad de colonizar diferentes sistemas agrícolas (Riechert & Lockley, 1984; Nyffeler *et al.*, 1994; Marc *et al.*, 1999; Symondson *et al.*, 2002; Agustí *et al.*, 2003). Por otra parte, además de ser buenos indicadores de la calidad del ambiente en campos agrícolas (Clausen, 1986; Green, 1999; Chua, *et al.*, 2014), representan la mayor biomasa de artrópodos depredadores en los agroecosistemas (Wise, 1993; Foelix, 1996; Wilder, 2011; Haddad *et al.*, 2011). Por lo tanto, constituyen el componente dominante del conjunto de depredadores generalistas (Sunderland, 2000; Wilder, 2011; Nyffeler & Birkhofer, 2017).

Las arañas como artrópodos depredadores generalistas, son uno de los grupos más representativos en cultivos orgánicos, donde la carga de insecticidas es reducida (Birkhofer *et al.*, 2008a y 2008b). Este grupo animal se encuentra en todas las etapas fenológicas del cultivo y sus hábitos generalistas les permiten atacar y consumir una amplia variedad de plagas en sus distintas etapas de desarrollo (Benamú, 1999, 2004; Benamú y Aguilar, 2001). Ser generalistas diferencia a las arañas de otros enemigos naturales, como los parasitoides, que se especializan en un rango específico de presas y atacan solamente en una determinada etapa de desarrollo (Symondson *et al.*, 2002; Gur *et al.*, 2012).

Según Halaj *et al.* (2000); Rypstra & Buddle (2013) y Bucher *et al.* (2015), las arañas como depredadores generalistas reducen el nivel de herbivoría en cultivos orgánicos. En Uruguay, es poco conocida la araneofauna del cultivo de morrón, mucho menos el papel que desempeñan en cultivos protegidos y cómo le afectan los agroquímicos.

El presente estudio busca evaluar cómo varía la composición, abundancia y diversidad de

la araneofauna en cultivos de morrón bajo cubierta, con manejo convencional y en transición agroecológica. Considerando estudios con parasitoides que han demostrado cómo el uso de insecticidas afecta su diversidad (Bustillo, 2000; Zuazúa *et al.*, 2003; Iannacone & Lamas, 2003; Devine *et al.*, 2008; El-Wakeil, 2013), esperamos una tendencia similar con las arañas. Por ello se realizaron además bioensayos ecotoxicológicos de algunos plaguicidas; comúnmente utilizados en el cultivo de morrón bajo cubierta, y los posibles efectos letales y subletales en arañas.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento local a nivel ecológico, ecotoxicológico y biológico de los impactos producidos por fitosanitarios, utilizados en la producción convencional y en transición agroecológica del morrón (*Capsicum annuum*) bajo cubierta, en la zona de Bella Unión – Artigas. Pretendemos que estos conocimientos puedan ser utilizados como insumo en el desarrollo de estrategias de manejo y conservación de agroecosistemas productivos sustentables, como el manejo integrado de plagas (MIP).

CAPÍTULO I

COMPOSICIÓN TAXONÓMICA, DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE ARAÑAS EN EL CULTIVO DE MORRÓN (*Capsicum annuum* L.) BAJO CUBIERTA

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción alimentaria han logrado suministrar grandes volúmenes de alimentos a los mercados mundiales. Sin embargo, los altos insumos importados y los sistemas agrícolas intensivos han causado deforestación masiva, escasez de agua, pérdida de biodiversidad, agotamiento del suelo y altos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero (Salman *et al.*, 2019).

En un mundo globalizado donde las exportaciones de productos alimenticios son importantes para la subsistencia, la exigencia de que estén libres de plaguicidas es casi condición obligatoria para el ingreso a los mercados internacionales. Por ello, muchos agricultores optan por la agroecología. Estas prácticas agroecológicas han tomado fuerza en las últimas décadas, no solo por ser saludable, para la seguridad alimentaria, sino que al mismo tiempo conserva la biodiversidad global. La agricultura convencional es un sistema productivo de carácter artificial, basado en consumo de insumos, como energía fósil, herbicidas, insecticidas, abonos químicos y sintéticos. Estas prácticas deterioran la resistencia natural de las plantas a las plagas y enfermedades, destrucción progresiva de la flora microbiana, terrenos estériles y contaminación del agua subterránea (EcuRed, 2015). Por el contrario, la agroecología preserva la estructura y función de los agroecosistemas desde el punto de vista de sus relaciones ecológicas y culturales y es considerada como un instrumento de cambio social (informe de la Secretaría General Comunidad Andina, 2011).

En las prácticas agroecológicas y orgánicas se implementan franjas de vegetación nativa diferentes al cultivo para albergar a la fauna benéfica. Estas franjas se pueden colocar intercultivo o pericultivo, en invernáculos y en cultivos abiertos. Letorneau *et al.* (2011) han estudiado los beneficios que generan las plantas nativas entre los cultivos y la vegetación circundante a la fauna benéfica controladora de plagas. Altieri *et al.* (1979, 1984), Landis *et al.* (2005), Barberi *et al.* (2010) y Amaral *et al.* (2013) afirman que un adecuado manejo de las franjas de malezas naturales en los bordes del cultivo, mejoran el impacto natural del enemigo al proporcionar alimentos, refugio y huéspedes apropiados a la artropofauna benéfica. Capinera *et al.* (2005) señala que algunos depredadores y parasitoides también se alimentan de malezas, como los insectos depredadores con piezas

bucales perforadoras y succionadoras se alimentan de otros insectos y de savia para sobrevivir. Se ha comprobado también que algunas especies de arañas beben néctar de las flores si no encuentran presas vivas (Benhadi-Marin *et al.*, 2019). Por ello es importante preservar malezas con flores o nectarios extraflorales para mejorar la supervivencia de la fauna benéfica que colabora en el control de plagas (Capinera, 2005).

Dentro de las prácticas agroecológicas se encuentra el uso de los depredadores naturales de las plagas en cultivos y en la vegetación circundante. Las arañas son uno de los depredadores más importantes dentro de los artrópodos, por lo que Nyffeler & Birkhofer (2017) estimaron que la caza anual de presas, de la comunidad mundial de arañas está entre los 400 - 800 millones de toneladas, siendo los insectos y colémbolos más del 90% de las presas capturadas. Sin embargo, en relación con el control de plagas, las arañas asociadas a los cultivos anuales sólo contribuyen con menos del 2% a la caza anual de presas, debido a que los campos cultivados son hábitats perturbados con baja biomasa de arañas y una temporada corta de alimentación. La mayoría de las presas son insectos de los órdenes Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Collembola, Coleoptera, Lepidoptera, Orthoptera y también otras arañas (Nyffeler 1982, 1999).

Lubin (2006) encontró en los campos de cultivo que el control de insectos por enemigos naturales reduce la dependencia de costosos insecticidas, que tienen efectos perjudiciales para el medio ambiente. El control biológico de las plagas no solo mejora la producción agrícola, sino la seguridad alimentaria, fundamentalmente con la implementación de un control integral de depredadores, parasitoides y patógenos nativos, de hábitats adyacentes a los campos de cultivo. Estos enemigos naturales potenciales en los sistemas agrícolas suelen ser escarabajos depredadores, hemípteros y arañas. Las arañas se dispersan fácilmente, son diversas y abundantes en los campos agrícolas y al ser generalistas consumen una amplia gama de insectos sin perjudicar a las plantas de cultivo, además contribuyen con la nutrición del suelo y las plantas al incorporar nitrógeno de los desechos de exoesqueletos de las presas, seda de sacos de huevos, huevos muertos, exuvias, etc. (Romero *et al.*, 2006).

Clarke & Grant (1968), Muniappan & Chada (1970), Horner (1972), Nakasuji *et al.* (1973), Mansour *et al.* (1980, 1981), Young & Lockley (1985), Schmitz (2008), Senior *et al.* (2016) han demostrado que en los cultivos con presencia de arañas han disminuido

las poblaciones de plagas. Samrat *et al.* (2009) analizaron el efecto negativo de los plaguicidas en la coexistencia de diferentes especies, determinando que el uso de arañas es una alternativa ecológica de controlar plagas en campos de arroz y frutales, ya que redujo un 60% el uso de plaguicidas sin dañar la producción final. Samu & Szinetár (2002) estudiaron a las arañas agrobiontes de pastizales naturales y cultivados de Hungría y encontraron que el predominio de estos agrobiontes, no afectó la riqueza específica del resto de la comunidad de arañas de los cultivos. Marc & Canard (1997) han redefinido el rol de las arañas en los agroecosistemas, teniendo en cuenta sus estrategias de búsqueda y ubicación en la vegetación, lo que las hace ser consideradas como depredadores especialistas, por lo tanto, no todas las arañas son útiles contra una plaga específica. Por este motivo es indispensable preservar la diversidad araneológica que permita controlar diferentes plagas.

Nyffeler & Sunderland (2003) mencionan que las tasas de depredación diaria dependen del tamaño, sexo, edad, eventos fisiológicos en el ciclo de vida de las arañas como las mudas o la puesta de huevos, las condiciones climáticas y la disponibilidad del tipo de presas. Es importante conocer la fenología de las poblaciones de arañas en los cultivos, y las proporciones estacionales, refugios o abundancia de presas. Estudiando las poblaciones de arañas y su proporción sexual estacional, se puede conocer su actividad predatoria. Los machos adultos comen menos que las hembras adultas, que deben preñar más, por su función reproductora (Sunderland & Samu, 2000).

El morrón es uno de los vegetales más consumidos en Uruguay, crudo, cocido, encurtido y en salsas. Es un vegetal de clima templado-cálido y su desarrollo óptimo se da entre 20 – 24°C durante el día y 16 – 18°C durante la noche, siendo perjudiciales las temperaturas menores a 15°C (InfoAgro, 2012). En Uruguay se pueden alcanzar temperaturas bajo cero en invierno, por ello el 81% del cultivo de morrón en el país se lleva a cabo en invernáculos (DIEA-DIGEGRA, 2015). Estos proporcionan condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo del cultivo, con temperatura y humedad relativamente óptimas, permitiendo los cultivos fuera de época (Agropinos, 2019).

La zona del litoral Norte se ha especializado en la producción con cultivos protegidos, durante los meses más fríos y es la zona de mayor producción, distribuidos en 118 ha (DIEA, 2016), con Bella Unión como principal productor. En la zona Sur el morrón es cultivado a campo (78 ha) y en invernáculos (28 ha),

La mayor parte de los cultivos en el norte del país se realizan bajo protección (invernáculos) y para producción de largo aliento, pero concentrada en la contra estación. En los meses de verano disminuye la producción, pero en los últimos años se continúa con una producción residual. Las variedades de morrón más utilizadas son las que presentan buen potencial de tamaño, intensidad de color rojo al madurar y firmeza (DIGEGRA, 2017).

Pese a que las arañas son controladoras de insectos perjudiciales para los cultivos, en Uruguay no hay estudios sobre la comunidad de arañas en morrón. Debido a la importancia económica de este cultivo ya mencionada y que requiere grandes cantidades de plaguicidas es importante conocer la fauna araneológica de este y promover el uso de enemigos naturales, tratando de disminuir o reemplazar a los plaguicidas.

OBJETIVO GENERAL

Conocer y comparar la composición taxonómica y estructura de la comunidad de arañas en el cultivo de morrón (*Capsicum annuum* L.), con dos sistemas de producción: convencional (SAC) y en transición agroecológica (SATA) en Bella Unión, Uruguay.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la abundancia relativa, composición taxonómica, riqueza específica, diversidad α y β , y estructura de gremios de la comunidad de arañas del cultivo de morrón en SAC y SATA, así como en la vegetación natural circundante a los invernáculos.

Comparar las comunidades de arañas presentes en los cultivos y en la vegetación circundante en los dos sistemas agrícolas estudiados.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubicó en la ciudad de Bella Unión, Departamento de Artigas, Uruguay (Fig. 1), con áreas dedicadas a la producción de hortalizas de fruto (tomate,

morrón, berenjena, zapallito, zucchini, pepino, chaucha), ocupando el morrón un lugar preponderante.



Fig.1: Ubicación de la ciudad de Bella Unión en el departamento de Artigas en Uruguay.

Se muestrearon dos campos de cultivo comercial bajo cubierta: i) con Sistema Agrícola Convencional tradicional (SAC), con un área de producción de 7.13 ha, y ii) un Sistema Agrícola en Transición Agroecológica (SATA), con un proceso de transición de 10 años y un área de producción de 28.67 ha. En SATA se eligieron tres invernáculos con producción de morrón ($57^{\circ} 34' 48.0''S$, $30^{\circ} 18' 03.6''N$) (Fig. 2), con uso de fertilizantes orgánicos y plaguicidas biorracionales solamente en situaciones de riesgo. En el interior del cultivo se encontraron otras plantas que funcionaron como refugio para la fauna benéfica (Fig. 3). En SAC se trabajó en dos invernáculos con producción exclusiva de morrón y uno con producción mixta de morrón y pepino (*Cucumis sativus*) ($57^{\circ} 36' 00.0''S$, $30^{\circ} 17' 45.6''N$) (Fig. 4), manejado con fertilizantes inorgánicos y plaguicidas químicos sintéticos y orgánicos, de acuerdo a las prácticas habituales de producción (Fig. 5).

Desde abril hasta noviembre del 2018, se realizaron muestreos simultáneos en la vegetación circundante a los invernáculos, para ubicar posibles zonas de refugio para los enemigos naturales. La vegetación circundante del SATA estuvo compuesta básicamente de plantas herbáceas de la familia Poaceae (Orden Poales), las cuales se mantuvieron intactas a lo largo del estudio (Fig. 6), mientras que la vegetación circundante del SAC estuvo compuesta por plantas de las familias Poaceae, Asteraceae como *Taraxacum officinale* (L.) conocida como “Diente de León” y varias especies de Fabaceae que fueron podadas regularmente (Fig. 7).



Fig. 2: Vista aérea de los invernáculos del Sistema Agrícola en Transición Agroecológica (SATA), Bella Unión – Artigas, Uruguay.



Fig. 3: Invernáculos pertenecientes al Sistema Agrícola en Transición Agroecológica (SATA), Bella Unión – Artigas, Uruguay.



Fig. 4: Vista aérea de los invernáculos del Sistema Agroecológico Convencional (SAC), Bella Unión – Artigas, Uruguay.



Fig. 5: Invernáculo perteneciente al Sistema Agrícola Convencional (SAC), Bella Unión – Artigas, Uruguay.



Fig. 6: Vegetación circundante a los invernáculos del Sistema de Transición Agroecológica (SATA), Bella Unión – Artigas, Uruguay.



Fig. 7: Vegetación circundante a los invernáculos del Sistema Convencional (SAC), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

DISEÑO DE MUESTREO

Los muestreos se llevaron a cabo siguiendo a Yi *et al.* (2012) y fueron realizados quincenalmente de abril a diciembre durante el desarrollo del cultivo, siendo en total 15 muestreos, tanto en invernáculos como en la vegetación circundante a estos.

Para la realización de estos muestreos, se utilizaron los siguientes métodos de recolección:

G-VAC:

En cada uno de los invernáculos se tomó aleatoriamente a las filas del cultivo como transectos (30 m x 1 m) y a lo largo de cada transecto elegido, cada 8 m se delimitó una unidad muestral de 2 m lineales aproximadamente, aspirando la superficie de las plantas de abajo hacia arriba durante 1 min. En total se tomaron 10 muestras por invernáculo. Cada una de estas fue individualizada y colocada en bolsas de polietileno (30 x 20 cm), etiquetada con el campo de procedencia, fecha, punto de muestreo y posteriormente trasladada al laboratorio. Los especímenes recolectados fueron conservados en alcohol etílico 75° e individualizados de acuerdo a su procedencia, para su determinación al nivel taxonómico más bajo posible.

En el caso de la vegetación circundante a los invernáculos, el muestreo fue realizado sobre los parches de vegetación que se encontraron en el perímetro de cada uno de los invernáculos. A lo largo de los tres transectos marcados por sistema agrícola, cada 8 m se delimitó una unidad muestral de 1 m², aspirando la superficie de las plantas contenidas en el interior de la unidad muestral. En total se tomaron 5 muestras por transecto. Cada una de estas fue colocada en bolsas de polietileno, indicando su procedencia (tipo de vegetación, y principales especies vegetales en el transecto). Todo el material fue trasladado al laboratorio para su determinación.

TRAMPAS DE CAÍDA (PITFALL):

Las trampas “pitfall” consistieron en vasos plásticos de forma de cono truncado, de 93 mm de diámetro en la boca, 75 mm en la base y profundidad de 108 mm, con una capacidad total de 500 ml. Cada trampa contenía una solución saturada de cloruro de sodio y detergente (como tensioactivo), para permitir la conservación de los especímenes, evitar el escape de los mismos y la contaminación del suelo (Brown & Matthews, 2016). Se colocaron 30 trampas por sitio de estudio, 10 en cada invernáculo, utilizando 2

transectos de 60 m de largo x 1 m de ancho, cada transecto ubicado a 5 m de distancia del borde del invernáculo. Las trampas se colocaron separadas 10 m una de otra, cinco en cada transecto (Fig. 8).

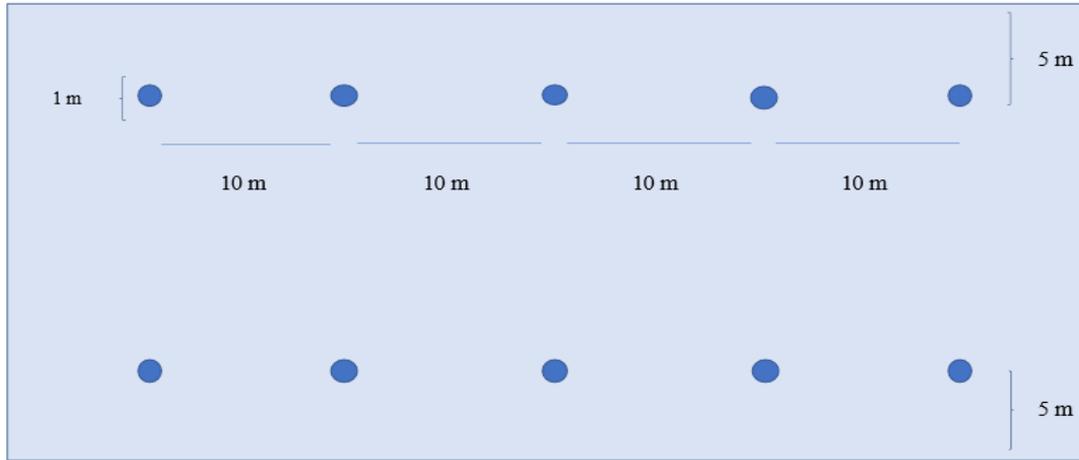


Fig. 8: Esquema de la ubicación de las trampas Pitfall en el interior de los invernáculos.

Para los muestreos sobre la vegetación circundante a los invernáculos, las trampas pitfall fueron colocadas cada 10 m sobre los parches de vegetación, 05 trampas en cada perímetro del invernáculo seleccionado con un total de 15 trampas en el área de estudio (Fig. 9).

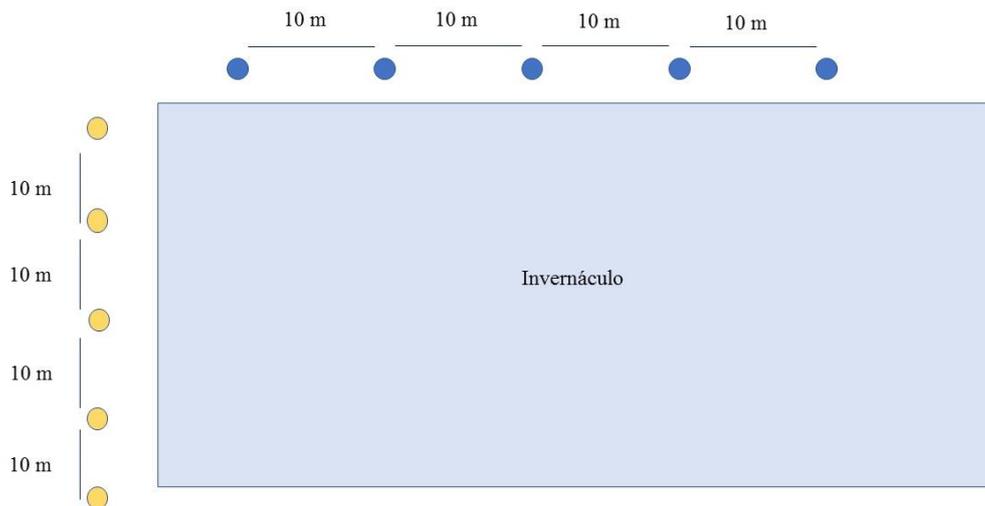


Fig. 9: Esquema de las dos ubicaciones que se utilizaron en el perímetro de los invernáculos para la colocación de las trampas

Cada trampa fue levantada y repuesta quincenalmente, colocando todo su contenido en bolsas de polietileno, rotuladas individualmente para su traslado al laboratorio. Cada muestra en el laboratorio fue filtrada y todo el material seleccionado fue conservado en alcohol etílico 75°, debidamente rotulado.

DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

Las muestras fueron llevadas al laboratorio de Ecotoxicología de Artrópodos Terrestres (CUR - UdelaR) donde fueron separadas por morfoespecies y contabilizadas, tomando en cuenta el estado de desarrollo de los individuos. Una vez separadas las morfoespecies, se etiquetaron y conservaron en tubos de 5 ml con alcohol etílico 75°.

Para la determinación de las familias se utilizaron las claves de Jocqué & Dippenaar-Schoeman (2006), Benamú (2007) y Grismado *et al.* (2014). Para la identificación de especies/morfoespecies se utilizaron claves más específicas para géneros y especies.

Una parte del material recolectado y determinado será depositado en la colección científica de la Facultad de Ciencias de la UdelaR y otra parte - como material de consulta para la región - se depositará en el Laboratorio de Ecotoxicología de Artrópodos Terrestres del CENUR Noreste, sede Rivera (UdelaR).

ESTRUCTURA DE LOS GREMIOS EN LAS COMUNIDADES DE ARAÑAS

Las comunidades de arañas presentes en el cultivo de morrón bajo invernáculos, correspondientes a SAC y SATA, así como las pertenecientes a la vegetación circundante a ellos, fueron agrupadas a nivel de gremios (Uetz *et al.*, 1999; Dias *et al.*, 2009; Cardoso *et al.*, 2011).

ANÁLISIS DE ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

La abundancia relativa de las arañas, fueron discriminadas en estados de desarrollo juveniles y adultos de ambos sexos y graficada para los distintos sitios de estudio a lo largo del período de muestreo.

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD ALFA

Los estudios de la diversidad de comunidades de arañas (Coddington *et al.*, 1996; Toti *et al.*, 2000; Scharff *et al.*, 2003) indicaron que muchos de los métodos de estimación presentan un sesgo en función de la abundancia, riqueza y métodos de colecta, sugiriendo el empleo de diferentes métodos de estimación. Por ello, para la estimación de diversidad se utilizaron métodos paramétricos y no paramétricos.

La diversidad alfa ha sido caracterizada por Whittaker (1972) como el número de especies a escala local o dentro del hábitat. Esta diversidad se refiere, en general a la riqueza de especies en una escala de resolución más fina que la diversidad beta o gamma.

La mayoría de los métodos para evaluar la diversidad dentro de las comunidades se basan en la cuantificación de las especies presentes (riqueza específica), o en la estructura de la comunidad (distribución proporcional del valor de importancia de cada especie), como abundancia relativa, biomasa y cobertura.

Para cuantificar el número de especies y su representatividad, se utilizarán índices, cuya principal ventaja es el resumen de información en un solo valor y nos permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo. Entre los índices que se calcularán, se encuentran:

Índice de Riqueza de especies: número total de especies obtenido por un censo de la comunidad (S).

Rarefacción: Calcula el número esperado de especies de cada muestra, si todas ellas fueran reducidas a un tamaño estándar, es decir, si la muestra fuera considerada de n individuos ($n < N$).

$$E(S) = \sum_{i=1}^s \left\{ 1 - \left[\left(\frac{N - N_i}{n} \right) / \binom{N}{n} \right] \right\}$$

$E(S)$ = número esperado de especies en la muestra rarificada

$\Sigma=si1$ = sumatoria de todas las especies contadas

N = número total de individuos en la muestra para ser rarificada

N_i = número de individuos en la *enésima* especie en el muestreo para rarificar

n = tamaño de la muestra estandarizada

Para cada muestra, los algoritmos generan la riqueza de especies esperada basada en una muestra al azar de la submuestra de individuos para cada nivel de abundancia. La interacción de este procedimiento hasta 1000 veces genera una media y varianza de la riqueza de especies para cada nivel de abundancia, permitiendo así una comparación estadística de la riqueza esperada de especies para dos o más muestras que difieren en la abundancia de individuos (Gotelli & Entsminger, 2001). Las curvas de rarefacción se utilizaron para comparar la riqueza entre los distintos invernáculos.

MÉTODOS NO PARAMÉTRICOS

Requieren solamente datos de presencia-ausencia. Los utilizados fueron:

Chao-2: Requiere datos de presencia-ausencia de una especie en una muestra dada, es decir, sólo si está la especie y cuántas veces está esa especie en el conjunto de muestras.

$$Chao2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”).

M = número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (especies “duplicadas”).

Para este estimador es posible calcular también un estimador de la varianza. De acuerdo a Colwell & Coddington (1994) el *Chao 2* provee el estimador menos sesgado para muestras pequeñas.

Jacknife de primer orden: Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del orden $1/n$ (Palmer, 1990).

$$Jack1 = S + L \frac{m-1}{m}$$

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”).

m = número de muestras.

Jacknife de segundo orden: Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra, así como en el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras, relacionándolas con el número total de muestras (Palmer, 1990).

$$Jack2 = S + \frac{L(2m-3)}{m} - \frac{M(m-2)^2}{m(m-1)}$$

Chao-1: Es un estimador no paramétrico del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra.

$$Chaol = S + \frac{a^2}{2b}$$

S = es el número de especies en una muestra.

a = es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de “*singletons*”).

b = es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de “doubletons”).

Existen especies que sólo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos. Este estimador se basa en cuántas especies están representadas por *singletons* y cuántas por *doubletons* (Escalante, 2003). Coddington *et al.* (1996) considera como buenos indicadores de medida de la diversidad a la curva de acumulación de especies, la presencia / ausencia (medida con los índices de *Jackknife* y *Chao 2*), y la abundancia relativa (lognormal). Por su parte, Toti *et al.* (2000) consideran que utilizando varios estimadores, se debe preferir el primero en alcanzar la asíntota.

ÍNDICES DE DOMINANCIA

Índice de Simpson: Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$. Es una medida de dominancia, a medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece.

$$\lambda = \sum pi^2$$

pi = abundancia proporcional de la especie i , esto es el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener: Expresa la uniformidad o equidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Es sensible a especies raras.

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

p_i : es la proporción de individuos para la especie i .

$$p_i = n_i/N$$

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos

Un test de t nos permite comparar las diversidades entre dos sitios.

Índice de Equidad de Pielou: Permite apreciar cuán cerca está una comunidad de su diversidad máxima. Es el grado en el que las diferentes especies son similares en cuanto a su abundancia.

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

H' : es el índice Shannon-Wiener

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

El índice de equidad de Pielou puede fluctuar entre cero y uno, correspondiendo el valor uno a una distribución uniforme de los individuos entre las especies (Magurran, 1988; Moreno, 2001).

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD BETA

Índices de similitud/disimilitud: Expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Estos índices pueden obtenerse en base a datos cualitativos o cuantitativos directamente, o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades.

Coefficiente de similitud de Sørensen: Considera datos cuantitativos.

$$I_{s_{\text{cuant}}} = \frac{2pN}{aN + bN}$$

aN = número total de individuos en el sitio A

bN = número total de individuos en el sitio B

pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios (Magurran, 1988).

ANÁLISIS DE ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL NO PARAMÉTRICO (NMDS)

El objetivo de NMDS es representar la posición original de los datos en el espacio multidimensional con la mayor precisión posible utilizando un número reducido de dimensiones que se pueden trazar y visualizar fácilmente.

La estimación de los distintos índices se obtuvo mediante la utilización de los programas EstiMateS (versión 9.1) (Collwell, 2004), Past (versión 3.14) (Hammer *et al.* 2001), EcoSim (versión 7.0) (Gotelli & Entsminger, 2001), R (versión 3.6.1) (Ihaka & Gentleman, 1996).

RESULTADOS

ARANEOFAUNA PRESENTE EN EL CULTIVO DE MORRÓN BAJO INVERNÁCULO

ABUNDANCIA RELATIVA

Del total de individuos recolectados ($N=1890$) en el cultivo de morrón bajo invernáculo, la mayor proporción se registró en SATA con el 81.32% del total. Registrándose en ambos sistemas agrícolas, una mayor abundancia durante los meses de setiembre, octubre y noviembre (Fig. 10).

La mayor proporción de individuos en ambos tratamientos, se registró a nivel del estrato suelo con 96.35%, correspondiendo el 78.36% a SATA y 17.99% a SAC, concentrándose la recolección en los meses de primavera (Fig. 11). Mientras que para el estrato herbáceo

se obtuvo 3.65% del total, distribuido en 2.96% para SATA y 0.69% en SAC; registrando la mayor abundancia en los meses de otoño (Fig. 12).

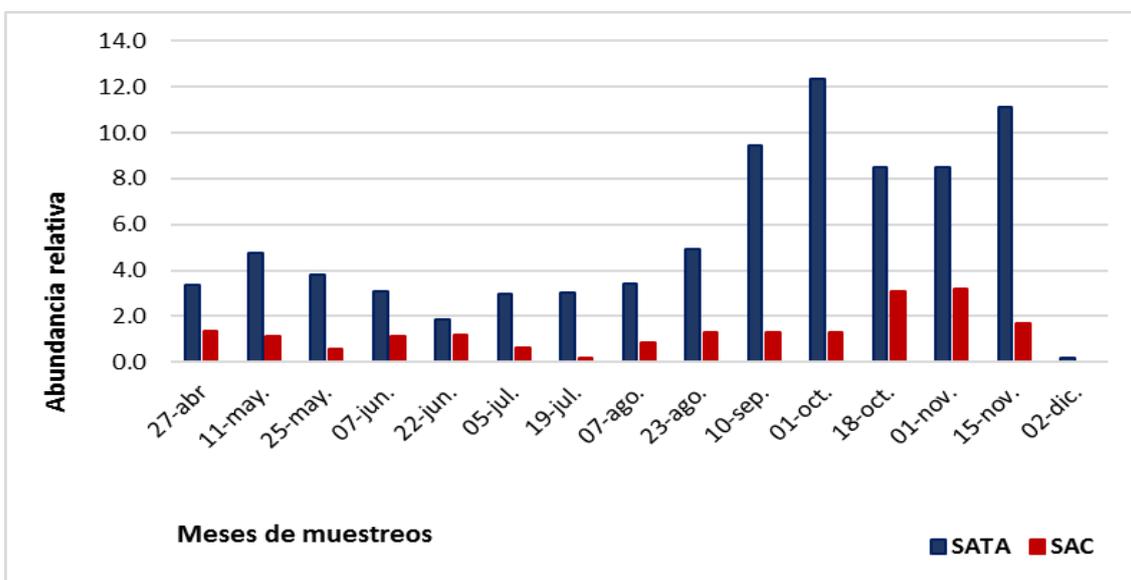


Fig. 10: Abundancia relativa de la araneofauna presente en el cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

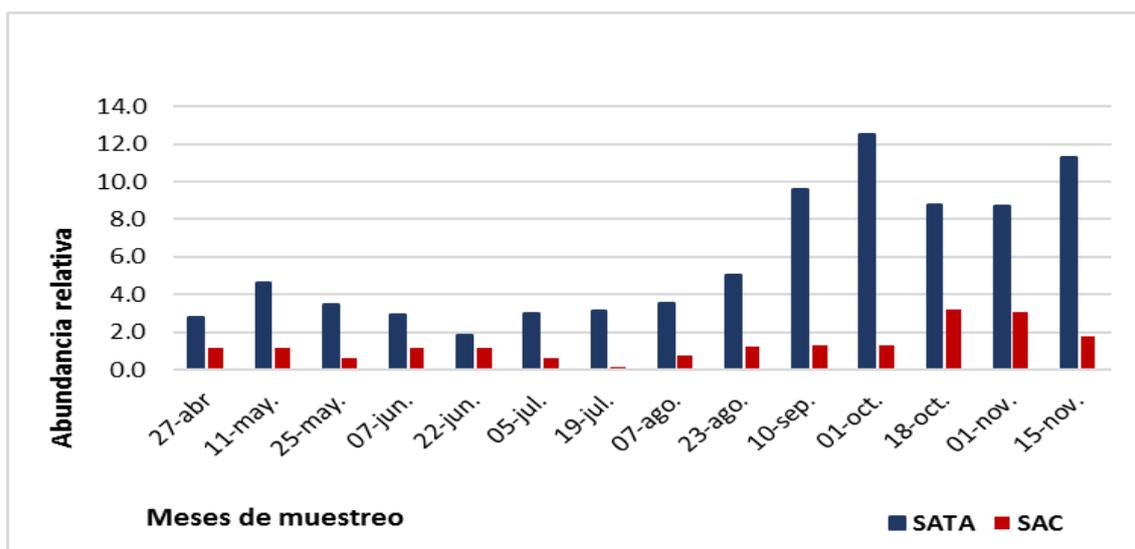


Fig. 11: Abundancia relativa de la araneofauna presente en el cultivo de morrón bajo invernáculo, a nivel del estrato suelo en SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

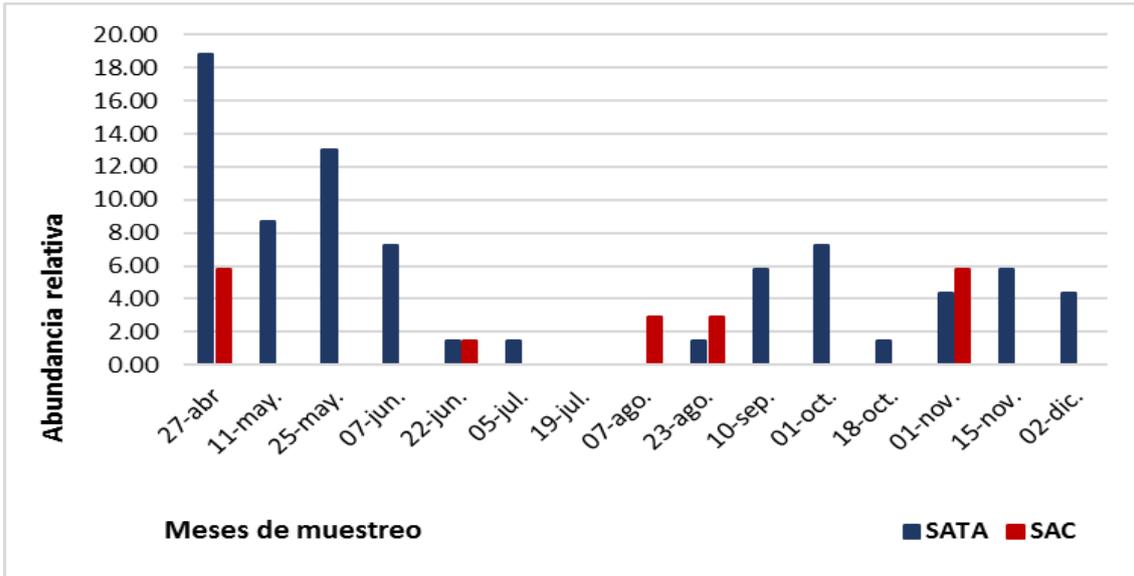


Fig. 12: Abundancia relativa de la araneofauna presente en el cultivo de morrón bajo invernáculo, a nivel del estrato herbáceo en SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

Las familias con una mayor representatividad fueron Linyphiidae con el 49.6%, Corinnidae con el 9.8%, Lycosidae con el 9.6% y Theridiidae con el 5.1% del total (ver Anexo 1). Entre estas familias, Corinnidae y Theridiidae sólo fueron abundantes en SATA (Fig. 13).

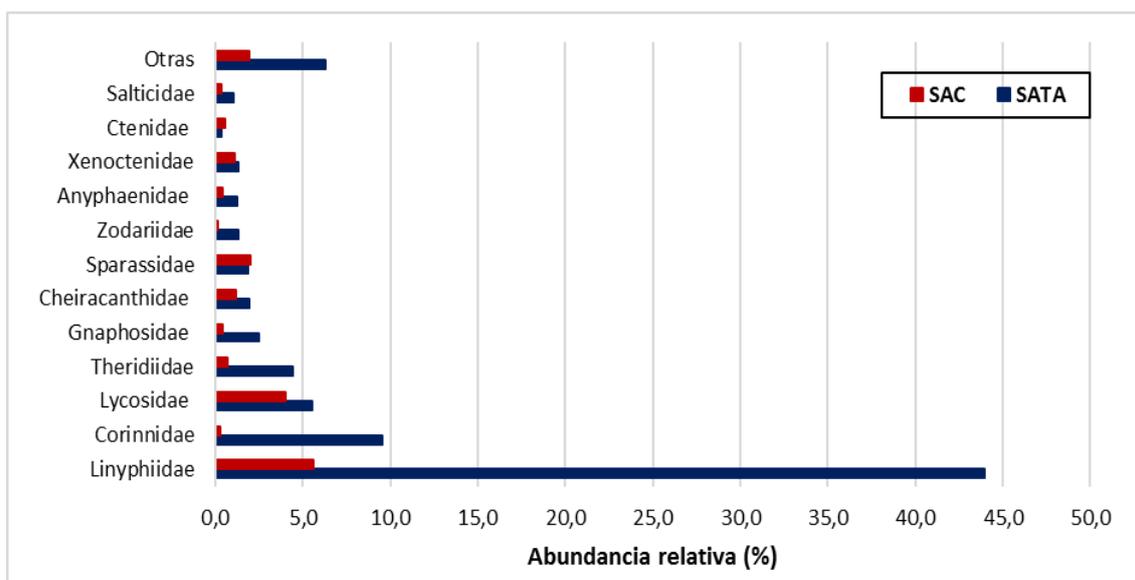


Fig. 13: Abundancia relativa de las familias de arañas presentes en el cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

Dentro de la familia Linyphiidae la especie con mayor proporción de individuos fue la especie *Erigone autumnalis* Emerton, 1882 con 26.51% en SATA y 1.91% en SAC, seguida de las especies Linyphiidae msp. 26 con 3.44% en SATA y 0.48% en SAC y Linyphiidae msp. 19 con 3.02% para SATA y 0.11% para SAC. En la familia Lycosidae la especie más abundante para SATA fue *Allocosa* msp. 01 con 1.69% y para SAC fue *Lycosa* sp.01 con 1.8% del total. La familia Corinnidae solo está presente en SATA con la especie *Falconina gracilis* (Keyserling, 1891) representando el 9.05% del total. Dentro de la familia Sparassidae, la msp. 01 presenta una proporción mayor en SAC con el 2.01%, mientras que en SATA solo representa el 1.85% de los individuos recolectados. De la familia Theridiidae, la especie *Euryopis* msp. 02 tuvo una proporción mayor en SATA con 2.59%, mientras que en SAC sólo tuvo 0.05% (Fig. 14).

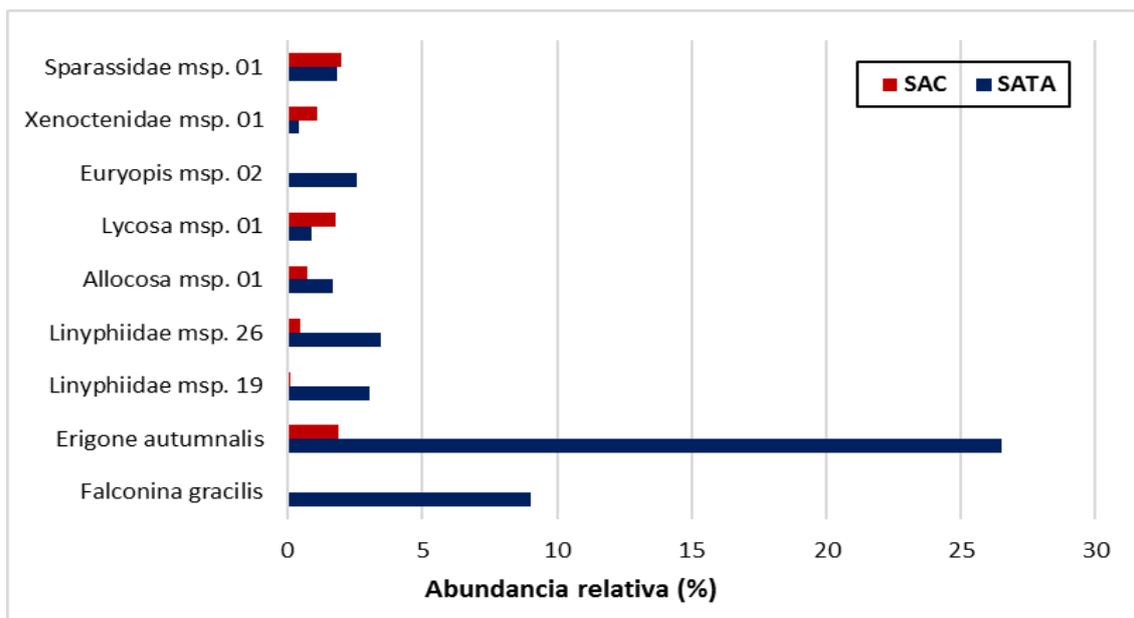


Fig. 14: Abundancia relativa de las especies/morfoespecies de arañas con mayor presencia en el cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

Para conocer mejor la araneofauna recolectada en los cultivos, se separaron los individuos por su desarrollo en adultos (hembras y machos) y en juveniles. La proporción de machos en SATA fue 66.3% y en SAC 39.66%, para los juveniles fue SATA 18.8% y SAC 41.64% y para las hembras 14.9% en SATA y 18.7% en SAC. (Fig. 15).

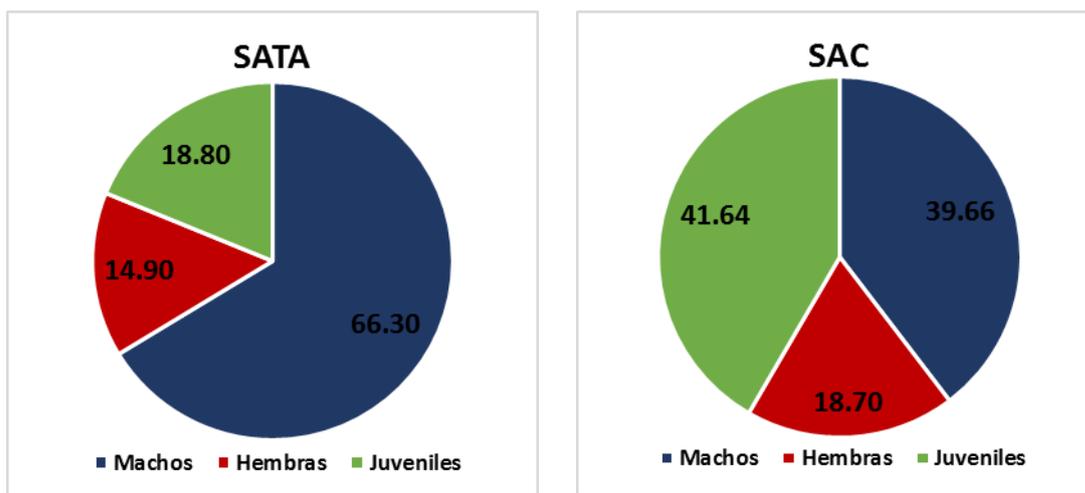


Fig. 15: Abundancia relativa total de machos, hembras y juveniles en el cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión - Artigas, Uruguay.

A nivel del estrato suelo en el SATA los meses de primavera presentaron una mayor proporción de machos marcando una diferencia grande con las hembras y juveniles, por lo que en los meses de octubre y noviembre se registró 35.5% de machos, 8.4% de hembras y 6.8% de juveniles (Fig. 16), mientras que en la primavera del SAC, machos y hembras tuvieron una alta abundancia, no habiendo una diferencia grande con los juveniles. En octubre y noviembre se registró 21.8% de machos, 11.2% de hembras y 17.1% de juveniles (Fig. 17).

A nivel del estrato herbáceo en el SATA, los juveniles fueron los más abundantes (37.5%) en otoño, única estación en la que se registraron machos con una proporción de 10.7%, mientras que en los meses de primavera sólo hembras y juveniles con 8.9% y 19.6% respectivamente (Fig. 18).

A nivel del estrato herbáceo en el SAC, sólo se recolectaron 13 individuos entre hembras y juveniles. El 76.9% fueron juveniles y el 23.1% fueron hembras (Fig. 19).

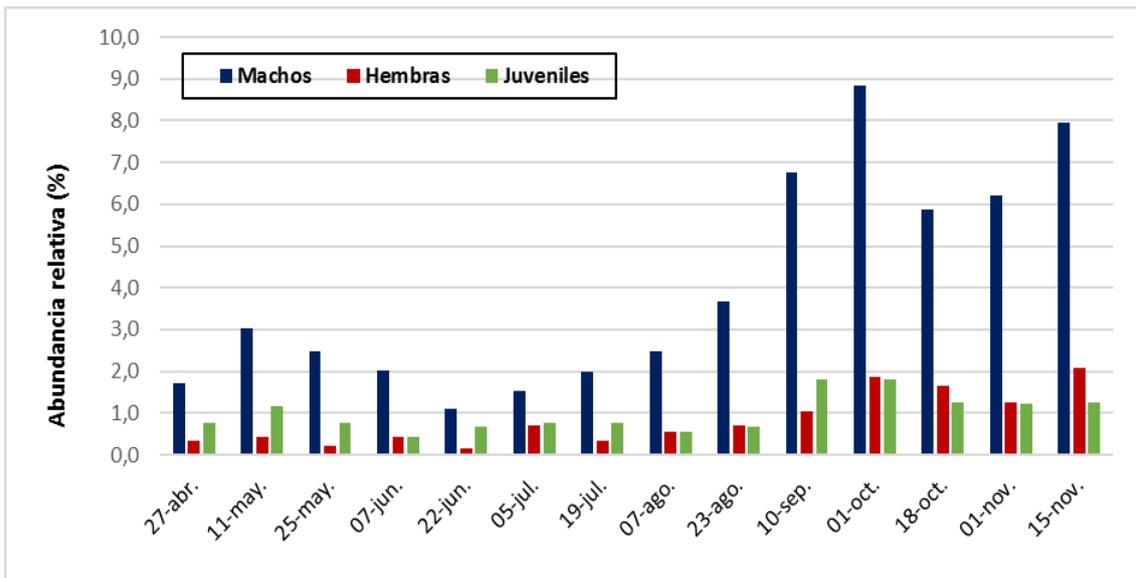


Fig. 16: Abundancia relativa de hembras, machos y juveniles en el cultivo de morrón bajo invernáculo, a nivel del estrato suelo – SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

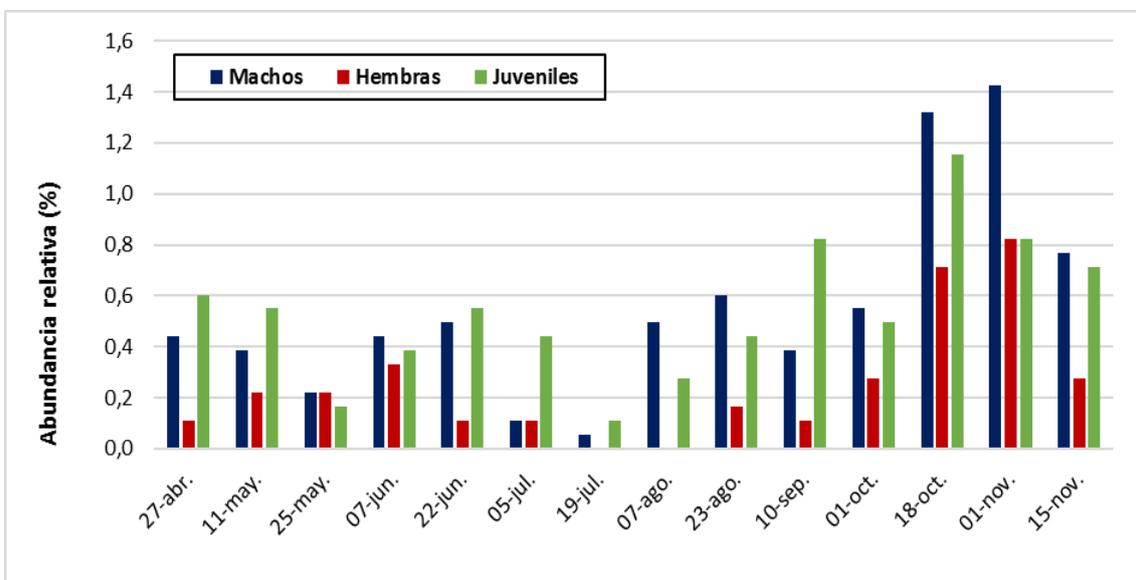


Fig. 17: Abundancia relativa de hembras, machos y juveniles en el cultivo de morrón bajo invernáculo, a nivel del estrato suelo – SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

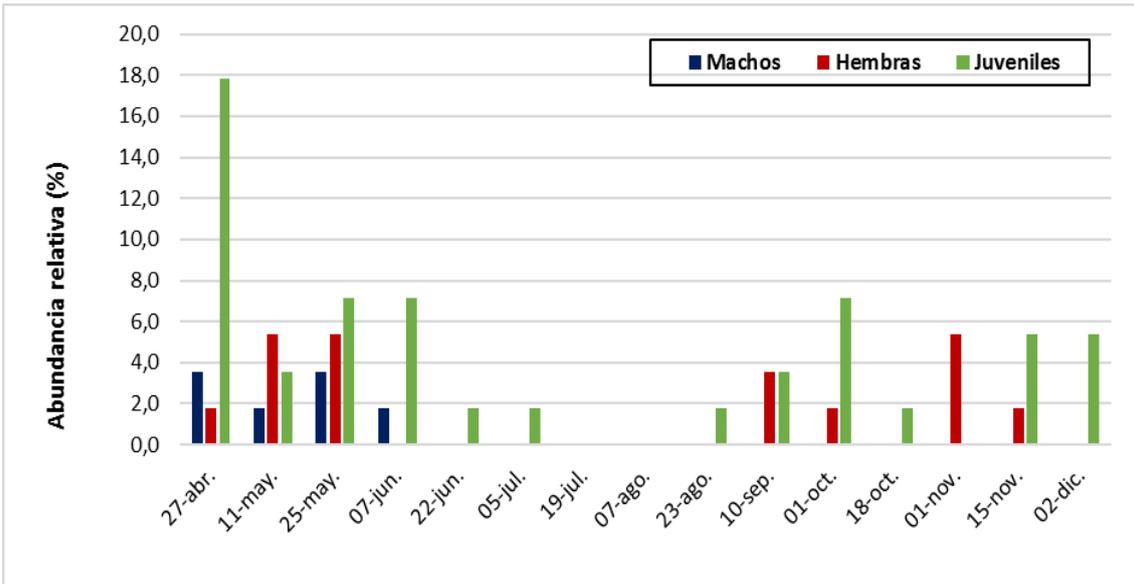


Fig. 18: Abundancia relativa de hembras, machos y juveniles en el cultivo de morrón bajo invernáculo, a nivel de estrato herbáceo – SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

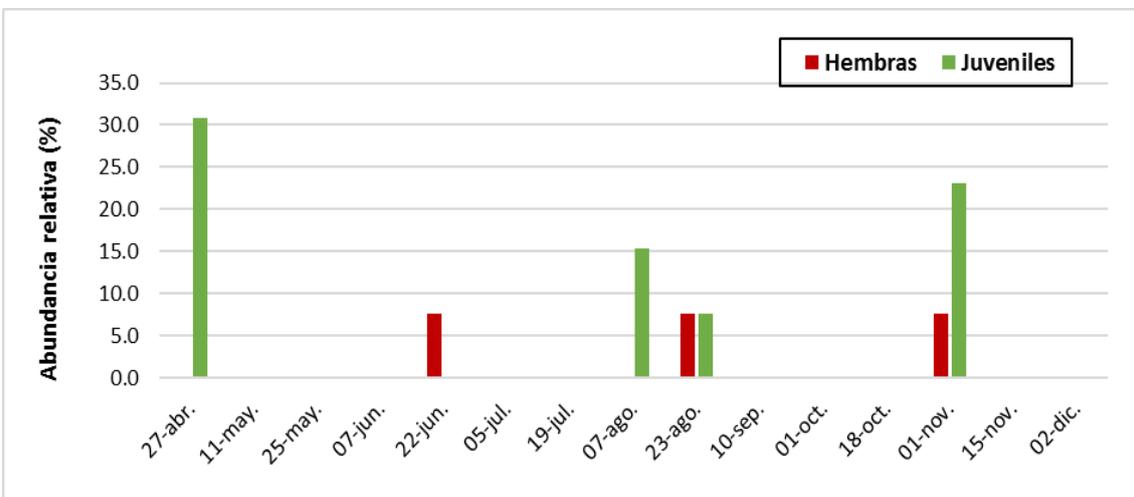


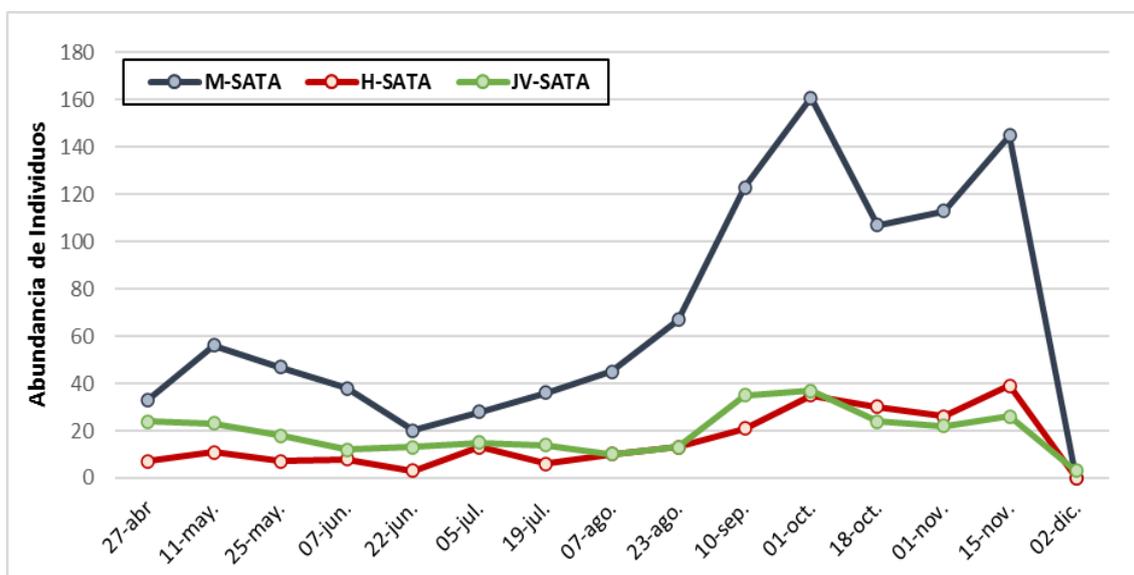
Fig. 19: Abundancia relativa de hembras y juveniles en el cultivo de morrón bajo invernáculo, a nivel de estrato herbáceo – SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

ABUNDANCIA Y ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD ALFA

ABUNDANCIA

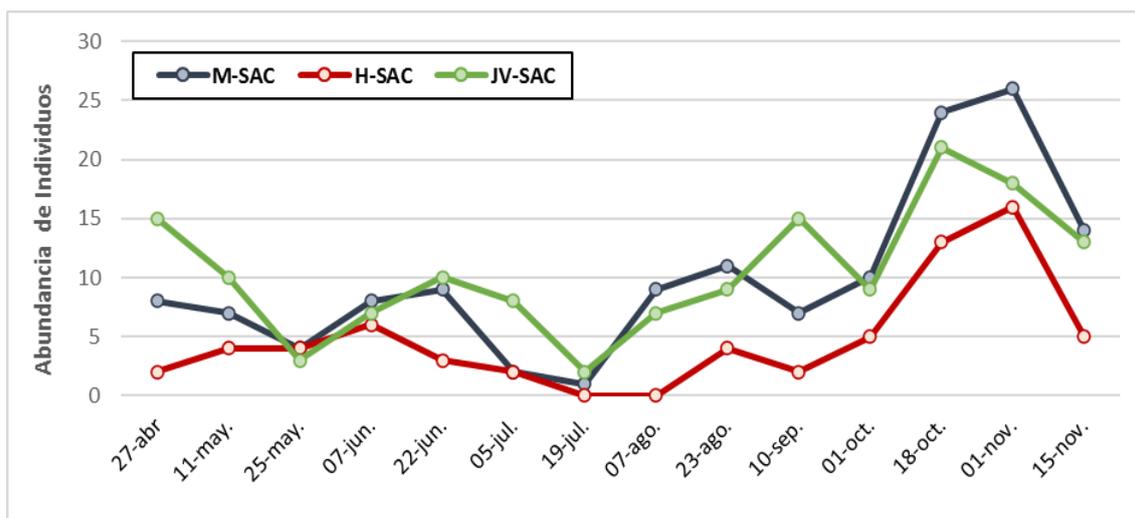
Entre los dos sistemas estudiados se recolectaron 1890 arañas, distribuidas en 28 familias y 117 especies (ver Anexo 1). Del total de individuos se encontraron 1159 machos, 295 hembras y 436 juveniles. En SATA se obtuvieron 1537 individuos, distribuidos en 27 familias y 108 especies en donde 1019 fueron machos, 229 hembras y 289 juveniles, mientras que en el SAC se recolectaron 353 individuos distribuidos en 25 familias y 72 especies en donde 140 fueron machos, 66 hembras y 147 juveniles.

En la Fig. 20 se observa que en el SATA los machos, las hembras y juveniles aumentan su población entre finales de invierno y toda la primavera, siendo más pronunciado en el caso de los machos. En el SAC, la población sigue la misma tendencia con un aumento ligero en la población en los meses de octubre y noviembre (Fig. 21).



M: machos, H: hembras, JV: juveniles

Fig. 20: Abundancia de hembras, machos y juveniles en el cultivo de morrón bajo invernáculo de SATA (Sist. Transición agroecológica) por fechas de muestreo (Bella Unión – Artigas, Uruguay).



M: machos, H: hembras, JV: juveniles

Fig. 21: Abundancia de hembras, machos y juveniles en el cultivo de morrón bajo invernáculo de SAC (Sist. Convencional) por fechas de muestreo (Bella Unión – Artigas, Uruguay).

Las familias de mayor abundancia en el SATA tanto sobre el estrato suelo como el herbáceo, fueron Linyphiidae con 831 individuos, Corinnidae con 180, Lycosidae con 105, Theridiidae con 83 y Gnaphosidae con 47 individuos (Fig. 22); mientras que para el SAC fueron Linyphiidae con 106 individuos, Lycosidae con 76, Sparassidae con 38, Cheiracanthidae con 22 y Xenoctenidae con 21 individuos (Fig. 23).

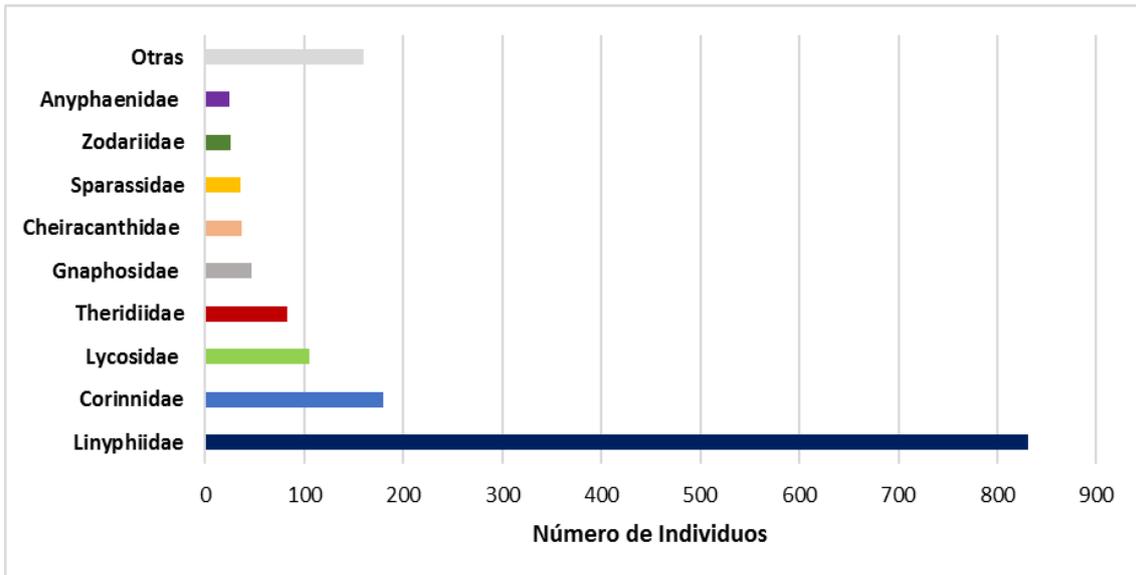


Fig. 22: Abundancia de las familias de arañas presentes en el cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

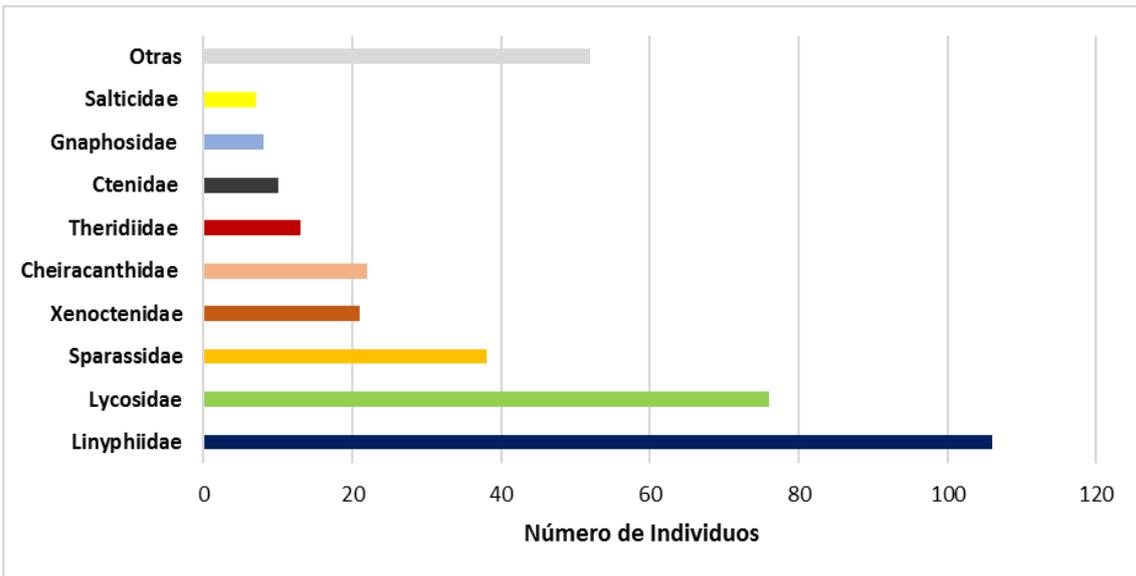


Fig. 23: Abundancia de las familias de arañas presentes en el cultivo de morrón bajo invernáculo con SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

En SATA se obtuvieron 1481 individuos, de los cuales la familia Linyphiidae fue la más abundante durante septiembre y octubre, mientras que Corinnidae, Lycosidae y Theridiidae lo fueron durante noviembre (Fig. 24). En SAC se registraron 340 individuos, donde la familia Linyphiidae fue la de mayor abundancia durante octubre y noviembre, mientras que Lycosidae y Sparassidae fueron más abundantes en noviembre (Fig. 25).

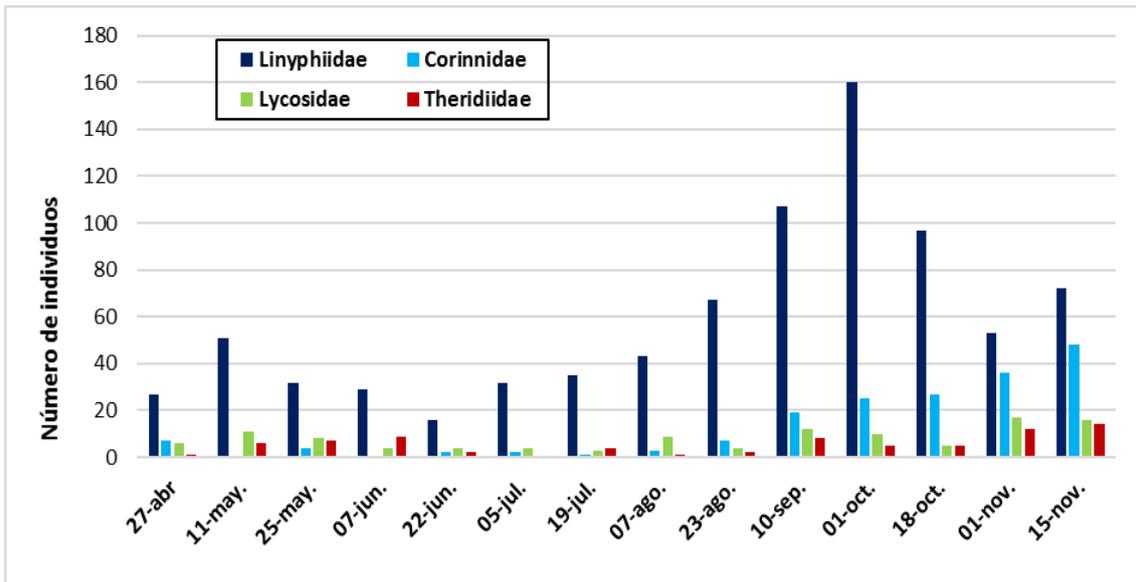


Fig. 24: Abundancia de las familias de arañas más frecuentes durante los muestreos en el cultivo de morrón bajo invernáculo, a nivel del estrato suelo en SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

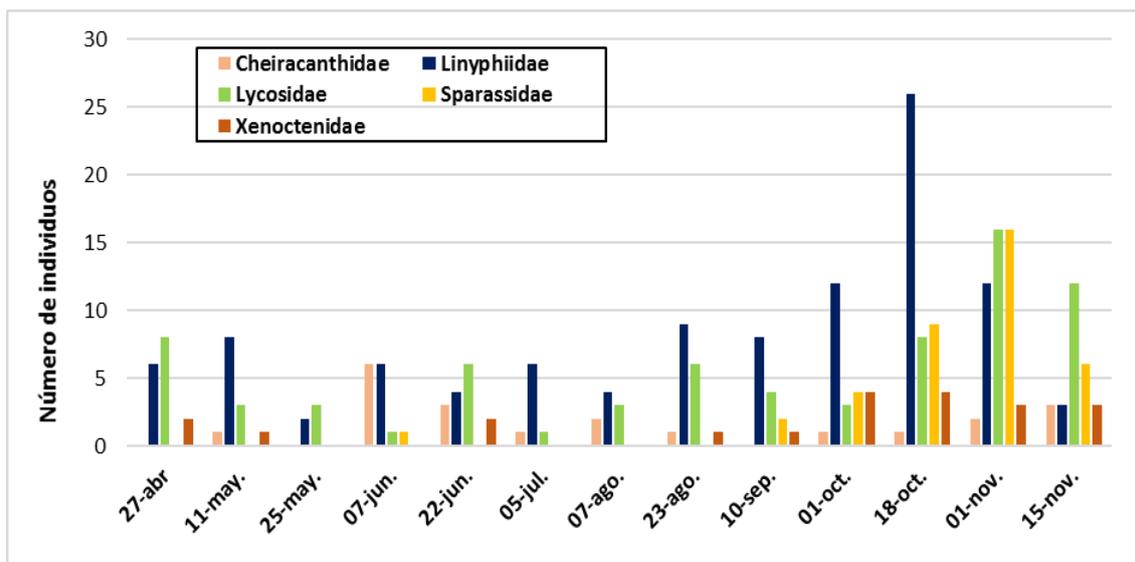


Fig. 25: Abundancia de las familias de arañas más frecuentes durante los muestreos en el cultivo de morrón bajo invernáculo, a nivel del estrato suelo en SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

En el estrato herbáceo del cultivo se recolectaron sólo 69 individuos, siendo más abundantes durante los meses de abril, mayo y junio (Fig. 26). Se registró una mayor abundancia en SATA con 56 arañas, de los cuales la familia de mayor frecuencia fue Araneidae con 20 individuos (Fig. 27); mientras que en SAC sólo se recolectaron 13 individuos pertenecientes a 7 familias de arañas, siendo las de mayor abundancia Araneidae con 3 individuos en junio y agosto y Theridiidae con 3 individuos en abril, agosto y noviembre.

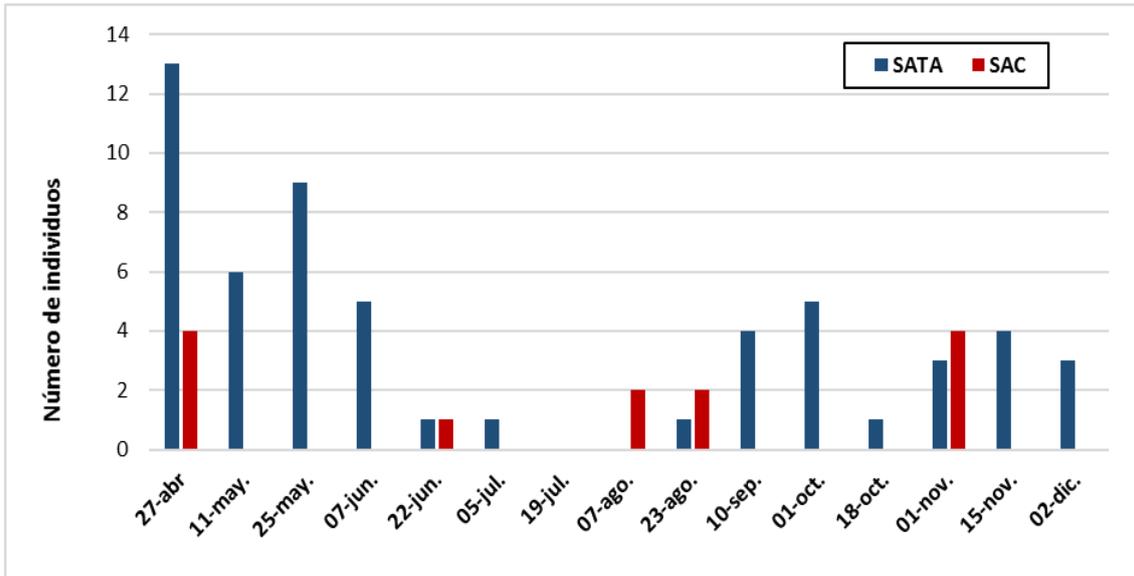


Fig. 26: Abundancia de las arañas presentes en el cultivo de morrón bajo invernáculos, a nivel del estrato herbáceo en ambos sistemas agrícolas (Bella Unión – Artigas, Uruguay).

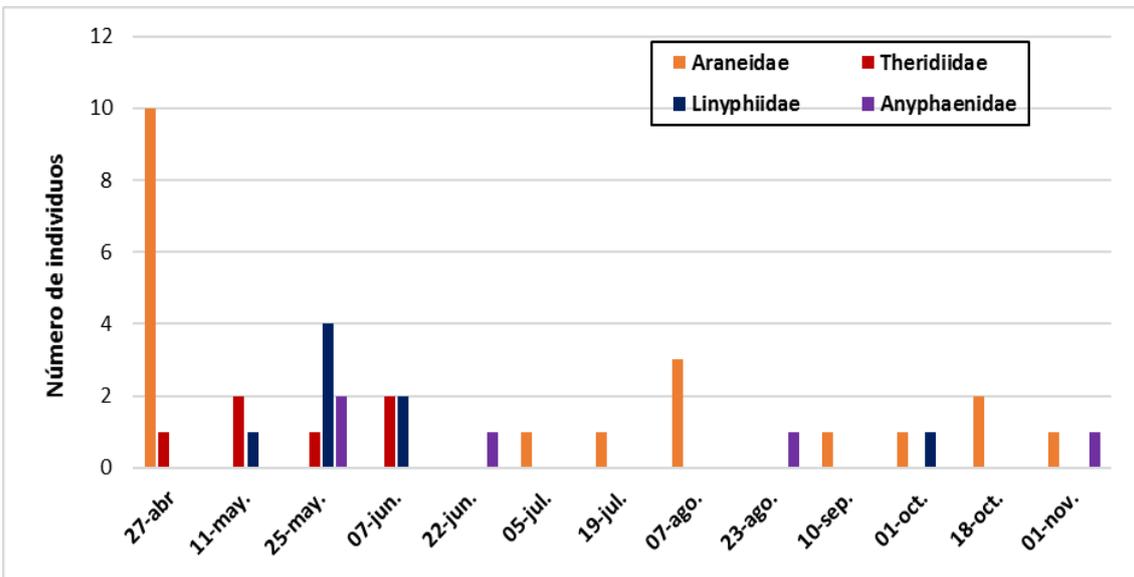


Fig. 27: Abundancia de las familias de arañas más frecuentes en el cultivo de morrón bajo invernáculo, a nivel del estrato herbáceo en SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD

En este estudio se registró un total de 117 especies, pertenecientes a 28 familias distribuidas en ambos sistemas agrícolas (ver Anexo 1). En SATA se obtuvo una riqueza de 108 especies distribuidas en 27 familias, mientras que para el SAC sólo se registraron 72 especies, distribuidas en 25 familias. En este caso, el análisis de las curvas de rarefacción, corroboran una mayor riqueza esperada de especies en el SATA que en el SAC (Fig. 28).

Las curvas correspondientes a los estimadores de riqueza no paramétricos (*Chao-2*, *Jacknife* de primer orden, *Jacknife* de segundo orden, y *Chao-1*) en su mayoría presentaron una leve asíntota en el SATA, mientras que en el SAC ninguno lo alcanza; siendo el estimador más bajo - de manera más evidente en el SATA que en el SAC - *Chao-1* (SATA: 129 especies, SAC: 97 especies) y el más alto *Jacknife-2* (SATA: 155 especies, SAC: 117 especies). Dichos estimadores no paramétricos estarían indicando que aún falta registrar un número más importante de especies para completar el inventario de arañas en el cultivo de morrón con ambos sistemas agrícolas. La presencia constante y casi similar de *singletons* y *doubletons* en ambos sistemas, denota la presencia de especies raras que se mantienen constantes en el SATA y SAC de acuerdo al número de muestras, a partir del muestreo 55 y 100 respectivamente (Figs. 29 y 30) (Tabla 2).

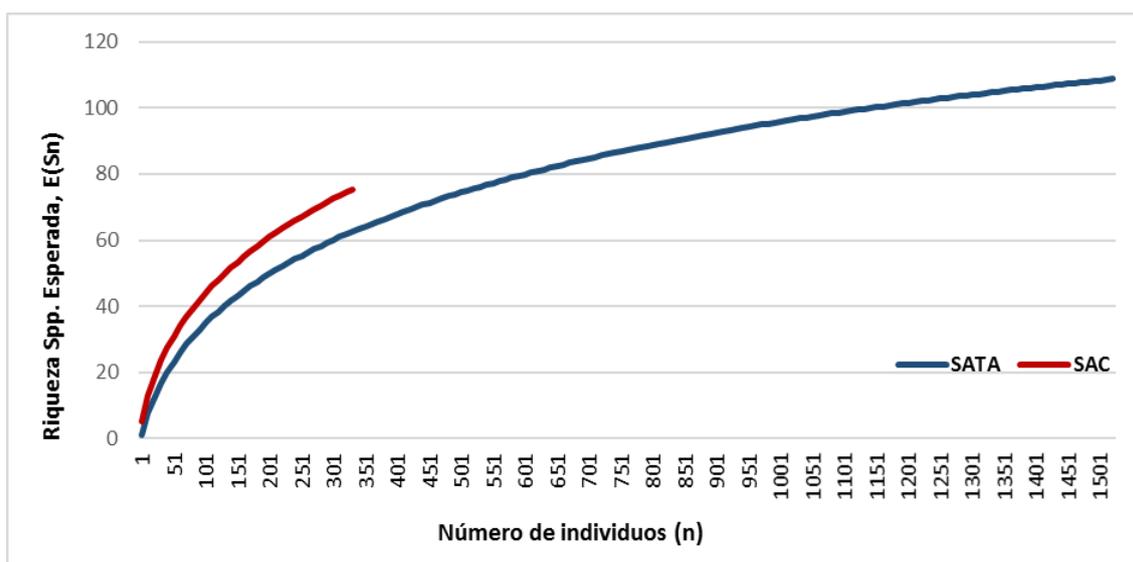


Fig. 28: Curva de rarefacción de especies esperadas en el cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

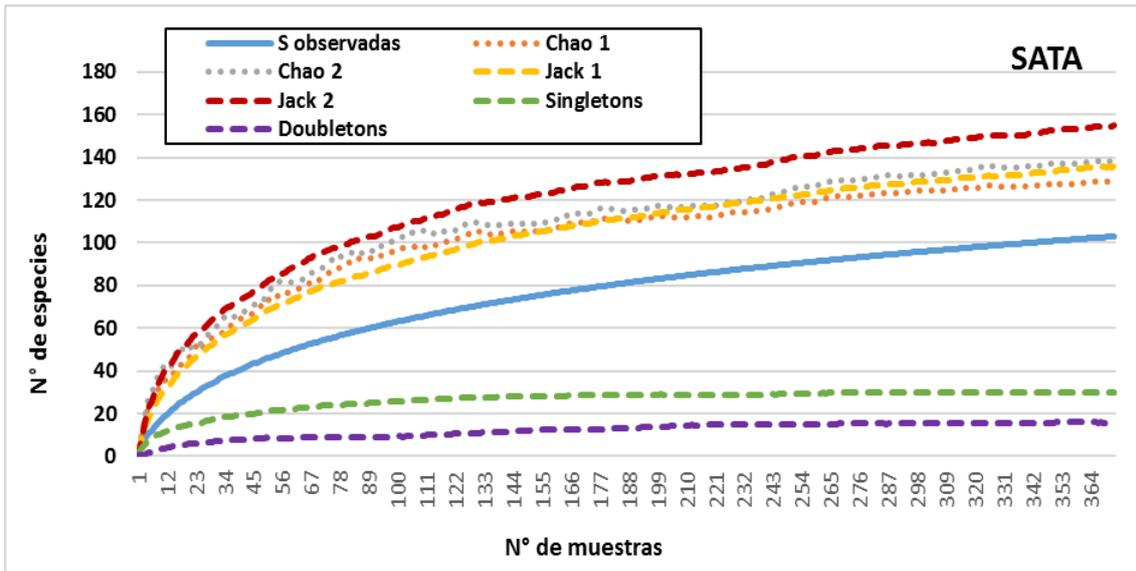


Fig. 29: Curvas de acumulación de especies de la riqueza estimada y observada por los estimadores no paramétricos y curvas de *singletons* y *doubletons*, en cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

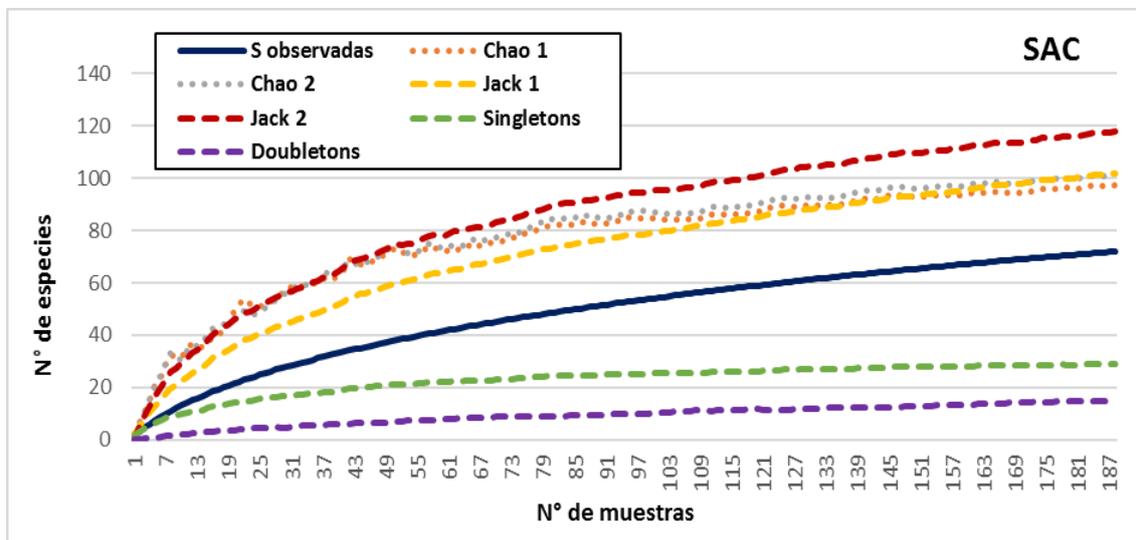


Fig. 30: Curvas de acumulación de especies de la riqueza estimada y observada por los estimadores no paramétricos y curvas de *singletons* y *doubletons*, en cultivo de morrón bajo invernáculo con SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

El índice de *Shannon*, mostró el mayor valor observado en SAC ($H'=3.5$) en comparación con el SATA ($H'=3.1$), presentando, diferencias estadísticas significativas ($t_{H'(720.13)} = -4.891$; $P < 0.005$). El índice de *Pielou*, mostró una mayor equidad en el SAC ($J=0.82$) en comparación al SATA ($J=0.67$). Al analizar la dominancia, tomando en cuenta la representatividad de las especies de arañas con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies, nos da como resultado según el índice de *Simpson*, que la mayor dominancia se encuentra en el SATA ($D=0.13$) que en SAC ($D=0.05$) (Tabla 1).

Tabla 1: Estimadores de riqueza y diversidad para el cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

	SATA	SAC
Abundancia	1537	353
Riqueza de especies	108	72
CHAO-1	128.57 ± 12.33	97.3 ± 12,42
CHAO-2	138.11 ± 16.31	100.85 ± 13.98
Jack-1	135.91 ± 6.1	101.84 ± 5.39
Jack-2	154.85 ± 0	117.74 ± 0
Singletons	30	29
Doubletons	16	15
Simpson	0.1285	0.04947
Shannon-Wiener	3.134	3.523
Equidad de Pielou	0.6693	0.8237

En un análisis de diversidad del cultivo de morrón, se observó que la diversidad según *Shannon* fue mayor en el estrato suelo en ambos sistemas agrícolas; SAC ($H'=3.5$) y SATA ($H'=2.99$) y el índice de equidad de *Pielou* fue mayor en SAC ($J=0.8$) que en SATA ($J=0.7$). La mayor dominancia de especies según *Simpson*, fue mayor en el SATA ($D=0.1285$) (Tabla 2).

Al analizar el comportamiento de la diversidad a nivel del estrato herbáceo, se observan diferencias con una mayor diversidad según *Shannon* en el SATA ($H'=3.2$) que en SAC

($H'=2.3$), presentando diferencias estadísticas significativas ($t_{H'(720.13)} = 3.5803$; $P < 0.005$). El índice de *Pielou* dio como resultado que la mayor equidad estaría presente en el SAC ($J=0.96$) que en el SATA ($J=0.93$); aunque la mayor dominancia se vio reflejada en el SAC ($D=0.11$) que en el SATA ($D=0.05$) (Tabla 2).

Tabla 2: Índices de diversidad a nivel del estrato suelo y herbáceo del cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

CULTIVO	SATA		SAC	
	Estrato suelo	Estrato herbáceo	Estrato suelo	Estrato herbáceo
Abundancia (N)	1481	56	339	13
Riqueza (S)	91	30	68	11
Shannon (H')	2.998	3.181	3.487	2.311
Dominancia (D)	0.1378	0.05166	0.05025	0.1124
Equidad (J)	0.6645	0.9352	0.8264	0.9639

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD BETA

De forma general, el resultado de similitud cuantitativo según el índice de *Sorensen* entre el SAC y el SATA fue del 70%.

A nivel del estrato suelo de ambos cultivos, se observó una similitud del 58.3% de acuerdo al índice de *Sorensen*, mientras que para el estrato herbáceo se observó una similitud del 28.57% entre (Fig. 31).

Se compartieron entre SAC y SATA 62 especies, entre las cuales destacan *Erigone autumnalis*, *Falconina gracilis*, Linyphiidae msp. 19 y Linyphiidae msp. 26, *Allocosa* msp. 01, *Lycosa* msp. 01, Sparassidae msp. 01, *Eutichurus* sp. y *Euryopsis* msp. 02.

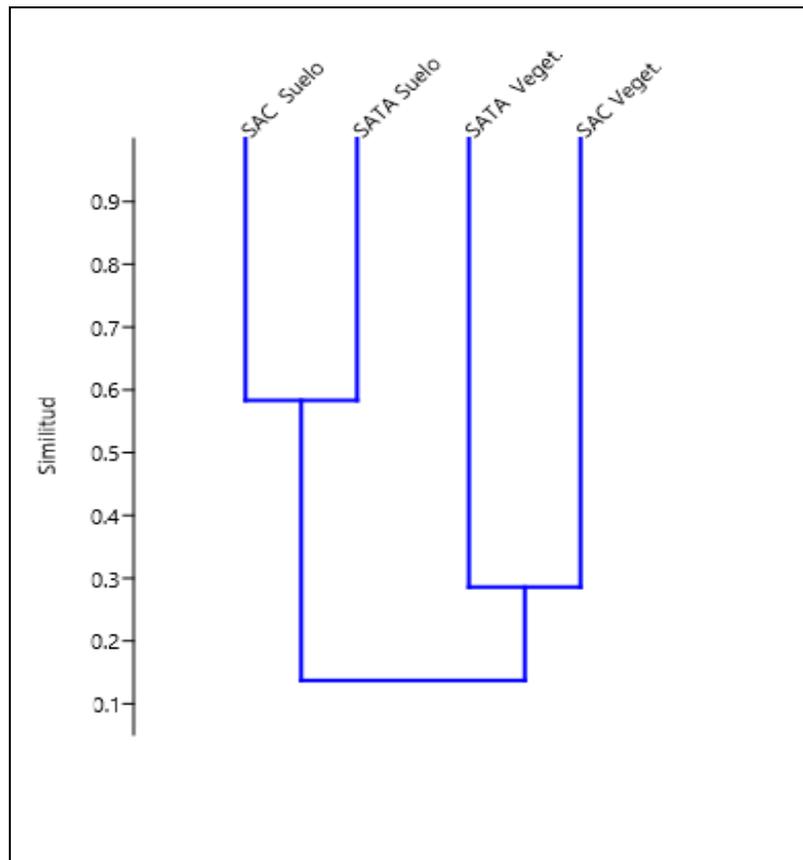
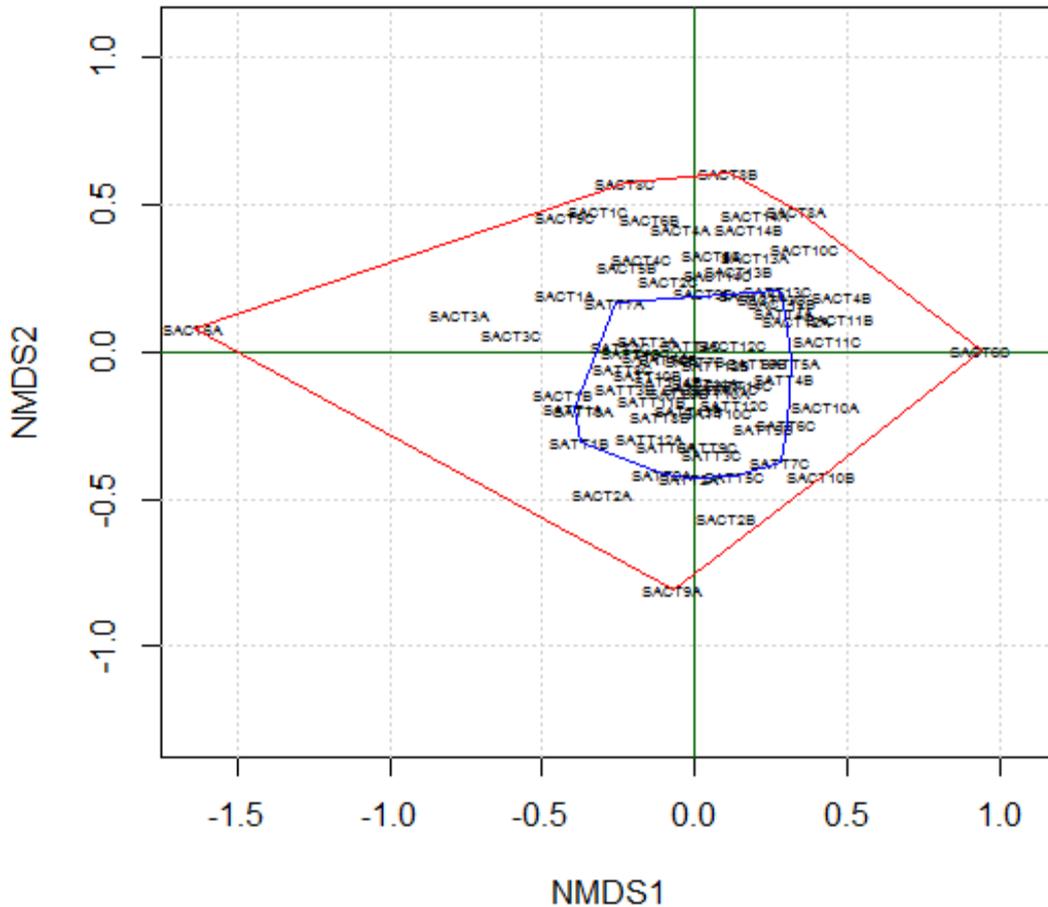


Fig. 31: Similitud entre los estratos suelo y herbáceo del cultivo de morrón bajo invernáculo, de acuerdo al índice de *Sorensen* en SAC (Sist. Convencional) y SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

AGRUPAMIENTO DE LA ARANEOFAUNA EN EL CULTIVO

La comunidad de arañas en SAC tiene una variabilidad mayor que la comunidad de arañas en SATA, ya que, al tener una menor abundancia, la probabilidad de que aparezca una especie es menor y sus estaciones son más distintas unas de otras, mientras que en SATA la comunidad es más homogénea (Fig. 32), por lo tanto, no se encuentra una marcada diferencia entre las comunidades de ambos sistemas.



SAC: rojo, SATA: azul

Fig. 32: Agrupación de la araneofauna en el cultivo de morrón en SAC (Sist. Convencional) y SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

ESTRUCTURA DE GREMIOS

Las arañas se estructuraron en ocho gremios: tejedoras de tela orbicular, tejedoras de tela irregular, tejedoras de tela tipo sábana, cazadoras corredoras en suelo, cazadoras en follaje, cazadoras al acecho, cazadoras por emboscada y Mygalomorphas “Trap-door”.

Los gremios de mayor abundancia registrados para el SATA fueron las tejedoras de tela tipo sábana, representadas por la familia Linyphiidae (43.97%) y las cazadoras corredoras en suelo, representadas por las familias Corinnidae (10.05%) y Lycosidae (5.56%). Mientras que, para el SAC, los gremios más abundantes fueron las cazadoras corredoras en suelo con el 6.93% (Lycosidae 4.02%) y las tejedoras de tela tipo sábana con el 5.66% teniendo a Linyphiidae como representante con el 5.61% (Tabla 3, Fig. 33).

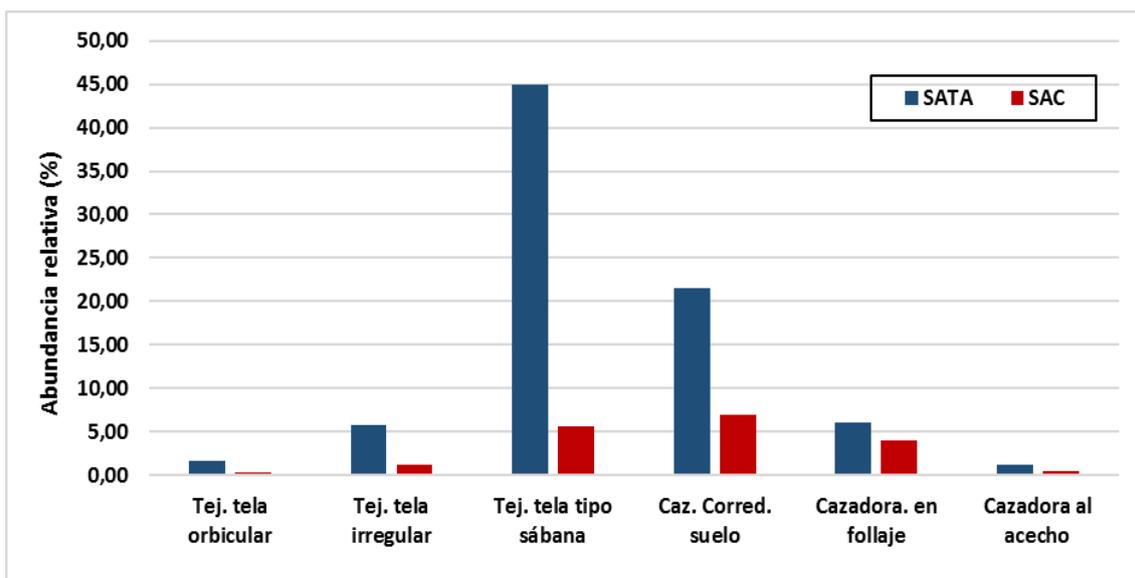


Fig. 33: Abundancia relativa de los distintos gremios de arañas en el cultivo de morrón bajo invernáculo con dos sistemas agrícolas (Bella Unión – Artigas, Uruguay).

Tabla 3: Abundancia relativa de las familias de arañas pertenecientes a los distintos gremios en el cultivo de morrón bajo invernáculo con SAC (Sist. Convencional) y SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

GREMIOS DE ARAÑAS	FAMILIAS	SATA	SAC
Tejedora de tela orbicular	Araneidae	1.16%	0.16%
	Tetragnathidae	0.37%	0.21%
	Mysmenidae	0.16%	-----
Tejedora de tela irregular	Scytodidae	0.95%	0.26%
	Theridiidae	4.39%	0.69%
	Oecobiidae	0.05%	0.05%
	Titanoecidae	-----	0.11%
	Filistatidae	0.16%	0.05%
	Amaurobiidae	0.16%	0.11%
Tejedora de tela irregular tipo sábana	Linyphiidae	43.97%	5.61%
	Hahniidae	1.01%	0.05%
Cazadoras corredoras en suelo	Ctenidae	0.32%	0.53%
	Xenoctenidae	0.42%	1.11%
	Corinnidae	10.05%	0.26%
	Trachelidae	0.90%	0.16%
	Gnaphosidae	2.49%	0.42%
	Lycosidae	5.56%	4.02%
	Trechaleidae	0.05%	-----
	Oonopidae	0.37%	0.32%
	Zodariidae	1.32%	0.11%
Cazadoras en follaje	Sparassidae	1.85%	2.01%
	Cheiracanthidae	1.96%	1.16%
	Anyphaenidae	1.27%	0.42%
	Miturgidae	0.95%	0.37%
Cazadoras al acecho	Oxyopidae	0.05%	0.05%
	Salticidae	1.16%	0.37%
Cazadoras por emboscada	Philodromidae	0.11%	-----
Mygalomorpha Trap-door	Actinopodidae	0.11%	0.05%

I-Arañas tejedoras de tela orbicular. Representadas por la especie *Glenognatha ca. florezi* Cabra-García & Brescovitt, 2016 que no es muy abundantes en el cultivo, pero sí importante en este tipo de ecosistemas, ya que utilizan sus redes para atrapar insectos voladores.

II-Arañas tejedoras de tela irregular. Siendo la morfoespecie *Euryopis* msp. 02 la más abundante de la familia Theridiidae.

III-Tejedoras de tela irregular de tipo sábana. Representadas por las especies *Erigone autumnalis*, *Scolecuroa parilis* Millidge, 1991, Linyphiidae msp. 26 y Linyphiidae msp. 19.

IV-Cazadoras corredoras en suelo. Este gremio es el más grande de todos, compuesto por nueve familias, siendo la especie más abundante de la familia Corinnidae, *Falconina gracilis* que es abundante sólo en SATA; mientras que para SAC la familia más abundante fue Lycosidae, representada por la especie *Lycosa* msp. 01.

V-Cazadoras en follaje. La familia más abundante en SATA fue Cheiracanthidae, representada por la especie *Eutichurus* sp. y en SAC fue Sparassidae msp.

VI-Cazadoras al acecho. Representadas por varias morfoespecies de Salticidae, siendo la más abundante Salticidae msp. 10.

VII-Cazadoras por emboscada. Constituida solamente por la familia Philodromidae, con una sola especie presente en SATA, Philodromidae msp. 02.

VIII-Mygalomorphae Trap-door. Representada por la familia Actinopodidae, con una sola especie presente *Actinopus* sp. solamente en el SATA.

RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD POR GREMIO

En el cultivo de morrón de SATA y SAC, la mayor riqueza de especies estuvo representada en los gremios: de cazadoras corredoras de suelo (SATA: 35 especies, SAC: 24 especies) y tejedoras de tela irregular tipo sábana (SATA: 22 especies, SAC: 19 especies) (Tabla 4, Fig. 34). La familia que tuvo mayor riqueza dentro del gremio de tejedoras de tela irregular tipo sábana, fue la familia Linyphiidae (SATA: 20 especies, SAC: 18 especies). Dentro del gremio de las cazadoras corredoras en suelo, las que presentaron mayor riqueza fueron las familias Lycosidae (SATA: 13 especies, SAC: 10 especies) y Corinnidae (SATA: 7 especies, SAC: 4 especies) (Fig.35).

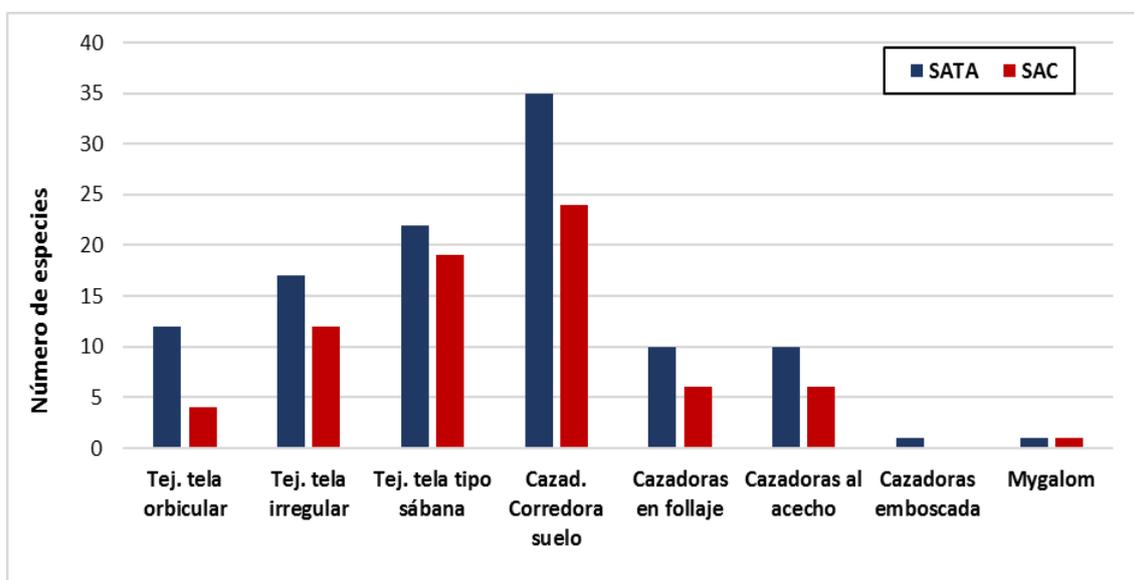


Fig. 34: Riqueza de especies recolectadas en los gremios presentes en el cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

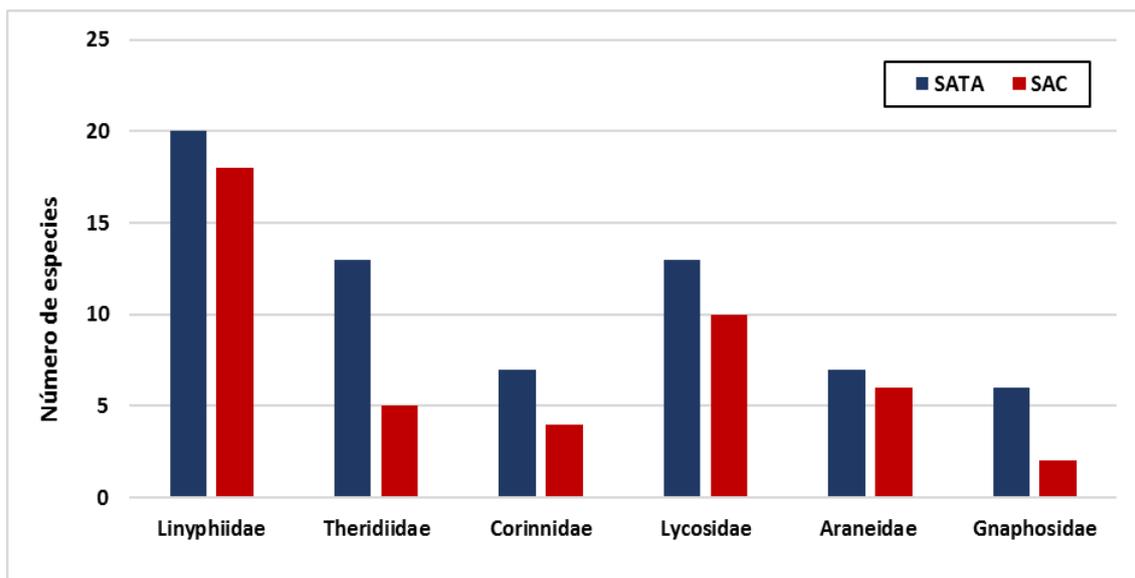


Fig. 35: Riqueza de las familias con mayor presencia en el cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

El análisis de diversidad mostró que la mayor diversidad se dio en el gremio de cazadoras corredoras en suelo (SATA: $H'=2.422$, SAC: $H'=2.505$), mientras que el gremio de las tejedoras de tela orbicular tuvo su mayor diversidad en SATA ($H'=2.275$) y el de tejedoras de tela irregular tipo sábana en SAC ($H'=2.26$) (Tabla 4).

Tabla 4: Estimadores de diversidad para los gremios de arañas del cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay). N (abundancia), S (riqueza), D (dominancia)

GREMIOS	SATA				SAC			
	N	S	Shannon - Wiener	D	N	S	Shannon - Wiener	D
Tejedoras de tela orbicular	32	12	2.275	0.1191	7	4	1.154	0.3878
Tejedoras de tela irregular	108	17	1.934	0.2509	24	12	2.255	0.1285
Tejedoras tela tipo sábana	850	22	1.672	0.3668	107	19	2.26	0.1674
Cazadoras Corredoras suelo	406	35	2.422	0.1993	131	24	2.505	0.1248
Cazadoras en follaje	114	10	1.804	0.2084	75	6	1.275	0.3557
Cazadoras al acecho	23	10	2.163	0.1267	8	6	1.733	0.1875
Cazadoras de emboscada	2	1	0	1	0	0	0	0
Mygalomorphae	2	1	0	1	1	1	0	1

ARANEOFAUNA PRESENTE EN LA VEGETACIÓN CIRCUNDANTE A LOS INVERNÁCULOS DE MORRÓN

ABUNDANCIA RELATIVA

La mayor proporción de los individuos recolectados en la vegetación circundante de los invernáculos, se registró en los bordes externos de SATA con el 62.76% del total, mientras que en SAC fue mucho menor (37.24%). La mayor abundancia correspondió a los meses de julio y agosto para SATA y octubre y noviembre para SAC (Fig. 36).

La mayor proporción de individuos en ambos sistemas, se encontró en el estrato herbáceo, correspondiendo el 52.63% a SATA y el 26.92% a SAC, siendo más abundantes en los meses de invierno y primavera para SATA y los meses de invierno para SAC (Fig. 37). En el estrato suelo se obtuvo el 20.44% del total de individuos recolectados, distribuido en 10.13% para SATA y 10.31% para SAC y registrando la mayor abundancia en los meses de primavera en ambos sistemas (Fig. 38).

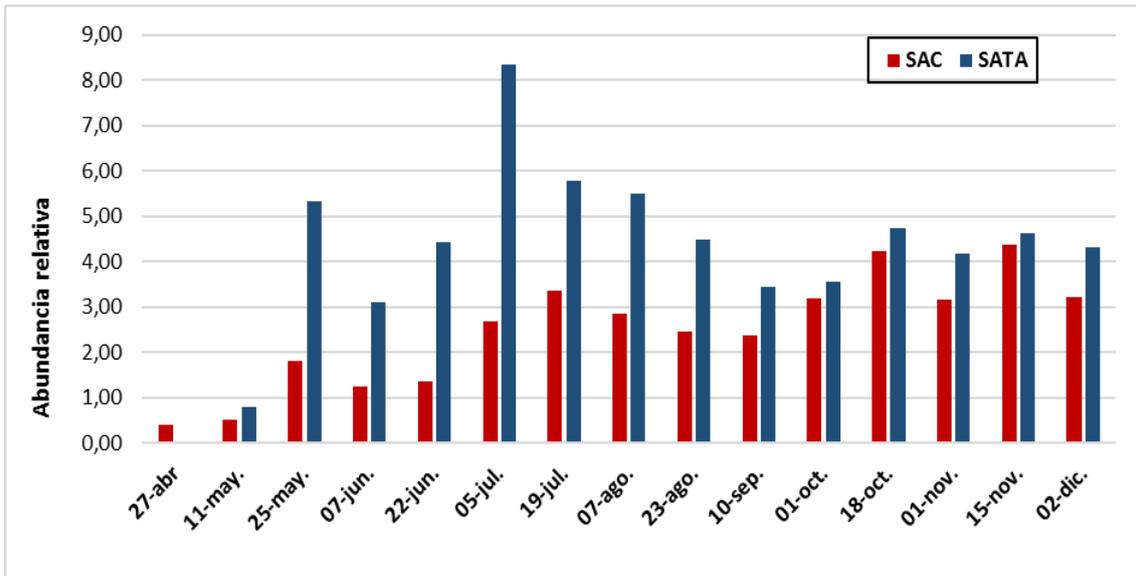


Fig. 36: Abundancia relativa de la araneofauna presente en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

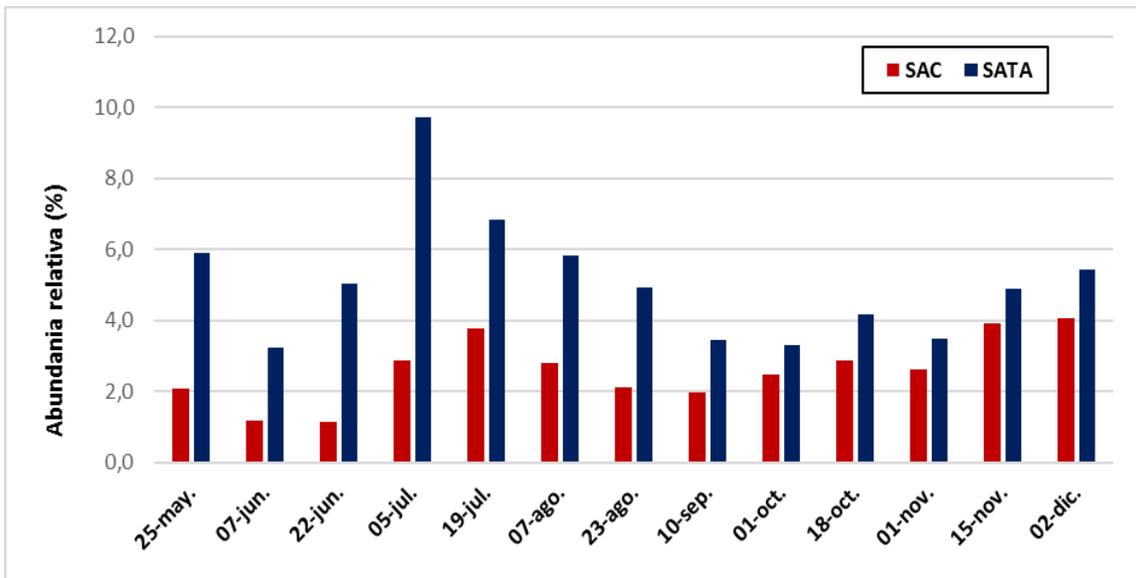


Fig. 37: Abundancia relativa de la araneofauna presente en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón a nivel del estrato herbáceo en SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

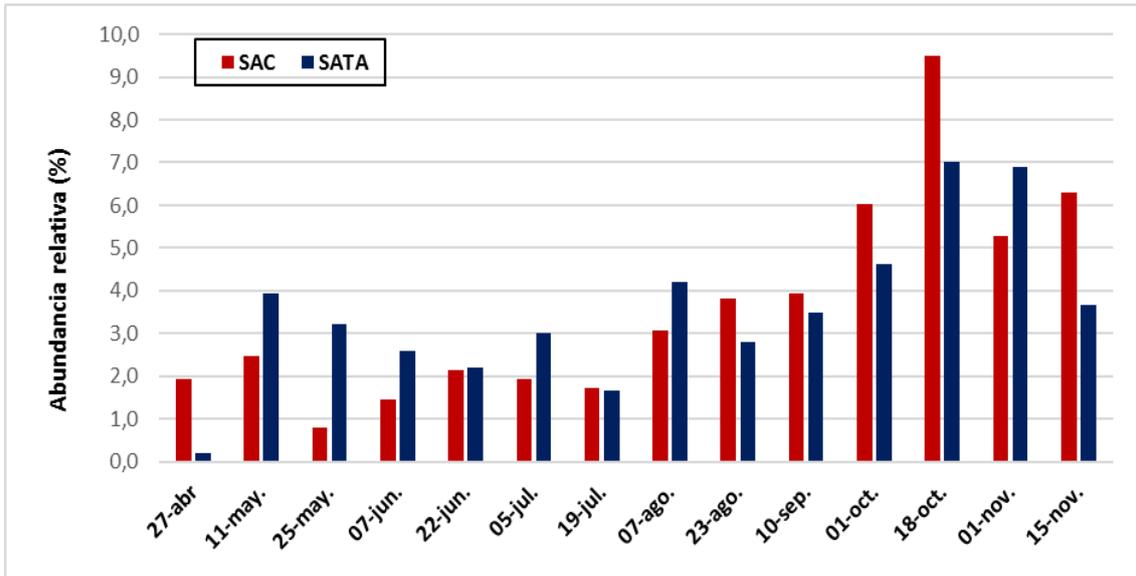


Fig. 38: Abundancia relativa de la araneofauna presente en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón a nivel del estrato suelo en SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

Las familias con la mayor representatividad en ambos bordes circundantes fueron Linyphiidae (SATA: 29.1%, SAC: 8.9%), Lycosidae (SATA: 5.1%, SAC: 7.8%), Oxyopidae (SATA: 8.5%, SAC: 3.8%) y Theridiidae (SATA: 5.1%, SAC: 5.6%) (Tabla 6, Fig. 39).

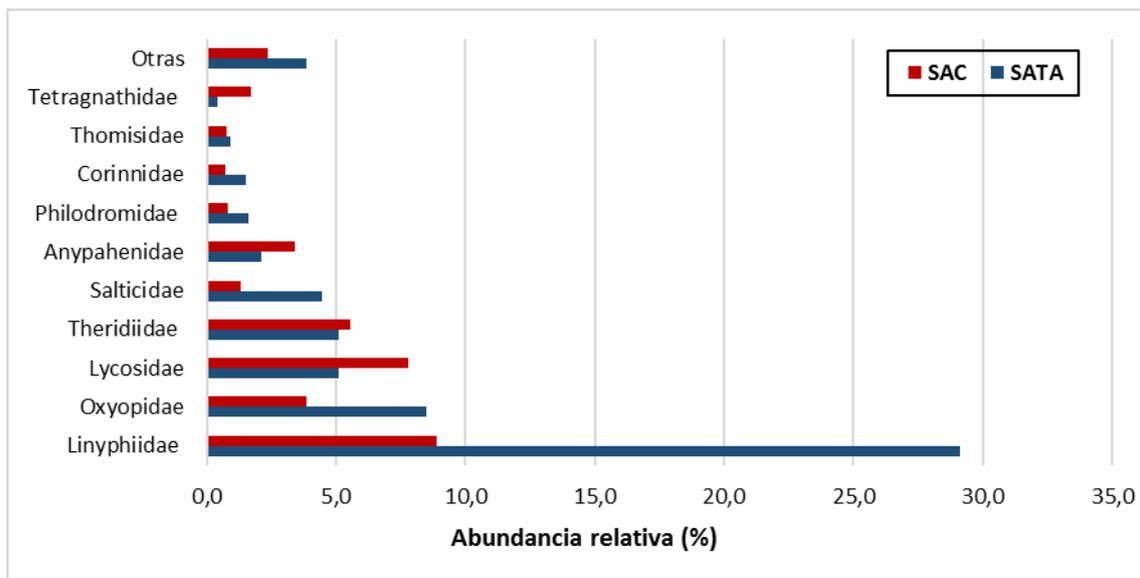


Fig. 39: Abundancia relativa de las familias de arañas presentes en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón en SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

En la familia Linyphiidae las especies/morfoespecies con mayor proporción de individuos fueron Linyphiidae msp. 20 con 8.49% en SATA y 0.51% en SAC, *Scolecuroa parilis* con 3.64% en SATA y 0.45% en SAC y Linyphiidae msp. 09 con 3.04% en SATA y 0.66% en SAC. En la familia Oxyopidae, solo se colectó la especie *Oxyopes salticus* que registró la mayor abundancia con una proporción de 8.51% en SATA y 3.84% en SAC. En la familia Lycosidae las especies con mayor proporción de individuos fueron *Lycosa* msp. 01 con 1.71% en SATA y 2.76% en SAC y *Allocosa* msp. 01 con 1.55% en SATA y 2.48% en SAC. En la familia Salticidae la especie ME-10 tuvo una proporción de 2.2% en SATA, mientras que en SAC fue de 1.3% (Fig. 40).

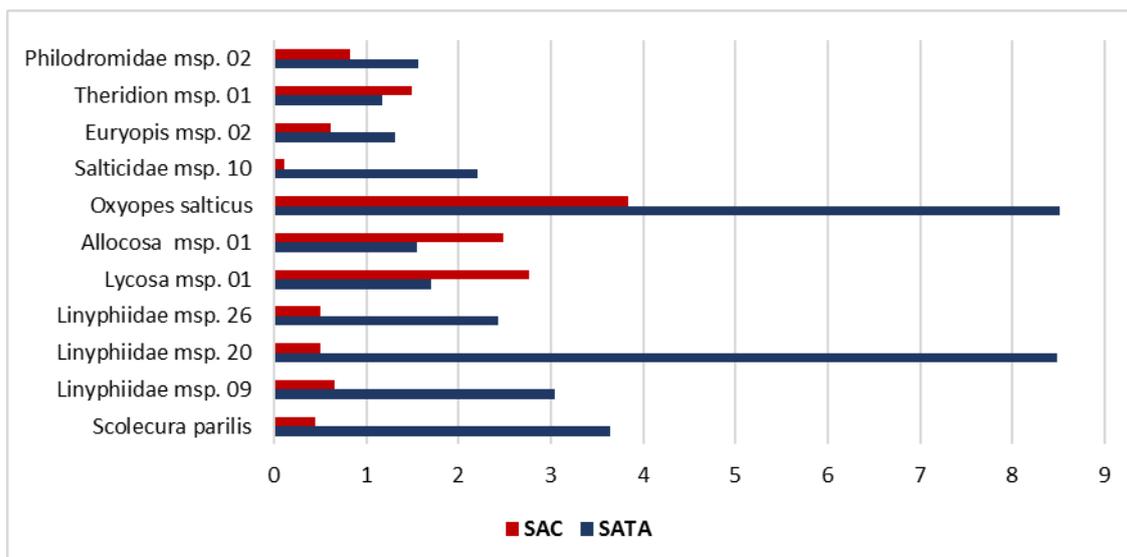


Fig. 40: Abundancia relativa de las especies de arañas con mayor presencia en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón en SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

La araneofauna de los bordes circundantes a los invernáculos se separó por estados de desarrollo en adultos (hembras y machos) y juveniles para poder conocer mejor la composición de la comunidad. La proporción de juveniles fue mayor, observándose un 54.55% en SATA y 61.88% en SAC, mientras que las hembras presentaron una proporción de 23.75% en SATA y 17.19% en SAC y los machos 21.7% en SATA y 20.93% en SAC (Fig. 41).

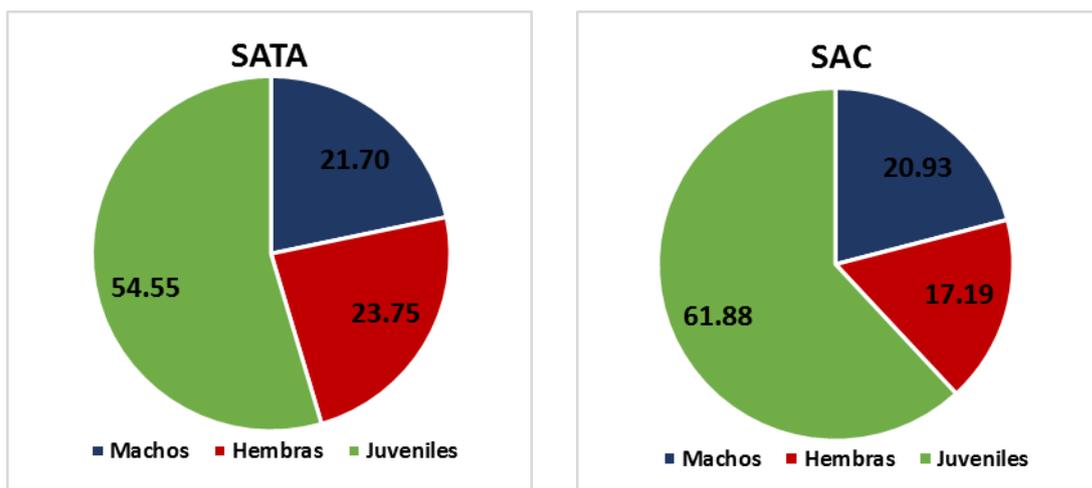


Fig. 41: Abundancia relativa de machos, hembras y juveniles en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón de SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

En el estrato suelo del SATA durante los meses de primavera la proporción de machos fue del 20%, juveniles del 15.2%, mientras que las hembras tuvieron una proporción del 9.6%. Los machos en otoño tuvieron una proporción del 13.8%, juveniles del 6.5% y hembras del 4.3% (Fig. 42). En el SAC la proporción de machos y juveniles fue alta en primavera con una proporción del 21.4% para machos, 22.4% para juveniles y 9.9% para hembras (Fig. 43).

En el estrato herbáceo del SATA la mayor abundancia de arañas fue en invierno, teniendo los juveniles una proporción del 32.1%, las hembras del 13% y los machos del 9%. En primavera la abundancia relativa fue menor respecto al invierno (machos 5.7%, hembras 8.6% y juveniles 17.9%) (Fig. 44). En el SAC la mayor abundancia fue en primavera (juveniles 33%, hembras 8.1% y machos 5.9%) teniendo también una alta abundancia en invierno (juveniles 29.2%, hembras 8.2% y machos 5.9%) (Fig. 45).

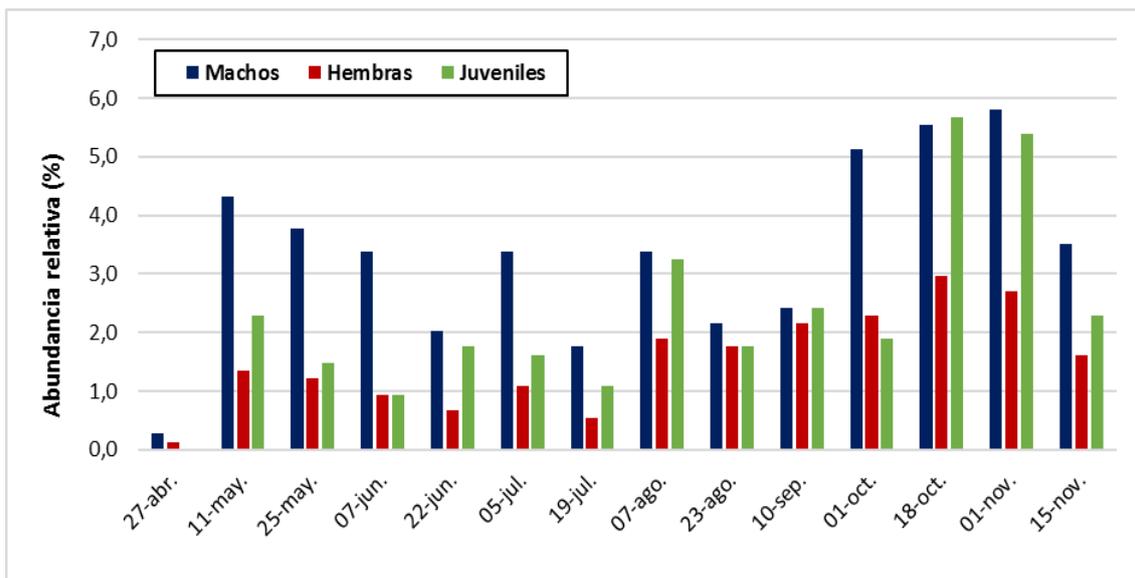


Fig. 42: Abundancia relativa de hembras, machos y juveniles en la vegetación circundante a los invernáculos, a nivel de estrato suelo – SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

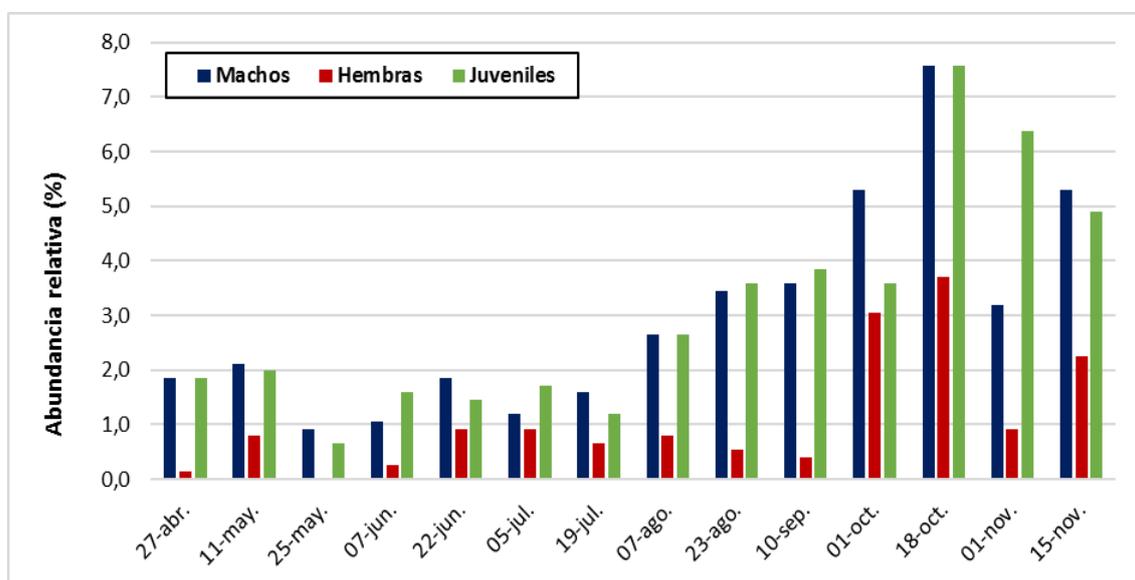


Fig. 43: Abundancia relativa de hembras, machos y juveniles en la vegetación circundante a los invernáculos, a nivel de estrato suelo – SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

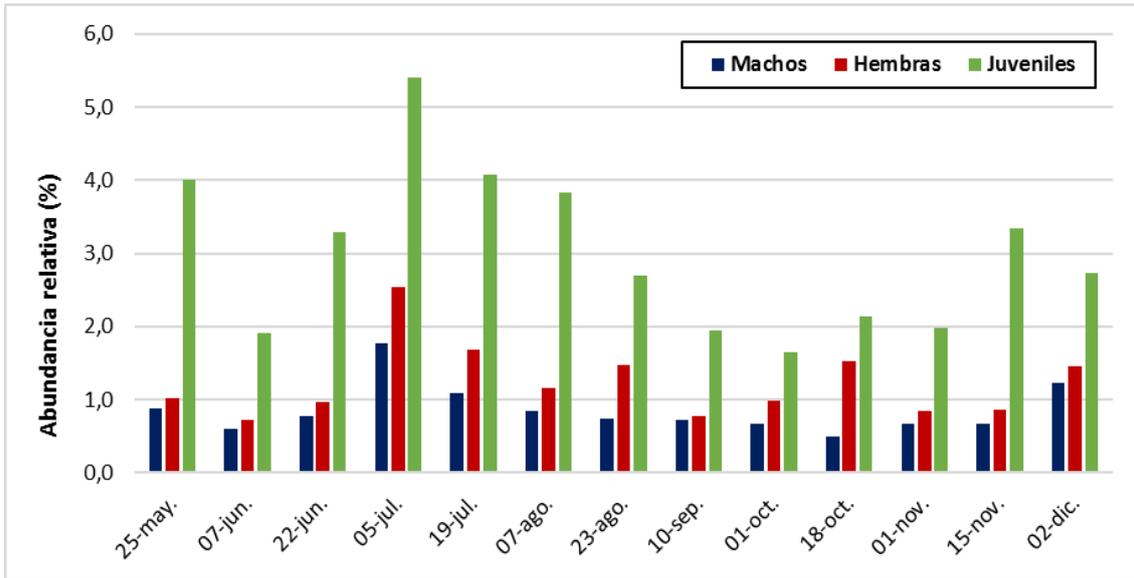


Fig. 44: Abundancia relativa de hembras, machos y juveniles en la vegetación circundante a los invernáculos, a nivel de estrato herbáceo - SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

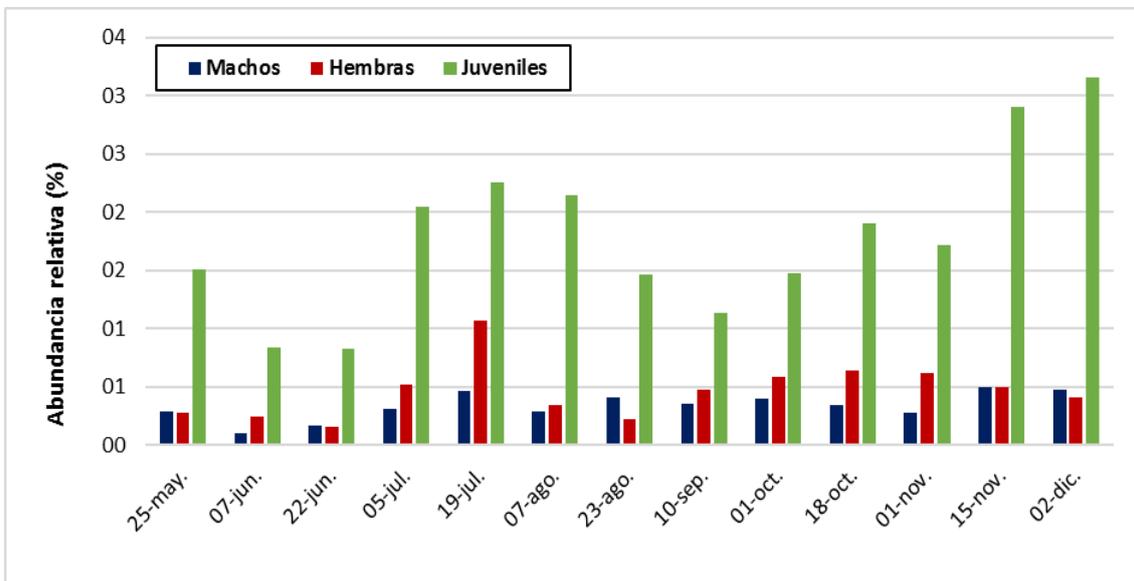


Fig. 45: Abundancia relativa de hembras, machos y juveniles en la vegetación circundante a los invernáculos, a nivel de estrato herbáceo - SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

ABUNDANCIA Y ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD ALFA EN LA VEGETACIÓN CIRCUNDANTE AL CULTIVO

ABUNDANCIA

Entre los bordes circundantes de los invernáculos de cada sistema agrícola, se recolectaron 7313 arañas, distribuidos en 29 familias y 160 especies/morfoespecies (ver Anexo 1). Del total de individuos se encontraron 1566 machos, 1558 hembras y 4189 juveniles. En SATA se recolectaron 4590 individuos, distribuidos en 27 familias en donde 996 fueron machos, 1090 hembras y 2504 juveniles, mientras que en el SAC se colectaron 2723 individuos, distribuidos en 27 familias en donde 570 fueron machos, 468 hembras y 1685 juveniles.

Se observa un aumento en la población de los juveniles en ambos sistemas, siendo el mes de julio (comienzos del invierno) el pico más alto para el SATA y el mes de noviembre (mitad de la primavera) para el SAC (Fig. 46). Las hembras y machos del SATA también tienen una elevada abundancia en julio, no siendo así para el SAC en el que los machos y hembras son más abundantes en octubre a comienzos de la primavera (Fig. 47).

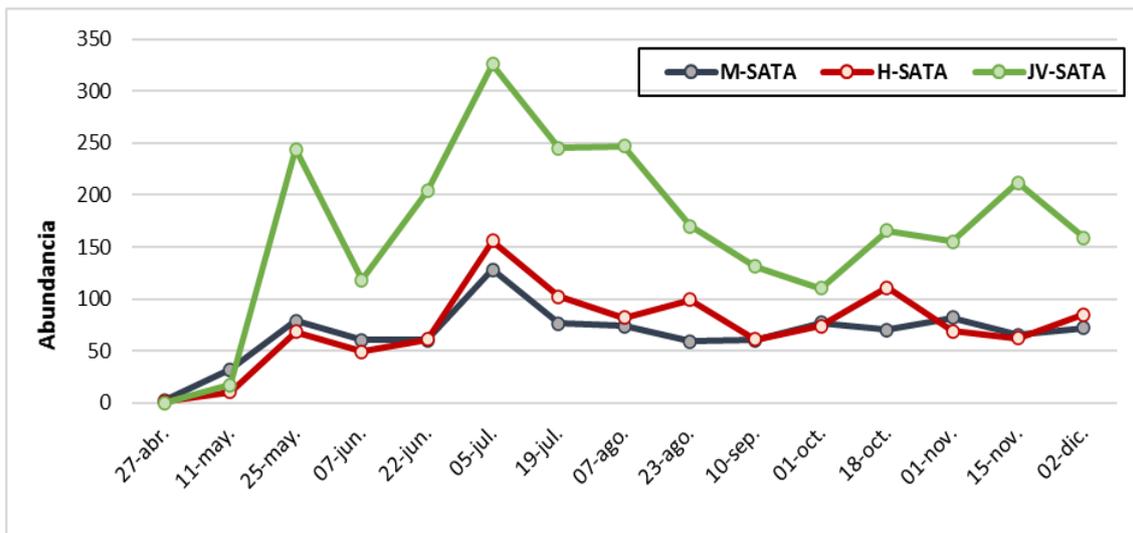


Fig. 46: Abundancia de hembras, machos y juveniles en la vegetación circundante a los invernáculos de SATA (Sist. Transición agroecológica) por fechas de muestreo (Bella Unión – Artigas, Uruguay).

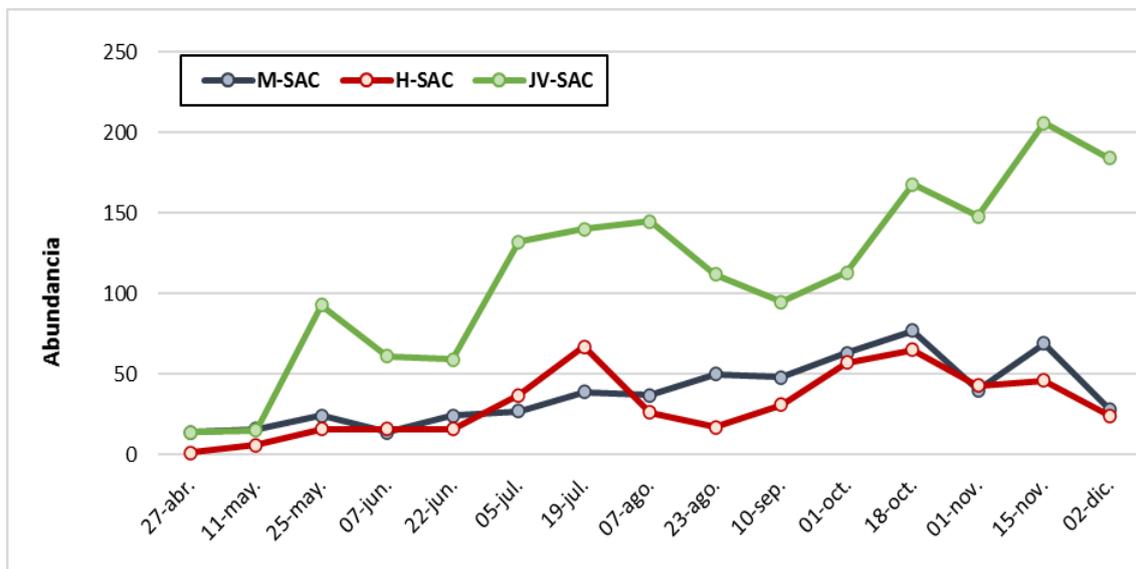


Fig. 47: Abundancia de hembras, machos y juveniles en la vegetación circundante a los invernáculos de SAC (Sist. Convencional) por fechas de muestreo (Bella Unión – Artigas, Uruguay).

Las familias de mayor abundancia en el SATA, correspondientes al estrato suelo y herbáceo, fueron Linyphiidae con 2131 individuos, Oxyopidae con 621, Lycosidae con 375, Theridiidae con 374 y Salticidae con 326 (Fig. 48); mientras que para el SAC fueron

Linyphiidae con 651 individuos, Lycosidae con 570, Theridiidae con 407, Oxyopidae con 281 y Anyphaenidae con 248 (Fig. 49).

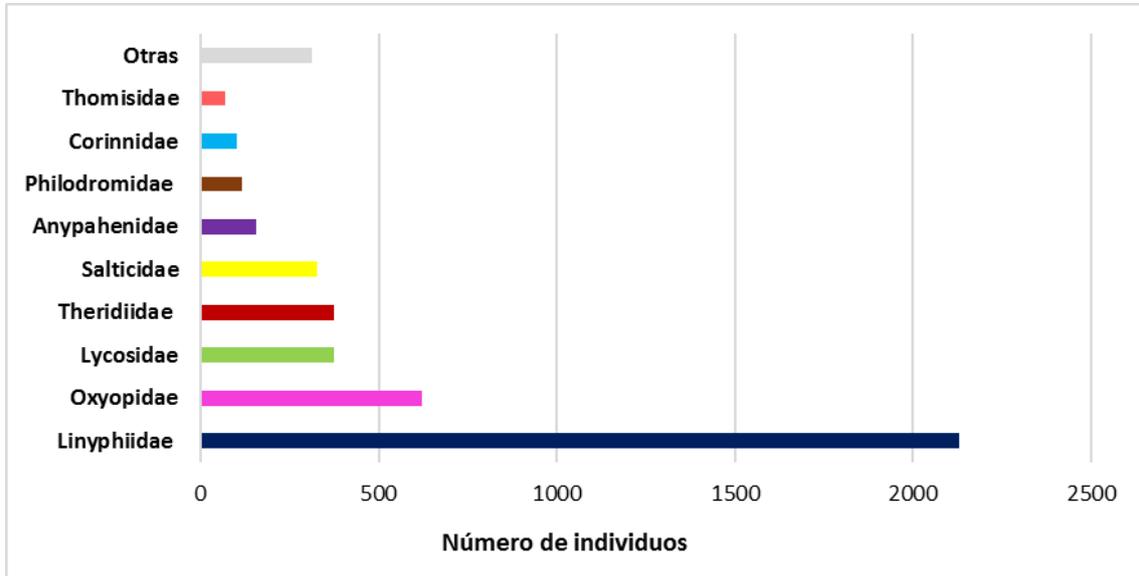


Fig. 48: Abundancia de las familias de arañas presentes en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón de SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

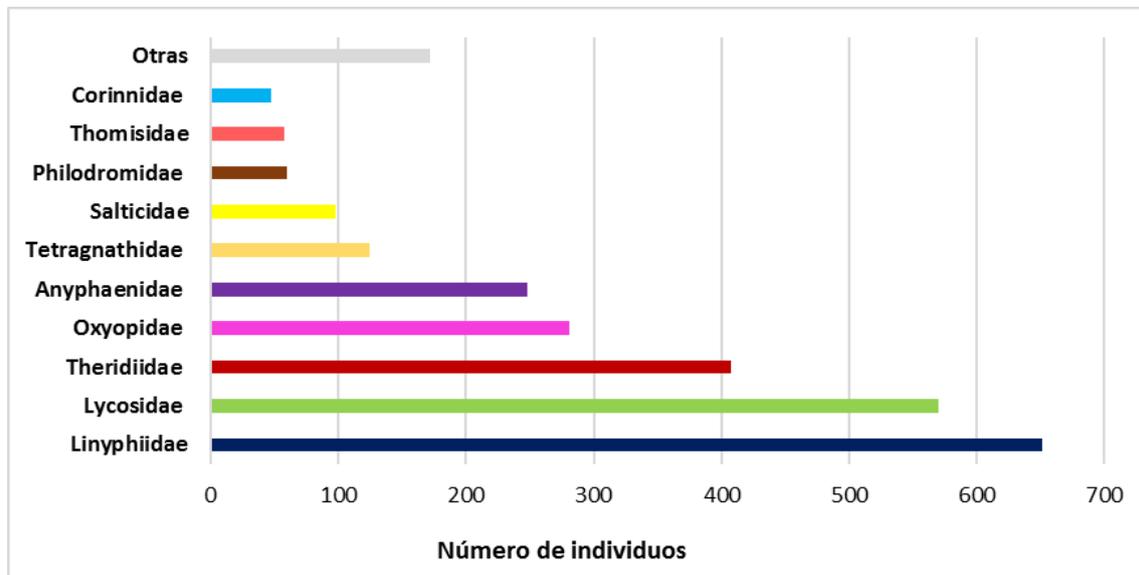


Fig. 49: Abundancia de las familias de arañas presentes en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón de SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

De los 3849 individuos correspondientes al SATA, la familia Linyphiidae fue la más abundante durante julio y agosto, mientras que Oxyopidae lo fue en julio, seguido por Salticidae en noviembre (Fig. 50). En SAC se registraron 1969 individuos, donde la familia Linyphiidae fue más abundante durante los meses de julio, octubre y noviembre; Lycosidae fue notoriamente más abundante en noviembre, Oxyopidae en noviembre y Theridiidae en mayo y julio (Fig. 51).

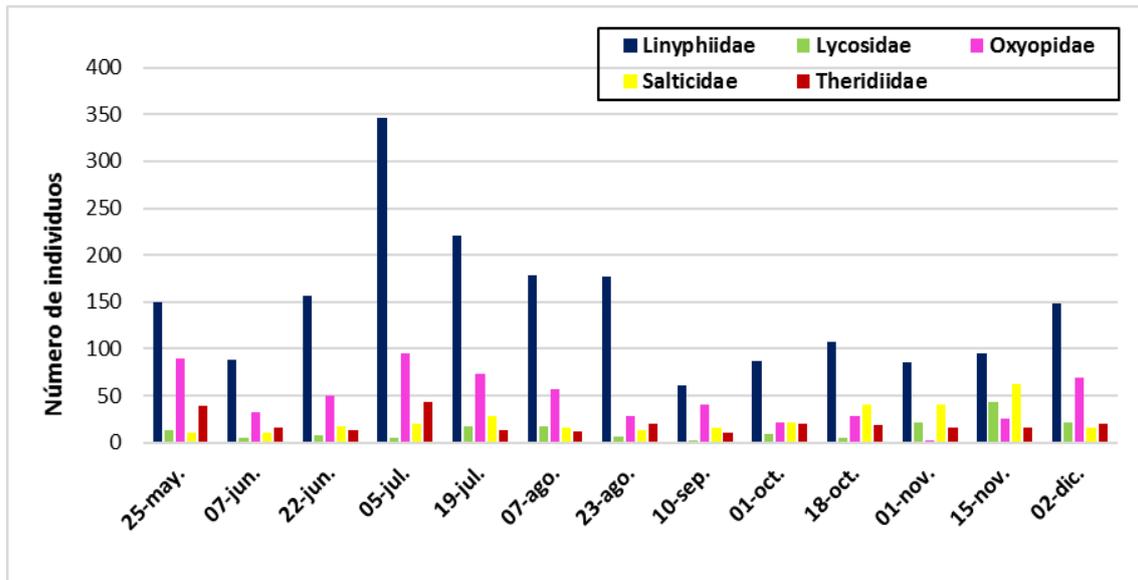


Fig. 50: Abundancia de las familias más frecuentes en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón, a nivel del estrato herbáceo en SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

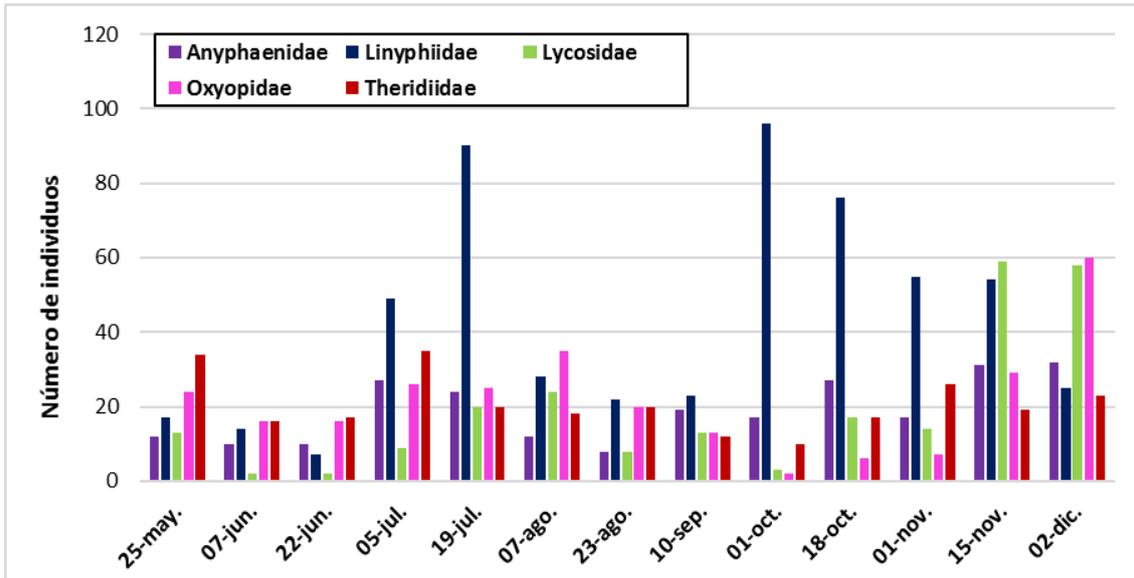


Fig. 51: Abundancia de las familias más frecuentes en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón, a nivel del estrato herbáceo en SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

En el estrato suelo se recolectaron 754 individuos en SAC 741 en SATA, observándose una mayor abundancia para ambos sistemas agrícolas durante los meses de octubre y noviembre (Fig. 52). Para SATA las familias más abundantes fueron Linyphiidae durante mayo y octubre y Lycosidae en octubre y noviembre (Fig. 53). Para SAC la familia más abundante fue Lycosidae durante los meses de octubre y noviembre, seguida por Theridiidae en el mes de noviembre y Tetragnathidae en octubre (Fig. 54).

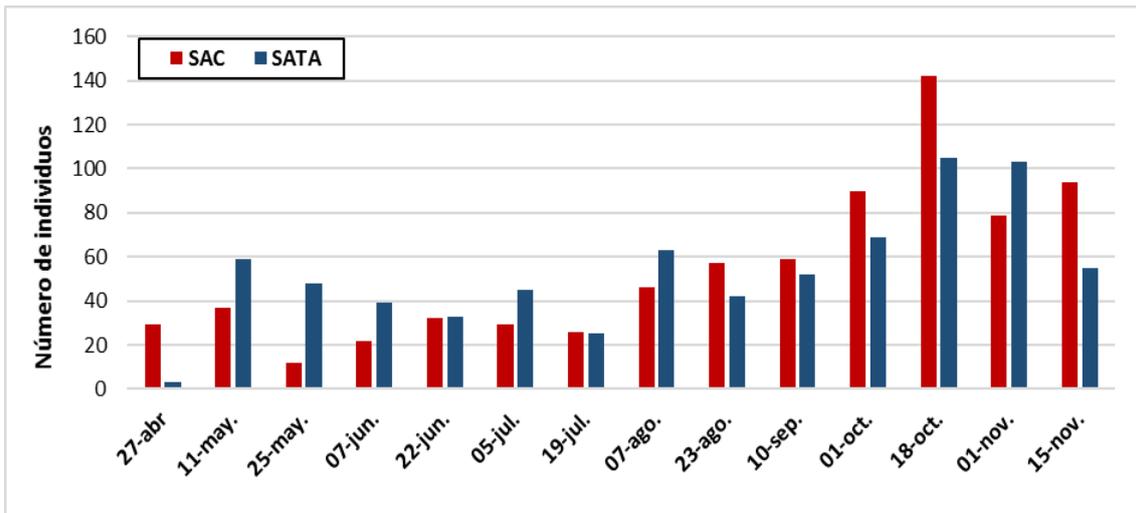


Fig. 52: Abundancia de las arañas presentes en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón a nivel del estrato suelo en ambos sistemas agrícolas (Bella Unión – Artigas, Uruguay).

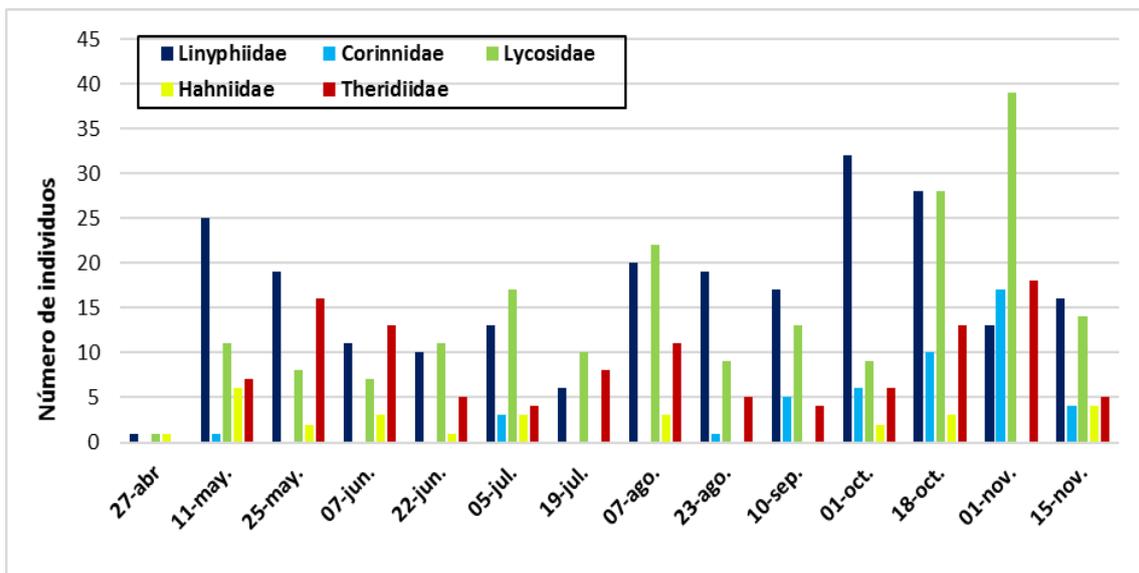


Fig. 53: Abundancia de las familias de arañas más frecuentes en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón a nivel del estrato suelo en SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

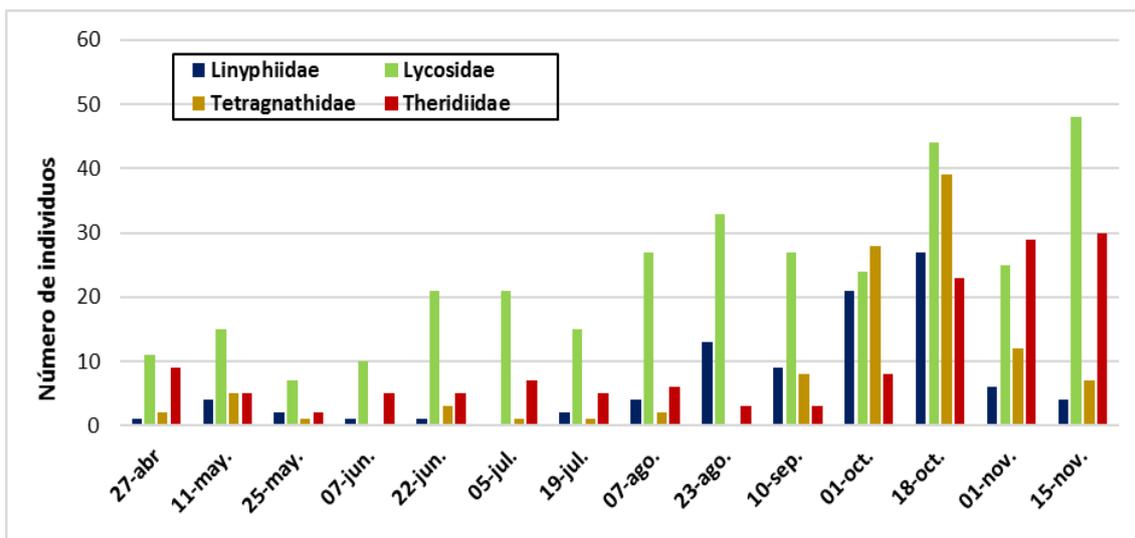


Fig. 54: Abundancia de las familias de arañas más frecuentes en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón a nivel del estrato suelo en SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN CIRCUNDANTE AL CULTIVO

En SATA se obtuvo una riqueza de 139 especies distribuidas en 27 familias, mientras que para el SAC se colectaron 130 especies distribuidas en 27 familias (Tabla 5). A través del análisis de las curvas de rarefacción se corrobora una mayor riqueza esperada de especies en el SATA que en el SAC (Fig. 55).

Las curvas correspondientes a los estimadores de riqueza no paramétricos (*Chao-2*, *Jacknife* de primer orden, *Jacknife* de segundo orden y *Chao-1*) en su mayoría presentaron una leve asíntota en ambos bordes de cultivos; siendo el estimador más bajo *Chao-2* (SAC: 165 especies, SATA: 155 especies) y el más alto *Jack-2* (SAC: 178 especies, SATA: 172 especies). Dichos estimadores estarían indicando que aún falta registrar un número importante de especies para completar el inventario de arañas en la vegetación circundante a los invernáculos con ambos sistemas agrícolas. La constancia de *singletons* y *doubletons* en SATA denota la presencia de especies raras, mientras que en SAC empiezan a disminuir los *doubletons* y los *singletons* tienden a aumentar, lo que

demuestra una elevada cantidad de especies raras en la vegetación circundante (Figs. 56 y 57) (Tabla 5).

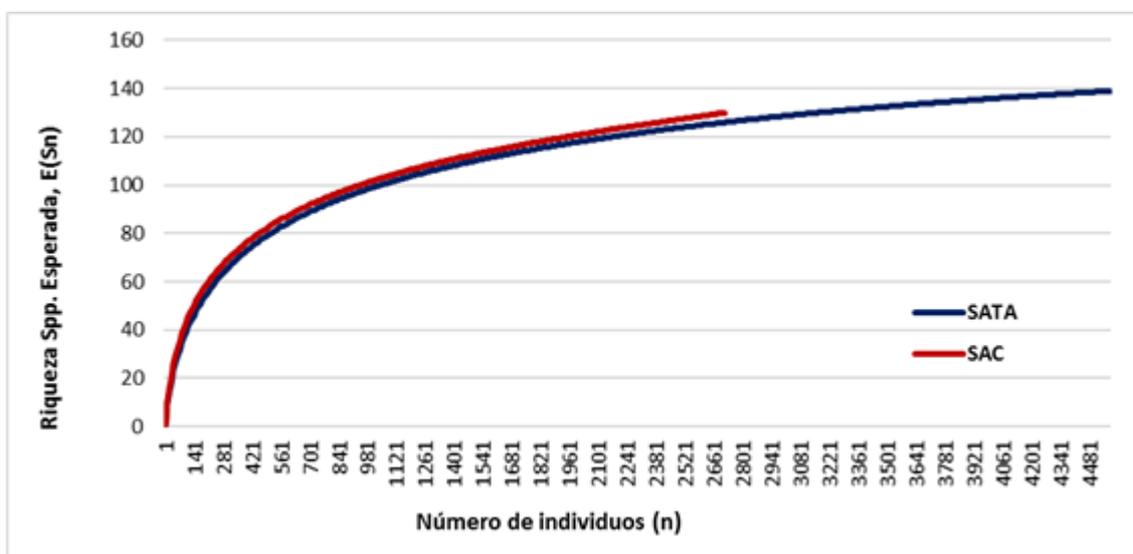


Fig. 55: Curva de rarefacción de especies esperadas en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

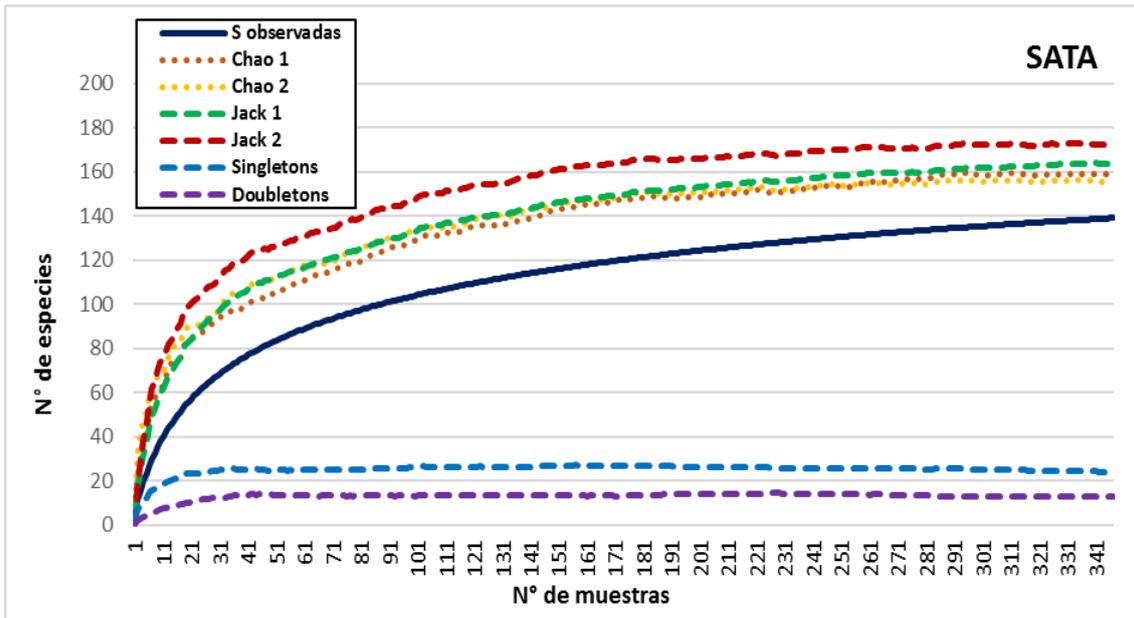


Fig. 56: Curvas de acumulación de especies de la riqueza estimada y observada por los estimadores no paramétricos y curvas de *singletons* y *doubletons*, en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón con SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

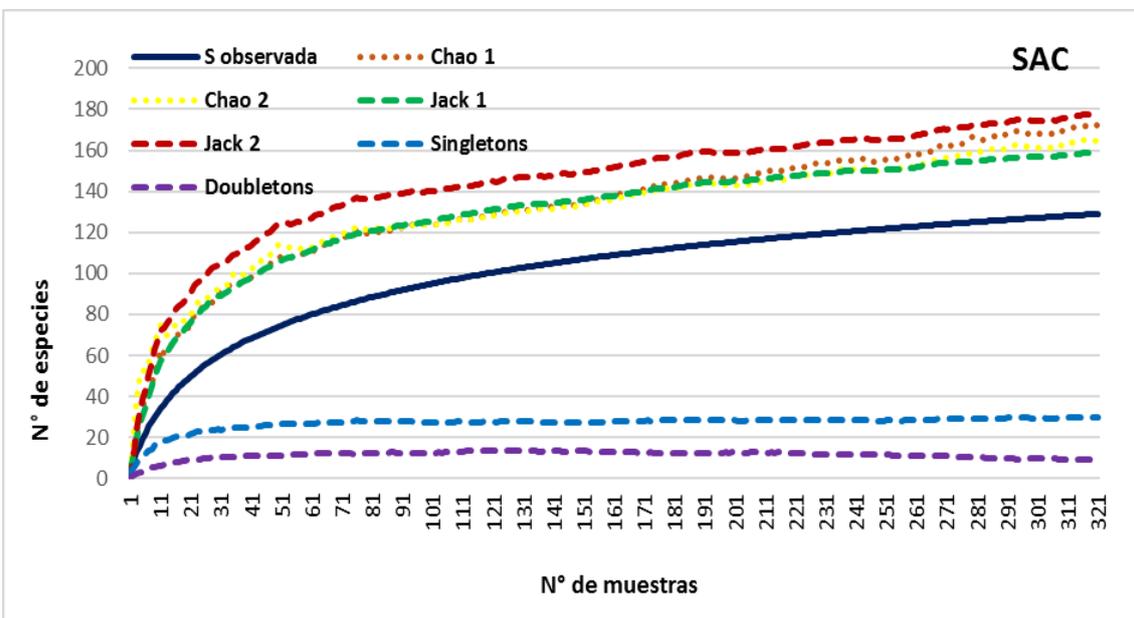


Fig. 57: Curvas de acumulación de especies de la riqueza estimada y observada por los estimadores no paramétricos y curvas de *singletons* y *doubletons*, en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón con SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

El índice de *Shannon*, mostró el mayor valor observado en SAC ($H'=3.84$) en comparación con SATA ($H'=3.62$), presentando entre ambos diferencias estadísticas significativas ($t_{H'(720.13)} = -7.2125$; $P < 0.005$). El índice de *Pielou* mostró una mayor equidad en SAC ($J=0.79$) en comparación al SATA ($J=0.73$). Al analizar la dominancia, tomando en cuenta la representatividad de las especies de arañas con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies, nos da como resultado según el índice de *Simpson*, que la mayor dominancia se encuentra en SATA ($D=0.05$) en comparación con SAC ($D=0.03$) (Tabla 5).

Tabla 5: Estimadores de riqueza y diversidad para la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

	SATA	SAC
Abundancia	4590	2723
Riqueza de especies	138	129
CHAO-1	158.71 ± 10.63	172.48 ± 21.78
CHAO-2	155.62 ± 8.78	165.14 ± 17.78
Jack-1	163.93 ± 5.01	158.91 ± 6.86
Jack-2	171.93 ± 0	177.82 ± 0
Singletons	24	30
Doubletons	13	9
Simpson	0.05452	0.03617
Shannon-Wiener	3.62	3.849
Equidad de Pielou	0.7347	0.792

En un análisis de diversidad de la vegetación circundante a los invernáculos, en el estrato suelo en ambos sistemas, se observó que la diversidad según *Shannon* fue mayor en SATA ($H'=3.526$) que en SAC ($H'=3.195$), presentando entre ambos diferencias estadísticas significativas ($t_{H'(720.13)} = -5.1521$; $P < 0.05$) y el índice de equidad de *Pielou* fue mayor en SATA ($J=0.81$) que en SAC ($J=0.76$). La mayor dominancia de especies según el índice de *Simpson*, correspondió a SAC ($D= 0.0695$) (Tabla 6). Al analizar el

comportamiento de la diversidad a nivel de estrato herbáceo, se observan diferencias con una mayor diversidad según *Shannon* en el SAC ($H'=3.67$) que en SATA ($H'=3.39$), presentando entre ambos diferencias estadísticas significativas ($t_{H'(720.13)} = -7.7743$; $P < 0.05$). El índice de *Pielou* corrobora las diferencias arriba descritas, SAC ($J=0.78$) y SATA ($J=0.71$), obteniéndose una mayor dominancia en SATA ($D=0.069$) que en SAC ($D=0.044$) (Tabla 6).

Tabla 6: Índices de diversidad a nivel del estrato suelo y herbáceo de la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

VEGETACIÓN CIRCUNDANTE	SATA		SAC	
	Estrato suelo	Estrato herbáceo	Estrato suelo	Estrato herbáceo
Riqueza (S)	78	114	66	106
Abundancia (N)	741	3849	754	1969
Dominancia (D)	0.04841	0.06931	0.0695	0.04453
Shannon (H')	3.526	3.391	3.195	3.675
Equidad (J)	0.8094	0.7161	0.7626	0.7881

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD BETA EN LA VEGETACIÓN CIRCUNDANTE AL CULTIVO

De forma general, el resultado de similitud cuantitativo según el índice de *Sorensen* entre la vegetación circundante de los invernáculos del SATA y SAC fue del 82.9%.

A nivel del estrato suelo de ambos cultivos, de acuerdo al índice de *Sorensen*, se observó una similitud del 33.3% y a nivel del estrato herbáceo una similitud del 64.28% (Fig. 58).

Tanto en SATA como en SAC se compartieron 107 especies, entre las cuales destacan *Oxyopes salticus*, Linyphiidae msp. 20, Linyphiidae msp. 09, Linyphiidae msp. 26, *Scolecuroa parilis*, *Erigone autumnalis*, *Moyosi rugosa*, *Allocosa* msp. 01, *Lycosa* msp.

01, *Theridion* msp. 01 y sp. 02, *Euryopis* msp. 02, *Glenognatha* cf. *florezi*, Anyphaenidae msp. 02 y Salticidae msp. 10.

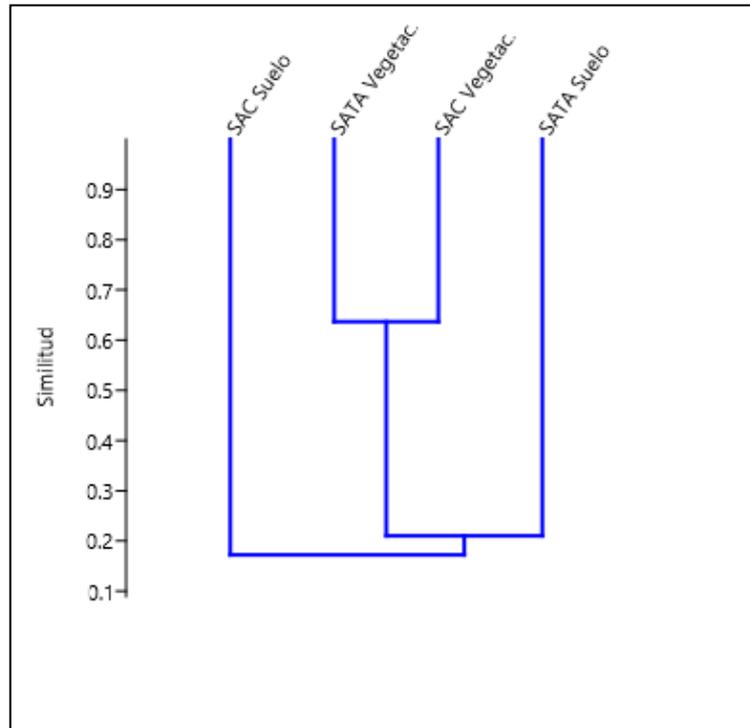
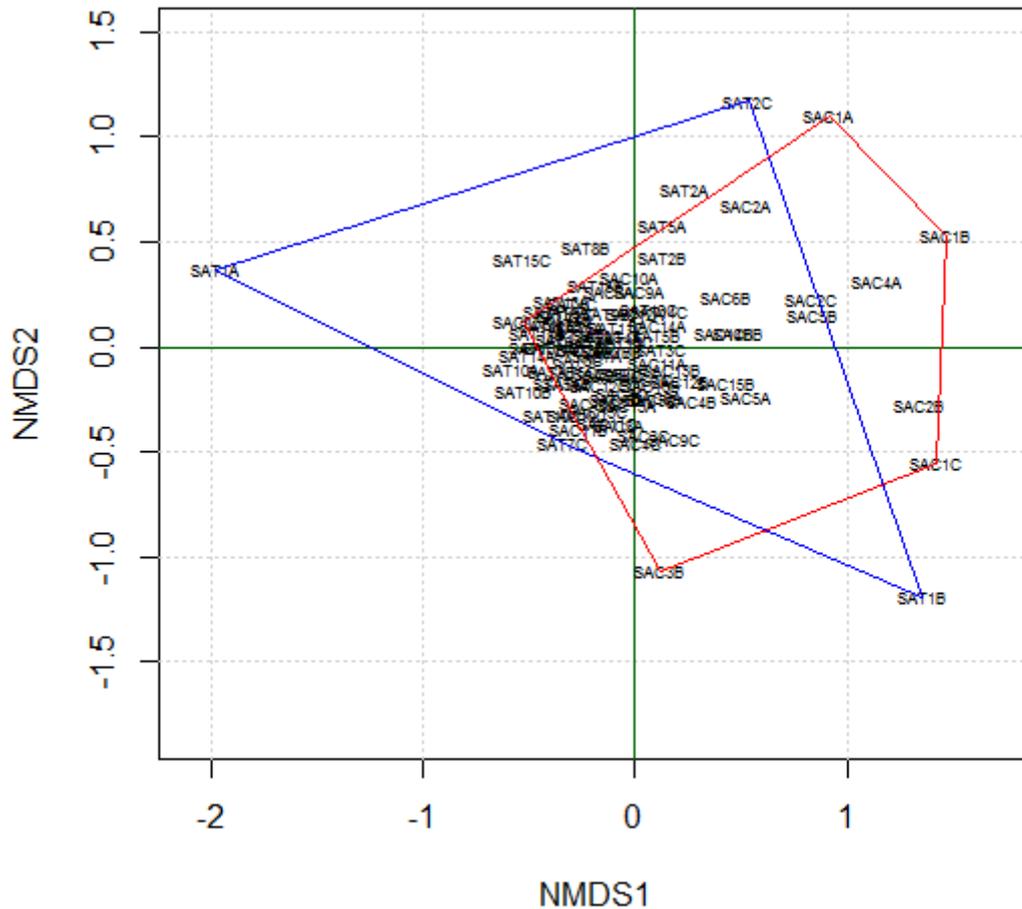


Fig. 58: Similitud del índice de *Sorensen* entre los estratos suelo y herbáceo, de la vegetación circundante a los invernáculos del cultivo de morrón con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

AGRUPAMIENTO DE LA ARANEOFAUNA EN LA VEGETACIÓN CIRCUNDANTE A LOS INVERNÁCULOS

La comunidad de arañas en SAC en ambos sistemas es en general homogénea, ya que la mayor proporción de ella, se encuentra agrupada tanto en SAC, como en SATA (Fig. 59). No existen diferencias en cuanto a agrupación entre ambos sistemas.



SAC: rojo, SATA: azul

Fig. 59: Agrupación de la araneofauna de la vegetación circundante a los invernáculos del cultivo de morrón en SAC (Sist. Convencional) y SATA (Sist. Transición agroecológica), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

ESTRUCTURA DE GREMIOS

Las arañas se estructuraron en ocho gremios, distribuidas en: tejedoras de tela orbicular, tejedoras de tela irregular, tejedoras de tela irregular tipo sábana, cazadoras corredoras en suelo, cazadoras en follaje, cazadoras al acecho, cazadoras por emboscada y Mygalomorphas.

Los gremios de mayor abundancia registrados para la vegetación circundante del SATA fueron las tejedoras de tela irregular tipo sábana, representadas por la familia Linyphiidae (29.14%), cazadoras al acecho con las familias Oxyopidae (8.51%) y Salticidae (4.46%) y tejedoras de tela irregular, representadas por Theridiidae (5.11%). Mientras que en la vegetación circundante del SAC, los gremios más abundantes fueron las tejedoras de tela irregular tipo sábana, representadas por Linyphiidae (8.9%), cazadoras corredoras en suelo con Lycosidae (7.79%) y tejedoras de tela irregular, representadas por la familia Theridiidae (5.57%) (Tabla 7, Fig. 60).

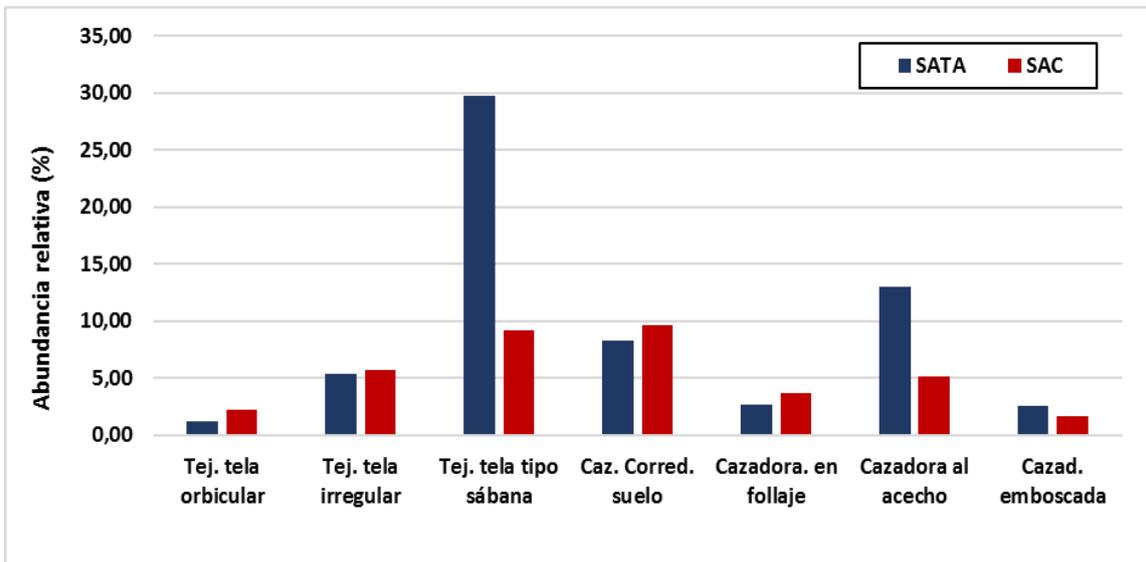


Fig. 60: Abundancia relativa de los distintos gremios de arañas de la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

Tabla 7: Abundancia relativa de las familias de arañas pertenecientes a los distintos gremios en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

GREMIOS DE ARAÑAS	FAMILIAS	SATA	SAC
Tejedora de tela orbicular	Araneidae	0.70%	0.45%
	Tetragnathidae	0.40%	1.71%
	Mysmenidae	0.11%	0.01%
Tejedora de tela irregular	Scytodidae	0.08%	0.01%
	Theridiidae	5.11%	5.57%
	Titanoecidae	0.11%	0.10%
	Amaurobiidae	0.03%	-----
Tejedora de tela irregular tipo sábana	Linyphiidae	29.14%	8.90%
	Hahniidae	0.57%	0.26%
Cazadoras corredoras en suelo	Ctenidae	0.08%	0.07%
	Xenoctenidae	0.12%	0.07%
	Corinnidae	1.49%	0.72%
	Trachelidae	0.23%	0.40%
	Gnaphosidae	0.70%	0.56%
	Lycosidae	5.14%	7.79%
	Oonopidae	0.14%	0.01%
	Zodariidae	0.34%	0.03%
Cazadoras en follaje	Sparassidae	0.14%	0.04%
	Cheiracanthidae	0.11%	0.07%
	Anyphaenidae	2.12%	3.39%
	Miturgidae	0.34%	0.21%
Cazadoras al acecho	Mimetidae	0.03%	-----
	Oxyopidae	8.51%	3.84%
	Salticidae	4.46%	1.34%
Cazadoras por emboscada	Pisauridae	-----	0.04%
	Thomisidae	0.94%	0.79%
	Philodromidae	1.60%	0.82%
Mygalomorpha	Theraphosidae	-----	0.01%
	Actinopodidae	0.03%	0.01%

I-Arañas tejedoras de tela orbicular. Se encuentran representadas por las especies *Alpaida versicolor* (Keyserling), *Argiope* sp., *Glenognatha* cf. *florezi*, *Leucauge* sp. y *Glenognatha australis* (Keyserling, 1883).

II-Arañas tejedoras de tela irregular. Se encuentran representadas por las morfoespecies *Theridion* msp. 01 y sp. 02 y *Euryopis* msp. 02.

III-Tejedoras de tela irregular tipo sábana. Representadas por las especies/morfoespecies Linyphiidae msp. 09, ME-20 y *Scolecuroa parilis*.

IV-Cazadoras corredoras en suelo. La familia Lycosidae es la más abundante en la vegetación circundante a los invernáculos de ambos sistemas, en la cual destaca la morfoespecie *Lycosa* msp. 01.

V-Cazadoras en follaje. Representada por las morfoespecies Anyphaenidae msp. 01, Anyphaenidae msp. 02 y Anyphaenidae msp. 05.

VI-Cazadoras al acecho. Representadas por la especie *Oxyopes salticus* y la morfoespecie Salticidae msp. 10.

VII-Cazadoras por emboscada. Destaca la morfoespecie Philodromidae msp. 02.

VIII-Mygalomorpha. Conformada por las familias Theraphosidae presente sólo en la vegetación circundante de los invernáculos del SAC y Actinipodidae (trap door) en ambos sistemas.

RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN CIRCUNDANTE AL CULTIVO

En la vegetación circundante a los invernáculos del cultivo de morrón, en ambos sistemas los dos gremios con mayor número de especies fueron: las cazadoras corredoras en suelo (SATA: 37 especies, SAC: 33 especies) y las tejedoras de tela tipo sábana (SATA: 28 especies, SAC: 24 especies), siguiendo los gremios de cazadoras al acecho (SATA: 22 especies, SAC: 18 especies), tejedoras de tela irregular (SATA: 19 especies, SAC: 16 especies) y tejedoras de tela orbicular (SATA: 13 especies, SAC: 17 especies) (Fig. 61). Las familias que tuvieron mayor riqueza de especies dentro del gremio de cazadoras corredoras en suelo fueron Lycosidae (SATA: 15 especies, SAC: 14 especies) y Corinnidae (SATA: 10 especies, SAC: 9 especies), en el gremio de tejedoras de tela tipo sábana la familia Linyphiidae (SATA: 26 especies, SAC: 22 especies), en el de cazadoras al acecho la familia Salticidae (SATA: 20 especies, SAC: 17 especies) y en el gremio de tejedoras de tela orbicular la familia Araneidae (SATA: 6 especies, SAC: 10 especies) (Fig. 62).

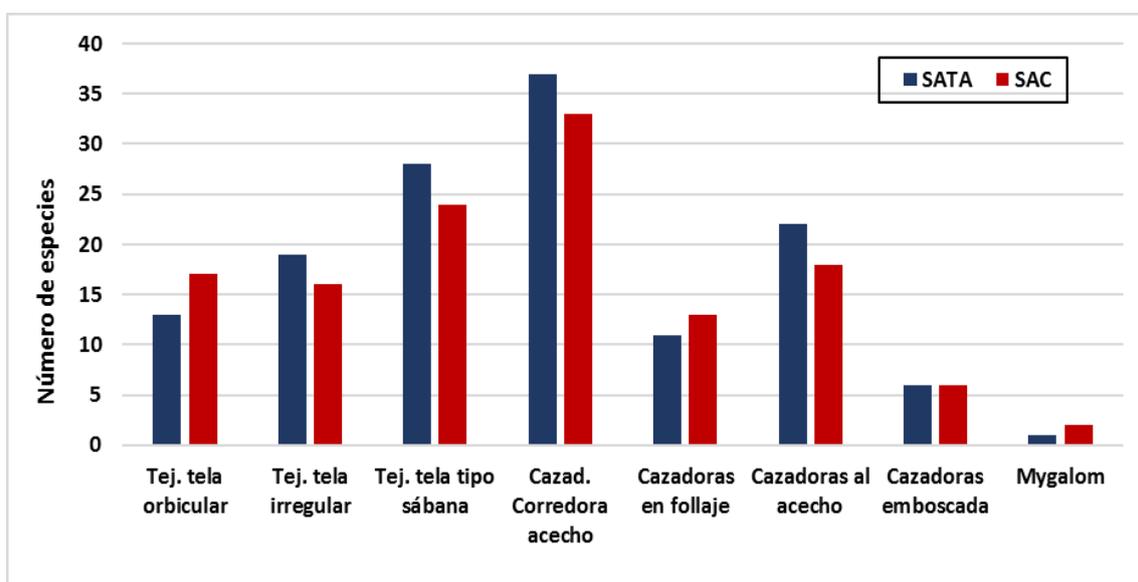


Fig. 61: Riqueza de especies recolectadas en los gremios presentes en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

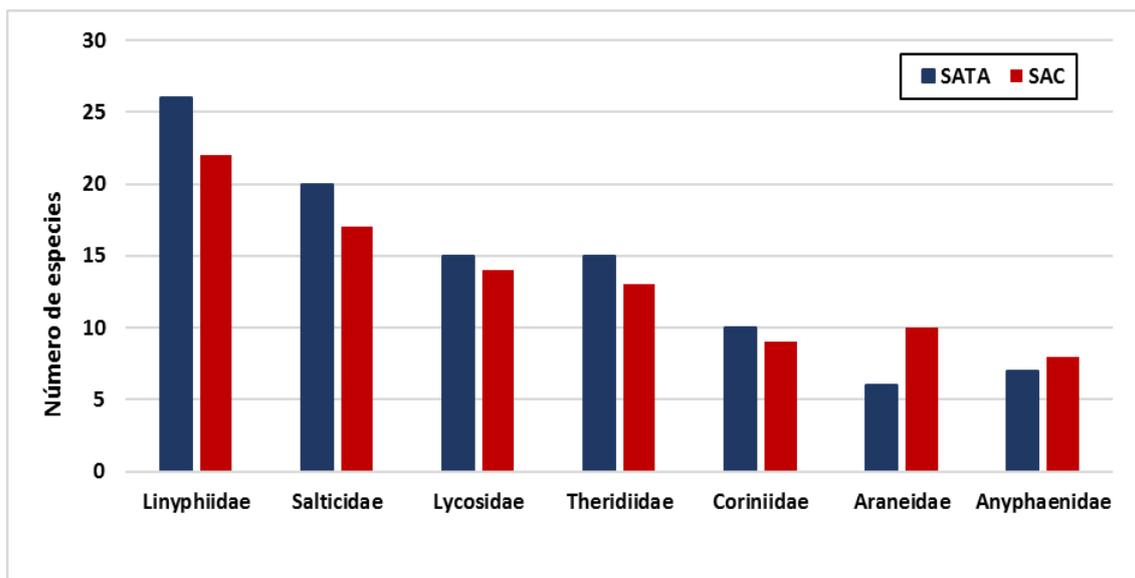


Fig. 62: Familias con mayor riqueza de especies presentes en la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

A través del análisis de diversidad a nivel de gremios en la vegetación circundante a los invernáculos del cultivo de morrón, se observó que la mayor diversidad de *Shannon* fue en el gremio de las cazadoras corredoras en suelo para SATA ($H' = 2.769$) mientras que para SAC la mayor diversidad fue en el gremio tejedoras de tela irregular tipo sábana ($H' = 2.643$) (Tabla 8).

Tabla 8: Estimadores de diversidad para los gremios de arañas de la vegetación circundante a los invernáculos, del cultivo de morrón bajo invernáculo con SATA (Sist. Transición agroecológica) y SAC (Sist. Convencional), Bella Unión – Artigas, Uruguay.

GREMIOS	SATA				SAC			
	N	S	Shannon - Wiener	D	N	S	Shannon - Wiener	D
Tejedoras de tela orbicular	88	13	1.998	0.1785	159	17	1.36	0.4831
Tejedoras de tela irregular	389	19	2.127	0.1605	415	16	2.001	0.1695
Tejedoras tela tipo sábana	2173	28	2.396	0.1372	670	24	2.643	0.09998
Cazadoras Corredoras suelo	603	37	2.769	0.1011	706	33	2.354	0.1654
Cazadoras en follaje	198	11	1.99	0.1698	271	13	1.818	0.1973
Cazadoras al acecho	949	22	1.31	0.4622	379	18	1.222	0.5567
Cazadoras de emboscada	186	6	1.067	0.4462	121	6	1.289	0.3412
Mygalomorphae	2	1	0	1	2	2	0.6931	0.5

DISCUSIÓN

COMUNIDAD DE ARAÑAS EN CULTIVOS DE MORRÓN BAJO INVERNÁCULO

Desde el punto de vista taxonómico, las familias de especies registradas en este estudio representan el 23.33% y 20.83% para el SATA y SAC, del total de familias citadas por el catálogo mundial de arañas (World Spider Catalog, 2020) y un 82% y 78.6% del total de familias de arañas reportadas para el Uruguay (Simó *et al.*, 2011) en ambos sistemas agrícolas respectivamente. Dichos porcentajes son considerados importantes para la araneofauna uruguaya, si se toma en consideración que se relevaron en zonas puntuales de ambientes antropizados.

Según los resultados obtenidos, el SATA demostró ser el más adecuado en cuanto a brindar refugios alternativos a enemigos naturales depredadores, como las arañas, representando el 81.32% del relevamiento con respecto al SAC. Resultados similares obtuvieron Baloriani *et al.* (2010), comparando la presencia de araneofauna en invernáculos pertenecientes al cinturón hortícola platense, entre sistemas convencionales y agroecológicos, concluyendo que los manejos convencionales con el uso de plaguicidas

y actividades como la labranza, afectan a las poblaciones de arañas en los cultivos y disminuye gravemente su presencia. Landis *et al.* (2005), Amaral *et al.* (2016) y Cotes *et al.* (2018) afirman que, en un sistema agroecológico, el crecimiento de plantas nativas espontáneas entre los cultivos mejora el impacto del enemigo natural, proporcionando alimento, refugio y huéspedes apropiados. Barbieri *et al.*, 2010 sostienen también que la presencia de plantas nativas genera una relación entre las plantas y la artropofauna benéfica, reduciendo la herbivoría en el cultivo. Para Armendano & González (2011a) la ventaja de un cultivo manejado con el sistema agroecológico, es la riqueza de depredadores, la cual incrementa el total de especies de insectos plagas consumidos. Estos presentan comportamientos de captura asociados a un microhábitat en particular, que es visitado por algunas especies de plagas, ya sean adultas o en algún estadio larval (Post & Riechert, 1977). Las arañas atacan a sus presas con relación a la tasa de encuentro, cuanto mayor es la densidad de la población presa, mayor será la proporción de ataques dirigidos a esas presas – plaga (Riechert & Gillespie, 1983).

Estudios realizados en diferentes tipos de cultivos como cereales, soja, cítricos, alfalfa, banana, algodón y nueces (Dippenaar-Schoeman *et al.*, 2001; Clough *et al.*, 2005; Beltramo *et al.*, 2006; Barrientos *et al.*, 2010; Armendano & González, 2011a, 2011b; Asarkar & Ade, 2017; Achitte-Schmutzler *et al.*, 2018), comprobaron que las diferentes especies de arañas juntas, funcionan mejor que las especies aisladas para el control de las plagas, mencionando a las arañas Linyphiidae y Lycosidae como las familias con mayor presencia de especies e individuos en los suelos del cultivo. Achitte-Schmutzler *et al.* (2018), mencionan también a las familias Corinnidae para el estrato suelo y Theridiidae para el estrato herbáceo, como las más representativas. En el SATA estas cuatro familias presentaron una mayor abundancia, mientras que para el SAC Corinnidae y Theridiidae no tuvieron mayor presencia, debido tal vez al tipo de manejo del cultivo que reduce la generación de posibles refugios.

Este estudio reporta 28 familias y 117 especies de arañas, de las cuales 108 especies pertenecieron al SATA y 72 al SAC, demostrando que el sistema agroecológico presentó una mayor riqueza de la araneofauna. También fue registrada esta tendencia en otros cultivos, como en cultivos combinados. En uno combinado de maíz – frijol – calabaza en Oaxaca – México, se obtuvo una mayor diversidad y abundancia de arañas que en un monocultivo de maíz (Martínez–Martínez *et al.*, 2016). En la misma zona, Santiago-

Pacheco *et al.* (2017), trabajaron en cultivos de maíz asociado con calabaza vs. monocultivos de maíz, donde obtuvieron una mayor diversidad y abundancia de la araneofauna en el cultivo combinado. Cultivos manejados con sistema agroecológico y orgánico con respecto a cultivos convencionales, demostraron también una mayor abundancia de arañas, como los resultados obtenidos por Vinothkumar (2012) en arroz agroecológico en la India, Birkhofer *et al.* (2008) en cultivos orgánicos y convencionales de tréboles en Suiza, Clough *et al.* (2005) en cultivos orgánicos y convencionales de trigo en Alemania, coincidiendo con nuestros resultados.

Entre las familias de arañas encontradas en ambos sistemas agrícolas, se destacaron por su abundancia relativa Linyphiidae, Corinnidae, Lycosidae y Theridiidae, coincidiendo con lo reportado por Balorani *et al.* (2010) en el cultivo de hortalizas bajo invernáculo. La diversidad y el impacto de las arañas en los cultivos de hortalizas no se conoce bien, pero existe evidencia de que son importantes depredadores de lepidópteros en los cultivos de *Brassica* sp. Según Senior *et al.* (2016) en un estudio realizado en Queensland – Australia, los Theridiidae fueron los más numerosos en cultivos de flor de cauli (coliflor), mientras que Lycosidae abundó en el cultivo de col china, depredando larvas de polilla *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae) y *Crociodolomia pavonana* (Lepidoptera, Crambidae). En Argentina Armendano *et al.* (2018) analizaron la mesofauna de un cultivo convencional de tomate y encontraron que Linyphiidae y Lycosidae fueron las familias más abundantes entre los depredadores. En Indonesia Memah *et al.* (2014) hicieron estudios en 4 tipos de cultivos: tomate, frijol, cebolla y maíz, encontrando que Lycosidae fue la familia dominante en todos los cultivos.

Con respecto a los estimadores de diversidad utilizados demostraron que el inventario de especies en el SATA es más completo que en el SAC. De acuerdo con Jiménez–Velarde & Hortal (2003), cuando se realiza un inventario de especies, al principio se recolectan especies comunes y la adición de especies se produce rápidamente, por tanto, la pendiente de la curva de acumulación de especies comienza a ser elevada. A medida que prosigue el muestreo, las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. En ninguno de los trabajos en que se realizaron inventarios de arañas se consiguió registrar la totalidad de las especies, ya que las curvas de acumulación de especies suelen quedar por debajo de la asíntota de la curva obtenida con los estimadores no paramétricos de

diversidad (Edwards, 1993; Samu & Lövei, 1995; Coddington *et al.*, 1996; Brennan *et al.*, 1999; Toti *et al.*, 2000; Sørensen *et al.*, 2002). Ambos sistemas agrícolas, exhibieron una alta diversidad de arañas. Los valores del índice de Margalef mayores a 5 encontrados en SATA indicarían una alta diversidad específica (Magurran, 1988).

A nivel del estrato suelo se registró el 96% de los individuos recolectados, lo cual era de esperarse, debido a que las trampas pitfall estuvieron colocadas durante 15 días antes de cada reposición, a diferencia del estrato herbáceo en el que la recolección se realizó una vez cada 15 días. Las arañas Linyphiidae y Lycosidae fueron abundantes, coincidiendo con Benamú & Aguilar (2001), Benamú (2004, 2010), Armendano (2008), Rivera (2013), Memah *et al.* (2014), existiendo gremios de arañas que son frecuentes y que están asociados a los cultivos, por lo que están presentes casi siempre (Vasconcellos-Neto *et al.*, 2017). La predominancia de Lycosidae y Linyphiidae en trampas pitfall en climas templados (Costa *et al.*, 1991), fue confirmada en este estudio. Lycosidae comprende a arañas vagabundas y caminadoras de suelo, y Linyphiidae construye pequeñas telas tipo sábana muy cerca del suelo. Para Bishop & Riechert (1990) y Minervino (1996), estas familias son consideradas como los primeros colonizadores de campos cultivados. Las arañas cursoriales realizarían la colonización a corta distancia, mientras que a largas distancias se deberían a dispersiones aéreas (ballooning), típicas de arañas juveniles (Liljesthröm *et al.*, 2002; Pearce *et al.*, 2004; Öberg *et al.*, 2007).

La presencia de algunas familias exclusivamente en trampas de caída, como Actinopodidae (Mygalomorphae) se pudo deber a que viven subterráneamente en cuevas con tapa mientras que los machos son vagabundos. Estas arañas son nocturnas, y por ello no aparecieron en la recolección manual que fue siempre diurna, similar a lo encontrado por Benamú (2004) en muestreo con trampas de caída en cultivos de limón.

La mayor proporción de arañas adultas observadas en ambos sistemas agrícolas, ocurrió durante los meses de setiembre y noviembre, meses que corresponden a épocas reproductivas y a su vez a etapas claves dentro de la fenología del cultivo, coincidiendo de esta manera con la distribución espacio temporal de los principales fitófagos del morrón. De acuerdo a Monzó *et al.* (2011), dicha presencia durante todo el año, incluso cuando aún no ha llegado una plaga determinada, ayuda a evitar los brotes de éstas.

La presencia de machos durante el muestreo, coincidió con las etapas fenológicas del morrón presentes a finales del invierno y en primavera, lo cual correspondería a la actividad sexual y cópula de la mayoría de las arañas, sincronizando las generaciones con el periodo de vegetación principal como mencionan Samu & Szinetar (2002). La dominancia de los juveniles en SAC sobre los adultos en el muestreo manual, fue notoria, (41.64%), lo que ya había sido reportado por Costa *et al.* (1991) y Pérez-Miles *et al.* (1999), en campos no cultivados. Por lo general en la araneofauna en campos de cultivo, los juveniles son numéricamente dominantes durante todo el año (Dean & Sterling, 1987; Nyffeler, 1999; Nyffeler *et al.*, 1994; Bao *et al.*, 2018), lo que no ocurrió en SATA, ya que fueron los machos adultos los más abundantes. La abundancia de juveniles por sobre los adultos puede representar una estrategia de dispersión (Suter, 1999; Topping, 1999), siendo muy frecuente en esta etapa de desarrollo de las arañas (Pearce *et al.*, 2005). De acuerdo a Turnbull (1973), la ocurrencia de juveniles y de adultos en el cultivo, fundamentalmente estos últimos sobre el suelo, indicaría que los mismos se reproducen en el campo de cultivo. La mayor proporción de machos adultos en relación a las hembras encontradas a nivel del suelo, podría deberse a su mayor movilidad durante la actividad sexual en búsqueda de las hembras, coincidiendo con lo encontrado por Benamú (2004, 2010).

La conformación de ocho gremios de arañas representados principalmente por las familias Salticidae, Theridiidae, Anyphaenidae, Araneidae, Ctenidae y Gnaphosidae; tuvo una alta riqueza de especies en el SATA a pesar de la baja abundancia de ellas. Las diferentes estrategias de captura de presas trabajando en conjunto son importantes para el control de plagas. En el SAC se encontraron igual número de familias y gremios, pero con una considerable disminución en la riqueza de especies y su respectiva abundancia, lo cual refleja el uso de plaguicidas y trabajos de labranza que afectan a las poblaciones de arañas.

El gremio de las tejedoras de tela irregular tipo sábana tiene a la familia Linyphiidae, como su mayor representante en diferentes tipos de cultivos. Estudios realizados por Harwood *et al.* (2001), Harwood & Obricky (2007), Rojas-Buffet *et al.* (2015), Achitte-Schmutzler *et al.* (2018), hablan sobre la importancia de la familia Linyphiidae como posibles bio-controladores en los cultivos, ya que dependiendo de la especie de araña y del tipo de presa que consumen, construyen telas en diferentes partes de la planta. Siendo

la especie dominante en ambos sistemas agrícolas, *Erigone autumnalis* (Araneae, Linyphiidae), dicha especie coloca pequeñas redes al ras del suelo (Harwood & Obricky, 2007), lo que explica su abundancia en este estrato. Su estrategia de alimentación las lleva a alejarse de la red y utiliza esta como base desde la cual persigue activamente a la presa (Alderweireldt, 1994). Es una eficiente controladora de colémbolos que son sus presas habituales (Marcussen *et al.*, 1999; Bilde *et al.*, 2000; Agustí *et al.*, 2003), pero también captura dípteros, trips, pequeños cicadélidos, larvas de primer estadio de coleópteros y algunos himenópteros (Harwood & Obricky, 2007). Esta araña, junto con otras especies de linfidos es muy frecuente en los sistemas agrícolas, por lo que se han realizado numerosos estudios para conocer el potencial bio-control que pueden ejercer sobre las plagas (Nentwig, 1980; Alderweireldt, 1994; Harwood *et al.*, 2001, 2003; Schmidt & Tschamntke, 2005; Rojas-Buffet *et al.*, 2015).

Otro gremio frecuente en los cultivos es el de cazadoras corredoras en suelo con las familias Lycosidae y Corinnidae como sus mayores representantes. Estas familias suelen ser frecuentes en los cultivos tanto en Estados Unidos, como en Latinoamérica (Nyffeler & Sunderland, 2003). En Argentina Baloriani *et al.* (2010) realizaron un estudio similar al presente trabajo, pero en cultivos de hortalizas y obtuvieron similares resultados en los que las familias mencionadas fueron las más abundantes. Las arañas de la familia Lycosidae son cazadoras activas de suelo, se esconden bajo pequeñas rocas preferentemente en lugares de alta humedad, adaptándose también a lugares con suelo descubierto gracias a que pueden mimetizarse entre las rugosidades de la superficie. Son arañas nocturnas en su mayoría, lo cual les permite escapar de las aplicaciones de plaguicidas (Baloriani *et al.*, 2010). Dos de las especies abundantes de la familia Lycosidae en este estudio pertenecen a los géneros *Lycosa* y *Allocosa*, los cuales han sido encontrados con frecuencia en cultivos en los que la humedad es importante. Estas arañas se encontraron en un cultivo de soja en Uruguay en donde representaron un papel importante en el control de grillos, hemípteros y colémbolos en suelo (Lacava, 2014). Del mismo modo en Argentina en varias localidades del país en donde se cultiva soja, los licósidos jugaron un papel importante en el control de plagas (Liljestrom *et al.*, 2002; Beltramo *et al.*, 2006; Benamú, 2010; Almada *et al.*, 2016).

Los Corinnidae también son cazadores activos que viven en el suelo entre los estratos bajos de la vegetación y los terrones de tierra. Muchas de las especies de esta familia son

mirmecomorfas (Raven, 2015), de hábitos nocturnos y se les puede encontrar en los cultivos. *Falconina gracilis* (Keyserling) fue otra de las especies abundantes en el cultivo de morrón, pero en este caso sólo en el SATA. Dicha araña abunda en los cultivos y es una especie potencial para ser considerada en el control biológico (Cividanes *et al.*, 2009) ya que sus presas habituales son hormigas.

COMUNIDAD DE ARAÑAS EN LA VEGETACIÓN CIRCUNDANTE DEL CULTIVO DE MORRÓN BAJO INVERNÁCULO

La presencia de vegetación circundante a los invernáculos, compuesta principalmente por franjas de plantas de crecimiento espontáneo no cultivadas, suministrarían refugios y recursos alimenticios a los distintos enemigos naturales, aun cuando la densidad poblacional de las plagas es baja (Amaral *et al.*, 2013). La abundancia de arañas observadas en la vegetación circundante podría estar relacionada con el incremento estructural de las plantas, sobre todo en el SATA, coincidiendo con Feber *et al.* (1998). Este incremento podría ofrecer condiciones para un número importante de fitófagos como fuente de consumo potencial para las arañas. Dicha abundancia se pudo dar posiblemente a la variedad de malezas existentes. Según Duffey (1975), éstas contribuyen con la formación y estructura de nuevos hábitats, condicionando microclimas y variedad de biotopos. Es así que los hábitats seminaturales con diversidad de plantas hospederas y disponibilidad de presas, han demostrado ser un factor importante para la conservación de especies de arañas (Bogya & Marko, 1999; Pfiffner & Luka, 2003; Schmidt *et al.*, 2005a; Monzó *et al.*, 2009, 2011). Estos nuevos hábitats cambian conforme crece el cultivo, modificando la preferencia y eficiencia de captura de presas de los distintos gremios de arañas (Benamú, 2001, 2010; Ysnel & Canard, 2000; Symondson *et al.*, 2002; Liljesthrom *et al.*, 2002; Armendano 2008). Para Halaj *et al.* (2000). Existiría una asociación entre las malezas y la abundancia de predadores, siendo utilizados como refugios naturales, y colaborando con la diversidad de las arañas, favoreciendo de esta forma la supervivencia, dispersión y colonización del campo (Benamú, 2001, 2004). Se consideró que las menores abundancias y riqueza de especies en el SAC, se pudo deber a las continuas labores agrícolas usuales en este campo de cultivo. Las aplicaciones de insecticidas, herbicidas y alteraciones mecánicas (poda, defoliación, segado, fumigación por aspersión, etc.) dentro de los invernáculos y en la vegetación circundante a los

invernáculos, representarían fuentes directas de mortalidad para las poblaciones de arañas, e indirectas, por modificación de microhábitats, destrucción de refugios, nidos y ootecas (Riechert & Lockley, 1984). A corto y mediano plazo, representa además un empobrecimiento drástico de la oferta de presas.

Como resultado en ambos sistemas agrícolas, se ha registrado un número alto de arañas en comparación con el cultivo de morrón bajo invernáculo; representando el 24.16% y 23.33% para SATA y SAC respectivamente del total de familias citadas en el catálogo mundial de arañas (World Spider Catalog, 2020) y un 55.6% del total de familias de arañas reportadas para el Uruguay (Simó *et al.*, 2011). No era esperable encontrar esta alta diversidad por encontrarse en ambientes antropizados, siendo alterados constantemente por podas sucesivas y eliminación a través de la utilización de herbicidas, como en el SAC.

Este estudio registró 29 familias y 160 especies de arañas en la vegetación circundante, de las cuales 139 especies pertenecieron al SATA y 130 al SAC, compartiendo entre ambos sistemas 107 especies. Esta similitud en la riqueza podría deberse a la diversidad de plantas en la vegetación circundante a pesar de las podas a las que fueron sometidas en el SAC, también a la preferencia de algunos insectos por estas plantas, lo que se refleja en las arañas, por su presencia ante la disponibilidad de posibles presas (Amaral *et al.* 2016) A diferencia de los cultivos en invernáculo, en la vegetación circundante la predominancia de los juveniles fue alta, estando representada en SATA por un 34.24% y en SAC por 23.04% coincidiendo con trabajos realizados por Duffey (1962), Perez-Miles *et al.* (1999). Para Monzó *et al.* (2011), la presencia de juveniles puede garantizar una presencia permanente de depredadores durante el año en la vegetación circundante, y así mantener un control sobre los insectos nocivos al cultivo.

El 79.55% de las arañas recolectadas en la vegetación circundante estuvieron presentes en el estrato herbáceo, coincidiendo con estudios realizados en ají picante en Brasil (Amaral *et al.*, 2016) y en cultivos de vides en el noreste de Israel (Shapira *et al.*, 2018), en donde obtuvieron una alta abundancia en las plantas no cultivadas, debido a la diversidad de vegetación que beneficiaba la presencia de diferentes gremios de arañas. Esto se pudo apreciar en el SATA, ya que presentó más del 60% de especímenes, debido a que la vegetación circundante no fue alterada, presentando un menor grado de disturbio que el propio cultivo, en contraste con el SAC, en donde la vegetación fue podada en

diferentes ocasiones, perjudicando a la fauna benéfica refugiada (Thorbeck & Bilde, 2004; Cárdenas *et al.*, 2006).

Se pudo constatar una mayor diversidad en la vegetación circundante a los invernáculos que, en el propio cultivo de morrón, coincidiendo con otros autores, que lo atribuyen a la existencia de fuentes alternativas de presas (Bayram & Luf, 1993, Norris & Kogan, 2005). También funciona esta vegetación circundante e intercultivo como áreas de refugio, desde donde pueden dispersarse a los sitios de cultivo (Minervino, 1996; Lemke & Poehling, 2002; Liljesthröm *et al.*, 2002; Weyland, 2005; Schmidt & Tschardt, 2005a; Öberg & Ekblom, 2006; Benamú 2010). También Beltramo *et al.* (2006) señalaron que la vegetación en los márgenes del cultivo, podría contribuir a la colonización por parte de arañas de traslado aéreo, así como a la recolonización post aplicación de plaguicidas u otros disturbios. La diversidad del paisaje es considerada como un factor importante en la determinación de los ensambles de arañas (Isaia *et al.*, 2006). El incremento de la diversidad cuando se implementan bandas sin cultivos, Inter cultivos, “mulching”, y/o se tolera la presencia de ciertas malezas, ha sido reportado por Sunderland & Samu (2000).

Varios autores coinciden en que la vegetación que rodea a los cultivos es altamente diversa en enemigos naturales de plagas, entre ellos las arañas, siendo las familias más frecuentes Linyphiidae, Lycosidae, Oxyopidae y Theridiidae (Sunderland, 1999; Clough *et al.*, 2005; Öberg *et al.*, 2007; Benamú, 2010; Armendano & González, 2011; Pommeresche *et al.*, 2013). A diferencia del cultivo de morrón, la familia Linyphiidae (perteneciente al gremio de las tejedoras de tela irregular tipo sábana) tuvo varias especies dominantes: *Scolecuroidea parilis* Millidge, 1991; *Erigone autumnalis* Emerton, 1882; *Moyosi rugosa* (Millidge, 1991) y dos especies no identificadas. Linyphiidae es una familia abundante en los cultivos y en la vegetación que se utiliza como refugio de fauna benéfica, por lo que brindan un apoyo constante en el control de plagas (Hardwood & Obrick, 2005, 2007).

La familia Lycosidae perteneciente al gremio de las cazadoras corredoras en suelo, es también notoriamente más abundante en la vegetación circundante que en el cultivo, con pocas diferencias de especies respecto a los invernáculos. Un estudio realizado por Öberg *et al.* (2007) en ocho campos de cereales orgánicos de Suiza, sembrados en primavera en márgenes de campo, bordes intercultivo, encontraron que los márgenes de campo eran importantes para mantener la densidad y actividad de los licósidos, ya que se mueven en

áreas más pequeñas que los linífidos, debido a sus modos de dispersión. Ellos observaron que los bordes heterogéneos contenían más riqueza de especies que los campos. En este estudio la vegetación circundante fue homogénea, por lo tanto, creemos que puede ser una causa para que la riqueza de especies fuese similar a la del cultivo.

Dentro del gremio de cazadoras al acecho, una familia que se destacó en la vegetación circundante y que no se encontró en los cultivos, fue Oxyopidae, representada por una única especie *Oxyopes salticus* Hentz, 1845. Esta especie fue más abundante en el SATA que en el SAC, pero fue una de las especies dominantes en el SAC. Dicha araña ha sido ampliamente estudiada a lo largo de los años como una de las principales controladoras de plagas en cultivos y en la vegetación de refugio (Young & Lockley, 1985). Se reporta que *Oxyopes* spp. captura 28 especies de insectos identificadas en 8 órdenes y depreda varias especies de plagas, entre las que se encuentran las larvas de *Heliothis* spp. (Whitcomb & Bell, 1964). *Oxyopes salticus* juega un rol importante en el control de plagas, ya que estudios en algodón reportaron que redujo 88% las larvas de *Heliothis* spp. en Estados Unidos y tres especies de *Oxyopes* se utilizan en los cultivos de algodón en Australia (Riechert, 1974). Además, en cultivos de soja tiene una alta eficacia depredadora de larvas de la familia Noctuidae (McCarty *et al.*, 1980; Ragsdale *et al.*, 1981) y en cultivos de sorgo, alfalfa, alcanfor, té mexicano, tabaco, maíz, arroz y varios frutales tiene una elevada abundancia y una clara preferencia por las larvas y adultos de diferentes plagas (Young & Lockley, 1985). También se ha reportado una alta presencia de estas arañas en cultivos no agrícolas, siendo así un huésped constante en la vegetación de refugio (Stadelbacher & Lockley, 1983). La familia Salticidae no fue abundante en el cultivo, a pesar de tener una riqueza media, pero sí se destacó en la vegetación circundante tanto en riqueza (20 especies) como en abundancia. Debido al comportamiento de caza de esta familia, siempre se les encuentra activas en las plantas (Rubio *et al.* 2019).

En el gremio de las tejedoras de tela irregular, la familia Theridiidae estuvo mayoritariamente en la vegetación circundante (19 especies) y en el cultivo de morrón (12 especies), entre las que se destacaron dos especies no identificadas del género *Theridion* y una del género *Euryopis*, siendo estas las más abundantes en ambos sistemas agrícolas. También estuvieron las especies *Steatoda* ca. *ancorata*, *Guaraniella* sp. 1, *Theridion* ca. *evexum* y *Theridion* ca. *moran* que no fueron representativas dentro del cultivo del morrón, pero que se destacaron en la vegetación circundante. En la vegetación

circundante a los invernáculos del SAC es la que tiene una mayor abundancia de individuos de Salticidae, debido al tipo de vegetación, principalmente gramíneas, pero también fabáceas como *Medicago* sp. que atrae plagas como pulgones, gorgojos, chicharritas, y larvas de diferentes especies de polillas (Alarcón-Zuniga *et al.*, 2008); y Asteráceas como *Taraxacum* sp., las cuales atraen principalmente insectos polinizadores por su néctar azucarado (Torres & Galetto, 2008). La familia Tetragnathidae perteneciente al gremio de las tejedoras de tela orbicular, presentó una especie del género *Glenognatha* que destacó de las demás en la vegetación espontánea circundante al SAC y que no fue abundante en el cultivo. Según Chapman *et al.* (2013) este género es frecuente en los cultivos y en la vegetación que sirve de refugio, alimentándose de colémbolos y áfidos.

Dentro del gremio de las cazadoras corredoras en follaje encontramos a la familia Anyphaenidae, que no fue abundante en el cultivo con una riqueza media, pero tuvo una riqueza y abundancia altas en la vegetación circundante, mayor en SAC con relación a SATA. Esta familia de hábitos nocturnos, suele construir refugios plegando los bordes de las hojas o dentro de los órganos de fructificación (Aguilar & Güérovich, 1978)

En el gremio de cazadoras por emboscada, la familia Philodromidae tuvo sólo dos especies, y sólo una de ellas destacó en la vegetación circundante en ambos sistemas en comparación con el cultivo donde se encontraron sólo dos individuos. Otra familia perteneciente a este gremio es Thomisidae que no se encontró en el cultivo y que cuenta con 5 especies en la vegetación circundante, dos de las cuales sólo tuvieron un individuo. Los individuos de esta familia suelen posarse en las flores y en las hojas para emboscar a los insectos que se acercan a libar flores, por lo que es probable que se encuentren en el exterior de los invernáculos esperando a polinizadores (Morse, 1993; Romero & Vasconcelos-Neto, 2004; Rocha-Filho & Rinaldi, 2011).

Churchill (1997) afirma que las arañas son útiles como indicadores de cambios ecológicos, cumplen con una serie de requisitos fundamentales, son diversas y abundantes, fáciles de muestrear, funcionalmente significativas e interactúan con su ambiente pudiendo reflejar aspectos de cambios ecológicos.

Las arañas en agroecosistemas cultivables consumen presas en relación a su número, diversidad y tamaño, reduciendo significativamente el número de insectos, incluyendo

plagas agrícolas. La comunidad de arañas, como enemigos naturales, puede ser utilizada como control biológico de insectos plaga, incluso en condiciones de cultivo convencional, debido a que algunas especies de arañas fueron resistentes al manejo y productos químicos sintéticos utilizados. Con este tipo de estudio se intenta concientizar a los productores, a reducir el uso indiscriminado de plaguicidas y fomentar la incorporación de vegetación circundante a los invernáculos, como cobertura de suelo y refugios naturales para arañas y otros enemigos naturales, que beneficiarían la salud de sus cultivos, su economía y la calidad del suelo y el ambiente a mediano y largo plazo, generando una producción más saludable.

CAPÍTULO II

EFFECTOS ECOTOXICOLÓGICOS DE PLAGUICIDAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS ARAÑAS

INTRODUCCIÓN

Según la definición de FAO, los plaguicidas son sustancias destinadas a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, ya sean plantas o animales, durante la producción, almacenamiento y transporte agrícola (FAO, 2015). Estos plaguicidas se utilizan en todo el mundo con más o menos restricciones dependiendo del continente. En Uruguay están autorizados 81 plaguicidas altamente peligrosos, de los cuales 41 están prohibidos en la Unión Europea y la OMS consideró que 17 de estos provocan toxicidad aguda y 7 están dentro de las categorías 1a (extremadamente peligroso) y 1b (altamente peligroso) (Cárcamo, 2020). Sin darse cuenta, el ser humano convive a diario con estos plaguicidas y la forma en que las personas están más susceptibles a los impactos de ellos, es a través de los alimentos. Los cultivos de estos alimentos se ven afectados por insectos perjudiciales y para controlarlos se utilizan productos químicos que reportan beneficios agrícolas, y en el proceso, estos químicos causan daños severos en los ecosistemas y en la salud (Burger & Fernández, 2004; Bassil *et al.* 2007; Metayer *et al.* 2018). Entre los daños a los ecosistemas se encuentran la desertificación del suelo, la muerte de la vida silvestre, la reducción de la biodiversidad y el uso excesivo de los recursos de agua dulce (Valavanidis & Vlachogianni, 2010). Ensayos realizados alrededor del mundo sobre los efectos de agroquímicos en la fauna benéfica de los cultivos, prueban que en aquellos cultivos en donde los plaguicidas no han matado a los artrópodos benéficos cuando se hizo la fumigación, sí los han afectado a nivel comportamental y fisiológico, reduciendo así su efectividad controladora, pudiendo crear riesgos para la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas (Desneux *et al.*, 2007; Benamú *et al.*, 2010, 2013, 2017; El-Wakeil *et al.*, 2013; Cristi de Barros *et al.*, 2015; Dake *et al.*, 2017; de França *et al.*, 2017), por lo que los artrópodos son un grupo importante de macroorganismos que trabajan para mantener la salud de los agroecosistemas (Cristi de Barros *et al.*, 2015) y que, entre los artrópodos benéficos más afectados por estos plaguicidas, se encuentran las arañas. En una revisión acerca de los efectos ecotoxicológicos de los agroquímicos, Pekár (2012) reportó 130 pruebas relacionados con acaricidas, insecticidas, fungicidas y herbicidas en más de 40 especies de arañas, en condiciones de laboratorio y campo, revelando efectos indirectos a través del hábitat y la interrupción de la presa.

En Latinoamérica se han llevado a cabo diversos estudios con plaguicidas sobre arañas e insectos controladores. Benamú *et al.* (2007, 2010, 2013, 2017) realizaron bioensayos

sobre la araña tejedora *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae), con cipermetrina, endosulfán, spinosad y glifosato, en donde no sólo comprobaron los efectos letales de algunos de estos, sino los efectos subletales que afectan a la actividad biológica de esta araña, desde la locomoción, construcción de tela, captura de presas, hasta la fertilidad y fecundidad. Así mismo, insecticidas compuestos por neonicotinoides + piretroides, alcanzaron a cambiar las propiedades físicas de las telas de *Parawixia audax* (Araneae, Araneidae), así como la composición de aminoácidos y la nano estructura de la seda. Cristi de Barros *et al.* (2015) comprobaron que los insecticidas clorfenapyr y el metamidofos afectaron la comunidad de arañas al punto de eliminar taxones completos, por otro lado, Lacava *et al.* (2020) evaluaron cómo el herbicida glifosato afectó la respuesta funcional de *Hogna cf. bivittata* (Araneae, Lycosidae) sobre *Acromyrmex* sp. (Insecta, Hymenoptera), *Anticarsia gemmatalis* (Insecta, Lepidoptera) y *Miogryllus* sp. (Insecta, Gryllidae) tres plagas potenciales de la soja, reduciendo la captura de presas. En Brasil Rodrigues *et al.* (2013) determinaron que el insecticida piretroide Lambda-cihalotrina utilizado en los cultivos de arroz, afectó las poblaciones de arañas negativamente, siendo *Alpaida veniliae* una de las especies más perjudicadas, disminuyendo su población en un 80%. Además de estos estudios recientes en Latinoamérica se viene trabajando en el resto del mundo sobre los efectos letales y subletales de los plaguicidas en las arañas. Dinter & Poehling (1995) observaron una inhibición en la eclosión de las arañitas de *Erigone atra* (Araneae, Linyphiidae) y mortalidad elevada en esta especie y *Oedothorax apicatus* (Araneae, Linyphiidae) por parte de los insecticidas piretroides lambda-cihalotrina y fenvalerato, reacción similar observaron Deng *et al.* (2006) y Peng *et al.* (2010) en *Hylyphantes graminicola* (Araneae, Linyphiidae) por parte de los insecticidas metamidofos, dimetoato y fenvalerato que afectaron la fecundidad y fertilidad de los huevos. Por otro lado, Griesinger *et al.* (2011) y Hanna & Hanna (2013), observaron que el herbicida glifosato y los insecticidas bifentrina, carbaril y malatión afectaron el cortejo e interrumpieron las señales de feromonas que liberan las hembras de *Pardosa milvina* (Araneae, Lycosidae) y *Oxyopes salticus* (Araneae, Oxyopidae) para atraer a los machos. Otro de los efectos subletales es la alteración de la capacidad para construir las redes, alterando la frecuencia de construcción, tamaño y precisión, por lo que Samu & Vollrath (1992) y Pasquet *et al.* (2016) utilizaron el insecticida Fastac (alfa cipermetrina) en *Araneus diadematus* (Araneae, Araneidae) y el insecticida biológico spinosad en *Agalenatea redii* (Araneae, Araneidae) respectivamente, para comprobar dichos efectos. Además de estos efectos,

están también los efectos letales que observaron Pérez-Guerrero *et al.* (2014) al obtener una mortalidad mayor al 96% y 45% debido al insecticida piretroide cipermetrina y al insecticida benzoilurea, flufenoxuron, además de una alteración en la capacidad depredadora de *Philodromus buxi* (Araneae, Philodromidae).

El éxito de cualquier programa de control biológico dependerá, entre otros factores, del conocimiento de la biología y ecología del complejo de enemigos naturales presentes (Bale *et al.*, 2008). Si bien en Uruguay existen estudios de comunidades de arañas en agroecosistemas, no hay estudios en hortalizas de invernáculos. Por lo que este estudio contribuye con ampliar ese conocimiento para difundir entre agrónomos, agroecólogos, productores y peones rurales y otras personas relacionadas al agro sean capaces de ver el potencial control que las arañas ejercen sobre las plagas en los cultivos.

En el Uruguay el cultivo de morrón es importante debido a su elevado consumo y porque es una hortaliza de contraestación (Mercado Modelo, 2017), por lo que, debido a las bajas temperaturas invernales, la mayor parte de cultivos en el norte del Uruguay se realizan bajo invernáculos, entre ellos el morrón. Los invernáculos proporcionan un microclima favorable no sólo al crecimiento del cultivo, sino al desarrollo de todo tipo de plagas como las enfermedades ocasionadas por los hongos *Phytophthora capsici*, *Fusarium* spp., *Sclerotium rolfsii* entre otros; insectos como mosca blanca, áfidos, trips, polillas, arañita roja y muchas más, incluso diferentes tipos de plantas ajenas al cultivo, por lo que es inevitable la utilización de plaguicidas (ver Anexo 2). Dichos productos afectarían a la araneofauna del cultivo y por ende al control biológico que podrían realizar. Para corroborar los efectos de los plaguicidas utilizados comúnmente en el cultivo de morrón bajo cubierta, para un sistema agrícola convencional y en transición agroecológica, se probaron tres plaguicidas: i) flutriafol (fungicida, producto comercial: Impact® 125 gr/L), ii) matrine (insecticida orgánico, producto comercial: Baicen® 3.6gr/L) y iii) glifosato (herbicida). El flutriafol es un fungicida sistémico de contacto, contra enfermedades generadas por hongos patógenos alterando la biosíntesis del ergosterol, mediante la inhibición de la demetilación del esteroide, ocasionando en el hongo un colapso en las paredes celulares e inhibición del desarrollo de las hifas. Matrine es un insecticida orgánico de origen vegetal con acción por contacto e ingestión, actuando sobre el sistema nervioso central del insecto provocando parálisis e impidiendo la entrada de oxígeno a las células, causando la muerte por asfixia. El glifosato (sal isopropilamina de

glifosato) herbicida de amplio espectro, se absorbe por las hojas y no por las raíces matando a las plantas interfiriendo con la síntesis de los aminoácidos fenilalanina, tirosina y triptófano, inhibiendo la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato.

El presente estudio busca evaluar los efectos subletales en las arañas a nivel residual observando las unidades comportamentales de reconocimiento (R), movimientos erráticos (ME), quietud (Q) y acicalamiento (A) y la capacidad de estas arañas de capturar presas post tratamiento. También se evaluarán los efectos letales, movimientos erráticos (ME) a las 24 y 48h y la parálisis de patas IV con una exposición a nivel tópica, ambos tratamientos con el fungicida flutriafol (Impact ® 125 gr/L), el insecticida matrine (Baicen® 3.6gr/L) y el herbicida glifosato, probando así la hipótesis de que los plaguicidas no sólo afectan letalmente a las arañas, sino que los efectos subletales ocasionan cambios en el comportamiento de las especies.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos letales y/o subletales de tres tipos de plaguicidas (insecticida, fungicida y herbicida) utilizados en el cultivo de morrón bajo cubierta, tomando como modelo biológico a las arañas presentes en el cultivo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los efectos subletales a nivel residual, de los plaguicidas flutriafol (fungicida), matrine (insecticida orgánico) y glifosato (herbicida) en cuatro familias de arañas de los gremios de las cazadoras al acecho (Salticidae y Oxyopidae), cazadoras en follaje (Anyphaenidae) y cazadoras corredoras en suelo (Corinnidae).

Determinar los efectos letales y subletales a nivel tópico, de los plaguicidas flutriafol (fungicida), matrine (insecticida orgánico) y glifosato (herbicida) en dos especies de arañas pertenecientes al gremio de las cazadoras corredoras en suelo (Corinnidae) y cazadoras al acecho (Oxyopidae).

METODOLOGÍA

CAPTURA DE ESPECÍMENES DE LAS ESPECIES SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO

Se recolectaron arañas en tres sitios libres de plaguicidas ubicados en el departamento de rivera (Cuchilla Negra: 30°55'24.5"S 55°38'52.4"W, Cerro Chapéu (30°57'42.39" S 55°29'29.93" W) y Represa de la OSE: (30°51'56.0" S 55°37'06.4"W), mediante captura manual directa los individuos de *Falconina gracilis* que se encuentran en el estrato suelo y con ayuda del G-vac los individuos de *Sumampattus* msp., *Oxyopes salticus* y *Aysha* msp. que se encuentran en el estrato herbáceo en unidades de muestreo de 1 m² en intervalos de tiempo de 5 min.

Se colectaron también individuos de la especie *Psilocymbium lineatum* (Millidge, 1991) por su abundancia en los lugares mencionados y porque la especie pertenece a la familia Linyphiidae que fue muy abundante en el cultivo de morrón y en la vegetación circundante a este, pero se descartó debido a que las arañas eran muy pequeñas y no caminaban sobre el papel filtro del bioensayo de exposición residual.

Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas de polietileno, para su posterior traslado al laboratorio. Las arañas fueron individualizadas en cajas de Petri[®] de 6 cm de diámetro, con torundas de algodón humedecido con agua y se les suministró termitas (Blattodea, Termitidae) como alimento inter-experimental. Previo a los bioensayos se las mantuvo en ayunas durante una semana.

BÍOENSAYOS

Para los bioensayos se seleccionaron arañas de las especies *Oxyopes salticus* (Hentz, 1845) (Araneae, Oxyopidae), *Falconina gracilis* (Keyserling, 1891) (Araneae, Corinnidae), *Aysha* sp. (Araneae, Anyphaenidae) y *Sumampattus* sp. (Araneae, Salticidae). Se escogieron por su presencia y abundancia en el cultivo de morrón, así

como en la vegetación circundante a los invernáculos del sistema agrícola convencional (SAC) y sistema agrícola en transición agroecológica (SATA). Además, consideramos la capacidad de adaptarse a las condiciones de laboratorio. Representan a los gremios de las cazadoras corredoras en suelo (*Falconina gracilis*), cazadoras al acecho (*Sumampattus* sp. y *Oxyopes salticus*) y cazadoras en follaje (*Ayscha* sp).

Las arañas adultas hembras y machos utilizadas para los bioensayos fueron mantenidas en condiciones estables, con una temperatura de $25 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, $75 \pm 5\%$ de humedad relativa y un fotoperíodo de 16:8 h (L: O).

Los fitosanitarios escogidos para la evaluación son los que utilizan frecuentemente los productores de morrón del SAC y SATA. Cabe resaltar que el productor escogido dentro del SAC, del 2018; iniciaba un proceso de transición hacia un sistema agrícola orgánico, por tal motivo disminuyó las aplicaciones de agroquímicos convencionales (ver Anexo 2).

EXPOSICIÓN RESIDUAL

En este bioensayo se utilizaron como modelo biológico, arañas adultas de las especies *Oxyopes salticus*, *Falconina gracilis*, *Ayscha* sp. y *Sumampattus* sp. Fueron colocadas individualmente en cajas de Petri[®] (60 x 10 mm). Para la preparación y disolución de los productos, se utilizó acetona (grado analítico) como solvente y en los controles se utilizó sólo el solvente. Se utilizaron discos de papel de filtro (6 cm de diámetro) sumergidos hasta punto de goteo, para cada tipo de plaguicida, de acuerdo a las concentraciones de campo utilizadas por los productores, se dejaron secar por evaporación y se colocaron en cajas de Petri[®] (Fig. 63 y 64).

Los productos comerciales utilizados y sus concentraciones correspondieron a: Matriline (Baicen[®] 3.6gr/L) a 1.5 ml/L i.a., Flutriafol (Impact[®] 125 gr/L) a 6 ml/L i.a. y Glifosato (Gliserb[®] 480 gr/L) a 192 mg/L i.a.

Cada unidad experimental consistió en 8 arañas adultas por especie, colocadas individualmente en cajas de Petri[®], realizándose 3 réplicas por tratamiento.

Las arañas fueron ubicadas en las cajas de Petri® con el producto residual (un grupo por pesticida) y con solvente para el grupo control impregnado en papel filtro, observando el comportamiento a los 5, 15, 25, 35 y 45 minutos. Se registraron los efectos subletales relacionados con el reconocimiento del terreno (R), movimientos erráticos (ME), quietud (Q) y acicalamiento (A). Pasado el tiempo de exposición, a cada araña se le ofrecieron cinco termitas, insectos apetecibles para estas arañas, para poder registrar la eficiencia de captura de esas presas.



Fig. 63: Discos de papel filtro sumergidos en el plaguicida.



Fig. 64: Individuos de *Falconina gracilis* en placas Petri®, expuestos a residuos de glifosato en papel filtro.

EXPOSICIÓN TÓPICA

Se utilizó un microaplicador de precisión Burkard (Burkard Manufacturing Co. Ltd.), se aplicó 0.5 µl de las soluciones de los plaguicidas sobre el dorso del abdomen de cada araña, previamente anestesiada por frío (Fig. 65). Las arañas utilizadas fueron hembras y machos adultos de *Oxyopes salticus* (Araneae, Oxyopidae) representantes del gremio cazadoras al acecho sobre el estrato herbáceo. Estas arañas se encuentran expuestas a la mayoría de plaguicidas que se utilizan en el cultivo de morrón, debido a que las

aplicaciones por aspersión caen directamente sobre las plantas. *Falconina gracilis* (Araneae, Corinnidae) es una especie representante del gremio corredoras a nivel del estrato suelo, presente en el cultivo y en la periferia de los invernáculos. Está expuesta mayoritariamente al fungicida debido a su larga prevalencia en suelo y baja tasa de degradación. Todos los individuos fueron individualizados y acondicionados en cajas de Petri® de 6 cm de diámetro, con perforaciones (para evitar la acumulación de gases).

Los productos comerciales y las concentraciones utilizadas para cada especie de arañas fueron:

- Matrine (Baicen® 3.6gr/L) a 1.5 ml/L, Flutriafol (Impact® 125 gr/L) a 6 ml/L, Glifosato (Gliserb® 480 gr/L) a 192 mg/L ante *Oxyopes salticus*.
- Flutriafol (Impact® 125 gr/L) a 6ml/L ante *Falconina gracilis*.

Cada grupo experimental de *Oxyopes salticus* consistió en 8 arañas adultas para cada plaguicida, colocados individualmente en cajas de Petri®. Se realizaron 3 réplicas por tratamiento.

Cada unidad experimental de *Falconina gracilis* consistió en 8 arañas adultas, colocadas individualmente en cajas de Petri®. Se utilizó solamente el fungicida flutriafol, realizándose 3 réplicas por tratamiento.

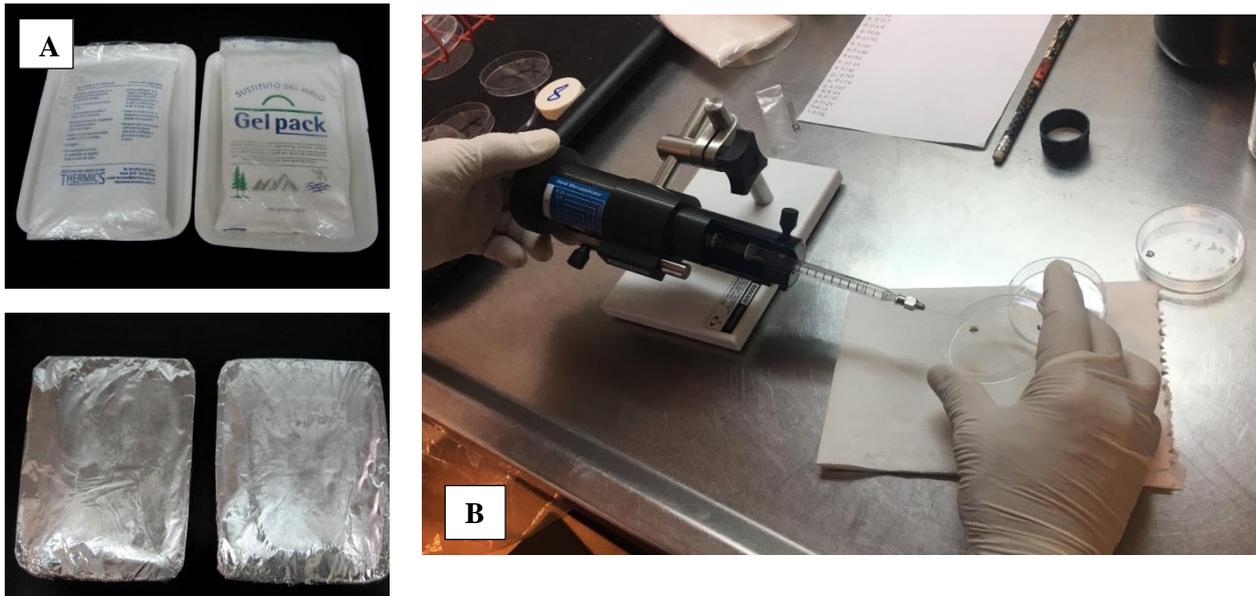


Fig. 65: Sistema de anestesiado por baja temperatura, utilizando geles para cadena de frío (A) y aplicación de plaguicidas a nivel tópico en arañas (B).

Efectos letales y subletales

Se determinó la mortalidad a las 24, 48 y 72 h, así como los efectos subletales considerando las unidades de comportamiento: reconocimiento (R), movimientos erráticos (ME), quietud (Q) y acicalamiento (A). También se consideró la cantidad de fecas como posible proceso de detoxificación por parte del organismo expuesto a los xenobióticos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para analizar las diferencias entre tratamientos en la mortalidad, en los efectos subletales a nivel comportamental, consumo de presas y fecas, se utilizó ANOVA. Previamente se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de homocedasticidad de las varianzas de *Bartlett*. En caso de que los datos no mostraran esta característica se hizo una transformación logarítmica ($y = \log(x+1)$). Para los datos que no se distribuían normalmente, se usó el test no paramétrico de *Kruskall-Wallis*. La presencia de los distintos efectos comportamentales fue analizada mediante el programa R, versión 3.6 que se utilizó para hacer los gráficos de densidades. Para todos los análisis estadísticos se

utilizó un nivel de significancia de $P \leq 0,05$. Se utilizó el programa STATGRAPHICS Centurion XV, versión 15.2.05 y el programa STATISTICA versión 7 (StatSoft, Inc. 2004).

RESULTADOS

EXPOSICIÓN RESIDUAL

A través de la exposición residual se pudieron constatar los efectos subletales en las cuatro especies de arañas, utilizadas como modelo mostrando principalmente cuatro unidades comportamentales que compartieron: reconocimiento (R), movimientos erráticos (ME), quietud (Q) y acicalamiento (A). Estas unidades comportamentales estuvieron presentes en todos los tratamientos con plaguicidas. Cabe destacar que el efecto del herbicida glifosato sobre *Aysha* sp., fue el de aletargamiento con respecto a las variables comportamentales estudiadas, donde el 36.3% de las arañas pudieron realizar R, Q el 85% y A el 1.25%, en comparación a los demás tratamientos incluyendo al control, presentando diferencias estadísticas significativas para R y Q (Tabla 9); comparable también con el resto de las arañas. *Sumampattus* sp. se vio mayormente afectada por el fungicida flutriafol, observándose una mayor cantidad de arañas realizando el comportamiento de reconocimiento (R: 83.2%) y de movimientos erráticos (ME: 33.33%) y una menor proporción en fase de quietud (Q: 27.2%) y acicalamiento (A: 0.83%). Mostraron diferencias estadísticas significativas en todos los tratamientos (Tabla 9). En el caso de *Oxyopes salticus*, se observó también un mayor porcentaje de individuos realizando el comportamiento de reconocimiento con el fungicida flutriafol (R: 77.6%), y movimientos erráticos (ME: 41.67%) en comparación al tratamiento control y a los otros plaguicidas; con el insecticida matrine se observó una mayor proporción en el comportamiento de quietud (Q: 84.8%), mientras que con el herbicida glifosato el comportamiento de acicalamiento fue el de mayor porcentaje (A: 18.4%) comparado con los otros productos. En todos los casos presentaron diferencias estadísticas significativas (tabla 9). Para la araña *Falconina gracilis*, sólo se realizó el bioensayo con el herbicida glifosato, con el cual se observó una mayor proporción de arañas que presentaron comportamiento de quietud (Q: 72.5%) y movimientos erráticos (ME: 30.43%) con

respecto al tratamiento control, mostrando diferencias estadísticas significativas (Tabla 9)

Tabla 9: Efectos subletales de plaguicidas a nivel residual, sobre el comportamiento de arañas.

	Unidades comportamentales	FLUTRIAFOL (fungicida) (% total)	MATRINE (insecticida) (% total)	GLIFOSATO (herbicida) (% total)	CONTROL (% total)	ESTADÍSTICO
<i>Aysha sp.</i>	Reconocimiento	52.5	52.5	36.3	84	H= 28.2277 P< 0.05
	Quietud	66.3	56.3	85	46.7	H= 34.205 P< 0.05
	Acicalamiento	7.5	2.5	1.25	4	H= 3.2977 P=0.3479
<i>Oxyopes salticus</i>	Reconocimiento	77.6	67.2	43.2	40	H= 65.1515 P< 0.05
	Quietud	68	84.8	64.8	43.2	H= 52.0642 P< 0.05
	Acicalamiento	16.8	16	18.4	4.8	H= 13.9485 P< 0.05
	Movimiento Errático	41.67	12.5	0	0	H= 26.5447 P< 0.05
<i>Sumampattus sp.</i>	Reconocimiento	83.2	80.8	66.7	44	H= 33.0453 P< 0.05
	Quietud	27.2	32.8	39.2	74	H= 11.5795 P< 0.05
	Acicalamiento	4	2.4	0.83	16	H= 22.405 P< 0.05
	Movimiento Errático	33.33	20.83	4.35	0	H= 11.7896 P< 0.05
<i>Falconina gracilis</i>	Reconocimiento	-----	-----	40.8	38	H= 0.2786 P=0.5976
	Quietud	-----	-----	72.5	60	H= 4.78 P< 0.05
	Acicalamiento	-----	-----	3.33	2	H= 0.6809 P=0.4093
	Movimiento Errático	-----	-----	30.43	0	H= 7.1803 P< 0.05

Durante la duración del bioensayo ecotoxicológico de residualidad, se pudo observar los efectos subletales de cada plaguicida para cada tipo de araña.

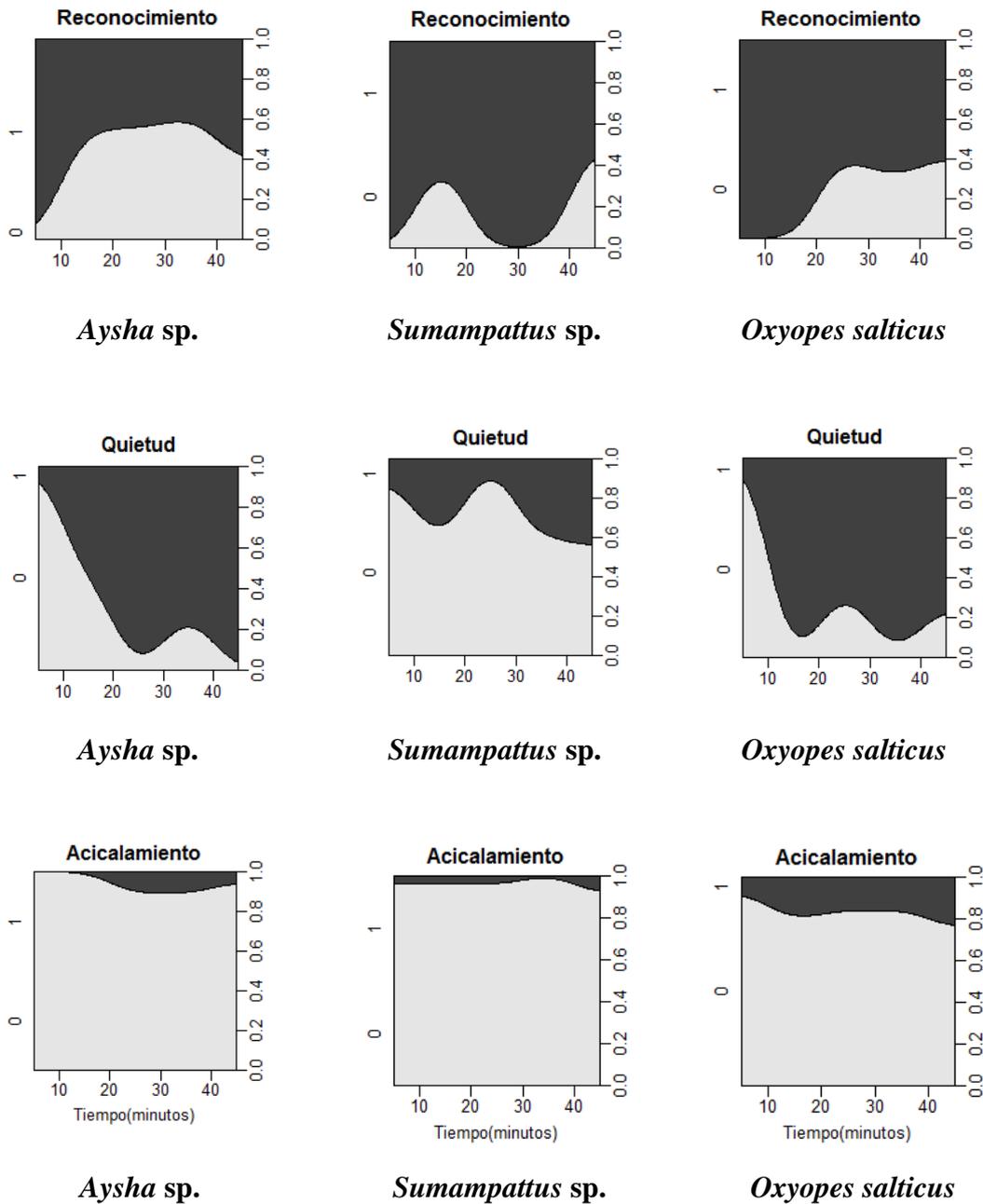
- **Flutriafol:**

El grupo de arañas que se vieron mayormente afectadas por este fungicida fueron: *Sumampattus* sp., presentó una mayor proporción de movimiento constante de reconocimiento (Tabla 10, Fig. 66); mientras que el comportamiento de quietud y acicalamiento lo realizaron en una proporción menor en comparación a *Aysha* sp. y *O. salticus*, indicando que estuvieron el mayor tiempo activas (Tabla 10, Fig. 66). *Oxyopes salticus* presentó un comportamiento de acicalamiento en un porcentaje mayor en comparación con las otras especies y el comportamiento de movimientos erráticos, a partir de los 25 minutos, estando el 20% de *O. salticus* afectados (Tabla 10, Fig.66).

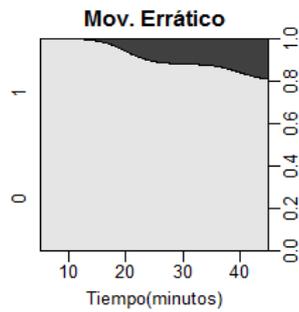
Tabla 10: Proporción de arañas bajo los efectos subletales del fungicida flutriafol a nivel residual, durante el tiempo de desarrollo del bioensayo.

	Unidades comportamentales	FLUTRIAFOL (fungicida) (% total de individuos)					ESTADÍSTICO
		5min	15min	25min	35min	45min	
<i>Aysha</i> sp.	Reconocimiento	100	37.5	37.5	31.25	56.25	H = 18.2864 P<0.05
	Quietud	0	62.5	100	68.75	100	H = 53.7212 P<0.05
	Acicalamiento	0	0	12.5	12.5	12.5	H = 4.1882 P = 0.3811
<i>Oxyopes salticus</i>	Reconocimiento	100	100	60	68	60	H = 24.4713 P<0.05
	Quietud	0	100	68	96	76	H = 74.0353 P<0.05
	Acicalamiento	8	20	16	16	24	H = 2.498 P = 0.6449
	Movimiento errático	0	0	20	16	12	H = 9.6932 P = 0.0459
<i>Sumampattus</i> sp.	Reconocimiento	100	60	100	100	56	H = 40.2754 P<0.05
	Quietud	12	40	0	40	44	H = 16.927 P<0.05
	Acicalamiento	4	4	4	0	8	H = 2.0667 P = 7235
	Movimiento errático	0	0	12.5	12.5	20.83	H = 9.2951 P = 0.0541

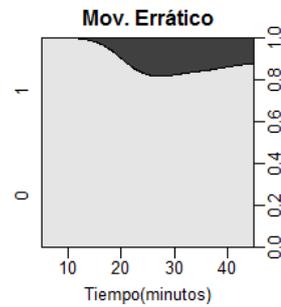
Fig. 66: Densidades mostrando el efecto del fungicida flutriafol a nivel residual, sobre el comportamiento de las arañas durante el tiempo de desarrollo del bioensayo. (presencia: gris oscuro, ausencia: gris claro)



Continuación Fig. 66



Sumampattus sp.



Oxyopes salticus

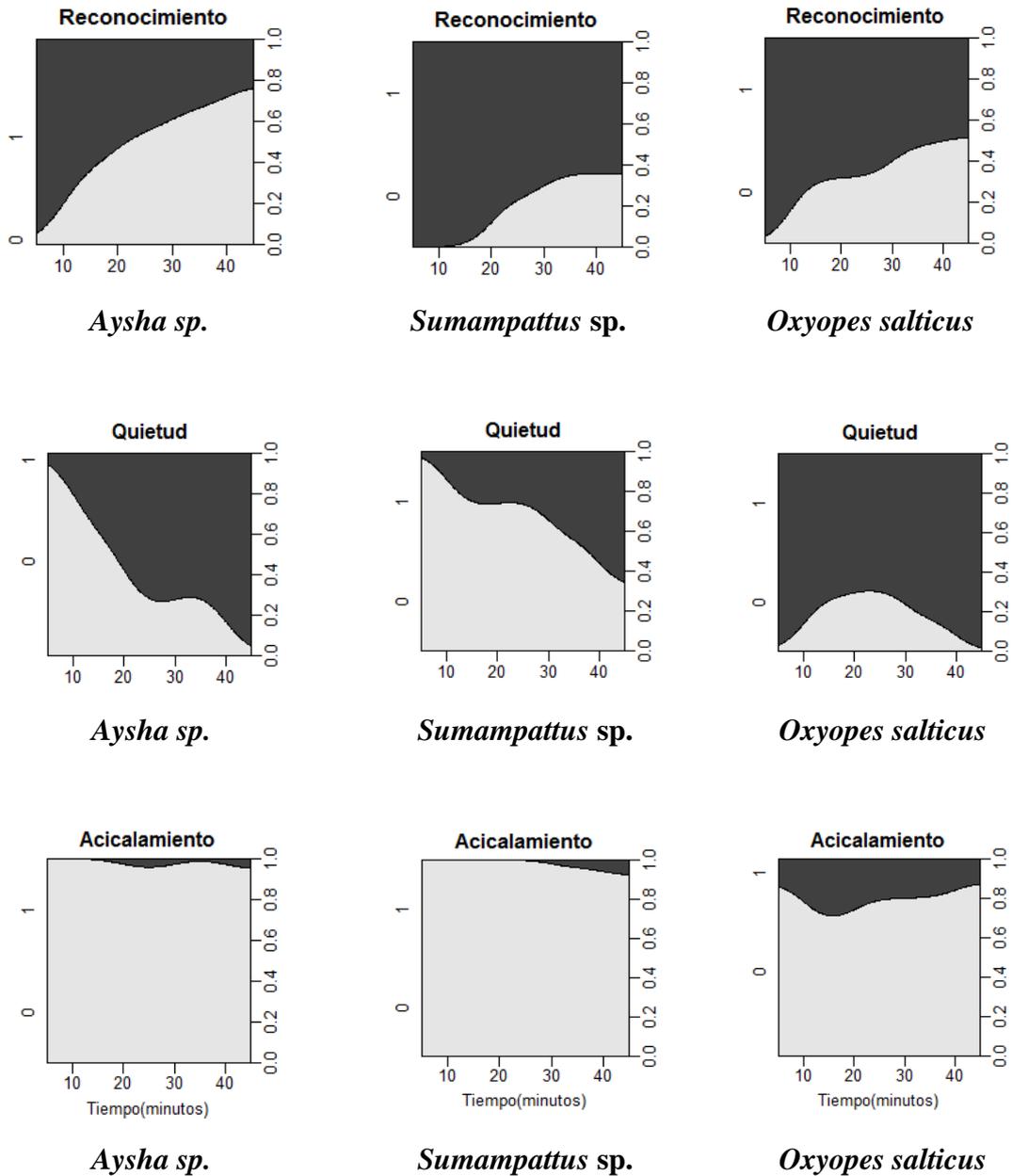
- **Matrine:**

El efecto de este insecticida se vio reflejado en la elevada excitabilidad de *Sumampattus sp.*, presentando una mayor proporción del comportamiento de reconocimiento, por ende, una menor proporción de la etapa de quietud. *Oxyopes salticus*, presentó una alta proporción del comportamiento de quietud y acicalamiento durante todo el bioensayo (Tabla 11, Fig. 67). Los movimientos erráticos se observaron en *Sumampattus sp.* y *O. salticus*, ambos a partir del minuto 15, observándose con mayor frecuencia y proporción en individuos de *Sumampattus sp.*, aunque no presentaron diferencias estadísticas significativas (Tabla 11, Fig. 67).

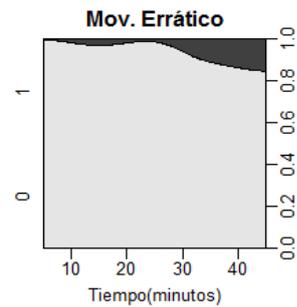
Tabla 11: Proporción de arañas bajo los efectos subletales del insecticida Matrine a nivel residual, durante el tiempo de desarrollo del bioensayo.

	Unidades comportamentales	MATRINE (insecticida) (% total de individuos)					ESTADÍSTICO
		5min	15min	25min	35min	45min	
<i>Ayscha sp.</i>	Reconocimiento	100	56.3	43.8	37.5	25	H = 26.246 P<0.05
	Quietud	0	43.8	75	62.5	100	H = 43.1352 P<0.05
	Acicalamiento	0	0	6.25	0	6.25	H = 3.034 P = 0.5521
<i>Oxyopes salticus</i>	Reconocimiento	100	68	68	52	48	H = 18.8664 P<0.05
	Quietud	100	72	68	84	100	H = 17.4856 P<0.05
	Acicalamiento	12	32	20	20	12	H = 4.297 P = 0.3673
	Movimiento errático	0	4	0	0	8	H = 5.4207 P = 0.2468
<i>Sumampattus sp.</i>	Reconocimiento	100	100	76	64	64	H = 21.178 P<0.05
	Quietud	0	28	24	44	68	H = 28.587 P<0.05
	Acicalamiento	0	0	0	4	8	H = 5.4207 P = 0.2468
	Movimiento errático	0	4	0	12	16	H = 8.7435 P = 0.0678

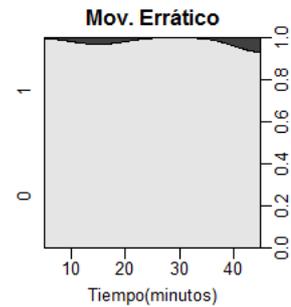
Fig. 67: Densidades mostrando el efecto del insecticida matrine a nivel residual, sobre el comportamiento de las arañas durante el tiempo de desarrollo del bioensayo. (presencia: gris oscuro, ausencia: gris claro).



Continuación Fig. 65



Sumampattus sp.



Oxyopes salticus

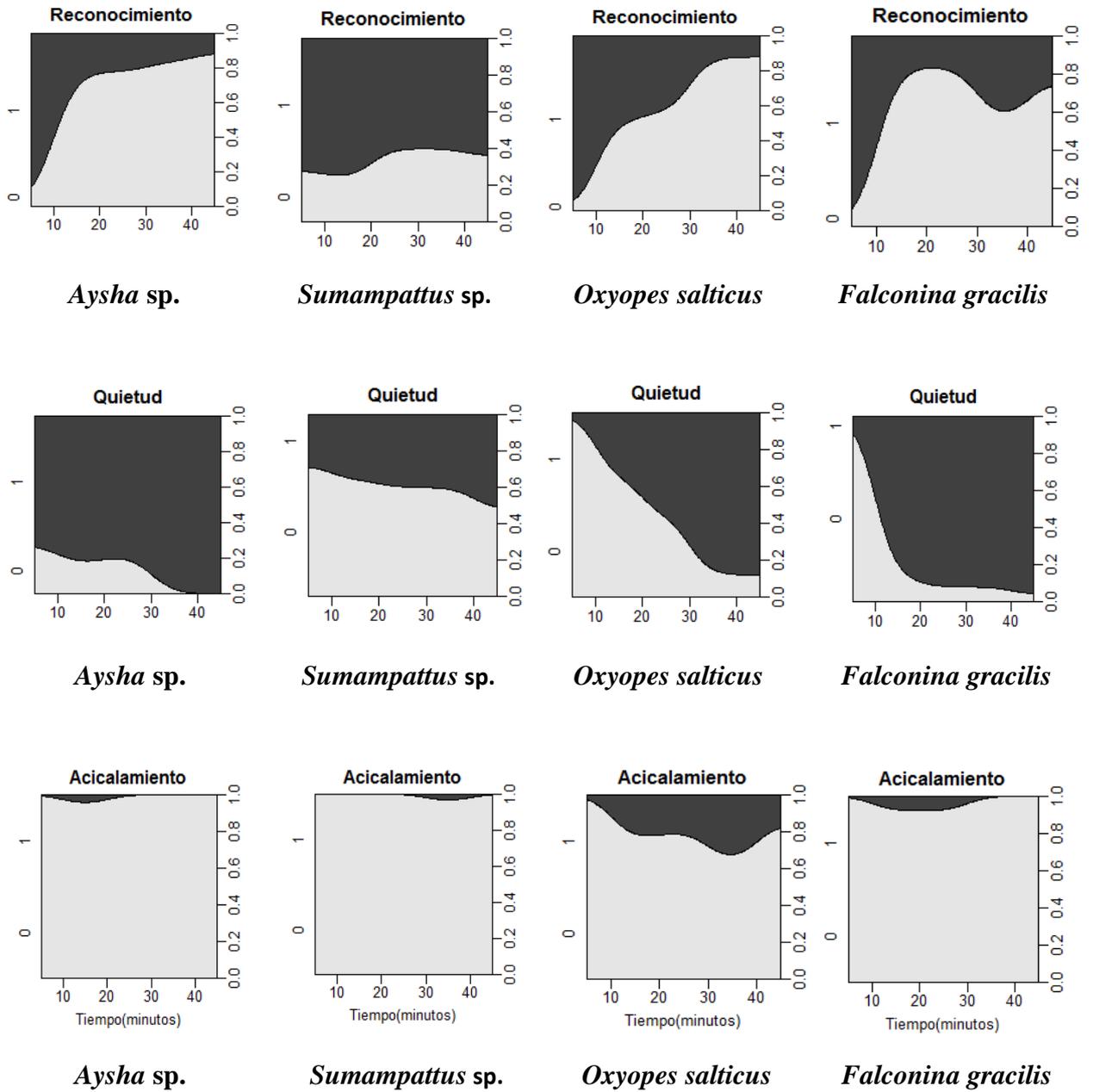
- **Glifosato:**

Se observó en *Sumampattus sp.*, un elevado porcentaje realizando el comportamiento de reconocimiento, seguido por *O. salticus*. Mientras que en la etapa de quietud se destacó *Aysha sp.* con una mayor proporción, seguida por *Falconina gracilis*, (Tabla 12, Fig. 68). Con respecto al comportamiento de acicalamiento, se observó que un alto porcentaje de arañas *O. salticus* lo realizaba, presentando diferencias estadísticas significativas, mientras que las que menos lo realizaron fueron las *Sumampattus sp.* (Tabla 12, Fig. 68). Los movimientos erráticos estuvieron presentes sólo en *Sumampattus sp.* a partir del minuto 35 durando un breve lapso menor a los 10 minutos, y en *F. gracilis* a partir del minuto 15, presentando este último una alta proporción de arañas que lo padecían (Tabla 12, Fig. 68).

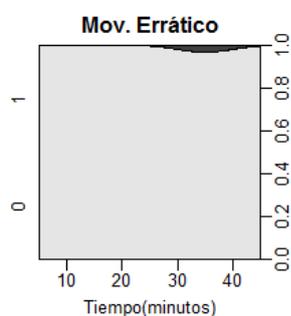
Tabla 12: Proporción de arañas bajo los efectos subletales del herbicida glifosato a nivel residual, durante el tiempo de desarrollo del bioensayo.

	Unidades comportamentales	GLIFOSATO (herbicida) (% total de individuos)					ESTADÍSTICO
		5min	15min	25min	35min	45min	
<i>Aysha sp.</i>	Reconocimiento	100	25	25	18.8	12.5	H = 43.0159 P<0.05
	Quietud	68.8	81.3	75	100	100	H = 10.079 P = 0.0391
	Acicalamiento	0	6.25	0	0	0	H = 4.0 P = 0.406
<i>Oxyopes salticus</i>	Reconocimiento	100	48	44	12	12	H = 52.5237 P<0.05
	Quietud	0	60	72	96	96	H = 55.3948 P<0.05
	Acicalamiento	0	20	20	36	16	H = 10.947 P = 0.0272
<i>Sumampattus sp.</i>	Reconocimiento	70.8	75	62.5	62.5	62.5	H = 2.3476 P>0.05
	Quietud	29.2	37.5	41.7	37.5	50	H = 3.1299 P = 0.5363
	Acicalamiento	0	0	0	4.17	0	H = 4.0 P = 0.4061
	Movimiento errático	0	0	0	4.17	0	H = 8.7435 P = 0.0678
<i>Falconina gracilis</i>	Reconocimiento	100	16.67	16.67	45.83	25	H = 51.9147 P<0.05
	Quietud	0	83.33	91.67	91.67	95.83	H = 86.8327 P<0.05
	Acicalamiento	0	8.33	8.33	0.00	0.00	H = 6.1487 P = 0.1883
	Movimiento errático	0	12.5	0	12.5	4.17	H = 6.9055 P = 0.1409

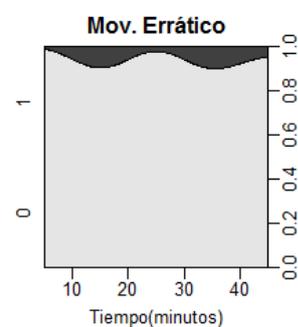
Fig. 68: Densidades mostrando el efecto del herbicida glifosato a nivel residual, sobre el comportamiento de las arañas durante el bioensayo. (presencia: gris oscuro, ausencia: gris claro)



Continuación Fig. 68



Sumampattus sp.



Falconina gracilis

Se analizó la captura de presas post tratamiento para cada araña que fue expuesta a los distintos plaguicidas, observándose a *O. salticus* con una mayor captura de presas bajo efectos del insecticida matrine (80%) en comparación al tratamiento control (64%), seguido por *Sumampattus sp.* con glifosato (33.3%) con respecto al control (30%) (Tabla 13, Fig. 69). Ninguna de las especies de arañas que fueron expuestas a los plaguicidas presentaron diferencias estadísticas significativas (Tabla 13).

Tabla 13: Proporción de consumo de presas por arañas, post tratamiento a los plaguicidas a nivel residual.

	FLUTRIAFOL (fungicida)	MATRINE (insecticida)	GLIFOSATO (herbicida)	CONTROL	ESTADÍSTICO
<i>Aysha sp.</i>	25%	12.50%	6.25%	30%	H= 3.3636 P= 0.3389
<i>Sumampattus sp.</i>	24%	32%	33.30%	30%	H= 0.5965 P= 0.8972
<i>Oxyopes salticus</i>	56%	80%	44%	64%	H= 7.11602 P= 0.0682
<i>Falconina gracilis</i>	-----	-----	62.50%	70.80%	H= 0.3672 P= 0.5445



Fig. 69: *Oxyopes salticus* y *Falconina gracilis* capturando presas post tratamiento de plaguicidas a nivel residual.

EXPOSICIÓN TÓPICA

Oxyopes salticus

A través de la exposición por contacto se pudo observar los efectos letales a las 72 h post tratamiento, donde la mayor mortalidad fue registrada con el insecticida orgánico matrine (37.5% del total de arañas), presentando diferencias estadísticas significativas (Tabla 14). Durante las 24 y 48 h post tratamiento se pudo apreciar movimiento de desplazamiento errático (ME) en *O. salticus*, con una mayor frecuencia pasadas las 24 h con matrine (95.83% del total de arañas), seguido por el fungicida flutriafol (87.50%).

Pasadas las 48 h se observó una disminución en el desplazamiento errático con los tres pesticidas, siendo matrine el que causó menor efecto en *O. salticus* (29.17%) seguido por el herbicida glifosato (54.17%), mientras que el flutriafol afectó a una mayor proporción de individuos (66.67%), presentando entre ellos tanto a las 24 como 48 h post tratamiento, diferencias estadísticas significativas (Tabla 14). Así mismo se evidenció un efecto de parálisis a nivel de las patas IV (arrastre de las mismas durante la locomoción), siendo mayor cuando *O. salticus* fue expuesta al fungicida flutriafol (12.5%), aunque este efecto no presentó diferencias estadísticas significativas entre los demás plaguicidas (Tabla 14).

De forma general se puede apreciar que a las 24, 48 y 72 h, matrine y flutriafol son los que desencadenan un mayor efecto negativo sobre *O. salticus*.

Tabla 14: Efectos de plaguicidas en *Oxyopes salticus* a las 24, 48 y 72 h post tratamiento de plaguicidas a nivel tópico.

	MATRINE (% total)	FLUTRIAFOL (% total)	GLIFOSATO (% total)	CONTROL	ESTADÍSTICO
Movimiento errático a 24 h	95.83	87.5	0	0	H = 81.6913 P < 0.05
Movimiento errático a 48 h	29.17	66.67	54.17	0	H = 27.0929 P < 0.05
Parálisis patas IV	8.33	12.5	0	0	H = 5.74783 P = 0.124542
Muerte a 72 h	37.5	33.33	16.67	0	H = 10.3887 P < 0.05

Falconina gracilis

A diferencia de *O. salticus*, *F. gracilis* no presentó efectos letales a las 72 h post tratamiento con flutriafol, tampoco movimientos de desplazamiento erráticos a las 24 h, pero si a las 48 h (33.33%) en comparación al tratamiento control. Se observó una mayor proporción de arañas afectadas por el fungicida flutriafol, a nivel de las patas IV (62,5%) (Tabla 15) si se compara con *O. salticus* (12.5%)

Tabla 15: Efecto de flutriafol en *Falconina gracilis* a las 24, 48 y 72 h post tratamiento a nivel tópico.

	FLUTRIAFOL (% total)	CONTROL	ESTADÍSTICO
Movimiento errático a 24 h	0	0	-----
Movimiento errático a 48 h	33.33	0	H= 9.4 P < 0.05
Parálisis patas IV	62.5	0	H = 21.3636 P < 0.05
Muerte a 72 h	0	0	-----

***Oxyopes salticus* vs. *Falconina gracilis*, bajo los efectos de Flutriafol**

Si se comparan ambas especies de arañas, se puede observar cómo difiere el efecto del fungicida, manteniendo los mismos parámetros de comportamiento, siendo *O. salticus* más propensa al efecto de movimientos erráticos de desplazamiento a partir de las 24 h post tratamiento en comparación a *F. gracilis*, así como a la susceptibilidad de muerte a las 72 h. No obstante, el efecto de arrastrar las patas IV, fue observado con mayor proporción en *F. gracilis*, presentando diferencias estadísticas significativas (Tabla 16).

Tabla 16: Efecto de Flutriafol en *Oxyopes salticus* y *Falconina gracilis* a las 24, 48 y 72 h post tratamiento a nivel tópico.

	<i>Oxyopes salticus</i>	<i>Falconina gracilis</i>	ESTADÍSTICO
Movimiento errático a 24 h	87.5	0	H = 14.4156 P < 0.05
Movimiento errático a 48 h	66.67	33.33	H = 23.5 P < 0.05
Parálisis patas IV	12.5	62.5	H = 12.5333 P < 0.05
Muerte a 72 h	33.33	0	H = 9.4 P < 0.05

Otro efecto de los plaguicidas que se observó, fue la cantidad de fecas a las 72 h post tratamiento (Fig. 70), que generaron cada especie. Llama la atención el caso de *O. salticus*, que presentó una disminución en el promedio de las mismas con el insecticida matriline (1.75 fecas), en comparación con los demás plaguicidas y el control, pero sin presentar diferencias estadísticas significativas (Tabla 17 A). En *F. gracilis*, el efecto de flutriafol a nivel de fecas fue mayor (24.4 fecas) en comparación al tratamiento control (10.2 fecas), presentando diferencias estadísticas significativas (Tabla 17 B). Al comparar el promedio de fecas bajo los efectos del fungida flutriafol entre *O. salticus* y *F. gracilis*, se puede observar en ésta última un efecto mayor, mostrando diferencias estadísticas significativas (H = 20.9367; P < 0.05).

Tabla 17: Efecto de distintas plaguicidas en *Oxyopes salticus* (A) y *Falconina gracilis* (B) sobre la cantidad promedio de fecas a las 72 h post tratamiento a nivel tópico.

<i>Oxyopes salticus</i>	Promedio Fecas
Control	5.20833333
Matrine	1.75
Flutriafol	6.20833333
Glifosato	5.54166667
Estadístico	$F_{(3,95)} = 1.71$ $P = 0.1710$

<i>Falconina gracilis</i>	Promedio Fecas
Control	10.20833333
Flutriafol	24.41666667
Estadístico	$H = 15.4648$ $P < 0.05$

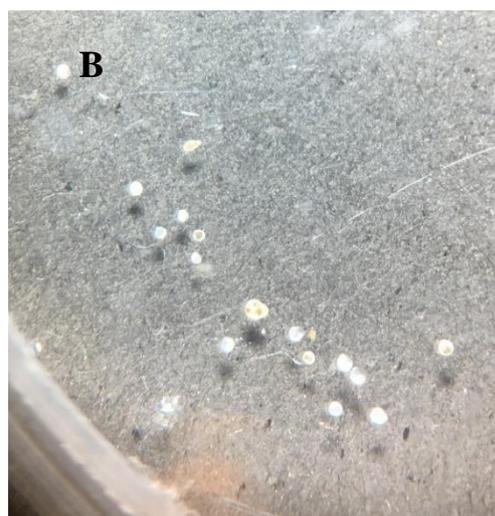
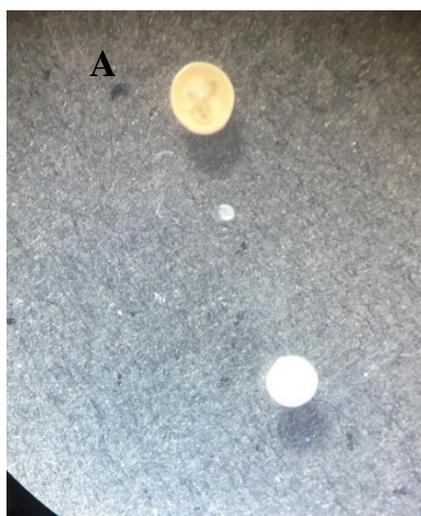


Fig. 70: Excreción de fecas por *Oxyopes salticus* (A) y *Falconina gracilis* (B), post tratamiento residual de plaguicidas.

DISCUSIÓN

- *Insecticida Matrine*

Matrine es un eficaz insecticida utilizado contra los insectos plaga (Bloomquist *et al.*, 2018), pero se desconocían los efectos letales o subletales sobre las arañas cazadoras o tejedoras. Los químicos actúan a nivel del sistema nervioso central, causando parálisis y finalmente la muerte. El 37.5% de los individuos de *O. salticus* con exposición de contacto murieron a las 72 horas post tratamiento, porcentaje bajo en comparación a los resultados obtenidos del estudio realizado por Hwang *et al.*, 2009 en insectos plaga y enemigos naturales, en el cual registraron el 68.1% - 95% de letalidad entre el segundo y quinto día post tratamiento tanto en las plagas como en los enemigos naturales evaluados. Esto es coincidente con el estudio realizado por Hajjar & Al-Masoud (2018), quienes determinaron que el insecticida matrine era levemente dañino para el parasitoide *Trichogramma cacoeciae* (Himenoptera, Trichogrammatidae) presentando una letalidad del 48% - 59% al primer y 14^{avo} día.

Se observaron efectos subletales en este estudio como: excitabilidad en saltícidos, al realizar el reconocimiento de manera activa y movimientos erráticos que presentaron a los 45 minutos de evaluación. También se observó la presencia de la unidad quietud prolongada en *O. salticus* en el 84.8% de los individuos, por lo que se considera que matrine afectó su orientación y actividad natural (Decourtye & Pham-Delegue, 2002). Esto no coincide con lo observado por Dai *et al.* (2019), quienes no encontraron efectos subletales de matrine sobre el comportamiento de orientación de *Cyrtorhinus lividipennis* (Hemiptera, Miridae). En nuestro estudio se observó que el 16% de *O. salticus* realizaron el acicalamiento, actividad que, según Desneux *et al.* (2007) y Brown *et al.* (2014) es una acción reflejo iniciada por la irritación de los quimiorreceptores ubicados en la superficie del cuerpo de los artrópodos.

Oxyopes salticus al ser expuesto a matrine vía tópica mostró movimientos erráticos (ME) en el 95.83% de los individuos a las 24 horas, disminuyendo al 29.17% de individuos a las 48 horas y sólo el 8.33% de ellos arrastró las patas IV. Este comportamiento errático puede deberse al efecto sobre el sistema nervioso central (SNC) de la araña, comparándose con el estudio realizado por Bloomquist *et al.* (2018) en el cual matrine

causó parálisis flácida en larvas de *Aedes aegypti* y *Anopheles gambiae* (Dipera, Culicidae) de cuarto estadio, evidenciando así la actividad paralizante de este insecticida. El comportamiento de arrastre de las patas IV, fue registrado por Benamú (2010), en *Hogna poliostruma* (Araneae, Lycosidae) ante spinosad (insecticida orgánico) a 120 mg/L (concentración máxima recomendada para uso en campo). Shaw *et al.* (2004) observaron la parálisis de los cuatro pares de patas en *Pardosa amentata* (Lycosidae), cuando fueron sometidas a un tratamiento con sólo la molécula de cipermetrina (grado técnico). Toft & Jensen (1998) reportaron un efecto similar para *P. amentata*, tratadas con cipermetrina. Otros estudios con insecticidas neurotóxicos provocaron efectos negativos en la locomoción de machos de Linyphiidae, y con menor intensidad sobre hembras y arañas inmaduras (Bel'skaya & Eshyunin, 2003).

Uno de los efectos del insecticida matrine es la supresión de la ingesta de alimento (Mao & Henderson, 2007), por ello evaluamos la aceptación de presas. Encontramos que sólo el 12.5% de *Aysha* sp. y 32% de los *Sumampattus* sp. capturaron presas al ser tratadas con matrine. Comportamiento similar obtuvieron Zanardi *et al.* (2015), en el que *Diaphorina citri* (Hemiptera, Psyllidae) mostró una reducción significativa en la alimentación en comparación con otros insectos estudiados. Este efecto causado en la alimentación parece no haber afectado a *O. salticus*, ya que el 80% de los individuos tratados con matrine capturaron presas. Este comportamiento es similar al observado por Dai *et al.* (2019), quienes encontraron que concentraciones subletales de matrine, tuvieron poco efecto sobre la actividad depredadora de *Cyrtorhinus lividipennis* (Hemiptera, Miridae), seleccionando a las presas no expuestas al insecticida.

- ***Fungicida Flutriafol***

Estudios realizados sobre los efectos de fungicidas en artrópodos son escasos, debido a que dichos productos no tienen como objetivo a los artrópodos. Pero Pilling & Jepson (1993) e Iwasa *et al.* (2004), detectaron que los triazoles como el flutriafol inhiben la producción de enzimas del citocromo P450 en artrópodos, por lo que no pueden metabolizar de manera eficiente los compuestos tóxicos. En este estudio se observó que el fungicida flutriafol, generó una mortalidad del 33.33% en *O. salticus*, similar a la del insecticida matrine, mientras que la mortalidad en *Falconina gracilis* a las 72 h post tratamiento fue nula. Esta letalidad la observó Mansour (1987) al realizar ensayos en laboratorio con la araña *Cheiracanthium mildei* (Araneae, Eutichuridae), en donde el

fungicida triadimefol del grupo de los triazoles, causó entre el 10-40% de la mortalidad de los individuos. Se ha demostrado que los efectos letales de los triazoles, se deben más a la sinergia entre insecticidas y fungicidas, al debilitar su capacidad de metabolizar los compuestos tóxicos y hacen que los artrópodos sean más susceptibles a los insecticidas (Pilling & Jepson, 1993; Piechowicz *et al.*, 2018; Zantedeschi *et al.*, 2018; Tosi & Nieh, 2019; Manning & Cutler, 2019). En cuanto a movimientos erráticos, *O. salticus* fue más sensible al flutriafol que *F. gracilis*, ya que el 87.5% de los individuos tuvieron movimientos erráticos a las 24 horas post tratamiento. Sin embargo *F. gracilis* fue la especie más afectada a nivel de parálisis de las patas IV, ya que no se han registrado efectos subletales con flutriafol, las muertes registradas en el bioensayo y los movimientos erráticos, podría deberse según Desneux *et al.*, 2007 a la directa exposición tópica a los plaguicidas.

En cuanto al contacto residual con el fungicida, *O. salticus* y *Sumampattus* sp., estuvieron más activas que *Aysha* sp. y sólo *Sumampattus* sp. estuvo quieta. Algunos asociaron esta excitabilidad después de la exposición a diferentes tipos de plaguicidas con una mayor eficiencia en el control de enemigos naturales (Dixon, 1959; Carter & Dixon, 1982; (Wiles & Jepson, 1994). Por otra parte, quizás sea más certero decir que la excitabilidad, tanto como la quietud y acicalamiento son respuestas reflejo, iniciada por la irritación de los quimiorreceptores del artrópodo (Desneux *et al.*, 2007).

De la evaluación de la captura de presas bajo los efectos residuales del fungicida flutriafol, surge que sólo el 25% de los individuos de *Aysha* sp. y *Sumampattus* sp. capturaron presas. Esta falta de apetito puede deberse según Decourtye & Pham-Delegue (2002), a una alteración de la capacidad para localizar alimentos debido a la desorientación producida por la exposición a los plaguicidas. Por el contrario, el 56% de los individuos de *O. salticus* capturó presas, por lo que al parecer el fungicida flutriafol, así como el insecticida matrine, no tiene un fuerte efecto sobre la alimentación en esta especie de araña.

Liu *et al.* (2006), comprobó que los artrópodos han desarrollado mecanismos de modificación fisiológica, que disminuyen la penetración, aumentan el secuestro/almacenamiento y aceleran la excreción de insecticidas a medida que los insectos están expuestos a ellos, por lo que la excreción de fecas puede deberse a este mecanismo de detoxificación. En este caso *O. salticus* tuvo un promedio de 6.2% de

fecas, mientras que *F. gracilis* tuvo un 24.4%, por lo que es más probable que *F. gracilis* haya tratado de eliminar el fungicida de manera más eficiente que *O. salticus*.

- ***Herbicida Glifosato***

En cuanto a la exposición tópica con el glifosato, la mortalidad de *O. salticus* fue del 16.67%, un resultado esperado, ya que la toxicidad del glifosato en las arañas afecta fundamentalmente al comportamiento y fisiología (efectos subletales) y no a la mortalidad, tal como lo sostienen Haughton *et al.* (1999); Michalková & Pékar (2009); Benamú *et al.* (2010); Griesinger *et al.* (2011) y Lacava *et al.* (2020). Estos resultados también coinciden con los experimentos realizados por Haughton *et al.* (2001) en una araña tejedora de tela irregular tipo sábana *Lepthyphantes tenuis* (Araneae, Linyphiidae), que en 72h post tratamiento, el 13% de los individuos murieron. Al contrario, cuando Evans *et al.* (2010) experimentaron de manera tópica y residual en *Pardosa milvina* (Araneae, Lycosidae), no se registraron muertes por exposición tópica, pero sí por exposición residual. Las pruebas realizadas en este estudio de manera tópica y residual tuvieron distintos resultados, ya que *O. salticus* presentó movimientos erráticos a las 48 horas de exposición tópica, mientras que con la exposición residual los movimientos erráticos fueron apenas perceptibles. Sin embargo *F. gracilis* presentó estos movimientos frente a la exposición residual. No se han observado este tipo de movimientos erráticos en estudios anteriores, pero se ha observado disminución en la velocidad de locomoción y la distancia recorrida de *P. milvina* una vez expuesta al glifosato de manera tópica (Evans *et al.*, 2010). Este comportamiento podría afectar el comportamiento depredador frente a los depredadores y volverlos más susceptibles frente a ellos (Baatrup & Bayley, 1993).

En cuanto a la exposición residual, la reducción del tiempo de locomoción en el reconocimiento y el aumento del tiempo de la actividad no locomotora, como la quietud o acicalamiento demuestran según Evans *et al.* (2010), una posible detección del herbicida por parte de la araña, por lo que suponemos que *Aysha* sp., *O. salticus* y *F. gracilis* permanecieron quietas durante más tiempo que las del grupo control. *Oxyopes salticus* dedicó más tiempo al acicalamiento en comparación a las otras especies de arañas y con los distintos tratamientos con plaguicidas; lo que podría deberse a una mayor detección de los mismos. Evans *et al.* (2010), mencionan que esta exposición residual puede ser más peligrosa para la araña a lo largo del tiempo. Al caminar sobre la superficie

cubierta con herbicida, es probable que este ingrese al sistema digestivo o respiratorio de la araña. Estos comportamientos alterados, pueden influir en el desempeño en campo como lo demostraron Wrinn *et al.* (2012), cuando hicieron pruebas tóxicas y residuales con *P. milvina* y *Hogna helluo* (Araneae, Lycosidae), observando que niveles altos de glifosato, pueden influir en la forma en que estas arañas responden a las señales de los depredadores. Con respecto a los diferentes estudios realizados sobre los efectos subletales del glifosato en arañas, se han obtenido resultados diversos, ya que en estudios con *P. milvina* se observó que, el glifosato actúa como disruptor de información, al alterar la capacidad de los machos para detectar/reaccionar a las señales de las hembras (Griesinger *et al.*, 2011), mientras que *Pardosa* spp. no mostró ningún efecto perjudicial por el glifosato en el cortejo, frecuencia de apareamiento y duración temporal (Michalková & Pekár, 2009). Al parecer, el glifosato actúa de diferente manera en cada especie y no sería inofensivo para los artrópodos según Hassan *et al.* (1988), ni para todas las etapas de desarrollo afectando al tiempo de desarrollo de la progenie según Bueno *et al.* (2008) y Benamú *et al.* (2010).

Aysha sp. y *O. salticus*, fueron las arañas que menos capturaron presas con los distintos tratamientos con plaguicidas y *F. gracilis* fue la que más capturó en comparación a las demás, pero menos que las arañas control. Esta falta de forrajeo es similar a los reportados por Benamú *et al.* (2010) en *Alpaida veniliae* bajo los efectos del glifosato. Tahir *et al.* (2019) estudiaron el potencial biológico de *Neoscona theisi* y observaron que el glifosato tuvo efectos negativos sobre la alimentación de las arañas reduciendo en un 50% el sistema sensorial. Petcharad *et al.* (2018) sostienen que los plaguicidas pueden desdibujar los sentidos de los artrópodos y reducir la capacidad de los quimiorreceptores, por lo que no reconocen a la presa y el consumo se reduce. Rittman *et al.* (2013) observaron que *Tigrosa helluo* y *P. milvina* (Araneae, Lycosidae) no fueron afectadas en el momento de la captura de presas, pero sí en el número de intentos para capturarlas, tomándose más tiempo en esa actividad y esto estaría afectando la red trófica de forma compleja.

Debido a que en Uruguay están autorizados 81 plaguicidas altamente tóxicos tanto para el ser humano como para los ecosistemas (Cárcamo, 2020), es importante conocer los efectos letales y subletales que generan en la flora y fauna no blanco, para así poder determinar si la utilización de estos es indispensable o no. Al menos la mitad de estos productos se encuentran prohibidos para Europa, por lo que su uso en Sudamérica es aún

más controversial, siendo objeto de estudio por sus elevados efectos negativos en la salud. Con el conocimiento de sus efectos, Uruguay específicamente puede elaborar un sistema de producción agroecológica para reducir las poblaciones de insectos perjudiciales haciendo uso del control biológico utilizando organismos vivos y plaguicidas biorracionales (Cárcamo, 2020).

Este estudio proporciona nuevos conocimientos sobre los efectos secundarios de productos fitosanitarios, comúnmente utilizados en el cultivo de morrón en invernáculos, sobre aspectos biológicos en cuatro especies de arañas presentes en dicho cultivo. Además, este trabajo pone en relieve la limitación del potencial como control natural y el impacto negativo en la implementación de programas de Manejo integrado de Plagas (MIP), con el objetivo de incluir la depredación de estas arañas como un factor de mortalidad natural de las plagas en agroecosistemas. En este sentido, resalta la importancia de las evaluaciones de efectos subletales en estudios ecotoxicológicos para reformular estrategias de control de plagas en los agroecosistemas.

CONCLUSIONES GENERALES

- Las comunidades de arañas presentes en el cultivo de morrón, con sistema en transición agroecológica (SATA) y convencional (SAC), representaron el 23.33% y 20.83% de las familias citadas para el Uruguay. Siendo las predominantes Linyphiidae, Corinnidae, Lycosidae y Theridiidae.
- Ambos sistemas agrícolas, principalmente el SATA exhibieron una alta diversidad de especies de arañas en el cultivo y una elevada similitud, compartiendo entre el SATA y el SAC 62 especies.
- El 96.35% de individuos recolectados se encontraron a nivel del estrato suelo. El gremio de las Tejedoras de tela tipo sábana en SATA y el de las cazadoras corredoras en suelo en SAC, fueron los más abundantes.
- Las especies dominantes en el cultivo de morrón en el SATA fueron *Erigone autumnalis*, *Scolecuroa parilis*, Linyphiidae msp. 19 y Linyphiidae msp.26, *Falconina gracilis*, *Allocosa* msp. 01 y *Euryopsis* msp. 02.
- Las especies dominantes en el cultivo de morrón en SAC fueron *Erigone autumnalis*, *Lycosa* msp. 01 y *Allocosa* msp. 01, Sparassidae msp. 01 y Xenoctenidae msp. 01.
- El sistema agrícola en transición agroecológica (SATA) fue más favorable para el desarrollo de la araneofauna, ya que el 81.32% del total de individuos recolectados se encontró en este sistema agrícola.
- La vegetación circundante a los invernáculos de SATA y SAC tuvo una mayor diversidad específica que el propio cultivo de morrón, representando el 62.76% y 37.24% respectivamente del total de familias citadas para el Uruguay; siendo las familias predominantes Linyphiidae, Lycosidae, Oxyopidae y Theridiidae.
- La vegetación circundante a los invernáculos de ambos sistemas agrícolas mostró una similitud del 82.9%, compartiendo ambos bordes de la vegetación circundante, 107 especies.
- El 79.55% de individuos recolectados en la vegetación circundante a los invernáculos, se encontraron a nivel del estrato herbáceo. El gremio de las tejedoras de tela tipo sábana fue el más abundante en la vegetación circundante de ambos sistemas.
- Las especies dominantes en la vegetación circundante al invernáculo del SATA fueron *Oxyopes salticus*, *Erigone autumnalis*, *Scolecuroa parilis*, *Moyosi rugosa*, Linyphiidae

msp. 09, msp. 20, msp. 26 y msp. 27, *Lycosa* msp. 01, *Allocosa* msp. 01 y Salticidae msp. 10.

- Las especies dominantes en la vegetación circundante al invernáculo del SAC fueron *Oxyopes salticus*, *Lycosa* msp. 01, *Allocosa* msp. 01, *Erigone autumnalis*, *Moyosi rugosa* y *Theridion* msp. 01.
- La vegetación circundante a los invernáculos del cultivo de morrón, cumple la función de refugio y proveedor de poblaciones de arañas para el campo de cultivo, ya que alberga una alta diversidad y abundancia de especies de arañas.
- De las especies evaluadas con la exposición residual que mostraron movimientos erráticos, *Oxyopes salticus* fue la más sensible al fungicida flutriafol, *Sumampattus* sp. al insecticida matrine y *Falconina gracilis* al glifosato.
- El insecticida orgánico matrine afectó la orientación de *O. salticus* al disminuir un porcentaje alto de individuos su actividad natural y quedarse quietas durante todo el tiempo de observación.
- El insecticida matrine tuvo efectos diferentes sobre la tasa de captura e ingesta de presas en las especies evaluadas. *Aysha* sp. y *Sumampattus* sp. fueron afectadas y su tasa de captura fue muy baja, mientras que *O. salticus* no se vio afectada.
- El fungicida flutriafol afectó la tasa de captura y alimentación de *Aysha* sp. y *Sumampattus* sp., presentando un bajo porcentaje de individuos realizando esta actividad, mientras que *O. salticus* no se vio afectada.
- De las dos especies evaluadas con la exposición por contacto *O. salticus* mostró efectos letales a las 72h de exposición y movimientos erráticos a las 24h, mientras que *F. gracilis* fue la más afectada por el fungicida flutriafol a nivel de patas IV.
- El glifosato no presentó efectos letales en las arañas, ni ocasionó efectos subletales inmediatos, pero a las 48h de exposición *O. salticus* presentó movimientos erráticos.
- El glifosato afecta fuertemente la tasa de captura y el consumo de presas de *Aysha* sp. *Sumampattus* sp. y *O. salticus*, también se vieron afectadas pero en menor medida, mientras que *F. gracilis* se vio poco afectada.
- El elevado promedio de fecas excretadas por *F. gracilis* en comparación a *O. salticus*, podría estar relacionado a un proceso de detoxificación hacia el fungicida flutriafol.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achitte-Schmutzler, H.C.; Porcel, E.A. & Avalos, G. 2018. Diversidad espacial y temporal de arañas en microhábitats de cultivos de *Citrus sinensis* (Rutaceae), Corrientes, Argentina. *Rev. Biología Tropical*, 66(4): 1504-1518.
- Agropinos. 2019. Cultivos de invernaderos, cada vez más exitosos. Disponible: <https://www.agropinos.com/beneficios-de-los-invernaderos> - Acceso 14/05/2020.
- Agustí, N.; Shayler, P.; Harwood, J.D.; Vaughan, I.P.; Sunderland, K.D. & Symondson, W.O.C. 2003. Collembola as alternative prey sustaining spiders in arable ecosystems: prey detection within predators using molecular markers. *Molecular Ecology* 12: 3467-3475.
- Aguilar, P. & Güérovich, M.A. 1978. Arañas del campo cultivado – V: Frecuencia de araneidos en algodonales de Mala, Asia y Chilca. *Rev. Per. Ent.*, 21(1): 42-45.
- Aguilar, P. 1989. Las arañas como controladoras de plagas insectiles en la agricultura peruana. *Revista Peruana Entomología*. 11: 1-8.
- Alarcón-Zuniga, B.; Espinosa, E.; Galicia, M. & Espinosa, O. México. 2008. Manual de plagas y enfermedades de la alfalfa (*Medicago sativa* L.). Fundación Hidalgo Produce A.C. México, 65 pp.
- Alderweireldt, M. 1994. Prey selection and prey capture strategies of linyphiid spiders in high-input agricultural fields. *Bulletin Br. Arachnology Society*, 9(9): 300-308.
- Almada, M.S.; González, A. & Corronca, J.A. 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. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 115(1): 55-65.
- Amaral, D.S.S.L.; Venzon, M.; Duarte, M.V.A.; Sousa, F.F.; Pallini, A. & Harwood, J.D. 2013. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. *Biological Control*, 64: 338-346.
- Amaral, D.S.; Venzon, M.; Hugo, H.; Sujii, E.R; Schmidt, J.M. & Harwood, D. 2016. Non-crop plant communities conserve spider populations in chili pepper

agroecosystems. *Biological Control*, 36 pp.

- 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. & González, A. 2011a. 2011. Efecto de las arañas (Arachnida: Araneae) como depredadoras de insectos plaga en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) (Fabaceae) en Argentina. *Revista Biológica Tropical*, 59(4): 1651-1662.
- Armendano, A. & González, A. 2011b. Spider fauna associated with wheat crops and adjacent in Buenos Aires, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1176-1182.
- Armendano, A.; Rouaux, J. & Salazar Martínez, A. 2018. Fauna edáfica asociada a un cultivo hortícola convencional de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en La Plata (Buenos Aires, Argentina). *Acta Zoológica Mexicana* 34: 1-12.
- Asarkar, G.M. & Ade, P.P. 2017. Spider density & diversity in agroecosystem of Akola district (Vidharbh) India. *International Journal of Life Sciences. Special issue*, 103-108.
- Baatrup e. & 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: 138-152.
- Bale, J.S.; van Lenteren, J.C. & Bigler, F. 2008. Biological control and sustainable food production. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 363: 761-776.
- Baloriani, I.G.; Marasas, M.; Benamú, M.A. & Sarandón, S.J. 2010. Estudio de la macrofauna edáfica (Orden Araneae). Su riqueza y abundancia en invernáculos sujetos a un manejo convencional y en transición agroecológica. Partido de La Plata, Argentina. *Agroecología* 5:33-40.
- Barberi, P.; Burgio, G.; Dinelli, G.; Moonen, A.C.; Otto, S.; Vazzana, C. & Zanin, G.

2010. Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. *Weed Research*, 50: 388-401.
- Barrientos, J.A.; Villalba, M.; Alvis-Dávila, L. & García-Marí, F. 2010. Identificación y abundancia de arañas (Araneae) en los cultivos de cítricos valencianos. *Bol. San. Veg. Plagas*, 36: 69-85.
- Bassil, K.L.; Vakil, C.; Sanborn, M.; Cole, D.C.; Kaur, J.S. & Kerr, K.J. 2007. Cancer health effects of pesticides: Systematic review. *Can. Fam. Physician* 53(10):1705–1711.
- Bayram, A. & Luff, M. 1993. Winter abundance and diversity of lycosids (Lycosidae, Araneae) and other spiders in grass tussocks in a field margin. *Pedobiologia*, 37: 357-364.
- Beketov, M.A.; Kefford, B.J.; Schäfer, R.B. & Liess, M. 2013. Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 110:11039–43.
- Beltramo, J.; Bertolaccini, I. & González, A. 2006. Spiders of soybean crops in Santa Fe province, Argentina: influence of surrounding spontaneous vegetation on lot colonization. *Brazilian Journal Biology*, 66(3): 891-898.
- Bel'skaya, E.A. & Esyunin, S.L. 2003. Arachnids (Arachnidae) in a spring wheat agroecosystem in southern Sverdlovsk Oblast and the effect of treatment with decis, a pyrethroid insecticide, on their populations. *Russian Journal of Ecology*, 34(5): 359-362.
- Benamú, M.A. 1999. Estudio preliminar de la araneofauna presente en mandarina cultivada en Vitarte, Lima, Perú. *Revista Peruana Entomología*, 41: 154-157.
- Benamú, M.A. 2001. Observaciones sobre “crianza”, liberación y distribución de arañas en un huerto de manzano del Valle de Mala, Lima, Perú. *Revista Peruana Entomología*, 42: 211-217.
- Benamú, M.A. & Aguilar, P. 2001. Araneofauna presente en huertos de manzano del Valle de Mala, Lima, Perú. *Revista Peruana Entomología* 42: 199-210.
- Benamú, M.A. 2004. Estudio comparativo de la diversidad de arañas de un campo en

abandono y un cultivo convencional de limonero (*Citrus limon* [L.] Burm.) en rincón del Cerro, Montevideo, Uruguay. Tesis de Maestría en Biología, opción zoología.

- Benamú, M.A.; Schneider, M.I.; Pineda, S.; Sánchez, N.E. & Gonzalez, A. 2007. Sublethal effects of two neurotoxic insecticides on *Araneus pratensis* (Araneae: Araneidae). *Communications Applied Biological Sciences*, 557-559.
- Benamú, M. 2010. Composición y estructura de la comunidad de arañas en el sistema de cultivo de soja transgénica. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires-Argentina
- Benamú, M.A.; Schneider, M.I. & Sánchez, N.E. 2010. Effects of the herbicide glyphosate on biological attributes of *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae), in laboratory. *Chemosphere* 78:871–876.
- Benamú, M.A.; Schneider, M.I.; González, A. & Sánchez, N.E. 2013. Short and long-term effects of three neurotoxic insecticides on biological and behavioral attributes of the orb-web spider *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae): implications for IPM programs. *Ecotoxicology*, 22(7): 1155-1164.
- Benamú, M.; Lacava, M.; García, L.F.; Santana, M.; Fang, J.; Wang, X. & Blamires, S.J. 2017. Nanostructural and mechanical property changes to spider silk as a consequence of insecticide exposure. *Chemosphere*, 181: 241-249.
- Benamú, M.; Lacava, M.; García, L.F.; Santana, M. & Viera, C. 2017. Spiders associated with agroecosystems: roles and perspectives. In: Behavior and Ecology of Spiders. Contributions from the Neotropical Region. Ed.: Springer: 275 – 302.
- Benhadi-Marin, J.; Pereira, J.A.; Sousa, J.P. & Santos, S.A.P. 2019. Spiders actively choose and feed on nutritious non-prey food resources. *Biological Control*, 129: 187-194.
- Berger, B. & Von Holst, C. 2001. Pesticide residues in products of plant origin in the European Union. Sampling strategy and results from the coordinated EU monitoring programmes in 1996 and 1997. *Environmental Science and Pollution Research*. Int. 8:109–12.

- Bilde, T.; Axelsen, J.A. & Toft, S. 2000. The value of Collembola from agricultural soils as food for a generalist predator. *Journal of Applied Ecology*, 37: 672-683.
- Birkhofer, K.; Fließbach, A.; Wise, D. & Scheu, S. 2008a. Generalist predators in organically and conventionally managed grass-clover fields: implications for conservation biological control. *Annals of Applied Biology*, Vol. 153(2):271-280.
- Birkhofer, K.; Bezemer, T.M.; Bloem, J.; Bonkowski, M.; Christensen, S.; Dubois, D. et al. 2008b. Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: Implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 40(9):2297-2308.
- Bishop, L. & Riechert, S. 1990. Spider colonization of agroecosystems: mode and source. *Environmental Entomology*, 19: 1738-1745.
- Bloomquist, J.R.; Jiang, S.; Taylor-Wells, J.; Yang, L. & Li, Y.X. 2018. Insecticidal activity and physiological actions of matrine, a plant natural product. En: *Advances in the Biorational control of Medical and Veterinary Pests*. American chemical Society, Pp. 1-12.
- Bogya, S. & Markó, V. 1999. Effect of pest management systems on ground-dwelling spider assemblages in an apple orchard in Hungary. *Agriculture Ecosystem Environmental*, 73: 7-18.
- Brennan, K.; Majer, J. & Reygaert, N. 1999. Determination of an optimal trap size for sampling spiders in a Western Australian Jarrah forest. *Journal Insect Conserv.*, 3: 297-307.
- Brown, C.; Hanna, C.J. & Hanna C.J.B. 2014. The importance of pesticide exposure duration and mode on the foraging of an agricultural pest predator. *Bulletin Environ. Contam. Toxicology*. Pp 1-5.
- Brown, G.R. & Matthews, I.M. 2016. A review of extensive variation in the design of pitfall traps and a proposal for a standard pitfall trap design for monitoring ground-active arthropod biodiversity. *Ecology and Evolution*, 6(12): 3953-3964.
- Bucher, R.; Menzel, F. & Entling, M.H. 2015. Risk of spider predation alters food web

- structure and reduces local herbivory in the field. *Oecologia*, Vol. 178(2):571-577.
- Bueno, A.F., Bueno, R.C.O.F., Parra, J.R.P., Vieira, S.S., 2008. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. *Ciência Rural*, 38: 1495–1503.
- Burger, M. & Fernández, S. 2004. Exposición al herbicida glifosato: aspectos clínicos toxicológicos. *Revista Médica Uruguay*, 20: 202-207.
- Bustillo, A.E. 2000. Efecto de cuatro insecticidas y de *Beauveria bassiana* sobre *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae), parasitoide de la broca del café. *Revista Colombiana de Entomología*, 26(3-4): 117-123.
- Capinera, J.L. 2005. Relationships between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. *Weed Science*, 53: 892-901.
- Cárcamo, M.I. 2020. Los plaguicidas altamente peligrosos (PAP) en Uruguay. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAPAL). Disponible:
http://www.rapaluguay.org/agrotoxicos/Uruguay/PAP_en_Uruguay_30-07-2020.pdf. Acceso en setiembre 2020.
- Cárdenas, M.; ruano, F.; García, P.; Pascual, F. & Campos, M. 2006. Impact of agricultural management on spider populations in the canopy of olive trees. *Biological Control*, 38: 188-195.
- Cardoso, P.; Pekár, S.; Jocqué, R. & Coddington, J.A. 2011. Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS ONE*, 6(6): e21710.
- Carter, M.C. & Dixon, A.F.G. 1982. Habitat quality and the foraging behavior of coccinellid larvae. *Journal Animal Ecology*, 51: 865-878.
- Chapman, E.G.; Schmidt, J.M.; Welch, K.D. & Hardwood, J.D. 2013. Molecular evidence for dietary selectivity and pest suppression potential in an epigeal spider community in Winter wheat. *Biological Control*, 65: 72-86.
- Cho, Y.; Lee, D. & Bae, S.Y. 2017. Effects of vegetation structure and human impact on

- understory honey plant richness: implications for pollinator visitation. *Journal of Ecology and Environment* 41:2.
- Chua, J.L.C.; Uba, M.O. & Carvajal, T.M. 2014. A rapid assessment of spider diversity in Kabigan falls, Pagudpud, Ilocos Norte, Philippines. *Philippine Journal of Systematic Biology*, Vol. VIII: 16-26.
- Churchill, T.B. 1997. Spiders as ecological indicators: an overview for Australia. *Memoirs of Museum Victoria*, 56(2): 331-337.
- Cividanes, F.J.; Barbosa, J.C.; Fernandes, I.C.; Pattaro, F.; Nunes, M.A. & Souza, S. 2009. Diversidade e distribuição espacial de artrópodes associados ao solo em agroecossistemas. *Bragantia, Campinas*, 68(4): 991-1002.
- Clausen, J.H.S. 1986. The use of spiders (Araneae) as ecological indicators. *Bulletin British Arachnology Society*, 7:83-86.
- Clarke, R.D. & Grant, P.R. 1968. An experimental study of the role of spiders as predators in forest litter community. P. I. *Ecology*, 49: 1152-1154.
- Clough, Y.; Kruess, A.; Kleijn, D. & Tschardtke, T. 2005. Spider diversity in cereal fields: comparing factors at local, landscape and regional scales. *Journal of Biogeography*, 32: 2007-2014.
- Coddington, J. A.; Young, L. H. & Coyle, F. A. 1996. Estimating spider species richness in a Southern Appalachian cove hardwood forest. *The Journal of Arachnology*, 24(2): 111-128.
- Colwell, R. K. & Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society London. Biological Sciences*, 345: 101-118.
- Colwell, R. K. 2004. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species for samples. Versión 7.
- Costa, F.; Pérez-Miles, F.; Gudynas, E.; Prandi, L. & Capocasale, R. 1991. Ecología de los arácnidos criptozoicos, excepto ácaros, de Sierra de las Animas (Uruguay). Órdenes y familias. *Aracnología*, 13/15: 1-41.

- Cotes B.; González, M.; Benítez, E.; De Mas, E.; Clemente-Orta, G.; Campos, M. & Rodríguez, E. 2018. Spider communities and biological control in native habitats surrounding greenhouses. *Insects*, 9:33.
- Cristi de Barros, E.; Vaner Ventura, H.; Costa Gontijo, P.; Ramos Pereira, R. & Coutinho Pinanço, M. 2015. Ecotoxicological Study of insecticides effects on arthropods in common bean. *Journal of Insect Science*, 15: 1-9.
- Dai, W.; Li, Y.; Zhu, J.; Ge, L.; Yang, G. & Liu, F. 2019. Selectivity and sublethal effects of some frequently-used biopesticides on the predator *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae). *Journal of Integrative Agriculture*, 18(1): 124-133.
- Dake, R.B.; Bhamare, V.K. & Kapare, R.B. 2017. Effect of Bio-Rational insecticides on Lady Bird beetles of sunflower ecosystem. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 6(2): 74-76.
- Dean, D.A. & Sterling, W.L. 1987. Distribution and abundance patterns of spiders inhabiting cotton in Texas. *Tex. Agric. Exp. Stn. Bull.* B-1566, College Station.
- Decourtye, A. & Pham-Delegue, M.H. 2002. The proboscis extension response: assessing the sublethal effects of pesticides on the honey bee. In: Honey bees: Estimating the Environmental Impact of Chemical (Ed. Taylor & Francis). London/New York. 336 pp.
- De França, S.M.; Breda, M.O.; Barbosa, D.R.S.; Araujo, A.M.N & Guedes, C.A. 2017. The sublethal effects of insecticides in insects. In: Biological control of pest and vector insects (Ed. Vonnie D.C. Shields). Pág. 23-39. IntechOpen. Rijeka.
- Deng, L.; Dai, J.; Cao, H. & Xu, M. 2006. Effects of an organophosphorus insecticide on survival, fecundity, and development of *Hylyphantes graminicola* (Sundevall) (Araneae: Linyphiidae). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25(11): 3073-3077.
- Desneux, N.; Decourtye, A. & Delpuech, J.M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu. Rev. Entomol.*, 52: 81-106.
- Devine, G.J.; Eza, D.; Ogusuku, E. & Furlong, M.J. 2008. Uso de insecticidas: Contexto

- y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana Medicina Experimental Salud Publica*, 25(1):74-100.
- Dias, S.C.; Carvalho, L.S.; Bonaldo, A. & Brescovit, A.D. 2009. Refining the establishment of guilds in Neotropical spiders (Arachnida: Araneae). *Journal of Natural History*, 44: 219-239.
- DIEA. Anuario estadístico de DIEA. 2016. Disponible: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-diea-2016>. Acceso en octubre 2019.
- DIEA-DIGEGRA-MGAP. Encuestas hortícolas Sur y Litoral Norte. 2015
- Disponible: <http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/diea-anuario2017web01a.pdf>
Acceso el 23/05/2018.
- DIGEGRA. 2017. Disponible: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/> - Acceso en octubre 2019.
- Dippenaar-Schoeman, A.S.; van den Berg, M.A.; van den Berg, A.M. & van den Berg, A. 2001. Spiders in macadamia orchards in the Mpumalanga Lowveld of South Africa: species diversity and abundance (Arachnida: Araneae). *African Plant Protection*, 7(1): 39-46.
- Dinter & Poehling. 1995. Efectos secundarios de los insecticidas en dos especies de arañas erigónidas. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 74: 151-163.
- Dixon, A.F.G. 1959. An experimental study of the searching behavior of the predatory coccinellid beetle *Adalia decempunctata* (L.). *Journal Animal Ecology*, 28: 259-281.
- Duffey, E. 1962. A population study of spiders in Limestone Grassland, The Field-Layer fauna. *Oikos*, 13(1): 15.
- Duffey, E. 1975. Habitat selection by spiders in man-made environments. Proc. 6th Int. Arachn. Congr. Pp.: 53-67.
- EcuRed. 2015. Agricultura Convencional. Disponible:

https://www.ecured.cu/Agricultura_convencional - Acceso el 12/05/2020.

- Edwards, R.L. 1993. Can the species richness of spiders be determined? *Psyche*, 100: 185-208.
- El- Wakeil, N.; Gaafar, N.; Sallam, A. & Volkmar, C. 2013. Side Effects of insecticides on Natural Enemies and Possibility of their integration in plant protection strategies. In: *Insecticides – Development of Safer and More Effective Technologies*. Chapter 3, 1-56.
- Epstein, D.L.; Zack, R.S. & Brunner, J.F. 2000. Effects of Broad-Spectrum Insecticides on Epigeal Arthropod Biodiversity in Pacific Northwest Apple Orchards. *Environ. Entomol.* 29(2): 340-348.
- Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: Ciencia y Cultura*, 52: 53-56.
- Evans, S.C.; Shaw, E.M. & Rypstra, A.L. 2010. Exposure to a glyphosate-based herbicide affects agrobiont predatory arthropod behavior and long-term survival. *Ecotoxicology*, 19: 1249-1257.
- FAO. 2015. Código internacional de conducta para la gestión de plaguicidas. Disponible: www.fao.org - Acceso el 7/10/2020.
- Feber, R.E.; Bell, J.; Johnson, P.J.; Firbank, L.G. & Macdonald, D.W. 1998. The effects of organic farming on surface-active spider (Araneae) assemblages in wheat in southern England, UK. *The Journal of Arachnology*, 26: 190-202.
- Foelix, R. 1996. *Biology of spiders*. Oxford University Press, 2nd edition. 432 p.
- Gomiero, T. 2013. Alternative land management strategies and their impact on soil conservation. *Agriculture*, 3(3): 464-483.
- Gotelli, N. J. & Entsminger, G. L. 2001. Swap and fill algorithms in null model analysis: rethinking the Knight's Tour. *Oecologia*, 129: 281-291.
- Green, J. 1999. Sampling method and time determines composition of spider collections. *The Journal of Arachnology*, 27:176-182.

- Griesinger, L.M.; Evans, S.C. & Rypstra, A.L. 2011. Effects of a glyphosate-based herbicide on mate location in a wolf spider that inhabits agroecosystems. *Chemosphere*, 84: 1461-1466.
- Grismado, C.J.; Ramírez, M.J. & Izquierdo, M.A. 2014. Araneae: Taxonomía, Diversidad y clave de identificación de familias de la Argentina. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*, 3: 55-93.
- Gur, G.M.; Wratten, S.D.; Snyder, W.E. & Read, D.M.Y. 2012. Biodiversity and Insect Pests: Key Issues for Sustainable Management. Wiley-Blackwell, 360 pp.
- Haddad, G.Q.; Cividanes, F.J. & Fernandes, I.C. 2011. Species diversity of myrmecofauna and araneofauna associated with agroecosystem and forest fragments and their interaction with Carabidae and Ataphylinidae (Coleoptera). *Florida Entomologist*, 94(3): 500-509.
- Hajjar, M.J. & Al-Masoud, M. 2018. Lethal and sublethal effects of ten insecticides, used in date palm production in Saudi Arabia, on the parasitoid *Trichogramma cacoecidae*. *Hellenic Plant Protection Journal*, 11: 62-70.
- Halaj, J.; Cady, A.B. & Uetz, G.W. 2000. Modular habitat refugia enhance generalist predators and lower plant damage in soybeans. *Environ. Entomol.*, 29:383–393.
- Hammer, O.; Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia electrónica*, vol. 4, issue 1, art. 4: 9 pp.
- Hanna, C. & Hanna, C. 2013. Sublethal pesticide exposure disrupts courtship in the striped linc spider, *Oxyopes salticus* (Araneae: Oxyopidae). *Journal of Applied Entomology*, 138: 141-148.
- Harwood, J.D.; Sunderland, K.D. & Symondson, W.O.C. 2001. Living where the food is: web location by linyphiid spiders in relation to prey availability in winter wheat. *Journal of Applied Ecology*, 38: 88-99.
- Harwood, J.D. & Obrycki, J.J. 2005. Web-construction behavior of linyphiid spiders (Araneae: Linyphiidae): competition and co-existence within a generalist predator

- guild. *Journal of Insect Behavior*, 18(5): 593-607.
- Harwood, J.D. & Obrycki, J.J. 2007. Web-site selection strategies of linyphiid spiders in alfalfa: implications for biological control. *BioControl*, 52: 451-467.
- Haughton, A.J; Bell, J.R.; Boatman, N.G. & Wilcox, A. 1999. The effects of different rates of the herbicide glyphosate on spiders in arable field margins. *The Journal of Arachnology*, 27: 249-254.
- Haughton, A.J; Bell, J.R.; Boatman, N.G. & Wilcox, A. 2001b. The effect of the herbicide glyphosate on non-target spiders: Part II. Indirect effects on *Lethyphantes tenuis* in field margins. *Pest Management Science*, 57: 1037-1042.
- Hassan, S.A., Bigler, F., Bogenschütz, H., Boller, E., Brun, J., Chiverton, P., Edwards, P., Mansour, F., Naton, E., Oomen, P.A., Overmeer, W.P.J., Polgar, L., Rieckmann, W., Samsøe-Petersen, L., Stäubli, A., Sterk, G., Tavares, K., Tuset, J.J., Viggiani, G., Vivas, 1988. Results of the fourth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group “Pesticides and Beneficial Organisms. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 105: 321–329.
- Horner, N.V. 1972. *Metaphidippus galathea* as a possible biological control agent. *Journal Kansas Entomology Society*, 45: 324-327.
- Hwang, I.C.; Kim, J.; Kim, H.M.; Kim, D.I.; Kim, S.G.; Kim, S.S. & Jang C. 2009. Evaluation of toxicity of plant extract made by Neem and Matrine against main pests and natural enemies. *Korean j. Appl. Entomol.*, 48(1): 87-94.
- Iannacone, J. & Lamas, G. 2003. Efectos toxicológicos del nim, rotenona y cartap sobre tres microavispa parasitoides de plagas agrícolas en el Perú. *Bol. San. Veg. Plagas*, 29:123-142.
- Ihaka, R. & Gentleman, R. 1996. R: A language for data analysis and graphics. *Journal Computational and Graphical Statistics*, 5(3): 299-314.
- InfoAgro. 2012. El cultivo del pimiento. Disponible en: <https://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>, Acceso el 14/05/2020
- Isaia, M.; Bona, F.; Badino, G. 2006. Influence of landscape diversity and agricultural

- practices on spider's assemblage in Italian vineyards of *Langa Astigiana* (Northwest Italy). *Environmental Entomology*, 35(2): 297-307.
- Iwasa, T.; Motoyama, N.; Ambrose, J.T. & Roe, R.M. 2004. Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. *Crop Protection*, 23: 371-378.
- Jiménez-Valverde, A. & Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8: 151-161.
- Jocqué, R. & Dippenaar-Schoeman, A.S. 2006. Spiders families of the world. (Royal Museum for Central Africa), Pp. 170. Belgium.
- Lacava, M. 2014. Versatilidad predadora de las arañas lobo (Araneae, Lycosidae) y su efecto sobre insectos de importancia económica en soja. Tesis Magister Scientiae. Departamento de Zoología, Universidad de la República, Uruguay. 87 pp.
- Lacava, M.; García, L.F.; Viera, C. & Michalko, R. 2020. The pest-specific effects of glyphosate on functional response of a wolf spider. *Chemosphere (Journal Pre-proof)*, 1-30.
- Landis, D.A.; Menalled, F.D. & Costamagna, A.C. 2005. Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes. *Weed Science*, 53: 902-908.
- Larsen, A. & Noack, F. 2017. Identifying the landscape drivers of agricultural insecticide use leveraging evidence from 100 000 fields. *PNAS*, vol. 114(21): 5473-5478.
- Lemke, A. & Poehling, A. 2002. Sown weed strips in cereal fields: overwintering site and "source" habitat for *Oedothorax apicatus* (Blackwall) and *Erigone atra* (Blackwall) (Araneae: Erigonidae). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 90: 67-80.
- Letourneau, D.K.; Armbrecht, I.; Salguero, B.; Montoya, J.; Jiménez, E.; Constanza, M.; Escobar, S.; Galindo, V.; Gutiérrez, C.; Duque, S.; López, J.; Acosta, A.M.; Herrera, J.; Rivera, L.; Saavedra, C.A.; Torres, A.M. & Reyes, A. Does plant

- diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications*, 21(1): 9-21.
- Liljesthröm, G.; Minervino, E.; Castro, D. & Ginzalez, A. 2002. La comunidad de arañas del cultivo de soja en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Neotropical Entomology*, 31(2): 197-210.
- Liu, N.N.; Zhu, F.; Xu, Q.; Pridgeon, J.W. & Gao, X.W. 2006. Behavioral change, physiological modification, and metabolic detoxification: mechanisms of insecticide resistance. *Acta Entomologica Sinica*, 49(4): 671-679.
- Macfadyen, S.; Craze, P.G. & Polaszek, A. 2011a. Parasitoid diversity reduces the variability in pest control services across time on farms. *Proc. R Soc. Biol. Sci.*, 278: 3387–3394.
- Macfadyen, S.; Gibson, R.H.; Symondson, W.O.C. & Memmott, J. 2011b. Landscape structure influences modularity patterns in farm food webs: consequences for pest control. *Ecol. Appl.*, 21:516–24.
- Mader, P.; Fliessbach, A. & Dubois, D. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science*, (80) 296:1694–1697.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Malaj, E.; von der Ohe, P.; Gote, M.; Kühne, R.; Mondy, C.P.; Usseglio-Platera, P.; Brack, W. & Schäfer, R.B. 2014. Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. *PNAS*, 111(26): 9549-9554.
- Maloney, D.; Drummond, F.A. & Alford, R. 2003. Spider Predation in Agroecosystems: Can spiders effectively control pest populations? Maine Agricultural and Forest Experiment Station. *MAFES Technical Bulletin* 190.
- Manning, P.; Ramanaidu, K. & Cutler, C. 2017. Honey bee survival is affected by interactions between field-relevant rates of fungicides and insecticides used in apple and blueberry production. *Facets*, 2: 910-918.
- Mansour, F.; Rosen, D. & Shulov, A. 1981. Disturbing effects of a spider on larval

aggregations of *Spodoptera littoralis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 29: 234-237.

Mansour, F. 1987. Effect of pesticides on spiders occurring on apple and citrus in Israel. *Phytoparasitica*, 15(1): 43-50.

Mao, L. & Henderson, G. 2007. Antifeedant activity and acute and residual toxicity of alkaloids from *Sophora flavescens* (Leguminosae) against Formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, 100(3): 866-870.

Marc, P. & Canard, A. 1997. Maintaining spider biodiversity in agroecosystems as a tool in pest control, Agriculture. *Ecosystem Environment*, 62: 229-235.

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

Marcussen, B.M.; Axelsen, J.A. & Toft, S. 1999. The value of two Collembola species as food for a linyphiid spider. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 92: 29-36.

Martínez-Martínez, L.; Colón-García, E.M.; García-García, M.A.; Jarquín-López, R. & Sánchez-García, J.A. 2016. Riqueza de especies y gremios de arañas (Chelicerata: Araneae) en mono y policultivos de maíz, en Reyes Mantecón, Oaxaca. *Entomología Mexicana*, 3: 64-69.

McCarty, M. T.; Shepherd, M. & Turnipseed, S. G. 1980. Identification of predaceous arthropods in soybeans by using autoradiography. *Environ. Entomol.*, 9: 199-203.

Memah, V.V.; Tulung, M.; Warouw, J. & Maramis, R. 2014. Diversity of spider species in some agricultural crops in North Sulawesi, Indonesia. *International Journal of Scientific & Ingenieering Reserch*, 5(6): 70-75.

Mercado Modelo – Observatorio Granjero – Estadísticas – disponible en <http://www.mercadomodelo.net/volumenes-entre-fechas#http://www.mercadomodelo.net/> - Acceso en abril 2018.

Mercado Modelo – Observatorio Granjero. 2017. Morrón, el rey de Bella Unión. Disponible en:

http://www.mercadomodelo.net/c/document_library/get_file?uuid=d2919021-60f2-4477-84db-a38014e199bf&groupId=42766 – Acceso en octubre 2020.

- Metayer, C.; Dahl, G.; Wiemels, J. & Miller, M. 2018. Childhood Leukemia: A preventable disease. *Ediatrics* Vol. 138(1).
- Michalková, V. & Pékar, S. 2009. How glyphosate altered the behavior of agrobiont spiders (Araneae: Lycosidae) and beetles (Coleoptera: Carabidae). *Biological Control*, 51: 444-449.
- Minervino, E. 1996. Estudio biológico y eco biológico de arañas depredadoras de plagas de la soja. Tesis para optar el título de Doctor en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Buenos Aires – Argentina.
- Monzó, C.; Molla, O.; Castañera, P. & Urbaneja, A. 2009. Activity-density of *Pardosa cribata* in Spanish citrus orchards and its predatory capacity on *Ceratitis capitata* and *Myzus persicae*. *Biocontrol*, 54: 393-402.
- Monzó, C.; Mollá, O.; Vanaclocha, P.; Montón, H.; Melic, A.; Castañera, P. & Urbaneja, A. 2011. Citrus-orchard ground harbors a diverse, well-established and abundant ground-dwelling spider fauna. *Span. J. Agric. Res.*, 9(2): 606-616.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Morse, D.H. 1993. Choosing hunting sites with little information: patch-choice responses of crash spiders to distant cues. *Behavior Ecology*, 4: 61-65.
- Muniappan, R. & Chada, H.L. 1970. Biological control of the greenbug by the spider *Phidippus audax*. *Journal Economy of Entomology*, 63: 1712.
- Nakasuji, F.; Yamanaka, K. & Kiritani, K. 1973. The disturbing effect of micryphantid spiders on the larval aggregations of the tobacco cutworm *Spodoptera litura*. *Kontyu*, 41: 220-227.
- Nentwing, W. 1980. The selective prey of linyphiid-like spiders and their space webs.

Oecologia, 45: 236-243.

Norris, R.F. & Kogan, M. 2005. Ecology of interactions between weeds and arthropods. *Annu. Rev. Entomol*, 50: 479-503.

Nyffeler, M. 1982. Field studies on the ecological role of the spiders as insect predators in agroecosystems (abandoned grassland, meadows and cereal fields) Ph.D. Dissertation. Swis Federal Institute of Technology Zurich.

Nyffeler, M.; Sterling, W.L. & Dean, D.A. 1994. How spiders make a living. *Entomological society of America*, 23(6): 1357-1367.

Nyffeler, M. 1999. Prey selection of the spiders in the field. *Journal of Arachnology*, 27: 317-324.

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

Nyffeler, M. & Birkhofer, K. 2017. An estimated 400-800 million tons of prey are annually killed the global spider community. *The Science of Nature*, 104:30.

Öberg, S. 2007. Diversity of spiders after spring sowing – influence of farming system and habitat type. *Journal of Applied Entomology*, 131(8): 524-531.

Öberg, S. & Ekbom, B. 2006. Recolonization and distribution of spiders and carabids in cereal fields after spring sowing. *Ann. Appl. Biol.*, 149: 203-211.

Öberg, S.; Ekbom, B. & Bommarco, R. 2007. Influence of habitat type and surrounding landscape on spider diversity in Swedish agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122: 211-219.

Olszak, R.W.; Luczak, J.; Niemczyk, E. & Zajac, R.Z. 1992. The spider community associated with apple trees under different pressure of pesticides. *Ekologia Polska*, 40(2): 265-286.

Pasquet, A.; Tupinier, N.; Mazzia, C. & Capowiez, Y. 2016. Exposure to spinosad affects orb-web spider (*Agalenatea redii*) survival, web construction and prey capture

- under laboratory conditions. *Journal Pest Science*, 89: 507-515.
- Pearce, J.L.; Venier, L.A.; Eccles, G.; Pedlar, J. & McKenney, D. 2004. Influence of habitat and microhabitat on epigeal spider (Araneae) assemblages in four stand types. *Biodiversity Conserv.*, 13: 1305-1334.
- Pearce, J.L.; Venier, L.A.; Eccles, G.; Pedlar, J. & McKenney, D. 2005. Habitat islands, forest edge and spring-active invertebrate assemblages. *Biodiversity Conserv.*, 14: 2949-2969.
- Pekár, S. 2012. Side effects of synthetic pesticides on spiders. In: *Spider Ecophysiology* (Netwing, W.). Pág. 415-427. Springer. Brno.
- Peng, Y.; Shao, X.; Hose, G.C.; Liu, F. & Chen, J. 2010. Dimethoate, fenvalerate and their mixture affects *Hylyphantes graminicola* (Araneae: Linyphiidae) adults and their unexposed offspring. *Agricultural and forest Entomology*, 12: 343-351.
- Pérez-Guerrero, S.; Gelan-Begna, A.; Redondo, A.; Tamajón, R. & Vargas-Osuna, E. 2014. Lethal and sublethal effects of commercial insecticides on *Philodromus buxi*, a potential predator of defoliating Lepidoptera in dehesa woodland in southern Spain. *International Journal of Pest Management*, 60(2): 121-127.
- Pérez-Miles, F.; Simó, M.; Toscano-Gadea, C. & Useta, G. 1999. La comunidad de araneae criptozoicas del cerro de Montevideo, Uruguay: un ambiente rodeado de urbanización. *Physis*, 57(132-133): 73-87.
- Petcharad, B.; Kosulic, O. & Michalko, R. 2018. Insecticides alter prey choice of potential biocontrol agent *Philodromus cespitum* (Araneae, Philodromidae). *Chemosphere*, 1-25.
- Pfiffner, L. & Luka, H. 2003. Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders – a paired farm approach. *Basic and Applied Ecology*, 4(2): 117-127.
- Piechowicz, B.; Grodzicki, P.; Podbielska, M.; tyrka, N. & Sliwa, M. 2018. Transfer of active ingredients from plant protection products to a honeybee (*Apis mellifera* F.) hive from winter oilseed rape crops protected with conventional methods. *Pol. J.*

Environ. Stud., 27(3): 1-10.

- Pilling, E.D. & Jepson, P.C. 1993. Synergism between EBI fungicides and a pyrethroid insecticide in the honeybee (*Apis mellifera*). *Pestic. Sci.*, 39: 293-297.
- Pommeresche, R., Bakken, A.K. & Korsæth, A. 2013. Abundance and diversity of spiders (Araneae) in barley and young leys. *The Journal of Arachnology*, 41(2): 168-175.
- Post, W.M & Riechert, S.E. 1977. Initial investigation into the structure of spider communities. *The Journal of Animal Ecology*, 46(3): 729-749.
- Ragsdale, D. W.; Larson, A. D. & Newsom, L. D. 1981. Quantitative assessment of the predators of *Nezara viridula* eggs and nymphs within a soybean agroecosystem using an ELISA. *Environ. Entomol.*, 10: 402-405.
- Raven, R. 2015. A revision of ant-mimicking spiders of the family Corinnidae (Araneae) in the Western Pacific. *Zootaxa*, 3958(1), 1–258.
- Riechert, S. E. 1974. Thoughts on the ecological significance of spiders. *Bio. Science*, 24: 352-356.
- Riechert, S. E. & Gillespie, R. 1983. Habitat choice and utilization in the web spinners, p. 1-12 In: W.A. Shear. *Web Building spiders*. Stanford University. Stanford, EEUU.
- Riechert, S. E. & Lockley, T. 1984. Spiders as biological control agents. *Annu. Rev. Entomol.*, 29: 299-320.
- Rittman, S.; Wrinn, K.M.; Evans, S.C.; Webb, A.W. & Rypstra, A.L. 2013. Glyphosate-based herbicide has contrasting effects on prey capture by two co-occurring wolf spider species. *J. Chem. Ecol.*, 39: 1247-1253.
- Rivera, L. 2013. The diversity and ecology of spiders in coffee agroecosystems in the Soconusco region, Chiapas, Mexico. Thesis to opt the degree of Doctor of Philosophy. University of Michigan, Horace H. Rackham School of Graduate Studies. Pp. 157.

- Rocha-Filho, L.C. & Rinaldi, I.M.P. 2011. Crab spiders (Araneae: Thomisidae) in flowering plants in a Brazilian “Cerrado” ecosystem. *Brazilian Journal of Biology*, 71(2): 359-364.
- Rodrigues, E.N.L.; Mendonça Jr, M.; Fritz, L.L.; Heinrichs, E.A. & Fiuza, L. 2013. Effect of the insecticide Lambda-cyhalothrin on rice spider populations in southern Brazil. *Zoologia*, 30(6): 615-622.
- Rojas-Buffet, C.; Ottati, M. & Viera, C. 2015. Potencial predador de arañas tejedoras sobre insectos plaga presentes en el cultivo de soja. Memorias V Congreso Latinoamericano de Agroecología.
- Romero, G.Q. & Vasconcellos-Neto, J. 2004. Foraging by the flower-dwelling spider, *Misumenops argenteus* (Thomisidae), at high prey density sites. *Journal Natural History*, 38: 1287-1296.
- Romero, G.Q.; Mazzafera, P.; Vasconcellos-Net, J. & Trivelin, C.O. 2006. Bromeliad-living spiders improve host plant nutrition and growth. *Ecology*, 87(4): 803-808.
- Rubio, G.D.; Stolar, C.E.; Ohashi, D.V. & Baigorria, J.E. 2019. Jumping spiders (Araneae: Salticidae) in agroecosystems: A case study to know how friendly some crops can be for native fauna. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 54(2): 133-148.
- Rundlöf, M.; Smith, H.G. & Birkhofer, K. 2016. Effects of organic Farming on Biodiversity. John Wiley Online Library.
- Rypstra, A.L. & Buddle, C.M. 2013. Spider silk reduces insect herbivory. *Biol. Lett* 9:20120948.
- Salman, M.; Pek, M. & Lamaddalena, L. 2019. Field guide to improve water use efficiency in small-scale agriculture - The case of Burkina Faso, Morocco and Uganda. Rome, FAO.
- Samrat, C.; Isaia, M. & Venturino, E. 2009. Spiders as biological controllers in the agroecosystem. *Journal of Theoretical Biology*, 30 pp.
- Samu, F. & Lövei, G. 1995. Species richness of a spider community (Araneae):

- extrapolation from simulated increasing sampling effort. *European Journal of Entomology*, 92: 633-638.
- Samu, F. & Szinetár, C. 2002. On the nature of agrobiont spiders. *The Journal of Arachnology*, 30: 389-402.
- Samu, F. & Vollrath, F. 1992. Spider orb web as bioassay for pesticide side effects. *Entomol. Exp. Appl.*, 62: 117-124.
- Santiago-Pacheco, G.; García-García, M.A. & Martínez-Martínez. 2017. Diversidad de arañas (Chelicerata: Araneae) en cultivos de maíz en San Andrés Huayapam, Oaxaca México. *Entomología Mexicana*, 4: 15-20.
- Scharff, N.; Coddington, J. A.; Griswold, C. E.; Hormiga, G. & de Place Bjorn, P. 2003. When to quit? Estimating spider species richness in a northern European deciduous forest. *The Journal of Arachnology*, 31(2): 246-273.
- Schmidt, M.H. & Tschardtke, T. 2005a. The role of perennial habitats for central European farmland spiders. *Agriculture, Ecosystems and environment*, 105: 235-242.
- Schmidt, M.H. & Tschardtke, T. 2005b. Landscape context of sheetweb spider (Araneae: Linyphiidae) abundance in cereal fields. *Journal of Biogeography*, 32: 467-473.
- Schmitz, O.J. 2008. Effects of predator hunting mode of grassland ecosystem function. *Science*, 319: 952-954.
- Secretaría General de la Comunidad Andina. 2011. Agricultura familiar agroecológica campesina en la Comunidad Andina: Una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad. 54 pp.
- Senior, L.J.; Healey, M.A & Wright C. L. 2016. The role of spiders as predators of two lepidopteran Brassica pests. *Austral Entomology*, 1-9.
- Shapira, I.; Gavish-Regev, E.; Sharon, R.; Harari, A.R.; Kishinevsky, M. & Keasar, T. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 267: 109-118.
- Shaw, E.M.; Wheeler, C.P. & Langan, A.M. 2004. Do pesticide applications influence

- feeding and locomotor behavior of *Pardosa amentata* (Clerck) (Araneae, Lycosidae)? *Arthropoda Selecta* Special Issue, 1: 297-305.
- Simó, M.; Laborda, A.; Jorge, C. & Castro, M. 2011. Las arañas en agroecosistemas: bioindicadores terrestres de calidad ambiental. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*, 6: 52-55.
- Sørensen, L.L.; Coddington, J.A. & Scharff, N. 2002. Inventorying and estimating subcanopy spider diversity using semiquantitative sampling methods in an Afrotropical forest. *Environmental Entomology*, 31(2): 319-330.
- Stadelbacher, E. A. & Lockley, T. C. 1983. The spiders of *Geranium dissectum* Linnaeus in Washington County, Mississippi. *Journal of Georgia Entomology Society*, 18: 398-402.
- Statgraphics, Centurion XV. Programa estadístico versión 12.2.05.
- Statistica. StatSoft. Programa estadístico versión 7.0.
- Sunderland, K. 1999. Mechanisms underlying the effects of spiders on pest populations. *The Journal of Arachnology*, 27: 308-316.
- Sunderland, K. & Samu, F. 2000. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 95: 1-13.
- Suter, R.B. 1999. Walking on water. *American Science*, 87: 154-159.
- Symondson, W.O.C.; Sunderland, K.D. & Greenstone, M.H. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu. Rev. Entomol.*, 47:561-594.
- Tahir, H.M.; Basheer, T.; Ali, S.; Yaqoob, R.; Naseem, S. & Khan, S.Y. 2019. Effect of pesticides on biological control potential of *Neoscona theisi* (Araneae: Araneidae). *Journal of Insect Science*, 9(2): 17, 1-6.
- Thorbek, P. & Bilde, T. 2004. Reduced number of generalist arthropod predators after crop management. *Journal of Applied Ecology*, 41:526-538.
- Toft, S. & Jensen, A.P. 1998. No negative sublethal effects of two insecticides on prey

- capture and development of a spider. *Pesticide science*, 52(3): 223-228.
- Topping, C. 1999. An individual – based model for dispersive spiders in agroecosystems: simulations of the effects of landscape structure. *Journal of Arachnology*, 27: 378-386.
- Tosi, S. & Nieh, J.C. 2019. Lethal and sublethal synergistic effects of a new systemic pesticide, flupyradifurone (Sivanto), on honeybees. *Proc. R. Soc. B*, 286: 1-9.
- Toti, D. S.; Coyle, F. A. & Miller, J. A. 2000. A structured inventory of Appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance. *Journal of Arachnology*, 28: 329-345.
- Torres, C. & Galetto, L. 2008. Importancia de los polinizadores en la reproducción de Asteraceae de Argentina Central. *Acta Botanica Venezuela*, 31(2): 473-494.
- Tscharntke, T.; Clough, Y. & Wanger, TC. 2012. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biol. Conserv.*, 151:53–59.
- Turnbull, A. 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). *Annu. Rev. Entomol.*, 18: 305-348.
- Uetz, G.W.; Halaj, J. & Cady, A.B. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *The Journal of Arachnology*, 27:270-280.
- Valavanidis, A. & Vlachogianni, Th. 2010. Agricultural pesticides: Ecotoxicological studies and environmental risk assessment. *Science advances on Environment, Toxicology & Ecotoxicology issues*, 1-15.
- Van der Plaat, D.A.; de Jong K.; de Vries M Biobank-based Integrative Omics Study Consortium, et al. 2018. Occupational exposure to pesticides is associated with differential DNA methylation. *Occup. Environ. Med.* Published Online First: 19 February 2018.
- Vasconcellos-Neto, J.; Fanchini, Y.; da Silva, H.; Villanueva-Bonila, G.A. & Quevedo, G. 2017. Spider-plant interactions: An ecological approach. In: *Behavior and ecology of spiders* (Viera, C. & Gonzaga, M.O.). Pág. 165-214. Springer.

Switzerland.

- Vinothkumar, B. 2012. Diversity of spider fauna in upland rice agroecosystem at Gudalur valley in Tamilnadu. *Journal of Biological Control*, 26(3): 222-229.
- Wang, Y.; Zhang, W. & Fu, L. 2017. Food spoilage Microorganisms: Ecology and control. CRC Press, 192 pp.
- Weyland, F. 2005. Efecto de prácticas de conservación de suelo sobre la diversidad de artrópodos en lotes de soja. Tesis de licenciatura. Departamento de Ecología, Genética y Evolución. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.
- Wilder, S.M. 2011. Spider Nutrition: An Integrative perspective. *Advances in Insect Physiology*, 40:87-136.
- Wiles, J.A. & Jepson, P.C. 1994. Sub-lethal effects of deltamethrin residues on the within-crop behavior and distribution of *Coccinella septempunctata*. *Entomology Exp. Applied*, 72: 33-45.
- Wise, D. 1993. Spiders in ecological webs. Cambridge University Press, Cambridge. 328 pp.
- Wratten, S.D. ; Gillespie, M. & Decourtye, A. 2012. Pollinator habitat enhancement: Benefits to other ecosystem services. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 159:112–122.
- Wrinn, K.M.; Evans, S.C. & Rypstra, A.L. 2012. Predator cues and an herbicide affect activity and migration in an agrobiont wolf spider. *Chemosphere*, 87: 390-396.
- World Spider Catalog. 2020. World Spider Catalog. Version 21.0. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, Acceso el 31/03/2020.
- Yi, Z.; Jinchao, F. & Dayuan, X. 2012. A Comparison of Terrestrial Arthropod Sampling Methods. *J. Resour. Ecol.*, 3:174–182.
- Young, O. & Lockley, T. 1985. The striped Linx spider, *Oxyopes salticus* (Araneae:

- Oxyopidae) in agroecosystems. *Entomophaga*, 30(4):329-346.
- Young, O. & Edward, G. 1990. Spiders in United States field crops and their potential effect on crop pests. *J. Arachnol.*, 18: 1-27.
- Ysnel, F. & Canard, A. 2000. Spider biodiversity in connection with the vegetation structure and the foliage orientation of hedges. *The Journal of Arachnology*, 28: 107-114.
- Zanardi, O.; do Prado, L.; Ansante, T.F.; Silva, M.; Pavan, G.; Takao, P. & Djair, J. 2015. Bioactivity of a matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance. *Crop Protection*, 67: 160-167.
- Zantedeschi, R.; Grützmacher, A.D.; de Bastos, J.; Amaral, F. & Longaray, L. 2018. Selectivity of pesticides registered for soybean crop on *Telenomus podisi* and *Trissolcus basalisi*. *Pesq. Agropec. Trop.*, 48(1): 52-58.
- Zuazúa, F.; Araya, J.E. & Guerrero, M.A. 2003. Efectos letales de insecticidas sobre *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera; Aphididae), parasitoide de *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae). *Bol. San Veg. Plagas* 29:299-307.

ANEXO 1: ABUNDANCIA RELATIVA DE ARAÑAS PRESENTES EN EL CULTIVO DE MORRÓN BAJO INVERNÁCULO CON SAC (SIST. CONVENCIONAL) Y SATA (SIST. TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA) EN EL ÁREA CULTIVADA Y ÁREA DE VEGETACIÓN CIRCUNDANTE A LOS INVERNÁCULOS (BELLA UNIÓN, ARTIGAS - URUGUAY).

Familia	Morfotipo	Cultivo de morrón			Vegetación circundante		
		N% SATA	N% SAC	N% TOTAL	N% SATA	N% SAC	N% TOTAL
Amaurobiidae	Amaurobiidae sp.	0.16	0.11	0.26	0.03	0	0.03
Anyphaenidae	Anyphaenidae juv 1	0	0	0	0.48	0.90	1.38
	Anyphaenidae msp. 01	0.16	0	0.16	0.27	0.85	1.12
	Anyphaenidae msp. 02	0	0	0	0.81	0.57	1.38
	Anyphaenidae msp. 03	0.05	0	0.05	0	0.03	0.03
	Anyphaenidae msp. 04	0	0	0	0	0.01	0.01
	Anyphaenidae msp. 05	0.26	0.11	0.37	0.36	0.89	1.24
	Anyphaenidae msp. 06	0	0	0	0.14	0.05	0.19
	Anyphaenidae msp. 07	0.21	0.21	0.42	0.05	0.08	0.14
	Anyphaenidae msp. 08	0.58	0.11	0.69	0.01	0	0.01
Araneidae	Araneidae juv 1	0	0	0	0	0.01	0.01
	Araneidae juv 2	0	0	0	0.01	0.01	0.03
	Araneidae juv 3	0	0	0	0	0.01	0.01
	Araneidae juv 4	0.16	0	0.16	0	0	0
	Araneidae juv 5	0.05	0	0.05	0	0	0
	<i>Alpaida versicolor</i> (Keyserling)	0	0	0	0.36	0.18	0.53
	<i>Argiope</i> sp.	0	0	0	0.27	0.12	0.40
	<i>Eustala delasmata</i> Bryant, 1945	0.26	0.05	0.32	0	0.01	0.01
	<i>Gea heptagon</i> (Hentz)	0	0	0	0.03	0	0.03
	<i>Metazygia</i> sp.	0.26	0.05	0.32	0.01	0.04	0.05
	<i>Micrathena</i> sp.	0	0	0	0	0.01	0.01
	<i>Parawixia</i> sp.	0.32	0.05	0.37	0	0	0
	Araneidae msp. 03	0	0	0	0.01	0	0.01
	Araneidae msp. 05	0	0	0	0	0.03	0.03
	Araneidae msp. 07	0.05	0	0.05	0	0	0
	Araneidae msp. 09	0.05	0	0.05	0	0	0
Araneidae msp. 11	0	0	0	0	0.01	0.01	
Barychelidae	Barychelidae juv 1	0	0.05	0.05	0	0	0
	Barychelidae sp.	0.11	0	0.11	0.03	0.01	0.04
Cheiracanthidae	<i>Cheiracanthium inclusum</i> (Hentz, 1847)	0.26	0	0.26	0.07	0.04	0.11
	<i>Eutichurus</i> sp.	1.64	1.16	2.80	0.04	0.01	0.05
	Cheiracanthidae sp.	0.05	0	0.05	0	0.01	0.01

Familia	Morfotipo	Cultivo de morrón			Vegetación circundante		
		N% SATA	N% SAC	N% TOTAL	N% SATA	N% SAC	N% TOTAL
Corinnidae	Corinnidae juv 1	0.05	0	0.05	0.18	0.15	0.33
	Corinnidae juv 2	0	0	0	0.12	0.07	0.19
	<i>Castianeira</i> msp. 01	0.05	0.05	0.11	0.25	0.25	0.49
	<i>Castianeira</i> msp. 02	0.26	0.05	0.32	0.08	0.05	0.14
	<i>Castianeira</i> msp. 03	0	0	0	0	0.01	0.01
	<i>Castianeira</i> msp. 04	0.05	0	0.05	0.04	0.01	0.05
	<i>Falconina gracilis</i> (Keyserling, 1891)	9.05	0.05	9.10	0.59	0.05	0.64
	Corinnidae msp. 07	0	0	0	0.03	0.04	0.07
	Corinnidae msp. 08	0	0	0	0.04	0	0.04
	Corinnidae msp. 10	0.05	0	0.05	0.04	0	0.04
Ctenidae	Ctenidae msp. 01	0.11	0.32	0.42	0.01	0.01	0.03
	Ctenidae msp. 02	0	0.05	0.05	0.03	0.01	0.04
	Ctenidae msp. 03	0.16	0.11	0.26	0.01	0.04	0.05
	Ctenidae msp. 04	0.05	0.05	0.11	0	0	0
	Ctenidae msp. 05	0	0	0	0.03	0	0.03
Filistatidae	<i>Misionella mendensis?</i>	0.16	0.05	0.21	0	0	0
Gnaphosidae	<i>Apopyllus silvestrii</i> (Simon, 1905)	0.85	0.37	1.22	0.42	0.14	0.56
	Gnaphosidae msp. 01	0.32	0	0.32	0	0	0
	Gnaphosidae msp. 02	0.05	0	0.05	0	0.01	0.01
	Gnaphosidae msp. 03	0	0	0	0.01	0	0.01
	Gnaphosidae msp. 04	0.37	0	0.37	0	0	0
	Gnaphosidae msp. 06	0.79	0	0.79	0.25	0.41	0.66
	Gnaphosidae msp. 07	0.11	0.05	0.16	0.01	0	0.01
Hahniidae	Hahniidae msp. 01	0.53	0	0.53	0.21	0.10	0.30
	Hahniidae msp. 02	0.48	0.05	0.53	0.37	0.16	0.53
Linyphiidae	Linyphiidae juv	0	0.05	0.05	0	0	0
	<i>Dubiaranea</i> sp.	0	0	0	0.04	0.07	0.11
	<i>Erigone autumnalis</i> Emerton, 1882	26.51	1.91	28.42	3.54	1.95	5.49
	<i>Moyosi rugosa</i> (Millidge, 1991)	0.11	0.11	0.21	1.48	1.39	2.87
	<i>Ostearius melanopygius</i> (O. Pickard-Cambridge, 1879)	1.96	0.16	2.12	0.12	0.16	0.29
	<i>Psilocymbium lineatum</i> (Millidge, 1991)	0.26	0.05	0.32	0.29	0.48	0.77
	<i>Scolecurea parilis</i> Millidge, 1991	2.75	0.21	2.96	3.64	0.45	4.09
	Linyphiidae msp. 01	0.16	0.58	0.74	0.64	0.31	0.96
	Linyphiidae msp. 02	0.85	0.95	1.80	0.33	0.40	0.72
	Linyphiidae msp. 03	1.16	0.16	1.32	1.05	0.05	1.11
	Linyphiidae msp. 04	0.11	0.26	0.37	0.22	0.29	0.51
	Linyphiidae msp. 08	0	0	0	0.23	0.04	0.27
	Linyphiidae msp. 09	0.11	0	0.11	3.04	0.66	3.69
Linyphiidae msp. 10	0	0	0	0.07	0.15	0.22	

Familia	Morfotipo	Cultivo de morrón			Vegetación circundante		
		N% SATA	N% SAC	N% TOTAL	N% SATA	N% SAC	N% TOTAL
Linyphiidae	Linyphiidae msp. 11	0.05	0.16	0.21	0.82	0.83	1.65
	Linyphiidae msp. 12	0.16	0	0.16	0.19	0.08	0.27
	Linyphiidae msp. 13	0.05	0.05	0.11	0.03	0	0.03
	Linyphiidae msp. 14	0.11	0	0.11	0.04	0.16	0.21
	Linyphiidae msp. 17	0	0	0	0.03	0	0.03
	Linyphiidae msp. 19	3.02	0.11	3.12	0.15	0	0.15
	Linyphiidae msp. 20	0.11	0.05	0.16	8.49	0.51	9.00
	Linyphiidae msp. 21	0	0.05	0.05	0.04	0	0.04
	Linyphiidae msp. 23	0.74	0	0.74	0.29	0.01	0.30
	Linyphiidae msp. 24	0.53	0.16	0.69	0.18	0.10	0.27
	Linyphiidae msp. 25	0	0	0	0	0.01	0.01
	Linyphiidae msp. 26	3.44	0.48	3.92	2.43	0.51	2.94
	Linyphiidae msp. 27	1.80	0.11	1.90	1.75	0.27	2.02
	Linyphiidae msp. 28	0	0	0	0.01	0	0.01
Lycosidae	<i>Agalenocosa gamas</i> Piacentini, 2014	0	0	0	0.01	0.05	0.07
	<i>Agalenocosa</i> sp.	0.05	0.05	0.11	0.01	0.16	0.18
	<i>Allocosa</i> msp. 01	1.69	0.74	2.43	1.55	2.48	4.02
	<i>Allocosa</i> msp. 02	0	0	0	0.03	0.11	0.14
	<i>Hogna</i> cf. <i>subaustralis</i>	0.90	0.42	1.32	0.51	0.83	1.34
	<i>Hogna</i> msp. 01	0	0.05	0.05	0.04	0.15	0.19
	<i>Hogna</i> msp. 02	0.58	0.11	0.69	0.36	0.48	0.83
	<i>Lycosa thorelli</i> (Keyserling, 1844)	0.05	0	0.05	0	0	0
	<i>Lycosa</i> sp.	0.90	1.80	2.70	1.71	2.76	4.47
	Lycosidae msp. 02	0.16	0	0.16	0	0	0
	Lycosidae msp. 03	0.16	0	0.16	0.04	0.01	0.05
	Lycosidae msp. 04	0	0	0	0.01	0	0.01
	Lycosidae msp. 05	0.05	0	0.05	0	0	0
	Lycosidae msp. 06	0	0	0	0.05	0.01	0.07
	Lycosidae msp. 10	0.53	0.58	1.11	0.26	0.42	0.68
	Lycosidae msp. 12	0.32	0.11	0.42	0.15	0.16	0.31
	Lycosidae msp. 13	0.05	0.05	0.11	0.40	0.07	0.46
Lycosidae msp. 16	0.11	0.11	0.21	0.01	0.08	0.10	
Mimetidae	<i>Mimetus</i> sp.	0	0	0	0.03	0	0.03
Miturgidae	<i>Teminius insularis</i> (Lucas, 1857)	0.95	0.37	1.32	0.34	0.21	0.55
Mysmenidae	Mysmenidae sp.	0.16	0	0.16	0.11	0.01	0.12
Oecobiidae	Oecobiidae sp.	0.05	0.05	0.11	0	0	0

Familia	Morfotipo	Cultivo de morrón			Vegetación circundante		
		N% SATA	N% SAC	N% TOTAL	N% SATA	N% SAC	N% TOTAL
Oonopidae	Oonopidae msp. 01	0.16	0	0.16	0	0	0
	Oonopidae msp. 03	0.21	0.32	0.53	0.14	0.01	0.15
Oxyopidae	<i>Oxyopes salticus</i> Hentz, 1845	0.05	0.05	0.11	8.51	3.84	12.35
Philodromidae	Philodromidae msp. 01	0	0	0	0.04	0	0.04
	Philodromidae msp. 02	0.11	0	0.11	1.56	0.82	2.38
Pisauridae	Pisauridae sp. 01	0	0	0	0	0.04	0.04
Salticidae	Salticidae juv 1	0	0	0	0.04	0.03	0.07
	Salticidae juv 2	0	0	0	0.03	0	0.03
	Salticidae msp. 01	0.16	0.05	0.21	0.37	0.10	0.46
	Salticidae msp. 02	0	0	0	0.07	0.01	0.08
	Salticidae msp. 03	0.16	0.05	0.21	0.05	0	0.05
	Salticidae msp. 04	0.05	0	0.05	0.16	0.07	0.23
	Salticidae msp. 05	0	0	0	0.03	0.01	0.04
	Salticidae msp. 06	0	0	0	0.01	0	0.01
	Salticidae msp. 07	0.16	0	0.16	0.22	0.05	0.27
	Salticidae msp. 08	0.21	0	0.21	0.07	0	0.07
	Salticidae msp. 09	0	0	0	0	0.04	0.04
	Salticidae msp. 10	0.21	0.11	0.32	2.20	0.11	2.31
	Salticidae msp. 11	0.05	0	0.05	0.57	0.31	0.89
	Salticidae msp. 12	0	0.11	0.11	0	0.11	0.11
	Salticidae msp. 13	0.11	0	0.11	0.01	0.04	0.05
	Salticidae msp. 14	0	0	0	0.21	0.08	0.29
	Salticidae msp. 15	0.05	0.05	0.11	0.08	0.11	0.19
	Salticidae msp. 16	0	0	0	0.01	0.12	0.14
	Salticidae msp. 17	0	0	0	0.15	0.10	0.25
	Salticidae msp. 18	0	0	0	0.08	0.01	0.10
Salticidae msp. 19	0	0	0	0.05	0.03	0.08	
Salticidae msp. 20	0	0	0	0.03	0	0.03	
Scytodidae	<i>Scytodes</i> sp.	0	0	0	0.01	0	0.01
	<i>Scytodes ca. globula</i>	0.95	0.26	1.22	0.07	0.01	0.08
Sparassidae	Sparassidae sp.	1.85	2.01	3.86	0.14	0.04	0.18
Tetragnathidae	<i>Glenognatha australis</i> (Keyserling, 1883)	0	0	0	0.03	0.05	0.08
	<i>Glenognatha ca. florezi</i>	0.11	0.21	0.32	0.10	1.49	1.59
	<i>Leucauge</i> sp. 01	0.16	0	0.16	0.16	0.05	0.22
	Tetragnathidae msp. 01	0.05	0	0.05	0.01	0	0.01
	Tetragnathidae msp. 02	0	0	0	0	0.01	0.01
	Tetragnathidae msp. 05	0.05	0	0.05	0.01	0.03	0.04
	Tetragnathidae msp. 07	0	0	0	0.08	0.07	0.15
Theraphosidae	Theraphosidae sp.	0	0	0	0	0.01	0.01

Familia	Morfotipo	Cultivo de morrón			Vegetación circundante		
		N% SATA	N% SAC	N% TOTAL	N% SATA	N% SAC	N% TOTAL
Theridiidae	Theridiidae juv 1	0	0	0	0	0.01	0.01
	Theridiidae juv 2	0.05	0	0.05	0	0	0
	<i>Euryopsis spinifera</i> (Mello-Leitao, 1944)	0.11	0	0.11	0.15	0	0.15
	<i>Euryopsis cf. promo</i>	0	0	0	0.01	0	0.01
	<i>Euryopsis msp. 01</i>	0.05	0	0.05	0.05	0.01	0.06
	<i>Euryopsis msp. 02</i>	2.59	0.05	2.65	1.31	0.62	1.93
	<i>Euryopsis msp. 03</i>	0.05	0.05	0.11	0	0	0
	<i>Guaraniella msp. 01</i>	0.48	0	0.48	0.74	0.01	0.75
	<i>Guaraniella msp. 02</i>	0	0	0	0.01	0	0.01
	<i>Latrodectus geometricus</i> C.L. Koche, 1841	0.05	0	0.05	0	0	0
	<i>Steatoda cf. grossa</i>	0.11	0	0.11	0	0.38	0.38
	<i>Steatoda ca. ancorata</i>	0.21	0.05	0.26	0.05	0.96	1.01
	<i>Steatoda sp.</i>	0	0	0	0.01	0.01	0.03
	<i>Theridion pernambucum</i> Levi, 1963	0	0.11	0.11	0	0.03	0.03
	<i>Theridion cf. goodnightorum</i>	0	0	0	0.03	0	0.03
	<i>Theridion cf. pernambucum</i>	0.05	0	0.05	0	0	0
	<i>Theridion ca. moran</i>	0.11	0	0.11	0.12	0.45	0.57
	<i>Theridion ca. evexum</i>	0	0	0	0.41	0.19	0.60
	<i>Theridion msp. 01</i>	0.11	0.16	0.26	1.18	1.50	2.68
	<i>Theridion msp. 02</i>	0.42	0.26	0.69	0.79	1.22	2.01
Theridiidae msp. 07	0	0	0	0.05	0	0.05	
Theridiidae msp. 12	0	0	0	0.18	0.16	0.34	
Thomisidae	<i>Misumenops</i> sp.	0	0	0	0.14	0.14	0.27
	Thomisidae msp. 01	0	0	0	0.01	0	0.01
	Thomisidae msp. 03	0	0	0	0.64	0.19	0.83
	Thomisidae msp. 04	0	0	0	0.00	0.01	0.01
	Thomisidae msp. 05	0	0	0	0.15	0.45	0.60
Titanocidae	<i>Goeldia</i> sp.	0	0.05	0.05	0.04	0.03	0.07
	Titanocidae sp.	0	0.05	0.05	0.07	0.07	0.14
Trachelidae	<i>Meriola cetiformis</i> (Strand, 1908)	0.90	0.16	1.06	0.23	0.40	0.63
	<i>Meriola fasciata</i> (Mello-Leitao, 1941)	0.53	0.11	0.63	0.12	0.08	0.21
Trechaleidae	Trechaleidae sp.	0.05	0.00	0.05	0	0	0
Xenoctenidae	Xenoctenidae sp.	0.42	1.11	1.53	0.12	0.07	0.19
Zodariidae	<i>Cybaeodamus lycosoides</i> (Nicolet, 1849)	1.32	0.11	1.43	0.34	0.03	0.37
TOTAL		81.32	18.68	100%	62.76	37.24	100%

ANEXO 2: PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS AGROECOLÓGICO Y CONVENCIONAL DURANTE LA EVALUACIÓN EN BELLA UNIÓN – ARTIGAS, URUGUAY.

SATA (Sistema en transición agroecológica), SAC (Sistema convencional)

SAC	SATA	SAC	SATA	Producto	Función	Principio Activo
X		noviembre	-----	Ovis 100	Insecticida sistémico inhibidor de muda y ovicida	Análogo a hormona juvenil
X	X	abril, setiembre, octubre	mayo, agosto, octubre, nov	Baicen 150	Insecticida acaricida orgánico vegetal (SNC asfixia)	Matrine 0.36% CS
X	-----	mayo, junio	-----	Zetamiprid 120	Insecticida sistémico de contacto (SNC)	Acetamiprid (nicotinoide, piridilmetilamina)
X	-----	junio, julio	-----	Rayo 70	Insecticida amplio espectro de contacto e ingestión (SNC)	70g Lambdacialotrina (piretroide)
X	-----	junio	-----	Karate	Insecticida amplio espectro de contacto e ingestión (SNC)	25g Lambdacialotrina (piretroide)
----- --	X	-----	junio	Tixan 300 cc	Fungicida	Alginato de cobre 15%, extractos de fermentación 85%
X	-----	setiembre, octubre	-----	Match 100	Insecticida inhibidor de crecimiento (síntesis de quitina) no sistémico	Lufenuron 5%
X	-----	setiembre, octubre, noviembre	-----	Neem 300	Insecticida botánico	Azadirachtina
X	X	setiembre, noviembre	junio, julio	Teppeki 20	Insecticida aficida sistémico translaminar	Flonicamid (nicotinamida)
X	-----	octubre, noviembre	-----	Tiametoxam 60	Insecticida sistémico y contacto, amplio espectro acción residual (Mimético de la Acetilcolina)	Tiametoxam (neonicotinoide)
X	X	noviembre	abril, agosto, setiembre	Movento 100	Insecticida sistémico (inhibición de la síntesis de lípidos) insectos suctores.	Spirotetramato 10% (Grupo Ácidos Tetrámicos)

Continuación ANEXO 2 (Pág. 2 de 3)

SAC	SATA	SAC	SATA	Producto	Función	Principio Activo
----- --	X	-----	noviembre	Tracer	Insecticida acaricida, ingestión y contacto. activa los receptores acetilcolina-nicotínicos de las células nerviosas postsinápticas	Spinosad 36%
----- --	X	-----	octubre, noviembre	Impact 100	Fungicida sistémico. Inhibidor de biosíntesis de ergosterol en hongo	Frutriafol (grupo triazoles)
X	-----	agosto, setiembre	-----	Trichoderma 500	Fungicida biológico	Conidios del hongo <i>Trichoderma atroviride</i> + <i>Trichoderma asperellum</i> + <i>Trichoderma Antiguamente Tharzianum</i> + <i>Trichoderma viride</i>
X	-----	mayo	-----	Kasumin 200	Fungicida bactericida	Kasugamicina (Piranosido, antibiótico, aminoglicósido)
----- --	X	-----	junio, julio, octubre, noviembre	Quintec 35	Fungicida de contacto translaminar	Quinoxyfen 22.58% (Quinosilinas)
----- --	X	-----	octubre	Timorex	Fungicida de amplio espectro. Inhibidor crecimiento de micelio y germinación de esporas	222.5 g/L aceite de arbol de Té (terpineno)
X	-----	noviembre	-----	Matrix 100	Herbicida selectivo post emergente de malezas de hoja ancha y algunas gramíneas	Rimsulfuron 25% (Sulfonilureas)
X	-----	mayo	-----	Sporekill 100	Desinfectante de alimentos de alto espectro, contra hongos, esporas, bacterias, virus y algas	Cloruro de Didecil Dimetil Amonio
X	-----	junio	-----	Fetrilón	Fertilizante foliar	Hierro, magnesio, cobre, boro, manganeso, molibdeno
X	-----	abril, mayo, junio, julio, agosto, set, oct, nov.	-----	Biomass 100	Fertilizante orgánico	Extracto húmico 27%. (ácidos húmicos y fúlvicos)
X	-----	setiembre, octubre	-----	Lactobacillus	fertilizante orgánico	Lactofermentos, Lactobacillus

Continuación ANEXO 2 (Pág. 3 de 3)

SAC	SATA	SAC	SATA	Producto	Función	Principio Activo
X	-----	junio, julio	-----	Fruit guard	Insecticida	Permetrina 12.5% (piretroide)
X	-----	junio	-----	Oligomix	fertilizante foliar. Estabilizador Enzimático – Cofactor Metálico	Coctel de microelementos 19,2Mn + 4,86Zn + 0,9Cu + 3,64B + 0,38Mo+Vit B1
X	-----	abr, may, jun, jul, ago, set, oct, nov.	-----	UNFA 2g	fertilizante	Urea, nitrógeno, hierro
X	-----	agosto	-----	VitaSoil 1g	fertilizante microbiano rizosférico fitofortificante	Extractos microbianos (Azotobacter sp., Azospirillum sp.)
X	-----	setiembre, noviembre	abr, may, jun, jul, ago, set, oct, nov.	Metarhizium 500	insecticida biológico selectivo	Hongos entomopatógenos
X	-----	setiembre	-----	Amikrone 100	fertilizante orgánico	L-aminoácidos, péptidos y polipéptidos de origen natural
X	-----	setiembre	-----	Biorend	Fitorregulador, bioestimulante, fungistático, nematostático	Quitosano (Derivado de Quitina)

