

Comparación de la araneofauna de un cultivo de pino (*Pinus taeda*) con la matriz de campo natural

Lic. Carolina Jorge González

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

Orientador: Dr. Miguel Simó

Montevideo, Uruguay 2013

“El misterio es la cosa más bonita que podemos experimentar. Es la fuente de todo arte y ciencia verdaderos.”

Albert Einstein

A mis padres Sonia y Waldemar que desde donde estén se que siempre se encuentran a mi lado acompañándome.

A Gabriela mi hermana por su apoyo, aguantando largas horas frente a la computadora, brindándome contención y cariño durante el desarrollo de esta tesis, que es fruto del su gran sacrificio. Te quiero mucho hermana!

ÍNDICE

DEDICATORIA	1
RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN GENERAL	4
CAPÍTULO I: DIVERSIDAD DE ARAÑAS EN UN CULTIVO DE <i>PINUS TAEDA</i> L.	11
Introducción.....	11
Materiales y métodos.....	16
Resultados.....	22
Discusión.....	35
Bibliografía.....	40
CAPÍTULO II: DIVERSIDAD DE ARAÑAS EN UN CAMPO NATURAL	47
Introducción.....	47
Materiales y métodos.....	51
Resultados.....	55
Discusión.....	65
Bibliografía.....	69
CAPÍTULO III: COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE ARAÑAS DE UNA CULTIVO DE <i>PINUS TAEDA</i> CON LA MATRIZ DE CAMPO NATURAL CIRCUNDANTE	74
Introducción.....	78
Materiales y métodos.....	80
Resultados.....	82
Discusión.....	96
Bibliografía.....	99
CONCLUSIONES	107
AGRADECIMIENTOS	109
PUBLICACIONES Y COMUNICACIONES DE LOS RESULTADOS DE LA TESIS	111

RESUMEN

La forestación en el Uruguay es una de las actividades agropecuarias que más ha crecido durante las últimas décadas, ocupando grandes extensiones de campo natural. De las especies del género *Pinus*, *P. taeda* L. es la más cultivada pero a pesar de ello, no existen estudios sobre el cambio que este cultivo produce en la biodiversidad del suelo del campo natural. Las arañas constituyen el séptimo grupo en diversidad biológica a nivel mundial y son buenos indicadores de cambios en los ecosistemas. El presente estudio es el primero en comparar la araneofauna de un cultivo de *P. taeda* con el campo natural adyacente. Se realizaron muestreos estacionales de abril de 2011 a febrero de 2012 en una plantación forestal en el departamento de Tacuarembó. El suelo del cultivo y del campo natural se relevó con aspirador G-vac durante el día y recolección manual nocturna mientras que en el follaje del cultivo se muestreó con aspirador durante el día. En todo el estudio se recogieron 5017 ejemplares distribuidos en 21 familias y 121 especies morfoespecies, lo que representa el 70% de la araneofauna según el estimador Jack-knife 1. Se observaron diferencias significativas en la composición de especies, familias y gremios entre ambos sitios. El campo natural fue el sitio con mayor número de individuos, familias y especies del muestreo. El aspirador G-vac fue el método más eficiente con el 90,1% del total de arañas recolectadas. El follaje del cultivo presentó una baja diversidad y abundancia de arañas. A nivel taxonómico se registraron 3 géneros nuevos para la ciencia de las familias Gnaphosidae y Corinnidae y se citan por primera vez para el Uruguay la familia Mysmenidae (*Microdipoena* sp.), los géneros *Predator*, *Gnamasomorpha*, *Othoniella*, *Guaraniella*, *Thymoites*, *Tmarus*, *Platiarachny*, *Orthobula* y. Las arañas cazadoras por emboscada constituyeron el gremio más abundante en el campo natural y las tejedoras errantes de tela de sábana en el pinar. *Thymoites* sp. 2 fue la especie indicadora y *Tutaibo* sp. 1 y la me 42 las especies detectoras para el campo natural y *Thymoites* sp. 1 y *Akela ruricola* fueron las especies detectoras para el pinar. Los resultados indican que el cultivo de *P. taeda* genera cambios en la composición y estructura de la araneofauna del suelo con respecto a la del campo natural. La identificación de especies indicadoras y detectoras de ambos lugares de estudio, genera un marco de conocimiento para su posible aplicación en futuros monitoreos en el marco de la sostenibilidad y certificación ambiental del cultivo forestal.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El orden Araneae y los estudios de su diversidad

Las arañas son un grupo megadiverso ocupando el séptimo lugar dentro del reino animal (Coddington & Levi, 1991), con un total de 43678 especies descritas (Platnick, 2013). El infraorden Araneomorphae es el grupo más diverso de las arañas con aproximadamente el 93 % del total de especies del orden (Platnick, 2013). Las arañas son componentes significativos de muchos de los ecosistemas, constituyendo uno de los mayores predadores de las comunidades de insectos y otros artrópodos (Maloney *et al.*, 2003; Ubick *et al.*, 2005). En las últimas décadas se han incrementado los estudios enfocados en conocer la diversidad de arañas presentes tanto en ambientes naturales como en agroecosistemas (Jiménez-Valverde & Lobo, 2006). Su potencial como controladores biológicos de insectos plaga, las ha convertido en un sujeto de estudio de interés, incrementándose las investigaciones sobre araneofauna asociada a diferentes cultivos comerciales (Wise, 1993). Para ello se han realizado estudios en cultivos de soja (Pearce *et al.*, 2005; Lijiestrom *et al.*, 2006), de alfalfa (Kiss & Samu, 2000; Armentano & Gonzalez, 2010), en diversos cereales (Uetz *et al.*, 1999), en plantaciones de manzanos (Mathews *et al.*, 2004; Miliczky & Horton, 2005; Pfannenstiel, 2008), en citrus (Green, 1999) y en viñedos (Hoog & Daane, 2010). Dichos estudios se han orientado a conocer la araneofauna del suelo, hojarasca y follaje arbustivo, que son los estratos usualmente más accesibles (Sorensen *et al.*, 2002; Sorensen, 2004; Horváth *et al.*, 2009).

En Uruguay se han citado hasta el momento 22 especies del Infraorden Mygalomorphae distribuidas en 6 familias y más de 200 especies de 40 familias correspondientes al Infraorden Araneomorphae (Capocasale & Pereira, 2003; Simó *et al.*, 2011a; Pérez-Miles, 2011). A pesar de ello, se considera que el conocimiento de la araneofauna, de nuestro país es bastante escaso, lo cual plantea el desafío de desarrollar nuevos estudios para avanzar en taxonomía y sistemática de este grupo (Simó, 2005; Simó *et al.*, 2011a). Con dicho objetivo se han realizado en Uruguay varios estudios enfocados a conocer la diversidad de arañas presentes tanto en ambientes naturales como en agroecosistemas. En sistemas productivos se ha estudiado la araneofauna de una huerta orgánica (Viera *et al.*, 1996), y en cultivos de *Citrus limon* (L.) Burm con dos manejos diferentes (Benamú-Pino, 2004). En otro estudio se comparó la diversidad de arañas en un área constituida por dos agroecosistemas contiguos (parcela de *Eucalyptus globulus* Labill. de

11 años de edad y un cultivo forrajero de *Avena sativa* L. y *Trifolium pratense* L.), con dos ambientes naturales un bosque ribereño y un bosque parque (Simó *et al.*, 2011b). En ambientes naturales los principales estudios de la araneofauna uruguaya se han realizado en serranías (Sierra de las Ánimas (Costa *et al.*, 1991), Quebrada de los Cuervos (Simó *et al.*, 1994) y en arenales costeros (Costa *et al.*, 2006). La mayor parte de los registros de arañas del Uruguay citados en la literatura, así como la procedencia del material depositado en las colecciones aracnológicas del país, proceden del sur del país y particularmente de zonas próximas a centros poblados de Montevideo, Canelones, Maldonado, Lavalleja, Rocha y Paysandú (Jorge, 2009; Jorge *et al.*, 2011; Laborda *et al.*, 2011). Por tanto, el conocimiento parcial que se posee de la diversidad de arañas del país, sugiere la necesidad de estudios taxonómicos en zonas poco estudiadas o aún no relevadas al norte del río Negro.

Importancia de la actividad agropecuaria en el Uruguay

La ganadería y la agricultura constituyen unas de las actividades que generan los mayores ingresos de divisas en Uruguay. Como consecuencia del aumento en la extensión del área dedicada a dichas actividades, el territorio de nuestro país se ha ido transformando en un mosaico de ambientes naturales (campos naturales y bosques nativos) y agroecosistemas (Evia & Gudynas, 2000; Simó *et al.*, 2011b). Si bien la actividad ganadera sigue siendo la que presenta una mayor rentabilidad para nuestro país, se prevé que en los próximos años, la forestación será una de las actividades que genere los mayores ingresos (DIEA, 2011).

El Uruguay está situado en la región de los pastizales del Río de la Plata, constituyendo una de las áreas de campo natural más extensas del mundo (Lezama *et al.*, 2011). El pastizal o campo natural se extiende por todo el territorio del Uruguay, llegando a ocupar alrededor del 70% del mismo, constituyendo el bioma de mayor importancia para el país (Altesor *et al.*, 2011). El campo natural se caracteriza por presentar una diversidad florística alta, pudiéndose reconocer cuatro grandes zonas, que son un reflejo de las diferencias en la estructura edáfica y macrotopográfica a nivel de paisaje (Lezama *et al.*, 2011). Perelman & León (2011), plantean que la heterogeneidad en la composición florística es una respuesta que tienen las poblaciones vegetales a la variación espacial de los factores ambientales, bióticos (presencia de herbívoros u otras especies de plantas), y /o abióticos (clima, suelo y manejo agropecuario). Durante las últimas décadas el campo natural ha sido uno de los ecosistemas naturales de nuestro país que se ha visto altamente afectado por acción de las prácticas ganaderas extensivas (Altesor *et al.*, 2011). De las 17.600.000 ha de

superficie de territorio, unas 16.400.000 ha se pueden utilizar en actividades agropecuarias, encontrándose un 5% de dicha área cubierta por bosques nativos y un 5,3% por bosques implantados (SPF, 2012). Las exportaciones del sector forestal representaron el 7,65% (515 millones de dólares) del total de las exportaciones del país durante el año 2010, proyectándose que continúe su crecimiento en el futuro (DIEA, 2011). Debido a los requerimientos internacionales, el sector forestal fue uno de los pioneros en obtener productos eco-certificados (Carrasco-Letelier, 2010). Por tal motivo, la producción de madera certificada hace necesario el estudio de bioindicadores que evalúen el impacto que estos cultivos ocasionan sobre la biodiversidad local. Las arañas al igual que los carábidos (Coleoptera) han sido utilizados como indicadores biológicos para evaluar los efectos de las actividades antrópicas sobre los ecosistemas naturales (Pearse & Venier, 2005). Pero en Uruguay no existen antecedentes de estudios en arañas enfocados al reconocimiento de taxa indicadores para evaluar los cambios que generan los agroecosistemas sobre la biodiversidad local. Por lo tanto, conocer el grado de reemplazo de la comunidad de arañas como producto de la forestación, reconocer e identificar los taxa indicadores, son herramientas fundamentales para la potencial utilización en el manejo forestal sustentable.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio comparativo de la diversidad de arañas asociada a un cultivo forestal con la diversidad de la matriz de campo natural circundante.

Hipótesis

La comunidad de arañas del cultivo de *Pinus taeda* L. difiere en composición y estructura de la del campo natural circundante.

BIBLIOGRAFÍA

Altesor A., Ayala W. & Paruelo J. M. 2011. Descripción de la heterogeneidad florística y seguimiento de la productividad primaria y secundaria del campo natural. En Bases Ecológicas y Tecnológicas para el manejo de pastizales. Proyecto FPTA-175. INIA 224 pp.

- Armentano A. & Gonzalez A. 2010. Comunidad de arañas (Arachnida, Araneae) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en Buenos Aires, Argentina. *Revista Biología Tropical*. 58 (2): 757-767.
- Benamú-Pino. M.A. 2004. Estudio comparativo de la diversidad de arañas de un campo en abandono y un cultivo convencional de limonero *Citrus limón* en Rincón del Cerro, Uruguay. Maestría en Ciencias Biológicas, Opción Zoología PEDECIBA, UdelaR.
- Capocasale R.M & Pereira A. 2003. Diversidad de la Biota Uruguaya: Araneae. *Anales MUNHINA (2ª Serie)*. 10 (5): 1-32
- Carrasco-Letelier L. 2010. Aportando a la consolidación de la sustentabilidad ambiental forestal. *Revista INIA*. 22: 41-44.
- Coddington, J.A. & Levi H.W. 1991. Systematics and evolution of spiders. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 22 (5): 65-92.
- Costa F.G., Pérez Miles F., Gudynas E., Prandi L. & Capocasale R.M. 1991. Ecología de los arácnidos criptozóicos, excepto ácaros, de Sierra de Ánimas (Uruguay). *Ordenes y familias. Aracnología*. 13 (15): 1-41.
- Costa F.G., Simó M. & Aisenberg A. 2006. Composición y ecología de la fauna epígea de Marindia (Canelones, Uruguay) con especial énfasis en las arañas: un estudio de dos años con trampas de intercepción. En: *Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya*. R. Menafrá, L. Rodríguez-Gallego, F. Scarabino & D. Conde, Editores. 427-437.
- DIEA. 2011. División estadísticas agropecuarias, Anuario Estadístico Agropecuario 2011. Acceso on-line en: <http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2011.....web.pdf>
- Evia G. & Gudynas E. 2000. Ecología del paisaje en Uruguay. Aportes para la conservación de la diversidad biológica. *DINAMA, Junta de Andalucía*. 173 pp.
- Green J. 1999. Sampling Method and time determines composition of spider collections. *The Journal of Arachnology*. 27:176-182.
- Hogg B.N. & Daane K.M. 2010. The role of dispersal from natural habitat in determining spider abundance and diversity in California vineyards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 135: 260-267.
- Horváth R. Magura T., Szinetá C. & Tóthmérész B. 2009. Spiders are not less diverse in small and isolated grasslands, but less diverse in overgrazed grasslands: A field study (East Hungary, Nyírség). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 130: 16-22.

- Jiménez-Valverde A. & Lobo J. M. 2006. Establishing reliable spider (Araneae, Araneidae and Thomisidae) assemblage sampling protocols: estimation of species richness, seasonal coverage and contribution of juvenile data to species richness and composition. *Acta Oecologica*. 30: 21-32.
- Jorge C. 2009. Diversidad y taxonomía de la familia Gnaphosidae (Araneae, Gnaphosoidea) en el Uruguay. Tesina de grado, Lic. Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Udelar, 48 pp.
- Jorge C., Rodríguez V. & Simó M. 2011. El género *Meriola* Banks, 1895 en el Uruguay (Araneae, Corinnidae). En: Actas del Tercer Congreso Latinoamericano de Aracnología, Montenegro, Colombia: 219. Poster.
- Kiss B. & Samu F. 2000. Evaluation of population densities of the common wolf spider *Pardosa agrestis* (Araneae: Lycosidae) in Hungarian alfalfa fields using mark-recapture. *European Journal of Entomology*. 97: 191-195.
- Laborda A., Castro M., Benvenuto F. & Simó M. 2011. Riqueza y patrones de distribución de la familia Anyphaenidae en el Uruguay. Jornada Expo cierre proyectos CSIC PAIE 2009. Acceso on line en: www.csic.edu.uy.
- Lezama F., Altesor A., Pereira M. & Paruelo J.M. 2011. Descripción de la heterogeneidad florística de las principales regiones geomorfológicas de Uruguay. En: Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales. Altesor A., Ayala W. & Paruelo J.M. editores. Serie FPTA N° 26: 15-32 pp.
- Liljesthröm G., Minervino E., Castro D. & González A. 2002. La Comunidad de Arañas del Cultivo de Soja en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Neotropical Entomology*. 31(2): 197-210.
- Maloney D., Drummond F.A. & Maloney R.A. 2003. Spider Predation in Agroecosystems: Can Spiders Effectively Control Pest Populations? Maine Agricultural and Forest Experiment Station. The University of Maine. Technical Bulletin. 190: 1-32.
- Mathews C.R., Bottrell D.G., & Brown M.W. 2004. Habitat manipulation of the apple orchard floor to increase ground-dwelling predators and predation of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Biological Control* 30: 265-273.
- Miliczky E.R. & Horton D.R. 2005. Densities of beneficial arthropods within pear and apple orchards affected by distance from adjacent native habitat and association of natural enemies with extra-orchard host plants. *Biological Control*. 33: 249-259.

- Pearce S., Zalucki M.P. & Hassan E. 2005. Spider ballooning in soybean and non-crop areas of southeast Queensland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 105: 273-281.
- Perelman, S.B. & León, R.J.C. 2011, Caracterización de las comunidades vegetales y su importancia en sistemas ganaderos extensivos. En: *Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales*. Altesor, A., W. Ayala y J.M. Paruelo. Editores. Serie técnica FPTA N° 26: 56-69.
- Pérez-Miles F. 2011. Las Arañas Mygalomorphae del Uruguay. En: *Arácnidos del Uruguay: Diversidad, Ecología y comportamiento*. C. Viera editora. Banda Oriental, Mdeo Uruguay, 37-50.
- Pfannenstiel R.S. 2008. Spider predators of lepidopteran eggs in south Texas field crops. *Biological Control*. 46: 202-208
- Platinck N.I. 2013. The World Spider Catalog, Version 13.5. The American Museum of Natural History. <http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog/>. Acceso el 5/01/2013
- Simó M., Pérez-Miles F., Ponce de León R., Achaval F. & Meneghel M. 1994. Relevamiento de fauna de la Quebrada de los Cuervos; Área Natural Protegida (Dpto. Treinta y Tres, Uruguay). *Boletín de La Sociedad Zoológica Del Uruguay*. 2: 1-20.
- Simó M. 2005. La Sistemática del Orden Araneae y consideraciones acerca de su estudio en el Uruguay. En: *Biodiversidad y Taxonomía: Presente y futuro en el Uruguay*. A Langguth editor. DINAMA. UNESCO, 69-80.
- Simó M., Laborda A., Jorge C. & Castro M. 2011a. Araneomorphae el grupo más diverso de las arañas. En: *Arácnidos del Uruguay: Diversidad, Ecología y comportamiento*. C. Viera editora. Banda Oriental, Mdeo Uruguay, 19-36.
- Simó M., Laborda A., Jorge C. y Castro M. 2011b. Las arañas en agroecosistemas: bioindicadores terrestres de calidad ambiental. *INNOTEK (LATU)*. 6: 51-55
- Sorensen L. 2004. Composition and diversity of the spider fauna in the canopy of a montane forest in Tanzania. *Biodiversity and Conservation*. 13: 437-452.
- Sorensen L., Coddington J. & Scharff N. 2002. Inventorying and Estimating Subcanopy spider diversity using semiquantitative sampling methods in an Afromountain forest. *Environmental Entomology*. 31(2): 319-326.
- SPF (Sociedad de Productores Forestales). Acceso on-line 09/09/2012, en: <http://www.spf.com.uy/forestacion-en-uruguay/>
- Ubick D., Paquin P., Cushing P.E. & Roth V. 2005. *Spiders of North America: an identification manual*. American Arachnological Society, USA. pp

- Uetz G. W; Halaj A. & Cady A.B. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *The Journal of Arachnology*. 27: 270-280.
- Viera C., Simó M. & Pérez-Miles F. 1996. La Comunidad de arañas epígeas de una huerta orgánica de Montevideo, Uruguay. Resultados Preliminares. En: Actas de las IV Jornadas de Zoología del Uruguay. Montevideo.
- Wise D.H. 1993. *Spiders in Ecological Webs*. University Press, Cambridge, UK. 342 pp.

CAPÍTULO I

DIVERSIDAD DE ARAÑAS EN UN CULTIVO DE *Pinus taeda* L.

INTRODUCCIÓN

Producción forestal en el Uruguay

La producción forestal ha tenido un crecimiento sostenido en Uruguay desde el año 1966 debido a la creación de la Dirección General Forestal del MGAP. Esta Dirección está encargada de la regulación y desarrollo de la política agrícola forestal, creándose en el año 1968 la primer ley forestal (ley 13.723) (Bianchi *et al.*, 2011). Desde la aprobación de la segunda ley forestal en el año 1989, la actividad forestal se ha ido transformado en una alternativa agronómica fuerte en relación a la ganadería y la agricultura tradicional (Cusano *et al.*, 2009). En 1989 existían aproximadamente 50.000 ha forestadas, superando en el año 2009 las 800.000 ha de bosques de producción: 493.000 de *Eucalyptus globulus* y *grandis*, 208.000 de *Pinus taeda* y *elliottii*, y 42.000 de otras especies, estando proyectadas unas 3.6 millones de ha destinadas a la forestación con especies exóticas (Figura 1A). (Arnaboldi & Cabano, 2009; Cusano *et al.*, 2009). Mientras los bosques naturales ocupan unas 800.000 ha del territorio uruguayo, los bosques de eucaliptos y pinos alcanzaron en 2012 una superficie mayor (1 millón) (Méndez-Ayala, 2009; Gómez & Alonso, 2012). Con el establecimiento de la planta de producción de celulosa UPM (ex Botnia) en 2007, el surgimiento de nuevas inversiones y la construcción de una segunda planta de celulosa de la empresa Montes del Plata, se han visto incrementadas las importaciones y exportaciones, revalorizando la industria forestal uruguayo consolidando el sector forestal en los próximos años (Bianchi *et al.*, 2011).

Si bien la actividad forestal se lleva a cabo en todo el país, el litoral oeste (Salto y Paysandú) 33% y la zona norte (Tacuarembó y Rivera) 34%, son las que presentan un mayor desarrollo (Avondet *et al.*, 2010). En la producción forestal del Uruguay el género *Pinus* ocupa el segundo lugar en importancia económica, siendo el *Eucalyptus* el más plantado. En el año 2007, se incrementó el área cultivada con pinos, debido fundamentalmente al incremento de inversiones cuyo destino principal es la producción de madera para aserrado (Méndez-Ayala, 2009).

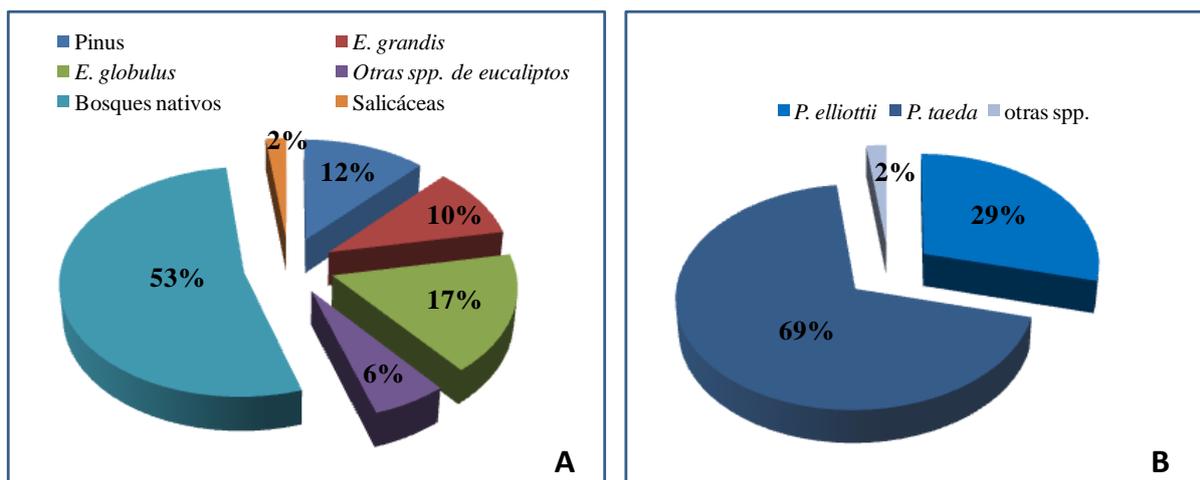


Figura 1. Porcentajes de áreas cubiertas por bosques en Uruguay. **A.** Superficies ocupadas por bosques naturales y bosques artificiales. **B.** Proporción de áreas forestadas con especies del género *Pinus*.

Plantaciones de *Pinus taeda*

El género *Pinus* L. cuenta con alrededor de 110 especies descritas, es originario del hemisferio norte, aunque algunas especies como *Pinus taeda* L. han sido introducidas en áreas templadas y subtropicales del hemisferio sur. Las especies de pino más plantadas en nuestro país son *Pinus elliotii* Engelm, *Pinus pinaster* Ait. y *P. taeda* (Arnaboldi & Cabano, 2009). Una de las primeras especies de pino utilizadas en la forestación comercial en nuestro país fue *Pinus radiata* D. Don, pero su producción fue interrumpida debido a los daños ocasionados por “la polilla de los brotes de pino” *Rhyacionia buoliana* (Denis & Schiffermuller, 1775) (Lepidóptera: Tortricidae) (Bentancourt & Scatoni, 2009). Posteriormente se introdujeron otras especies, siendo actualmente *P. taeda* la más cultivada debido a su rápido crecimiento y a que su madera puede ser utilizada para diversos fines (Figura 1B). Esta especie conocida como pino amarillo o pino grande debido a su talla, pertenece a la familia de las Pináceas, su madera es blanda, de coloración beige cremosa, resinosa y es altamente comercializada, en especial para pulpa de fibras (Baker & Langdon, 1990). Tienen tendencia útil a autopodarse por desrame, de manera que queda el tronco despejado y largo, confiriéndole buenas propiedades a la madera, aumentando su calidad y con ello su valor comercial. El mercado más fuerte para la madera de esta especie es la producción de paneles utilizados en la construcción y en segundo lugar la producción de pulpa de celulosa (Pérez del Castillo *et al.* 2000; Méndez Ayala, 2009). La madera aserrada debe ser resistente y duradera para ser utilizada en la construcción, por dicho motivo se han

desarrollado estudios para evaluar la calidad de la madera de esta especie (Pérez del Castillo *et al.* 2000). La fase de producción comienza en el vivero, donde se realiza la producción y mantenimiento de los plantines a través de semillas o mediante clones, hasta que están listos para ser implantados. La siguiente fase, el laboreo consiste en la preparación del suelo previo a la implantación de los plantines en el campo, para facilitar el enraizamiento y promover el crecimiento de las plantas. Para ello es necesario contar con un diseño de la distribución espacial de las parcelas, cortafuegos y caminos para facilitar el ingreso al cultivo y disminuir los factores de riesgo de incendio forestal (Bianchi *et al.*, 2011). Luego, se realiza la fertilización y control de plagas, en especial hormigas, mediante cebos y malezas con herbicidas (en general glifosato) que van a competir con el cultivo. Una vez culminado este proceso, comienzan los manejos del bosque que van a depender de la finalidad con la que fue diseñado el mismo, por ejemplo en el caso de que la producción sea para aserrado y/o debobinado se incluyen actividades de podas y raleos para disminuir la formación de nudos, mejorando la calidad de la madera (Andvonet *et al.*, 2010). En general la madera raleada queda en los bosques, la que se va degradando hasta convertirse en materia orgánica que va a enriquecer el suelo, debido a que los costos de extracción son mayores que la ganancia obtenida por su venta. Esto suele ser un problema durante el verano debido al alto contenido de madera que aumenta el riesgo de incendios y es la fuente de alimento de insectos xaproxílicos que luego pueden atacar árboles en pie, convirtiéndose en un problema sanitario de importancia (Ciesla, 2011; Gómez, 2012). Los turnos de crecimiento dependen de la especie y el objetivo comercial con el que se diseñó el cultivo; en el caso del pino, los turnos de madera para pulpa son de aproximadamente 15 años, y los de madera sólida varían entre 20-24 años (Méndez Ayala, 2009). La etapa final del cultivo es la cosecha; puede darse un primera cosecha o raleo comercial a los 13 años, en la que se dejan los mejores árboles y la tala rasa en que se cosecha toda la parcela, entre 20-24 años dependiendo de la demanda, sanidad o del crecimiento de los árboles.

Investigación en el sector forestal del Uruguay

La mayor parte de los trabajos de investigación en el área forestal están enfocados en el mejoramiento genético, calidad de la madera, resistencia a enfermedades y plagas entre otros, pero pocos sobre el impacto que generan en los ambientes naturales (Arnaboldi & Cabano, 2009). Además el mercado internacional es cada vez más exigente en cuanto al cumplimiento de las normas de calidad y certificación de los productos agrícolas. La meta de

toda empresa que quiera aumentar sus ingresos y mejorar su imagen tanto a nivel local e internacional es la consecución de una actividad agrícola sustentable. Nuestro trabajo es investigar para ver cuáles son los parámetros que van a caracterizar los posibles impactos ambientales y proponer criterios objetivos de qué modificaciones consideramos como aceptables o inaceptables, según lo expuesto por Carrasco-Letelier, 2010; Martínez *et al.*, 2010. A partir del trabajo resultante del proceso de Montreal (1994) y el Acuerdo de Santiago (1995) se ha establecido a la biodiversidad como un criterio para evaluar el manejo sustentable de los bosques (Martínez *et al.*, 2010).

El sector forestal en nuestro país es uno de los pioneros en la certificación ecológica de sus productos, siendo la más utilizada la norma FSC (Carrasco-Letelier, 2010; Martínez *et al.*, 2010). Los principales criterios que establece dicha norma son:

- ✓ Evaluación del Impacto ambiental, basándose en la conservación de la biodiversidad (presencia de especies raras, amenazadas y/o en peligro de extinción)
- ✓ Monitoreo y evaluación del manejo forestal de los bosques de producción, de manera de minimizar el impacto socioambiental.
- ✓ Mantenimiento de los bosques con alto grado de diversidad (mantenimiento de áreas naturales conservadas dentro del predio de la plantación).

La certificación FSC es considerada una herramienta útil para buscar la sustentabilidad de la producción forestal. Para ello es necesaria la realización de estudios que analicen los efectos generados por dicha actividad, para poder definir los parámetros más adecuados que evalúen los cambios en los ecosistemas (Carrasco-Letelier, 2010). El programa de sustentabilidad ambiental y Forestal de INIA viene trabajando en el desarrollo y validación de parámetros ecotoxicológicos, biológicos y fisicoquímicos para el monitoreo de cuencas de aptitud forestal en el departamento de Rio Negro, utilizado como objeto de estudio peces nativos y abejas (Carrasco-Letelier, 2010).

El aumento del número de hectáreas dedicadas a la actividad forestal, ha generado inquietudes a nivel científico y por parte de las empresas en unificar esfuerzos para conocer los cambios generados en los ecosistemas como consecuencia del cambio de uso de pastoril o agrícola a forestal y la necesidad de certificar sus productos a nivel internacional (Giosa, 2009). A pesar de ello, son pocos los trabajos orientados a conocer la fauna afectada por el establecimiento de agroecosistemas forestales en zonas originalmente ocupadas por campo natural. Algunas empresas han desarrollado inventarios de fauna y en flora nativa presentes en los predios, pero solo incluyen grupos de vertebrados y leñosas (UPM-FOSA, 2011). No

existen antecedentes de estudios de la araneofauna en plantaciones de pino, para encontrar especies bioindicadoras de cambios en la diversidad de arañas, influidas por este cultivo. Las arañas habitan en todos los ecosistemas terrestres, son predadores generalistas que ocupan niveles intermedios en las redes tróficas, alimentándose principalmente de artrópodos. Ello las torna útiles para evaluar cambios en los ecosistemas a través del estudio de su abundancia y diversidad (Wise, 1993; Coddington *et al.* 1996; Toti *et al.*, 2000).

Estudios de artropodofauna presentes en plantaciones forestales en Uruguay

El primer estudio sobre la comunidad de arañas en plantaciones forestales de nuestro país, se realizó en el año 2004, para conocer la araneofauna presente en una parcela de *Eucalyptus globulus*, de 9 años, en el predio de INIA las Brujas (Canelones). En dicho estudio se comparó la diversidad de arañas presentes en dicho ambiente con los ecosistemas circundantes, un bosque parque y un bosque ribereño a lo largo de un año (Simó *et al.*, 2011a). Recientemente se ha trabajado con las arañas asociadas al follaje de plantaciones forestales jóvenes de *E. globulus* (Martinez *et al.*, 2010). Simó *et al.* (2011b), han trabajado con *Badumna longinqua* L. Koch, 1867) una especie de araña considerada invasora, presente en áreas urbanas, asociada a parques y a cultivos de diferentes especies de eucaliptos en el país.

En plantaciones de pino en Uruguay, los únicos antecedentes son estudios realizados sobre las comunidades de coleópteros coprófagos y necrófilos en ambientes naturales y forestados con *Pinus elliotii* (González-Vainer & Morelli, 2008; Mourglia, 2010). Estos estudios indicaron la existencia de una menor riqueza familiar y específica en el pinar en comparación con los ambientes naturales (bosque serrano y pradera). Sin embargo Mourglia (2010) encontró que algunas especies de coleópteros coprófagos tuvieron preferencias de hábitat notorias por el pinar, particularmente en alguna de las estaciones del año.

El presente estudio se propone brindar conocimientos acerca de la diversidad y la composición de especies de arañas de una plantación forestal de pino, para permitir comprender los efectos ocasionados por las plantaciones comerciales en la matriz de campo natural.

OBJETIVO GENERAL:

Estudiar la diversidad de arañas del suelo y del follaje presentes en una parcela de *P. taeda*.

Hipótesis

Se espera encontrar una mayor abundancia y riqueza de arañas en el suelo del cultivo que en el follaje.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Conocer la composición taxonómica, abundancia y riqueza general de Araneae presentes en el cultivo.
- ✓ Caracterizar la diversidad y la estructura de la comunidad de arañas del pinar en función de la variación temporal.
- ✓ Identificar las especies indicadoras de las plantaciones de *P. taeda* en follaje y suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio:

El muestreo se realizó en una parcela de *P. taeda* ubicada en el predio "La Corona" de la empresa forestal Weyerhaeuser, en Tacuarembó, delimitado por el Río Tacuarembó al noreste, y el arroyo "Bañados de Rocha" al sur. El terreno: está constituido por un mosaico de parcelas de diferentes especies forestales (*Pinus taeda*, *Pinus elliottii* y *Eucalyptus grandis*) de diferentes edades, insertas en una matriz de ambientes naturales (campo natural, bosque serrano, bosque ribereño y humedales) (Fig. 2). La región de estudio está ubicada en una zona caracterizada por colinas y lomadas con cerros chatos y afloramientos rocosos asociados, en los que se desarrolla vegetación de bosque serrano (Evia & Gudynas, 2000). También pueden observarse parches de bosque ribereño asociados a los cursos de agua, en general rodeados por pajonales y bañados como una especie de corredores discontinuos. Evia & Gudynas (2000) plantean que la fauna de esta región comparte caracteres comunes con las regiones adyacentes de campo natural/pastizales, serranías y quebradas. Dichos autores indican que en las últimas décadas se ha visto incrementada la actividad forestal con especies exóticas en dicha zona determinando la formación de un mosaico de ambientes naturales fragmentados por grandes extensiones forestadas.

El muestreo se realizó en la parcela de *P. taeda* N° 567, implantada en el año 1998 con surcador, con una densidad inicial de 1000 plantas/ha. (31°36'49.18"S; 55°40'47.06"O). Tiene una extensión de 155 a 91 m de ancho y 170 a 323 mts de largo. Dicha parcela recibió

un raleo pre-comercial en enero del 2001, dejando aproximadamente 550 a 600 pl/ha; densidad encontrada durante el período de estudio de la parcela. En los meses de octubre a diciembre de 2011 se realizó un raleo comercial en todos los lotes de los alrededores, dejando este lote intacto para no influir en el presente estudio (Fig. 2). El suelo donde se ubica la parcela es 7.41 del índice CONEAT, perteneciente a la Unidad Tres Cerros del Compendio de Suelos escala 1:1 millón (3a). Al inicio del muestreo los árboles medían en promedio entre 15-17 m de altura; al finalizar el mismo algunos ya superaban los 20 m (Fig. 3b). En algunos parches donde los árboles estaban más separados o faltaba alguna planta, lo que permitía un mayor ingreso de la radiación solar, crecían algunas gramíneas, helechos, enredaderas y algunos arbustos aislados, que probablemente fueron dispersados por el ganado o por las aves.

La información acerca de la parcela así como de las variables climáticas a lo largo del estudio fue aportada por la empresa Weiherhaeuser.

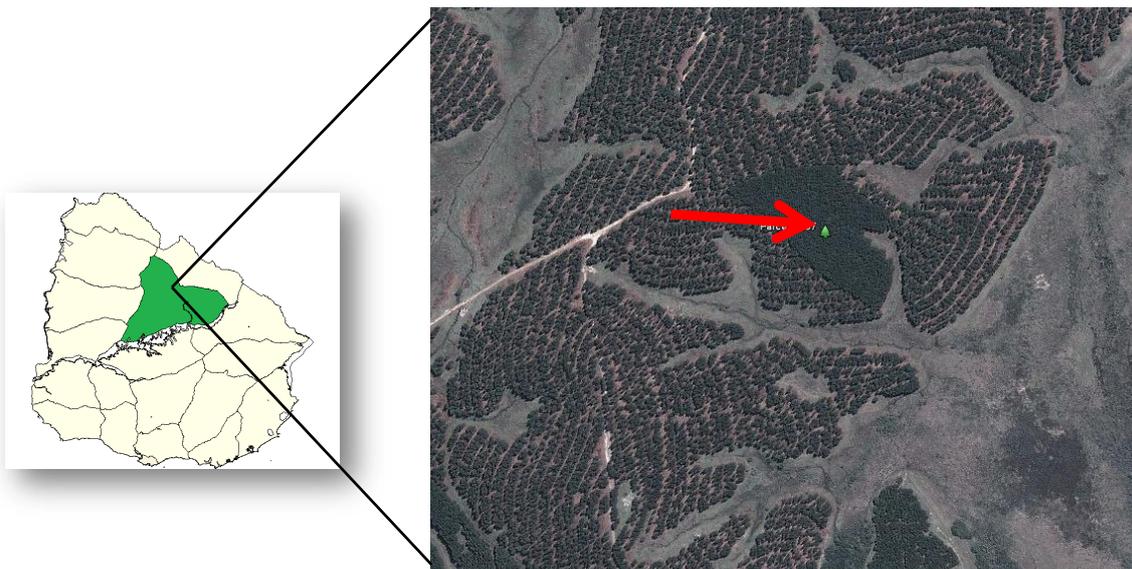


Figura 2: Ubicación de la parcela de estudio.

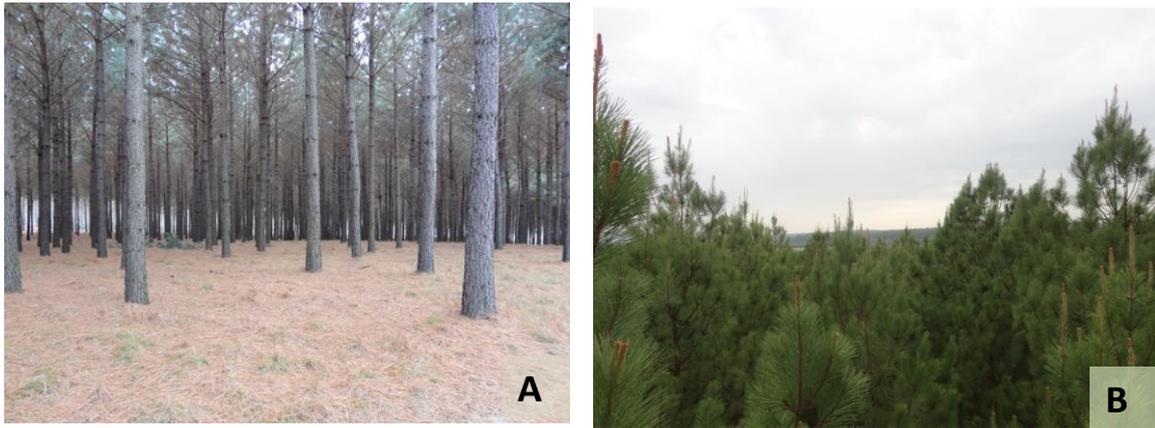


Figura 3: Imagen del aspecto de la parcela. **A.** suelo; **B:** follaje



Figura 4: Métodos de muestreo. **A:** Recolección manual nocturna, **B-C.** aspirador G-vac. **B.** suelo, **C.** follaje.



Figura 5: **A.** Vara telescópica utilizada para medir la altura de los árboles, **B.** manipulador telescópico.

Diseño muestral:

El trabajo de campo consistió en la realización de muestreos estacionales a lo largo de un año: abril 2011-febrero 2012. Para la recolección del material se realizaron transectas dentro de la parcela, a partir de los 50 m del límite de la misma, de manera de minimizar el efecto de borde con las parcelas vecinas y la matriz de campo natural (Finch, 2005; Corcuera *et al.*, 2010).

Métodos de recolección:

Recolección manual nocturna (RMN):

La recolección manual nocturna es un método clásico que recolecta arañas difíciles de capturar con otros métodos. La mayor parte de las arañas son activas durante el crepúsculo y la noche lo que lleva a que este método sea más eficiente que durante el día (Coddington *et al.*, 1996; Yanoviak *et al.*, 2003; Sackett *et al.*, 2009). La RMN se realizó con lámparas de cabeza siguiendo la técnica de “looking up, looking down” (Coddington *et al.*, 1996; Sorensen *et al.*, 2004), la cual consiste en capturar todas las arañas observadas desde el suelo hasta una altura correspondiente al alcance de la mano (0-2 m). Los ejemplares se colocaron en tubos tipo Falcon con alcohol 70% (Fig. 4A). En el pinar no se discriminó entre el tronco y el suelo, porque la estructura de la corteza de ésta especie forestal es difícil de desprender y no constituye un buen refugio para las arañas, como ocurre con la corteza de las especies de *Eucalyptus* (Simó *et al.*, 2011b). La RMN tuvo una duración de media hora por zona, por tres recolectores, resultando tres muestras por estación y totalizando 12 muestras al final de todos los períodos de muestreo.

Aspirador G-Vac:

Este método consiste en un sople aspirador de jardín modificado, al que se le coloca una bolsa de tela utilizada para retener el material recolectado en cada muestra. La misma era colocada en una bolsa de nylon con la etiqueta correspondiente, indicando zona, fecha y número de muestra. Si bien la utilización de G-Vac es más reciente que la recolección manual, en las últimas décadas se ha incrementado su uso en relevamientos de arañas y otros artrópodos en nuestro país (Laborda *et al.*, 2008). Dicho método es muy eficiente ya que permite obtener muchas muestras en un tiempo menor que si empleáramos otros métodos (Green, 1999; Doxon *et al.*, 2011). Con el aspirador se pretendió recolectar arañas de los gremios de cazadoras al acecho, corredoras de vegetación, constructoras de tela, entre otras, que suelen ser difíciles de capturar con la RMN (Uetz *et al.*, 1999; Dias *et al.*, 2010).

Con este método se muestrearon dos estratos: follaje arbóreo y suelo (Fig. 4B-C). La altura alcanzada por los árboles se midió con una vara telescópica (Fig. 5A). Para acceder al estrato follaje en el pinar se utilizó un manipulador telescópico Manitou perteneciente a INIA, que permite elevarse a una altura máxima de 17 m (Fig. 5B). Esta herramienta permitió recolectar la araneofauna del follaje a alturas nunca antes muestreadas en nuestro país. Se tomaron 20 muestras de aspiradora de un minuto por estrato, por tanto el número de muestras totales en cada estación fue de 40. Obteniendo al final del muestreo la totalidad de 160 muestras para este ambiente. Por cuestiones de seguridad y logística, las muestras obtenidas con el aspirador se realizaron durante el día.

Procesamiento de las muestras

Las muestras de aspiradora traídas del campo, fueron procesadas en una primera instancia en el laboratorio de Fitopatología de la Estación Experimental de INIA Tacuarembó y en el laboratorio de la Sección Entomología de la Facultad de Ciencias, Montevideo. La separación de los artrópodos del resto de material recolectado se realizó empleando aspiradores bucales. El procedimiento consiste en capturar con el aspirador cada uno de los artrópodos colectados en cada muestra, colocarlos en un tubo con alcohol 70% y su etiqueta correspondiente. Cada muestra obtenida durante el período de estudio fue rotulada indicando: fecha, zona, método utilizado, n° de muestra y recolector en el caso de la recolección manual.

Identificación

La identificación del material recolectado se realizó en la Sección Entomología de la Facultad de Ciencias, UDELAR. Cada uno de los ejemplares obtenidos fueron sexados y determinados a nivel de familia, mientras que a los adultos se los determinó/identificaron a nivel de especie. Para el reconocimiento a nivel específico se utilizaron catálogos y revisiones de géneros y especies. El material fue estudiado bajo lupa estereoscópica Nikon SMZ-10. En los casos en que los ejemplares no pudieron ser identificados a nivel específico, se les asignó la categoría de morfoespecies, basados en caracteres sexuales y somáticos. Esta categoría parataxonómica, es comúnmente aceptada y utilizada por la comunidad aracnológica en estudios de biodiversidad y ecología, donde se necesita una determinación rápida y en casos en que se considera que la especie pueda ser nueva para la ciencia (Krell, 2004). Para facilitar la identificación de los ejemplares, se generó una base fotográfica, con imágenes de la morfología general del cuerpo en vista dorsal y ventral de la genitalia (epigino

en las hembras y palpo izquierdo en vista retrolateral y ventral en los machos), con una cámara Sony Cyber-shot DSC-W630 de 16.1 mpx. En algunos casos para confirmar la identificación fue necesaria la disección del epigino y su posterior inmersión en aceite de clavo para clarificar las estructuras internas. Con los datos obtenidos se construyó una tabla de abundancia de morfoespecies por muestra, por estación y por método de colecta, para ser analizada estadísticamente.

Análisis de Datos

Para los análisis estadísticos se tomaron en cuenta solamente los ejemplares adultos debido a que es en este estadio del desarrollo, en que las arañas pueden ser identificados certeramente a nivel específico (Toti *et al.*, 2000; Jiménez-Valverde & Lobo, 2006). Por convención, los ejemplares inmaduros solo se tuvieron en cuenta para el análisis de gremios (Jimenez-Valverde & Lobo, 2006). Los datos fueron obtenidos a través de un muestreo aleatorio simple (se seleccionan las muestras al azar y se considera que los miembros de la muestra fueron tomados independientemente y con la misma probabilidad) (Cochran, 1995). La normalidad y homogeneidad de los datos se analizaron con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001) para utilizarmétodos paramétricos o no paramétricos.

El estudio de la diversidad de arañas se realizó mediante el cálculo de los índices de Simpson y de Shannon-Wiener (H'), comparando los datos obtenidos entre ambos estratos, usando el programa Past versión 2.16 (Hammer *et al.*, 2001). Para comparar la diversidad entre follaje y suelo del pinar se calcularon curvas de rarefacción (Corley *et al.*, 2006). Este método es empleado para eliminar la variación en el tamaño de las muestras. Para evaluar si el diseño del muestreo fue adecuado, se emplearon las curvas de acumulación de especies en base a estimadores no paramétricos (Jímenez-Valverde & Hortal, 2003; Corley *et al.*, 2006; Uehara-Prado, 2009). Dichos análisis se realizaron a través de los programas Biodiversity Pro versión 2 (Mc. Alecee *et al.*, 1997) y PAST versión 2.16 (Hammer *et al.*, 2001).

Para caracterizar la estructura de la comunidad de arañas en función de la variación temporal y espacial del pinar se trabajó a nivel de familia, agrupando a las especies en gremios funcionales, utilizando la clasificación de Uetz *et al.* (1999). Esta clasificación se basa en caracterizar a los gremios en relación a su estrategia de forrajeo o al comportamiento adoptado por las arañas durante la captura de sus presas (Uetz *et al.*, 1999; Armentano & González, 2010). Se realizaron comparaciones de los gremios presentes en ambos estratos tomando en cuenta la abundancia y riqueza de cada gremio.

Para identificar las especies discriminantes y tipificantes en el follaje y el suelo para la parcela de *P. taeda* estudiada, se utilizó el análisis de similitud Simper, mediante el programa PAST y se reconocieron las especies discriminantes de cada estrato con el análisis Anosim, empleando el programa PRIMER v5 (Clarke & Gorley, 2006).

RESULTADOS

Abundancia y riqueza

Se recolectaron 1849 ejemplares, de los cuales el 69% fueron juveniles (N=1277) y el resto correspondieron a 230 machos y 342 hembras, pertenecientes a 18 familias y 75 especies/ morfoespecies (Tabla I).

Los datos de abundancia por muestra no presentaron una distribución normal (Shapiro-Wilk= 0,1624; $p < 0,001$).

Tabla I A. Abundancia y riqueza por método de recolección empleado.

<i>P. taeda</i>	Abundancia	Riqueza	
		Nº Familias	Nº especies/ Morfoespecies
Total	1849	18	75
Aspirador de suelo	1463	17	58
Aspirador de follaje	113	10	9
Recolección manual	273	12	23

Tabla I B: Número de especies compartidas por más de un método. AS= aspirador de suelo, AF= recolección manual y RM= recolección manual.

Métodos de recolección	Nº Familias compartidas	Nº Sp./ Me compartidas
AS-AF	2	21
AS-RM	3	20
AF-RM	0	15
AF-RM-AS	8	10

Se hallaron diferencias significativas en la abundancia de ejemplares presentes en las muestras del aspirador a nivel de follaje en relación al suelo (Mann-Whitney $U = 133,5$ $p < 0,05$) y a la recolección manual (Mann-Whitney $U = 4,5$ $p < 0,05$). No se observaron

diferencias significativas entre el aspirador a nivel de suelo y la recolección manual (Mann-Whitney $U= 315,5$ $p>0.05$).

A nivel de los métodos de recolección empleados, el mayor número de ejemplares, familias y especies se registró con el aspirador de suelo (Tabla I). En la Tabla II se muestran los resultados de los estimadores Chao 1, Chao2, Jacknife 1 y Jacknife 2, de los cuales Jacknife 1 se aproximó más a una distribución asintótica, estimando la presencia de 108 especies de las 75 observadas (Figura 6).

Tabla II: resultados de los estimadores obtenidos según el método de recolección. A.S.= aspirador de suelo, A.F.= aspirador de follaje, R.M.= recolección manual, S ob.= riqueza observada.

	S ob.	Singletons	Doubletons	Chao1	Chao2	Jack-nife 1	Jack-nife 2
Total	75	27	10	415	139	108	133
A.S	58	18	4	320	103	84	103
A.F	9	4	0	9	49	16	21
R.M	23	6	3	79	41	34	41

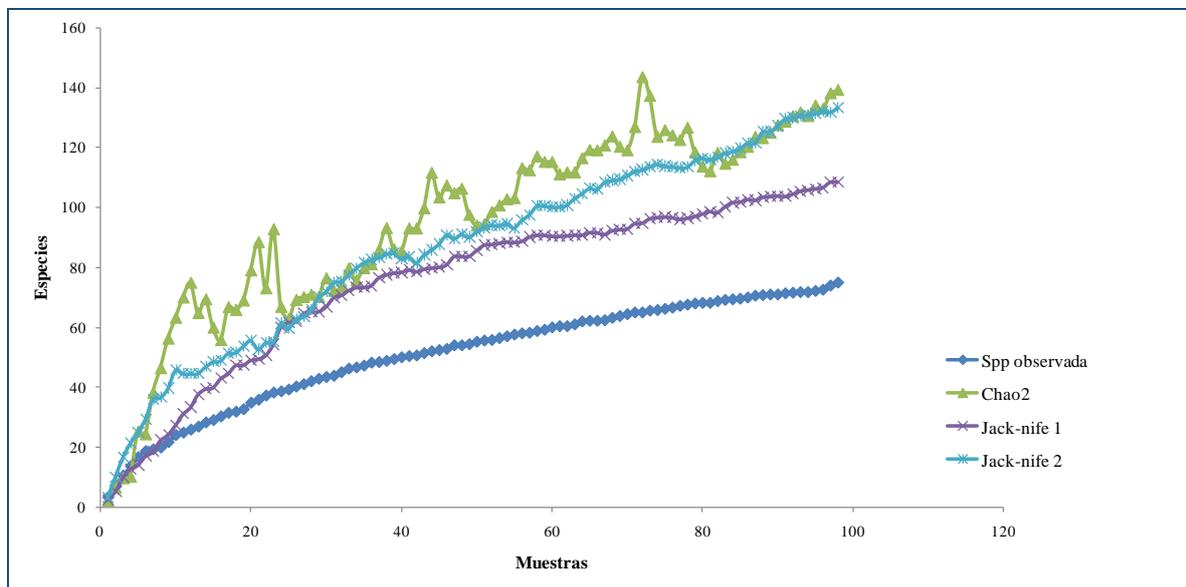


Figura 6. Curvas de acumulación de especies de la riqueza observada y estimada en el pinar.

Composición taxonómica

Todas las arañas recolectadas correspondieron al infraorden Araneomorphae. Las familias Linyphidae y Theridiidae con 499 y 377 individuos respectivamente, fueron las que

presentaron las mayores abundancias al final del muestreo, alcanzando el 47,4% del total de ejemplares recolectados (Figura 7). Otras familias que siguen en abundancia fueron Salticidae (N= 185), Araneidae (N= 156), Lycosidae (N= 151) y Mysmenidae (N= 106), que representaron el 32,3 % del total.

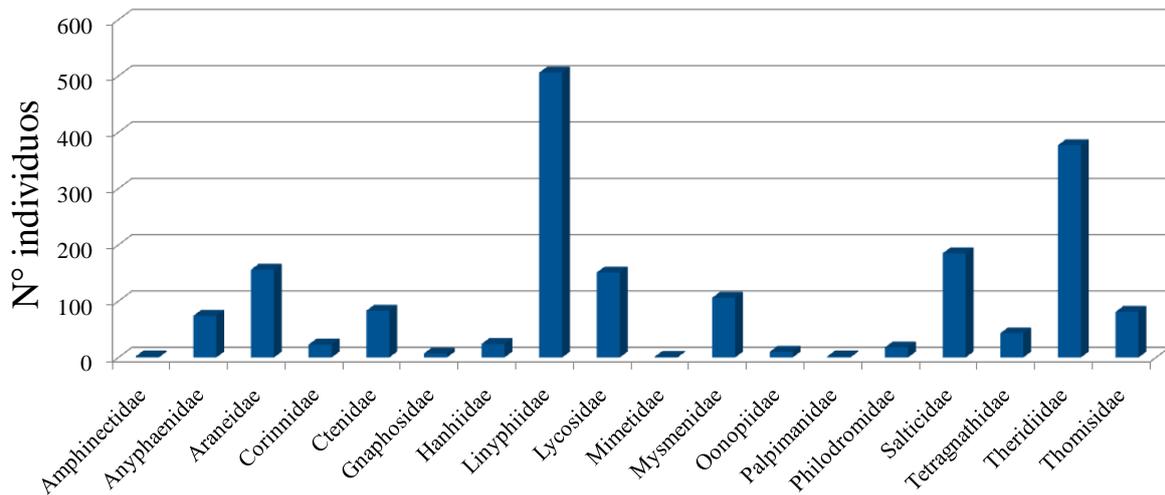


Figura 7. Abundancia de familias en la parcela de pino.

Las familias que presentaron la mayor riqueza fueron Theridiidae (24) y Linyphiidae (14). El 49% del total de las especies obtenidas fueron singletons y doubletons, mientras que un 20% de las especies presentaron entre 3 y 5 individuos (Tabla III). La especie más abundante fue *Thymoites* sp. 1 (me. 26) de la familia Theridiidae con 94 ejemplares, que a su vez fue una de las más abundantes a nivel estacional. *Parabatinga brevipes* (Ctenidae) estuvo presente en todas las estaciones, siendo una de las especies más abundantes en la recolección manual nocturna (Tabla III).

Tabla III: Lista de familias y especies encontradas en cada método de recolección. me: morfoespecie, * géneros nuevos para el país.

Familia	Especie	Total	Asp. Suelo	Asp. Follaje	Rec. Manual
Amphinectidae					
	<i>Metaltella simoni</i>	2	1	0	1
Anyphaenidae					
	<i>Aysha prospera affinis</i>	5			5
	<i>Othoniella</i> sp.*	1	1		
	<i>Sanogasta x-signata</i>	1		1	
Araneidae					
	<i>Alpaida gallardoii</i>	8	8		
	<i>Cyclosa machadinho</i>	6	2		4
	<i>Cyclosa</i> sp. 1	1			1
	<i>Mycrathena furcata</i>	2	1		1
	<i>Micrathena furva</i>	2			2
Corinnidae					
	<i>Género 1</i> sp. 1*	1	1		
	<i>Ortobula</i> sp. 1*	18	18		
Ctenidae					
	<i>Asthenoctenus borellii</i>	2			2
	<i>Parabatinga brevipes</i>	17	1		16
Hahniidae					
	me. 70	4	4		
	me. 84	2	2		
Linyphiidae					
	<i>Dubiaranea</i> sp. 2	1	1		
	<i>Dubiaranea</i> sp. 3	6	6		
	<i>Dubiaranea</i> sp.4	7	7		
	<i>Lepthyphantes</i> sp. 1	50	50		
	<i>Lepthyphantes</i> sp. 2	23	23		
	<i>Scolecurea</i> sp. 1	5	5		
	<i>Scolecurea</i> sp.2	19	19		
	<i>Tutaibo</i> sp.1	7	7		
	<i>Sphecozone</i> sp. 1	6	6		
	me. 36	1	1		
	me. 53	4	4		
	me. 99	1	1		
	me. 124	2	2		
	me 125	2	2		

Familia	Especie	Total	Asp. Suelo	Asp. Follaje	Rec. Manual
Lycosidae					
	<i>Lycosa erythrognatha</i>	3			3
	<i>Lycosa poliostrata</i>	5			5
	<i>Lycosa thorelli affinis</i>	10	3		7
	me. 22	1	1		
	me. 91	1			1
Mysmenidae					
	<i>Microdipoena</i> sp. 1*	54	54		
Oonopiidae					
	<i>Predator oonops</i> *	10	10		
Palpimanidae					
	<i>Othiopsis</i> sp. 1	1	1		
	me. 135	1			1
Salticidae					
	<i>Akela ruricola</i>	48	46		2
	me. 60	1	1		
	me. 65	1	1		
	me. 90	1			1
	me. 94	3	2	1	
	me. 103	4	4		
	me. 123	1	1		
	me. 126	1	1		
Tetragnathidae					
	<i>Leucauge</i> sp. 1	15	1		14
Theridiidae					
	<i>Argyrodes</i> sp. 1	7			7
	<i>Argyrodes</i> sp. 2	3	1	2	
	<i>Argyrodes</i> sp. 3	1		1	
	<i>Dipoena</i> sp. 1	1	1		
	<i>Dipoena</i> sp. 2	2	2		
	<i>Dipoena</i> sp. 3	14	6	2	6
	<i>Guaraniella</i> sp.*	1	1		
	<i>Steatoda</i> sp.1	2			2
	<i>Steatoda</i> sp.2	1			1
	<i>Thymoites</i> sp. 1*	94	94		
	<i>Thymoites</i> sp. 2*	52	51	1	
	me. 35	1	1		
	me. 42	3	3		
	me. 47	4	4		
	me. 55	4	4		
	me. 64	1	1		

Familia	Especie	Total	Asp. Suelo	Asp. Follaje	Rec. Manual
Cont. Theridiidae	me. 68	1			1
	me. 74	1	1		
	me. 78	1	1		
	me. 79	2		1	1
	me. 97	3	1		2
	me. 112	1	1		
	me. 113	3	2	1	
	me. 121	1		1	
Thomisidae					
	<i>Tmarus</i> sp. 1*	4	1		3
	me. 45	4	3		1
	me. 98	6	6		

Estructura espacial de la comunidad de arañas

Se encontraron diferencias significativas entre el suelo y el follaje en la abundancia y riqueza de especies (Mann-Whitney $U=138$, $p<0.05$). El suelo presentó la mayor abundancia de ejemplares recolectados ($N= 1736$) frente a los 113 ejemplares del follaje. Todas las familias del pinar estuvieron presentes en el suelo mientras que en el follaje se halló el 55 %. Las familias Linyphiidae y Theridiidae fueron las más numerosas a nivel del suelo con 491 y 352 individuos respectivamente, seguidas de Salticidae ($N= 164$) y Lycosidae ($N= 151$) (Tabla III; Figura 8). En cambio en el follaje las familias más abundantes fueron Anyphaenidae seguida de Araneidae y Theridiidae (Figura 8).

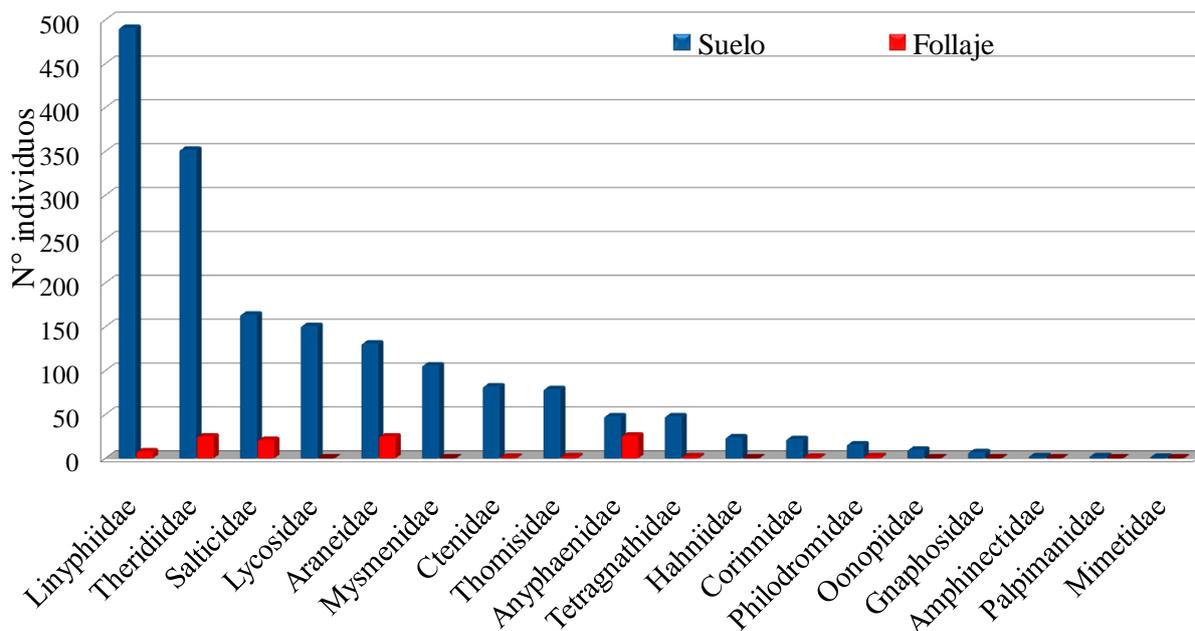


Figura 8. Abundancia de familias presentes en cada estrato del pinar: suelo (recolección manual + aspirador de suelo), follaje (aspirador de follaje).

Los métodos de recolección empleados mostraron diferencias significativas en la composición de especies obtenidas (ANOSIM, $R= 0,487$; $p= 0,001$) (Tabla IV).

Tabla IV. ANOSIM comparando las especies recolectadas y los métodos empleados. AS= aspirador de suelo, AF= aspirador de follaje, RM= recolección manual.

ANOSIM	AS-AF	AF-RM	AS-RM
R	0,0492	0,337	0,49
p	0,001	0,001	0,001

Los dos estratos presentaron 6 especies compartidas, 3 especies exclusivas para el follaje y 67 especies para el suelo. Las especies exclusivas del follaje fueron dos de la familia Theridiidae: Me 121 y *Argyrodes* sp. 3 y *Sanogasta x signata* de la familia Anyphaenidae (Figura 9). Las especies compartidas por ambos estratos fueron las siguientes Me 94 de Salticidae, *Thymoites* sp. 2, *Dipoena* sp. 4, *Argyrodes* sp. 2, Me 79 y Me 113 de la familia Theridiidae. La especie más abundante del suelo fue *Thymoites* sp. 1 con 94 individuos y en el follaje fue *Dipoena* sp. 4 con 2 individuos.



Figura 9. Especies exclusivas del follaje. **A:** *Sanogasta x-signata* (Anyphaenidae), **B.** Me 121 (Theridiidae), **C.** *Argyrodes* sp. 3 (Theridiidae)

Variación temporal de la estructura de la comunidad

La mayor abundancia de arañas se registró en primavera con 642 ejemplares, seguida del otoño y verano con 459 y 441 ejemplares respectivamente. El invierno con 307 individuos fue la estación que presentó el menor registro. El aspirador de suelo fue el método que recolectó el mayor número de ejemplares en todas las estaciones, con mayor abundancia en primavera (N=557). El aspirador de follaje fue el método que recolectó menos en cada estación, con una mayor abundancia durante el verano (N= 58) (Figura 10).

Los juveniles fueron numerosos durante todo el muestreo, registrando un pico de abundancia en primavera y verano (Figura 11). El invierno fue la estación del año que presentó el menor número de arañas de todo el muestreo.

A nivel de adultos durante la primavera se registró el mayor número (205 ejemplares), seguido del muestreo de otoño con 162 (Figura 11). Las hembras fueron notoriamente más abundantes que los machos excepto en invierno. Los machos presentaron su menor abundancia durante el verano (17 individuos) (Figura 11).

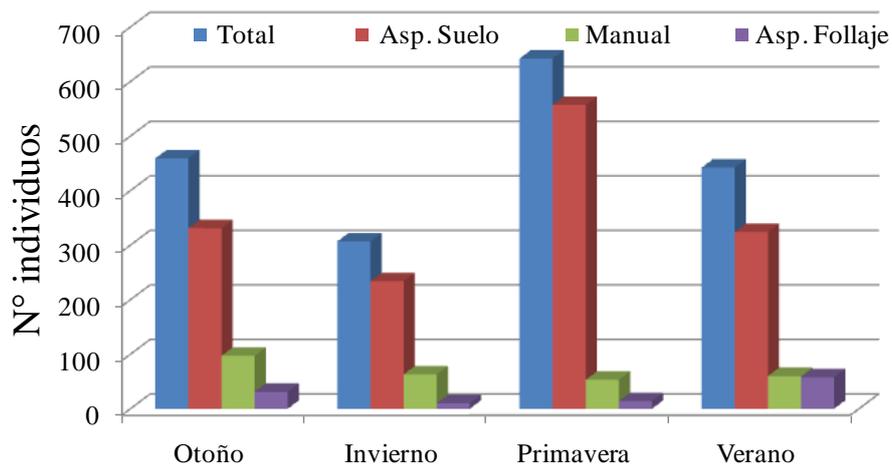


Figura 10. Variación estacional de la abundancia de individuos recolectados en total y por método en el pinar.

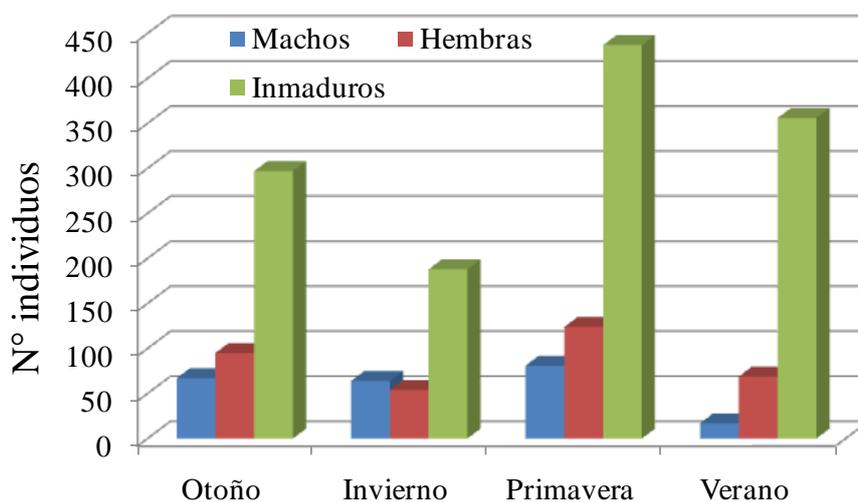


Figura 11. Abundancia estacional de adultos y juveniles en el pinar.

La riqueza a nivel de familia fue bastante similar, registrándose 15 familias de otoño a primavera y 13 en verano (Figura 12). La variación de la riqueza específica fue mayor, presentando un pico de abundancia de 42 especies durante la primavera y un mínimo en invierno con 24 especies (Figura 12).

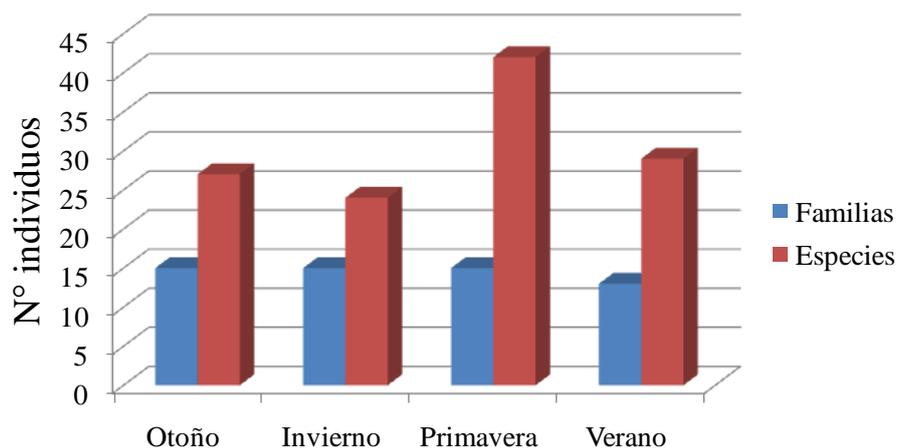


Figura 12. Variación estacional de la riqueza familiar y específica en el pinar.

Se hallaron diferencias significativas (ANOSIM, $R=0,145$; $p= 0,001$) en la composición de especies a nivel estacional. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en las comparaciones de pares estacionales en invierno y verano (ANOSIM, $R= 0,073$; $p= 0,14$) (Tabla V).

Tabla V. Similitud de la riqueza observada entre las estaciones en el pinar. O= otoño, I= invierno, P= primavera, V= verano.

ANOSIM	O-I	O-P	O-V	I-P	I-V	P-V
R	0,194	0,138	0,182	0,143	0,073	0,143
P	0,001	0,001	0,001	0,001	0,14	0,001

Thymoites sp. 1 (Theridiidae) fue la especie más abundante en otoño y verano, *Microdipoena* sp. 1 (Mysmenidae) en invierno, mientras que ambas fueron las más abundantes en primavera (Tabla VI).

Tabla VI: Variación estacional de las especies más abundantes en el pinar.

Familias	Especies más abundantes	Total	otoño	invierno	primavera	verano
Corinnidae						
	<i>Ortobula</i> sp. 1	18	13	4	0	1
Ctenidae						
	<i>Parabatinga brevipes</i>	17	13	2	2	0
Linyphiidae						
	<i>Lepthyphantes</i> sp. 1	36	9	9	9	9
	<i>Lepthyphantes</i> sp. 2	23	4	2	10	7
	<i>Scolecuroa</i> sp. 2	19	0	0	12	7
Lycosidae						
	<i>Lycosa thorelli affinis</i>	10	9	1	0	0
Mysmenidae						
	<i>Microdipoena</i> sp. 1	54	4	31	19	0
Salticidae						
	<i>Akela ruricola</i>	48	32	1	15	0
Tetragnathidae						
	<i>Leucauge</i> sp.	14	1	0	3	10
Theridiidae						
	<i>Dipoena</i> sp. 4	15	4	8	2	1
	<i>Thymoites</i> sp. 1	94	36	17	19	22
	<i>Thymoites</i> sp. 2	52	17	12	16	7

La dominancia expresada a través del índice de Berger Parker fue mayor en el invierno, la primavera fue la estación con mayor diversidad y mayor equitatividad (Tabla VII).

Tabla VII: Variación estacional de los índices de diversidad por estación en el pinar.

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Nº especies	29	23	41	27
Nº adultos	162	118	202	90
Dominancia (D)	0,1184	0,1329	0,05671	0,1015
Shannon (H)	2,557	2,417	3,203	2,745
Simpson (1-D)	0,8816	0,8671	0,9433	0,8985
Equitatividad (J)	0,7595	0,7708	0,8626	0,8328
Berger-Parker	0,2222	0,2627	0,1139	0,2444

Al comparar los índices de diversidad por estación se observó que la primavera presentó diferencias significativas en la dominancia y el índice de Simpson con el resto de las estaciones. Se observaron diferencias significativas en la riqueza entre el invierno y la primavera. En la equitatividad se observaron diferencias significativas comparando primavera con otoño e invierno (Tabla VIII).

Tabla VIII. Significancia estadística de los índices de diversidad entre las estaciones en el pinar (valores significativos ($p < 0,050$) en negrita).

	Permutaciones			p (eq)		
	Ot-Inv.	Ot-Prim.	Ot-Ver.	Ver.- Inv.	Ver.- Prim.	Inv.-Prim.
Nº especies	0,419	0,084	0,968	0,623	0,51	0,025
Dominancia (D)	0,332	0,001	0,433	0,099	0,002	0,001
Shannon (H)	0,386	0,004	0,4	0,086	0,021	0,001
Simpson (1-H)	0,332	0,001	0,433	0,099	0,002	0,001
Equitatividad (J)	0,818	0,001	0,097	0,08	0,629	0,005
Berger-Parker	0,346	0,012	0,742	0,694	0,001	0,001

Gremios

Se reconocieron 8 gremios de arañas, siendo las tejedoras las que presentaron el mayor número de ejemplares (N=1214; 65,6%) (Tabla IX). El gremio de las tejedoras errantes de tela de sábana fue el que predominó en la parcela con 499 ejemplares y el 27 % del total los individuos recolectados, siendo exclusivamente recolectado con aspirador de suelo. Las tejedoras de telas tridimensionales (N=377; 20,4%) fue el segundo gremio en abundancia, seguido de las tejedoras de tela orbicular (16,9%) y de las cazadoras errantes de suelo (14,9%) (Tabla IX).

Tabla IX: Abundancia y riqueza de gremios por método de recolección en el pinar.

Gremios	N total	S total	Rec. manual		Asp. de follaje		Asp. de suelo	
			N	S	N	S	N	S
Tejedoras de tela de sábana	26	1	1	1	0	0	25	1
Cazadoras corredoras de follaje	74	3	13	1	26	1	35	1
Tejedoras de tela orbicular	312	6	41	5	27	0	244	4
Cazadoras errantes de suelo	276	12	154	7	2	0	120	7
Tejedoras errantes de tela de sábana	499	14	4	0	8	0	487	14
Cazadoras por emboscada	92	8	4	2	4	1	84	7
Cazadoras al acecho	193	3	11	2	21	0	161	3
Tejedoras de tela tridimensional	377	24	45	6	25	7	307	17

A nivel de follaje estuvieron presentes 7 de los 8 gremios de todo el pinar, no registrándose arañas tejedoras de tela de sábana. Las tejedoras de tela orbicular (23,9%) fueron las más abundantes, seguidas de las cazadoras corredoras de follaje (23%) y de las tejedoras de telas tridimensionales (22,1%) (Tabla IX). En el suelo predominaron los siguientes gremios: tejedoras errantes de tela de sábana (N=495; 28,3%), tejedoras de tela irregular (N=352; 20,3%), tejedoras de tela orbicular (N=285; 16,4%) y las cazadoras errantes de suelo (N= 274; 15,8%) (Figura 13).

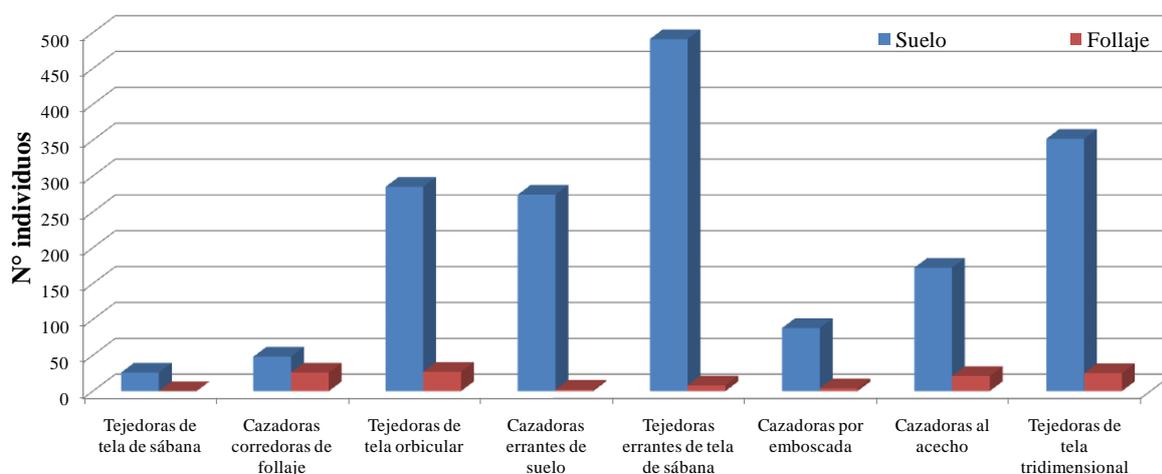


Figura 13. Variación espacial de la abundancia a nivel de gremios en el pinar.

Las tejedoras de tela tridimensional fue el gremio que presentó el mayor número de especies (24), seguido por las tejedoras errantes de tela de sábana (14) y las cazadoras errantes de suelo (12) (Tabla IX). En cada estación predominó en abundancia un gremio diferente. Las arañas tejedoras de tela de sábana fue el gremio que registró el menor número de individuos, estando ausentes en el verano. Durante el otoño fueron más abundantes las cazadoras errantes de suelo, con 143 ejemplares. Las tejedoras de tela tridimensional fue el gremio con mayor número de ejemplares durante el invierno (Figura 14). Durante la primavera las tejedoras errantes de tela de sábana fueron las más numerosas con 313 ejemplares, siendo el registro con mayor abundancia de todo el muestreo. En el verano fueron las tejedoras de tela orbicular quienes presentaron el mayor número, con 121 ejemplares. (Figura 14).

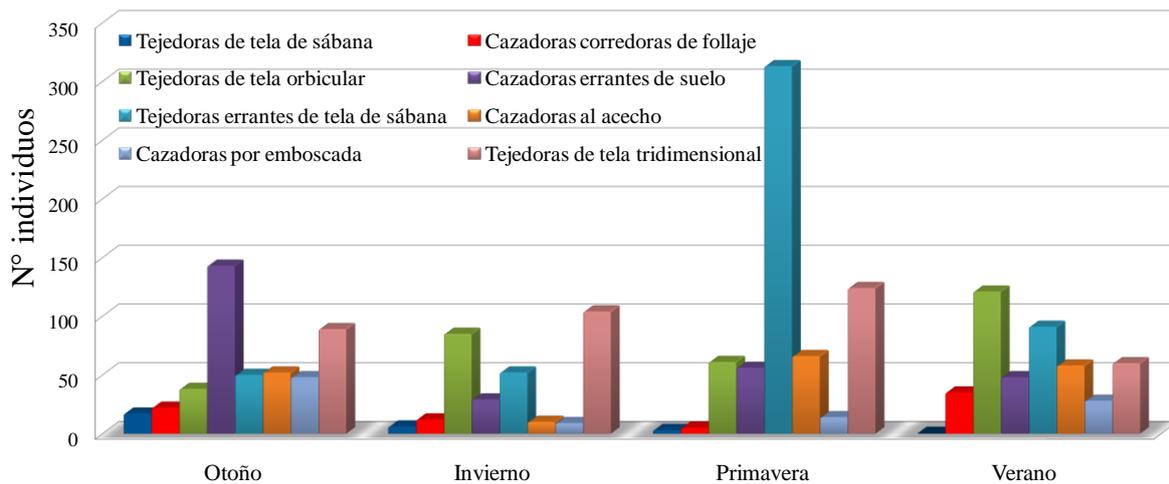


Figura 14. Variación de la abundancia de gremios en relación a la estación de muestreo en el pinar.

DISCUSIÓN

Composición taxonómica:

De acuerdo con Simó *et al.* (2011a) en el Uruguay se encuentran citadas 40 familias de araneomorfas. Considerando las 18 familias identificadas en el pinar, esta cifra representa el 45% del total de las familias conocidas para el país. Horváth *et al.* (2001), encontraron 1382 individuos de 13 familias en dos áreas de bosques plantados de *Pinus nigra* Arnold, en Hungría. En México Corcuera *et al.* (2010) recolectaron 2019 individuos de 8 familias en un área de bosques de pinos nativos y un monocultivo de *Eucalyptus globulus*. Brennan *et al.* (2006) estudiando áreas de *Eucalyptus marginata* en el oeste de Australia, recolectaron 780 individuos, distribuidos en 34 familias. Un estudio realizado en coníferas en Alemania registró 11618 arañas y 116 especies (Finch, 2005) y otro en Canadá, 9288 individuos, 15 familias y 164 especies (Pinzon *et al.*, 2012). En este estudio, la araneofauna de la parcela del pinar registra valores altos de riqueza y abundancia, si tenemos en cuenta que el esfuerzo de muestreo fue menor, comparado con los estudios arriba mencionados. La escasa intervención de agroquímicos que reciben los cultivos forestales, como el de *Pinus taeda*, generarían condiciones favorables para el establecimiento de las arañas en relación a otros cultivos agrícolas (Halaj *et al.*, 2000; Lindenmayer & Hobbs, 2004). La parcela de *Pinus taeda* estudiada, de 13 años, corresponde a una etapa madura del cultivo y apta para su primer raleo comercial. Según Lawton (1983) y Elizondo Solís (2002) cuanto mayor sea la edad del cultivo, mayor será la diversidad de arañas que este alberga, debido a que los árboles maduros aportan una mayor protección frente a depredadores (microhábitats en oquedades de

troncos), cambios en el clima, sitios de forrajeo y reproducción, en comparación con los árboles jóvenes.

El suelo resultó ser el estrato con mayor número de individuos, siendo este resultado concordante con lo indicado en otros estudios (Green, 1999; León-Gamboa *et al.*, 2010; Ávalos, 2010; Simó *et al.*, 2011b). La menor abundancia y riqueza familiar hallada en el follaje de *Pinus taeda* con respecto al suelo, concuerda con los datos obtenidos por Pérez-Guerrero *et al.* (2009) en el follaje de un cultivo de algodón en España. Escobar (2008), registró una menor diversidad de arañas en el follaje de *Pinus radiata* D. Don, con respecto a la del follaje de un bosque nativo de *Notophagus* sp en Chile. Según Uetz *et al.* (1991) y Rypstra *et al.* (1999), la densidad poblacional y/o riqueza de arañas estaría influenciada por la complejidad estructural del ecosistema. Por tanto, la escasa abundancia y riqueza de arañas observadas en el follaje de *Pinus taeda*, estaría asociada con la homogeneidad estructural del mismo.

En relación a la abundancia entre adultos y juveniles, se observó una elevada proporción de ejemplares inmaduros (69%), siendo similar a lo observado por Benati *et al.* (2010) en dos fragmentos de Mata Atlántica con el 66,6 % de juveniles. Esto concuerda con lo planteado por Duffey (1962) y Breymeyer (1966), en que los adultos no superan el 48% de los ejemplares obtenidos en relevamientos araneológicos en ecosistemas naturales. El porcentaje de adultos hallados en *Pinus taeda* es superior al de los reportados para otros ambientes como el bosque subtropical húmedo de Argentina con 24,9 % (Rubio *et al.*, 2008) y los bosques naturales del mediterráneo con 25% (Cardozo *et al.*, 2009). Una posible explicación de ello, sería la oferta de microhábitats (pinocha, restos de troncos, etc.) y el tipo de manejo que reciben estos cultivos forestales que generan condiciones microclimáticas favorables para el establecimiento de las arañas.

Métodos de recolección

El aspirador G-vac recolectó un mayor número de ejemplares que la recolección manual. Aunque este método se ha implementado hace pocos años en relevamientos de arañas en Uruguay, ha demostrado ser muy efectivo permitiendo tomar en poco tiempo un elevado número de muestras (Green, 1999) y de ejemplares (Doxon *et al.*, 2011). El aspirador fue más efectivo a nivel del suelo que sobre el follaje. Green (1999) planteó que si bien el aspirador G-vac es un buen método de recolección es necesario el empleo de otros

métodos complementarios para mejorar el conocimiento de la araneofauna. En este sentido, la recolección manual permitió capturar especies de arañas presentes en diversos micro-hábitats del cultivo (troncos caídos, restos de podas y grietas sobre los fustes), que suelen ser difíciles de acceder mediante otros métodos (Coddington *et al.*, 1990). Las familias Ctenidae y Lycosidae fueron más abundantes en la recolección manual que con el aspirador de suelo. Por ser arañas nocturnas pasan el día en refugios saliendo durante la noche a forrajear en busca de alimento, siendo en este momento más fáciles de observar y recolectar (Brescovit *et al.*, 2004). Si bien se utilizaron dos métodos de recolección en el suelo (diurno y nocturno) y uno diurno en el follaje, los resultados de los muestreos realizados con el aspirador G-Vac, con similar esfuerzo en ambos estratos del pinar, evidenciaron claramente la diferencia existente en la composición taxonómica y en número de ejemplares entre ellos.

Composición específica, riqueza y diversidad

El hallazgo de ejemplares de la familia Mysmenidae, representa la primera cita para el Uruguay. La familia Mimetidae, estuvo representada por un solo ejemplar inmaduro. Esta familia ha sido registrada en bosques naturales de Uruguay (Simó *et al.*, 2011a), por lo que su presencia en el pinar puede ser accidental, producto de su dispersión desde bosques nativos aledaños al cultivo.

Las especies más abundantes fueron *Thymoites* sp. 1 y *Thymoites* sp. 2 de la familia Theridiidae. Estas especies construyen sus telas tridimensionales entre la pinocha, en la base de los fustes o entre los restos de podas y troncos caídos. *Microdipoena* sp. de la familia Mysmenidae, fue la especie que les siguió en número de ejemplares, que como todas las especies de esta familia tienen preferencia por hábitats húmedos (Lopardo, 2009) como es el manto de pinocha del pinar.

Si bien se han desarrollado metodologías de muestreo para mejorar su efectividad, en ninguno de ellos se ha logrado conocer el 100% de las especies presentes en el sitio de estudio (Coddington *et al.*, 1996; Toti *et al.*, 2000; Sorensen *et al.*, 2002). El estimador Jackknife 1 fue el más conservador permitiéndolo conocer el 69% de las especies presentes en el pinar. Este valor puede considerarse bueno como para una primera aproximación al conocimiento de la araneofauna en *Pinus taeda*, y si tenemos en cuenta otros relevamientos intensivos realizados por Coddington *et al.* (1996) o Toti *et al.* (2000) en los bosques Apalaches de USA. El estimador Chao 1 sobreestimó la riqueza de arañas posiblemente por el elevado número de singletons y doubletons observados. New (1999) y Ávalos (2010)

sostienen que el número de especies raras es alto en relevamientos de arañas. Finch (2005) encontró en un estudio de arañas en bosques de coníferas durante dos años con trampas de caída, el 22.4% de las especies presentaron hasta 3 individuos. En este estudio ese grupo de especies alcanzó el 49 %, lo que representa un valor bastante mayor, que indica la necesidad de aumentar el esfuerzo de muestreo, para reducir dicho porcentaje.

De las nueve especies encontradas en el follaje, tres de ellas fueron exclusivas de este estrato (*Sanogasta x-signata*, *Argyrodes* sp. 3 y me. 121). La especie *Sanogasta x-signata*, ha sido hallada debajo de corteza de los árboles, entre hojas secas o asociada con especies de bromélias del género *Tillandsia* (Ramirez, 2003). El registro en el follaje del pinar representa un dato singular y novedoso de la historia natural de esta especie.

Gremios

Las tejedoras errantes de tela de sábana, solo representadas por la familia Linyphiidae, fueron las que aportaron un mayor número de individuos a la abundancia total de arañas en el pinar y las segundas en riqueza específica. Esto concuerda con lo planteado por Bristowe (1941), en que estas arañas son muy abundantes y diversas en ambientes templados, construyendo sus pequeñas telas sobre el suelo. Según Nyffeler & Suderland (2003) son componentes significativos de muchos de los agroecosistemas estudiados a nivel mundial, desempeñando roles muy importantes en el control de insectos potencialmente perjudiciales para los cultivos.

Las tejedoras de telas tridimensionales, representadas solamente por la familia Theridiidae, fueron el gremio más rico en especies y el segundo en abundancia. Esta familia es muy diversa en número de especies y en adaptaciones ecológicas, lo que les permite adaptarse a una gran variedad de hábitats (Ubick *et al.*, 2005).

Las tejedoras de tela orbicular fue el tercer gremio en abundancia, siendo Araneidae la que presentó el mayor número de ejemplares. Rypstra (1985) planteó que estas arañas son fuertemente influenciadas por la heterogeneidad ambiental del hábitat, debido a la necesidad de fijar sus telas a un sustrato estable. Este gremio ha sido reportado como uno de los más abundantes en diversos cultivos, sobre todo a nivel del follaje donde pueden construir mejor sus telas (Benamú-Pino, 2004; Ávalos, 2010).

Las cazadoras errantes de suelo resultaron ser el cuarto gremio más abundante y el segundo en número de especies, siendo las familias Lycosidae y Ctenidae las más numerosas. Este gremio suele encontrarse dentro de los más abundantes en relevamientos de arañas (Lee

& Lee-Poong, 1990; Liljesthröm *et al.*, 2002), realizan un desplazamiento activo en busca de alimento y consumen una alta diversidad de presas (Nyffeler & Sunderland, 2003).

Variación estacional

La mayor abundancia de ejemplares observada en primavera indicaría que durante este período climático se generan condiciones ambientales favorables para el crecimiento poblacional de las arañas (Ávalos *et al.*, 2007), o que están más móviles, visibles y/o accesibles. Los restos de podas, troncos y tocones en descomposición asociado a la capa de pinocha al igual que la hojarasca juegan un rol fundamental en los bosques naturales, generando refugios y disponibilidad de presas para las arañas (Uetz *et al.*, 1991; Finch, 2005).

La mayor riqueza específica registrada durante la primavera y verano coincidiría con el momento del año en que muchos ejemplares alcanzan el estadio adulto. En dicho período las condiciones climáticas suelen ser más favorables para la reproducción, además del aumento de la disponibilidad de presas (Ávalos, 2010). Por lo tanto la primavera y el verano serían las estaciones más adecuadas para realizar un relevamiento rápido de arañas en este cultivo con el fin de realizar monitoreos ambientales.

La mayor abundancia de adultos de Lynphiidae en invierno concuerda con datos registrados en varios estudios de araneofauna para esta familia (Bristowe, 1941; Nyffeller & Sunderland, 2003). El mayor número de ejemplares de hembras obtenidos al final de este estudio en relación a los machos pudo estar incidido por los métodos de recolección empleados. Las trampas de caída es un método que presenta un sesgo importante en la captura de machos (Perez-Miles *et al.* 1999) por lo que su utilización en futuros muestreos de la zona permitirá evaluar mejor la relación entre sexos aquí obtenida.

Por último, en coincidencia con la hipótesis planteada se comprueba que la mayor abundancia y diversidad de la araneofauna del pinar fue mayor a nivel del suelo.

BIBLIOGRAFÍA:

- Armentano A. & Gonzalez A. 2010. Comunidad de arañas (Arachnida, Araneae) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en Buenos Aires, Argentina. *Revista Biología Tropical*. 58 (2): 757-767.
- Arnaboldi G. & Cabano D. 2009. Validación a campo de la norma Nacional de Gestión forestal Sostenible. Criterio e indicadores. UNIT 1152:2006. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Fac. Agr. Montevideo, Uruguay.

- Avalos G., Rubio G.D., Bar M.E. & González A. 2007. Arañas (Arachnida, Araneae) asociadas a dos bosques degradados del Chaco húmedo en Corrientes, Argentina. *Revista Biología Tropical*. 55: 899-909.
- Avalos G. 2010. Comparación y estructura de la comunidad de arañas en cultivos de Citrus de la Provincia de Corrientes (Argentina). Tesis de doctorado. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Exactas y MNaturales y agrimensura. Corrientes Argentina. 179 pp.
- Avondet E., Amoza R., Bello D., Bentancor M., Brignoni A., Cordero A., Cortabarría A., Devries J., Dubarburdieu J.J., Fabini G., Faust A., Frache, F. & Gabriel A. 2010. Descripción de los distintos aspectos del sector forestal en el Uruguay. Monografía. Ciclo de Introducción a la realidad agropecuaria, seminario Uruguay rural, 38 pp.
- Baker J.B. & Langdon G, 1990. *Pinus taeda* L. Loblolly Pine. Burns, R.M. & Honkala B.H. editors. *Silvics of North America, Vol. 1, Conifers*. Washington DC: U.S.D.A. Forest Service Agriculture Handbook 654.
- Benamú-Pino M.A. 2004. Estudio comparativo de la diversidad de arañas de un campo en abandono y un cultivo convencional de limonero Citrus limón en Rincón del Cerro, Uruguay. Maestría en Ciencias Biológicas, Opción Zoología PEDECIBA, UdelaR.
- Bentancourt C.M. & Scatoni I.B. 2009. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal. Tercera edición, Edita Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. 510 pp.
- Benati K.R., Lima Peres M.C., Tinoco M.S. & Brescovit A.D. 2010. Influência da estrutura de hábitat sobre aranhas (Araneae) de serrapilheira em dois pequenos fragmentos de mata atlântica. Habitat structure of two fragments influencing leaf litter spider. *Neotropical Biology and Conservation* 5(1):39-46.
- Bianchi A., Bidegain N., De León A., Fernández D., Irigoin R., Lemos S., Mendieta J., Pereira I., Perez F., Risso S., San Román A., Santana J., Sosa O., Sosa V. Verdiera F., Villareal J. & Alonso S. 2011. Forestación en Uruguay. Monografía. Ciclo de Introducción a la realidad agropecuaria, seminario Uruguay rural, 38 pp.
- Bird S.B., Coulson R.N. & Fisher R.F. 2004. Changes in soil and litter arthropod abundance following tree harvesting and site preparation in a loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation. *Forest Ecology & Management*. 202:195-208.
- Brennan K.E.C., Ashby J., Majer J.D., Moir M.L. & Koch J.M. 2006. Simplifying assessment of forest management practices for invertebrates: How effective are higher taxon and

- habitat surrogates for spiders following prescribed burning? *Forest Ecology and Management*. 231:138-154
- Brescovit A.D., Bertani R., Pinto Da-Rocha R., Rheims R. 2004. Aracnideos da Estacao Ecologica Jureia-Itatins: inventario preliminar e historia natural. *In: O.A.V.*
- Breymeyer A. 1966. Relations between wandering spiders y other epigeic predatory Arthropoda. *Polish Journal of Ecology*. 14: 7-27.
- Bristowe W.S. 1941. The community of spiders, vol II. Ray Society, London.
- Cardoso P., Henriques S.S., Gaspar C., Crespo L.C., Carvalho R., Schmidt J.B., Sousa P. & Szuts T. 2009. Species richness and composition assessment of spiders in a Mediterranean scrubland. *Journal of Insect Conservation*. 13:45-55.
- Carrasco-Letelier L. 2010. Aportando a la consolidación de la sustentabilidad ambiental forestal. *Revista INIA* 22: 41-44.
- Corcuera P., Valverde P.L., Zavala-Hurtado J.A., De la Rosa G. & Durán C.G. 2010. Non weaving spiders on native woodlands and Eucalyptus plantations in Western Mexico: diversity and distribution patterns. *Journal of Insect Conservation*. 14:711-719
- Ciesla W., M. 2011. *Forest entomology: A global perspective*. Willey-Blackwell. 442pp.
- Coddington J.A., Griswold C.E., Dávila D.S., Peñaranda E. & Larcher S.F. 1990. Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. In *The Unity of Evolutionary Biology*. Proc. Fourth Intern. Congress of Systematic and Evolutionary Biology, Vol. 1. (E.C. Dudley, ed.), Dioscorides Press, Portland, Oregon. 44-60.
- Coddington J.A., Young L.A. & Coyle F.A. 1996. Estimating spider species richness in a Southern Appalachian cove hardwood forest. *The Journal of Arachnology*. 24:111-118.
- Cochran W.G. 1995. Cap. 17: Diseño y análisis de muestreo. En *Métodos estadísticos*. Wiley, Nueva York. p: 570-613.
- Corcuera P., Valverde P.L., Zavala-Hurtado J.A., De la Rosa G. & Durán C. 2010. Non weaving spiders on native woodlands and Eucalyptus plantations in Western Mexico: diversity and distribution patterns. *Journal of Insect Conservation*. 14: 711-719.
- Corley J., Sackmann P., Rusch V., Bettinelli J. & Paritsis J. 2006. Effects of pine silviculture on the ant assemblages (Hymenoptera : Formicidae) of the Patagonian steppe. *Forest Ecology and Management*. 222: 162-166.

- Cusano N., Ettlin G. & Ocaño C. 2009. Cosecha forestal mecanizada: capacidad operacional y estudio economico de un sistema CTL. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Fac. Agro. Montevideo, Uruguay.
- Dias S.C., Carvalho L.S., Bonaldo A.B. & Brescovit A.D. 2010. Refining the establishment of guilds in Neotropical spiders (Arachnida: Araneae). *Journal of Natural History*. 44 (3-4): 219-239.
- Doxon E.D., Davis C.A. & Fuhlendorf S.D. 2011. Comparison of two methods for sampling invertebrates: vacuum and sweep-net sampling. *Journal of Field Ornithology*. 82 (1): 60-67.
- Duffey E. 1962. A population study of spiders in limestone grassland, the fiel-layer fauna. *Oikos*. v.: 13, p.: 15-34.
- Elisondo-Solis J.M. 2002. Inventario y fluctuación poblacional de insectos y arañas asociadas con *Citrus sinensis* en la región Huetar Norte de Costa Rica. *Manejo Integrado de plagas y agroecología (Costa Rica)*. 64: 88-98.
- Evia G. & Gudynas E. 2000. Ecología del paisaje en Uruguay. Aportes para la conservación de la diversidad biológica. *DINAMA*, Junta de Andalucía. 173 pp.
- Escobar M.A.H. 2008. Efecto selectivo de las plantaciones de Pino radiata (*Pinus radiata* D. Don) sobre la comunidad de artrópodos del follaje de *Nothofagus*, en el Bosque Maulino de la región central de Chile. Tesis para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 48pp.
- Finch O.D. 2005. Evaluation of matur conifer plantations as a secondary habitat for epigeic forest arthropods (Coleoptera; Carabidae; Araneae). *Forest Ecology & Management*. 204: 21-34
- Giosa R. 2009. Cuantificación del contenido de nutrientes en trozas comerciales de *Eucalyptus grandis* con destino a la fabricación de pulpa y su relación con el tipo de suelo. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Fac. Agro. Montevideo, Uruguay.
- Gómez D. 2012. Escarabajos de corteza en Uruguay: situación actual y perspectivas. *Revista INIA*. 30:48-51.
- Gomez D. & Alonso R. 2012. Perspectivas de manejo de escarabajos de corteza de pino en base a estudios de Bioecología. V Jornada de Protección Forestal, INIA Tacuarembó. Serie de Actvidaes de difusión 703. p 16.

- González-Vainer P. & Morelli E. 2008. Relevamiento de los coleópteros coprófilos y necrófilos de Sierra de Minas, Uruguay (Insecta: Coleoptera). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay*, 2a época, 17: 20-23.
- Green J. 1999. Sampling Method and time determines composition of spider collections. *The Journal of Arachnology*. 27:176-182.
- Halaj J., Ross D.W. & Moldenke A.R. 2000. Importance of habitat structure to the arthropod food-web in Douglas- fir canopies. *Oikos*. 90: 139-152.
- Hammer O., Harper D.A.T. & Ryan P.D. 2001. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*. 4 (1): 9 pp., Version 2.16 . Acceso en: <http://folk.uio.no/ohammer/past>>.
- Horváth R., Magura T. & Szinetár C. 2001. Effects of immission load on spiders living on black pine. *Biodiversity and Conservation*. 10: 1531-1542.
- 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*. Vol. 8: 151-161.
- Jiménez-Valverde A. & Lobo J.M. 2006. Determining a combined sampling procedure for a reliable estimation of Araneidae and Thomisidae assemblages (Arachnida, Araneae). *The Journal of Arachnology*. 33: 33-42.
- Krell F.A. 2004. Parataxonomy vs. taxonomy in biodiversity studies pitfalls and applicability of ‘morphospecies’ sorting. *Biodiversity and Conservation* 13: 795–812.
- Laborda A., Montes de Oca L., Pérez-Miles F., Useta G. & Simó M. 2008. Composición y estructura de una comunidad de arañas de la isla Abrigo, Río Uruguay. En actas del Segundo Congreso Latinoamericano de Aracnología. Salta, Argentina, p. 171.
- Lawton J.H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review Entomology*. 28: 23-29.
- Lindenmayer D.B. & Hobbs R.J. 2004. Fauna conservation in Australian plantation forest: a review. *Biological Conservation* 119: 151-168.
- Lee G.H. & Lee Poong H. 1990. Guild structure and seasonal occurrences of spiders communities in pine plantation hábitat. *Korean Journal of Ecology*. 13 (2):149-163.
- León-Gamboa A.L., Ramos C. & García M.R. 2010. Efecto de plantaciones de pino en la artropofauna del suelo de un bosque Altoandino. *Revista Biología Tropical*. 58 (3): 1031-1048.

- Liljesthröm G., Minervino E., Castro D. & González A. 2002. La Comunidad de Arañas del Cultivo de Soja en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Neotropical Entomology*. 31(2): 197-210.
- Lopardo L. 2009. Systematics and evolution of the spider family Mysmenidae. Phd thesis of The George Washington University. 911 pp.
- Ludy C. & Lang A. 2006. A 3-year Weld-scale monitoring of foliage-dwelling spiders (Araneae) in transgenic *Bt* maize Welds and adjacent Weld margins. *Biological Control* 38: 314-324
- Martinez G., Simó M., Jorge C., Laborda A. & Alves Dias M. 2010. Arañas en cultivos de *Eucalyptus globulus*: Estudio de un grupo Bioindicador. *Revista de la Sociedad de Productores Forestales del Uruguay*. *Revista de la Sociedad de Productores Forestales*. 14 (42): 25-29.
- McAleece N., Gage. J.D.G., Lamshead P.J.D. & Paterson G.L.J. 1997. Biodiversity Professional Statistics Analysis Software. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum of London. Disponible en <http://www.sams.ac.uk>
- Méndez Ayala E. 2009. Análisis de la precariedad del trabajo en un sistema de cosecha forestal Manual y otro mecanizado. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Mourgliá V. 2010. En actas del I Congreso Uruguayo de Zoología (X Jornadas de la Sociedad Zoológica del Uruguay). Montevideo, Uruguay, p 230.
- New T.R.1999. Untangling the web: spiders and the challenges of invertebrate conservation. *Journal of Insect Conservation*. 3: 251-256.
- Nyffeler M. & Sunderland K.D. 2003. Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystem & Environment*. 95: 579-612.
- Pérez del Castillo A., de Castro R. & Ohta S. 2000. Ensayos de propiedades mecánicas de *Pinus taeda* por seis métodos no destructivos. Proyecto de Tecnología de Ensayo de Productos Forestales LATU-JICA (1998-2003). Informe de Investigación N°1. 28 pp.
- Pérez-Guerrero S., Tamajón R., Aldebis H.K. & Vargas-Osuna E. 2009. Comunidad de arañas en cultivos de algodón ecológico en el sur de España. *Revista Colombiana de Entomología*. 35 (2): 168-172.

- Pérez-Miles F., Simó M., Toscano C. & Useta G. 1999. Aracnofauna del Cerro de Montevideo (Uruguay), un área rodeada por urbanización. *Physis* 60: 1-15.
- Pinzón J., Spence J.R. & Langor D.W. 2012. Responses of ground-dwelling spiders (Araneae) to variable retention harvesting practices in the boreal forest. *Forest Ecology and Management*. 266: 42-53.
- Ramirez M. 2003. The spider subfamily Amaurobioidinae (araneae, Anyphaenidae): a phylogenetic Revision at the generic level. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 277:1-262.
- Rubio G.D., Corronca J.A. & Damborsky M.P. 2008. Do Spider Diversity and Assemblages Change in Different Contiguous Habitats? A Case Study in the Protected Habitats of the Humid Chaco Ecoregion, Northeast Argentina. *Environmental Entomology*. 37(2): 419-430.
- Rypstra A. 1985. Agg of *Nephila clavipes* (L) (Araneae: Araneidae) in relation to prey availability. *Journal of Arachnology*. 13:71-78.
- Rypstra A., Carter P., Balfour R. & Marshall S. 1999. Architectural features of agricultural habitats and their impact on the spider inhabitants. *Journal of Arachnology*. 27: 371-377.
- Sackett T.E., Buddle C.M. & Vincent C. 2009. Dynamics of spider colonization of apple orchards from adjacent deciduous forest. *Agronomy Ecosystems & Environment*. 129: 144-148.
- Simó M., Laborda A., Jorge C. y Castro M. 2011a. Las arañas en agroecosistemas: bioindicadores terrestres de calidad ambiental. *INNOTEC (LATU)*. 6: 51-55.
- Simó M., Laborda A., Jorge C., Alves Dias M., Guerrero J.C. & Castro M. 2011b. Introduction, distribution and habitats of the invasive spider *Badumna longinqua* (L. Koch, 1867) (Araneae: Desidae) in Uruguay, with notes on its world dispersion. *Journal of Natural History*. 45 (27-28): 1637-1648.
- Simó M., Laborda A., Jorge C. & Castro M. 2011c. Araneomorphae: el grupo más diverso de las arañas. En *Arácnidos del Uruguay*. Viera C. editor. p: 19-36.
- Sorensen L., Coddington J. & Scharff N. 2002. Inventorying and Estimating Subcanopy spider diversity using semiquantitative sampling methods in an Afromontain forest. *Environmental Entomology*. 31(2): 319-326.
- Sorensen L. 2004. Composition and diversity of the spider fauna in the canopy of a montane forest in Tanzania. *Biodiversity & Conservation*. 13: 437-452.

- 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. *The Journal of Arachnology*. 28:329-345.
- Ubick D., Paquin P., Cushing P.E. & Roth V. 2005. *Spiders of North America: an identification manual*. American Arachnological Society, USA. 377 pp.
- Uetz G.W, Halaj A. & Cady A.B. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *Journal of Arachnology*. 27:270-280.
- Uehara-Prado M., Oliveira Fernandes J., de Moura Bello A., Machado G., Santos A.J., Zagury Vaz-de-Mello F. & Lucci Freitas A. 2009. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. *Biodiversity & Conservation*. 142: 1220-1228.
- UPM-FOSA . 2011. Documentos generales (DG-009): Resumen público del plan de manejo forestal del grupo de certificación. 24pp.
- Yanoviak S.P., Kragh G & Nadkarni N.M. 2003. Spider assemblages in Costa Rica cloud forests: effects of forest level and forest age. *Studies on Neotropical Fauna & Environment*. 38:2. 145-154.

CAPÍTULO II

DIVERSIDAD DE ARAÑAS EN CAMPO NATURAL

INTRODUCCIÓN

El campo natural en Uruguay

El bioma pastizal o campo natural es el más extenso en nuestro país, abarcando más del 70% del territorio (Altesor *et al.*, 2011). Forma parte de las praderas templadas de América del Sur que se abarcan el este de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Esto lo convierte en una de las áreas más extendidas de pastizales naturales en el mundo (Figura 1) (Evia & Gudynas, 2000; Altesor *et al.*, 2011). Los pastizales, se caracterizan por estar constituidos por una comunidad de hierbas de bajo porte con un gran proporción de gramíneas (Evia & Gudynas, 2000). A pesar de la importancia de este bioma, el conocimiento de la heterogeneidad del pastizal (de ahora en más campo natural), la formación vegetal dominante del Uruguay, es escaso y fragmentario. Estudios realizados por Altesor *et al.* (2011), identificaron vacíos en el conocimiento especialmente de la estructura y el funcionamiento de los pastizales, sometidos a actividades de pastoreo. El campo natural del Uruguay exhibe una alta diversidad, probablemente asociado a la fuerte variación regional del clima, a la cual se asocian importantes cambios fisonómicos y/o florísticos (Lezama *et al.*, 2011). Hasta la década del 90 se consideraba que el campo natural en nuestro país presentaba homogeneidad estructural en su vegetación. Lezama *et al.* (2011), proponen que nuestros campos presentan una gran heterogeneidad florística, tomando en cuenta para ello características fisonómicas, composición de especies y controles ambientales de cuatro regiones geomorfológicas eminentemente ganaderas extensivas: la Cuesta Basáltica, la Región Centro Sur, la Región Sierras del Este y la Cuenca Sedimentaria del Noreste.

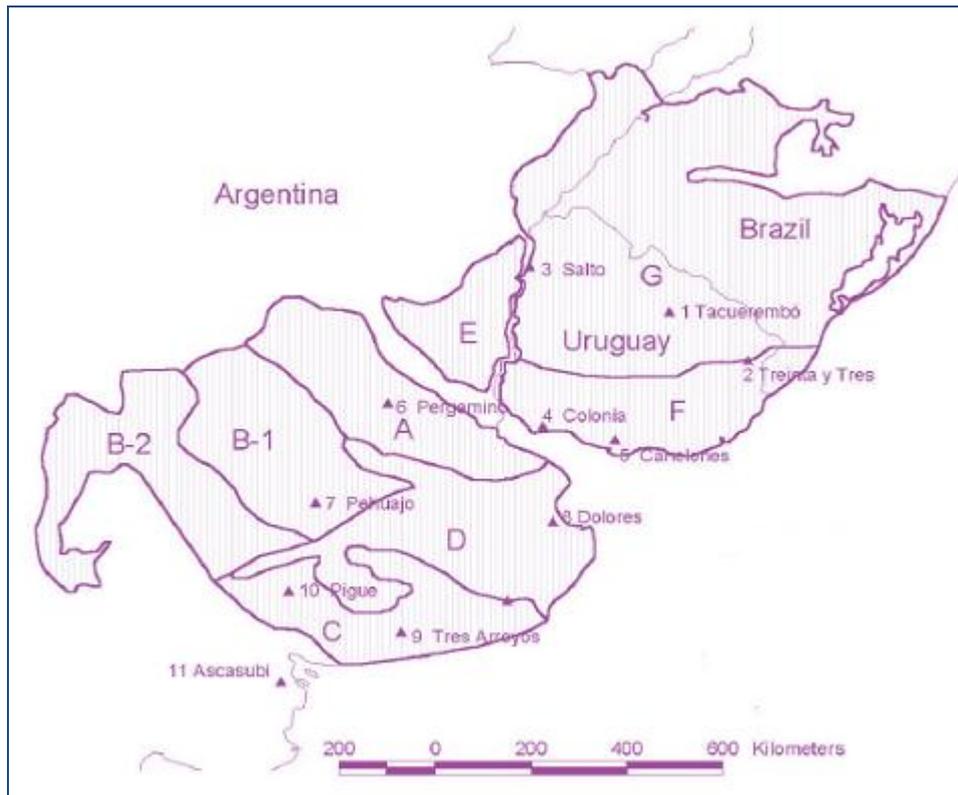


Figura 1. Campo natural en la región se distribuye a lo largo de Argentina, Brasil y Uruguay (extraído de Lezama *et al.*, 2011).

Proceso de transformación

La presencia de una gran diversidad de organismos edáficos (bacterias, hongos, plantas, animales) en el campo natural, asegura el mantenimiento de suelos productivos, ya que mediante sus interacciones regulan ciclos de nutrientes y flujo de carbono, modifican la estructura física del suelo y actúan sobre el régimen del agua y la erosión (Zerbino, 2011). Otros servicios ecosistémicos que brindan están vinculados con la purificación del aire y del agua, regulación del clima y los flujos hidrológicos, regeneración de la fertilidad de los suelos, producción y mantenimiento de la biodiversidad (Baeza *et al.*, 2011). Con la expansión de los colonizadores, los campos naturales de nuestro país sufrieron grandes cambios en la composición florística, debido a la exclusión de los herbívoros y depredadores nativos por la introducción de especies exóticas utilizadas en actividades agropecuarias (Evia & Gudynas, 2000). Según Altessor *et al.* (2006), en los sistemas pastoreados se pueden reconocer dos estratos: uno de gramíneas y hierbas postradas, menores a 10 cm de altura y el segundo estrato de gramíneas erectas, con alturas entre los 10-50 cm. Rodríguez & Cayssials (2011) plantean que en sistemas con exclusión, la vegetación supera los 50 cm de

altura debido a la presencia de arbustos, lo que diferencia a los pastizales de nuestro país con los observados en la región. A pesar de las modificaciones que el pastoreo genera sobre el campo natural a nivel de composición de especies, el pastoreo aumenta la riqueza y la diversidad vegetal, promoviendo un importante recambio florístico (Rodríguez & Cayssials, 2011). En los últimos años se ha ido sustituyendo la actividad netamente ganadera por la silvo-pastoril, mediante la cual se aprovechan aquellas que estuvieron sometidas a malos manejos agrícolas o áreas que eran consideradas de baja calidad y/o rendimiento (Ferrere & Dell'Archipete, 2008). Las prácticas silvo-pastoriles generan un beneficio para el ganado brindándoles áreas de sombra y refugio, traduciéndose en un aumento de peso en los mismos. Los manejos empleados para ayudar a la conservación del campo natural están generalmente desarrollados para contemplar las necesidades de algunas especies de plantas o tipos de vegetación, sin tomar en cuenta a la fauna de invertebrados que allí habitan (Luff & Rushton, 1988). Muchos conservacionistas recurren a las aves y lepidópteros como una herramienta útil para ayudar a conservar estos ecosistemas, debido a que son fáciles de reconocer. En cambio utilizar a las arañas y otros invertebrados, es menos alentador debido a que implican un mayor tiempo para su estudio o por carecer de los conocimientos necesarios acerca de su taxonomía y biología que permitan evidenciar fácilmente los efectos del manejo en este grupo de animales (Duffey *et al.*, 1974; Bell *et al.*, 2001). Ha sido ampliamente documentado que tanto la intensidad como el tipo de manejo que reciben estos ecosistemas van a incidir sobre las comunidades de arañas (Bell *et al.*, 2001). En cuanto a la intensidad del manejo a medida que éste se intensifica, la comunidad de arañas va perdiendo diversidad y es dominada por unas pocas especies oportunistas, mientras que si el manejo es leve al mantenerse un mayor número de microhábitats utilizados por las arañas se observa una mayor complejidad, aumentando el número de arañas tejedoras (Bell *et al.*, 2001). Debido a ello es que varios autores plantean la necesidad de realizar estudios enfocados en conocer los efectos de las actividades humanas sobre la fauna de artrópodos nativos de estos ecosistemas (Bell *et al.*, 2001). En algunos de éstos han analizado el impacto de las prácticas agrícolas sobre las comunidades de artrópodos predadores locales, en especial coleópteros carábidos (Mansfield *et al.*, 2006; Marshall *et al.*, 2006) y arañas (Pearse *et al.*, 2005; Gallé *et al.*, 2005; Buddle & Shorthouse, 2008; Horváth *et al.*, 2009). Zerbino (2011) plantea que Araneae y Carabidae que son depredadores generalistas, son los grupos taxonómicos predominantes en nuestro país. Pero aún son necesarios más estudios para generar

conocimiento que nos ayude a evaluar el efecto de las prácticas silvo-pastoriles sobre la araneofauna nativa.

Estudios de arañas en el campo natural de Uruguay

El primer estudio para conocer la araneofauna presente en áreas de campo natural de nuestro país, se llevó a cabo en dos áreas de pradera contiguas en el departamento de San José, una pastoreada y la otra con ocho años de exclusión ganadera (Seguí, 2002). En dicho trabajo, el área con exclusión presentó la mayor abundancia y riqueza específica, aunque si bien no se obtuvieron diferencias significativas en la composición de familias, se observaron diferencias en el número de especies, con un alto reemplazo específico entre los sitios. A pesar que este estudio abarcó solamente una estación del año, representó un aporte para futuros estudios sobre la araneofauna en dicho ecosistema, mostrando que la modificación producida por el ganado influía negativamente sobre la comunidad de arañas (Seguí, 2002).

En el año 2010 a consecuencia del aumento de tucuras (Orthoptera) en zonas de pradera y cultivos, se realizaron una serie de muestreos con red entomológica, en campos con diferente grado de alteración, en los departamentos de Durazno y Florida para monitorear la densidad poblacional de estos insectos plaga. En dichas muestras también se recolectaron arañas que fueron clasificadas a nivel de familia y de morfoespecies. En ese trabajo, los resultados obtenidos coincidieron con Seguí (2002), en que la familia Araneidae fue la que presentó el mayor número de individuos y de morfoespecies (Castro *et al.*, 2010). Otro estudio analizó la araneofauna en dos predios de campo natural en Arerunguá, Salto, con diferente tipo de manejo ganadero, uno con ganado vacuno y otro con ganado ovino, para tratar de evidenciar los grados de perturbación que pueda existir en estos ambientes y poder ajustar planes de manejo productivo que busquen preservar la biodiversidad local (Laborda *et al.*, 2011; Laborda, 2012). Los resultados preliminares indicaron que las arañas tejedoras orbiculares constituyeron el gremio más abundante del campo natural, siendo *Larinia bivittata* la especie tipificante y discriminante. Si bien no se encontraron diferencias significativas en los valores de diversidad de arañas entre ambos sitios, se observaron diferencias en las abundancias relativas de las especies.

El campo natural es el principal ecosistema de nuestro país, que durante las últimas décadas ha sufrido el mayor grado de alteración ocasionado por las actividades agrícolas-ganaderas. Teniendo en cuenta que la araneofauna de este ecosistema, en especial la del norte

de nuestro país, es poco conocida es que se reconoció la necesidad de estudiar la diversidad de arañas presentes en este bioma.

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la comunidad de arañas presentes en una matriz de campo natural en zonas forestales de *Pinus taeda* del norte de Uruguay.

Hipótesis

La comunidad de arañas del campo natural está caracterizada por una mayor abundancia y riqueza de arañas constructoras de telas orbiculares.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Conocer la composición taxonómica, abundancia y riqueza general de Araneae presentes en la matriz de campo natural.
- ✓ Caracterizar la estructura de la comunidad de arañas de la matriz en función de la variación temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio forma parte de la matriz de campo natural, donde se encuentra el cultivo forestal (Figura 2). El área de campo natural estudiada es contigua a una zona con parcelas de *P. taeda* implantadas en el año 2003 (31°38'10.89"S; 55°41'45.19"O). La misma se podría considerar como un pastizal de suelos profundos, perteneciente a la Cuenca Sedimentaria del Noreste y con una exclusión de ganado parcial (baja carga de ganado). El suelo es 7.2 del CONEAT, perteneciente a la Unidad Tacuarembó del Compendio de Suelos escala 1:1 millón. En cuanto a la vegetación allí presente predominan las gramíneas de alto porte, mezcladas con especies de herbáceas que fueron variando a lo largo de las estaciones (Figura 3).

Diseño muestral

Se realizaron muestreos estacionales durante un año, de abril de 2011 a febrero de 2012. Los ejemplares se recolectaron a partir de los 50 m del límite del campo natural con el camino para minimizar el efecto de borde (Finch, 2005; Corcuera *et al.*, 2010).

Métodos de recolección

Para la implementación de ambos métodos de recolección se siguió el mismo procedimiento descrito en el capítulo anterior, para realizar las comparaciones entre ambas zonas de estudio.

Recolección manual nocturna (RMN)

Se siguió la metodología utilizada en el capítulo anterior, empleando lámparas de cabeza siguiendo la técnica de looking up, looking down (Coddington *et al.*, 1996; Sorensen *et al.*, 2004). Se procedió recolectaron manualmente todos los ejemplares observados desde el suelo hasta la altura máxima de los arbustos presentes en el campo (1.5 m de altura aprox.), durante 30 minutos por cada colector. Se obtuvieron un total de 12 muestras, 3 por cada estación del año.

Aspirador G-Vac

Se tomaron 20 muestras de 1 minuto de duración sobre la vegetación herbácea del campo natural en cada estación, totalizando 80 muestras (Figura 4).

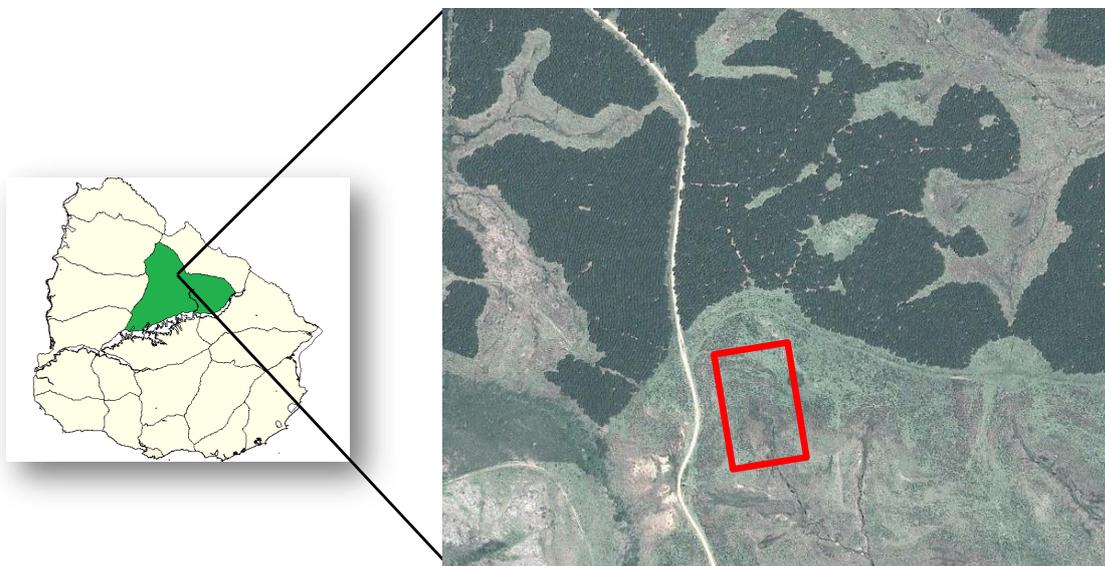


Figura 2: Ubicación e imagen satelital del área de campo natural estudiada (en rojo).



Figura 3: Aspecto del campo natural estudiado



Figura 4: muestreo con aspiradora en suelo en el campo natural

Procesamiento de las muestras e identificación

Las muestras de aspiradora traídas del campo, fueron procesadas en una primera instancia en el laboratorio de Fitopatología de la Estación Experimental de INIA Tacuarembó y luego en el laboratorio de la Sección Entomología de la Facultad de Ciencias, Montevideo. La separación de los artrópodos del resto de material recolectado se realizó de la misma forma que lo descrito en el capítulo 1, empleando aspiradores bucales, colocándolos en un tubo con alcohol 70% como líquido conservante y con su etiqueta correspondiente. Cada muestra obtenida durante el período de estudio, fue rotulada indicando: fecha, zona, método de recolección empleado, número de muestra y nombre del colector en la recolección manual. Para la identificación se realizó una base de datos en Excel y una fotográfica con las especies\ morfoespecies halladas en el campo natural. Para la determinación de las especies se

utilizaron revisiones de familias y géneros presentes en la región y a nivel mundial. En el caso de no haber podido llegar a género y especie se adoptó la categoría parataxonómica de morfoespecie (Krell, 2004).

Análisis de Datos

Para los análisis estadísticos se tomaron en cuenta solamente los ejemplares adultos debido a que es en este estadio del desarrollo en que las arañas pueden ser identificados certeramente a nivel específico (Toti *et al.*, 2000; Jiménez-Valverde & Lobo, 2006). Por convención, los ejemplares inmaduros solo se tuvieron en cuenta para el análisis de gremios (Jimenez-Valverde & Lobo 2006). Los datos fueron obtenidos a través de un muestreo aleatorio simple. (Cochran, 1995).

La normalidad y homogeneidad de los datos se analizaron con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001) para determinar el uso de métodos paramétricos o no paramétricos. La diversidad de arañas se analizó mediante el cálculo de los índices de Simpson y de Shannon-Wiener (H'), comparando los datos obtenidos entre ambos estratos, usando el programa PAST versión 2.16 (Hammer *et al.*, 2001). Para comparar la diversidad entre los métodos se calcularon curvas de rarefacción (Corley *et al.*, 2006). Este método es comúnmente empleado para eliminar la variación en el tamaño de las muestras. Para evaluar si el diseño del muestreo fue adecuado, se emplearon las curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos (Jímenez-Valverde & Hortal, 2003; Corley *et al.*, 2006; Uehara-Prado, 2009). Las curvas de acumulación de especies se obtuvieron mediante el programa Biodiversity Pro versión 2 (Mc. Alecee *et al.*, 1997) y las curvas de rarefacción a través del programa PAST versión 2.16 (Hammer *et al.*, 2001).

Para caracterizar la estructura de la comunidad de arañas en función de la variación temporal en la matriz se trabajó a nivel de familia, agrupando a las especies en gremios funcionales, utilizando la clasificación de Uetz *et al.* (1999). También se realizaron comparaciones de los gremios presentes en ambos estratos tomando en cuenta la abundancia y riqueza de cada gremio.

RESULTADOS

Abundancia y riqueza

En la matriz de campo natural se registraron 3167 ejemplares: 624 adultos (215 machos, 409 hembras), de las cuales se reconocieron 20 familias y 78 especies/morfoespecies. (Tabla 1). La mayor parte de los ejemplares recolectados fueron inmaduros 2543, 80.3% del total.

Tabla I. Abundancia y riqueza absoluta por método de recolección en campo natural

Campo natural	Abundancia	Riqueza	
		Nº Familias	Nº especies/ Morfoespecies
Total	3167	20	78
Aspirador	2959	19	65
Recolección manual	208	11	19

Los datos de abundancia por muestra no presentaron una distribución normal (Shapiro-Wilk= 0,1795; $p < 0,001$). Se hallaron diferencias significativas en la abundancia de ejemplares recolectados por el aspirador y la recolección manual (Mann-Withney, $U=262$, $p=0.012$).

El aspirador fue el método de recolección mediante el que se obtuvo la mayor abundancia y riqueza de arañas (Tabla 1).

La Tabla II muestra los resultados de las especies observadas y las estimadas con los estimadores Chao 1, Chao2, Jacknife 1 y Jacknife 2. El estimador Jacknife 1 fue el que presentó una distribución más asintótica (Figura 5).

Tabla II. Resultados de los estimadores obtenidos según el método de recolección. AS= aspirador de suelo, RM= recolección manual, S ob.= riqueza de especies observada.

Estimadores	S ob.	Chao 1	Chao 2	Jack-nife 1	Jack-nife 2	Singletons	Doubletons
Total	78	452	126	115	138	31	18
AS.	65	425	115	105	126	24	12
RM.	19	36	36	29	35	7	6

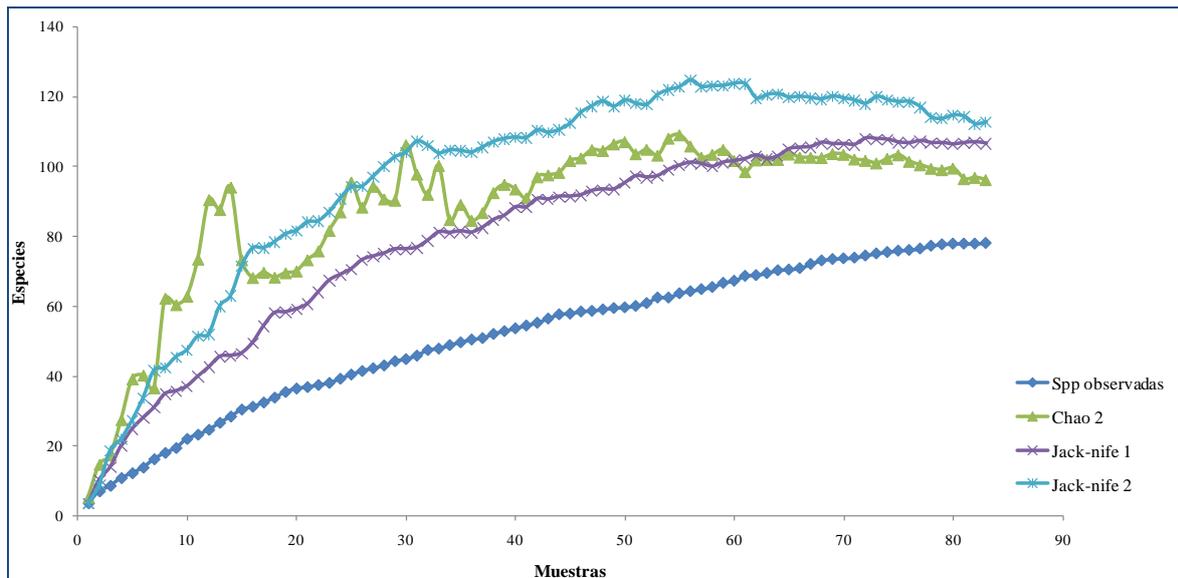


Figura 5. Curvas de acumulación de especies de la riqueza observada y estimada en el campo natural.

Composición taxonómica

Todas las arañas recolectadas durante el muestreo pertenecieron al infraorden Araneomorphae. Las familias Theridiidae con (N= 558), Anyphaenidae (N= 554), Philodromidae (N= 517) y Linyphiidae (N= 490), fueron las familias que registraron el mayor número de individuos, alcanzando el 66,9 % del total de los ejemplares recolectados (Figura 6). Otras familias que se destacaron en abundancia fueron Oxyopidae (N= 270), Araneidae (N= 208), Thomisidae (N= 172) y Salticidae (N= 139).

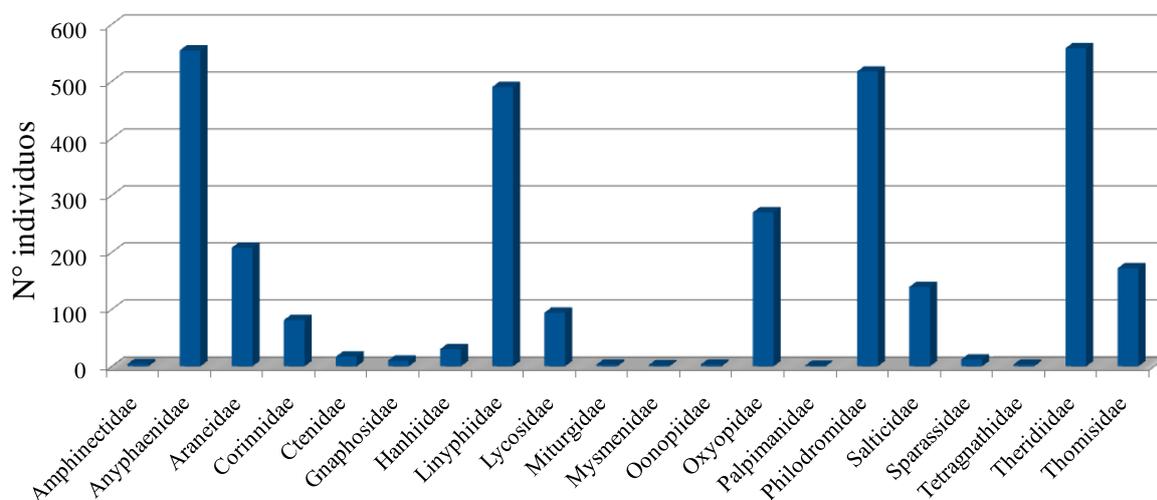


Figura 6. Comparación de la abundancia absoluta de familias registradas para el campo natural.

Las familias que presentaron la mayor riqueza específica fueron Theridiidae (N= 23), Linyphiidae (N= 13), Araneidae (N= 9) y Salticidae (N= 6). En la Tabla III se puede observar que el 63% de las especies registradas contaron con solo uno o dos individuos (31 singletons y 18 doubletons) y 13 especies entre 3 y 5 individuos. La especie más abundante fue *Thymoites* sp. 2 con 151 ejemplares, seguida de la Me 42 con 72 ejemplares ambas de la familia Theridiidae. Otras especies que le siguieron en abundancia fueron *Sphecozone* sp. (N= 49) y Me 23 (N= 44) de la familia Linyphiidae, *Thymoites* sp. 1 (Theridiidae) y el Género 1 sp. 1 (Corinnidae) (Tabla III). Se registraron tres géneros nuevos para la ciencia, uno de la familia Corinnidae representado por una especie (Género 1 sp. 1 (8♂, 24♀)) y dos de la familia Gnaphosidae (Género 2 sp. 1 (1 ♂), Género 3 sp. 1 (1♂, 1♀).

Tabla III. Lista de familias y especies encontradas en cada método de recolección. me: morfoespecie, * géneros nuevos para el país; ** géneros nuevos para la ciencia.

Familia	Especie	Total	Aspirador	Rec. manual
Amphinectidae				
	<i>Metaltella simoni</i>	4	2	2
Anyphaenidae				
	<i>Arachosia proseni affinis</i>	2	2	
	<i>Othoniela</i> sp.*	1	1	
	<i>Sanogasta</i> sp. 1	2		2
	me. 43	2	2	
	me. 80	3	3	
Araneidae				
	<i>Argiope argentata</i>	5	1	4
	<i>Argiope trifasciata</i>	2	2	
	<i>Cyclosa machadinho</i>	4	1	3
	<i>Eustala photographica</i>	1		1
	<i>Larinia bivittata</i>	7	1	6
	<i>Larinia</i> sp. 1	1	1	
	<i>Metepeira</i> sp.1	1		1
	<i>Metepeira</i> sp.2	17		17
	<i>Parawixia audax</i>	2		2
Corinnidae				
	Género 1 sp. 1**	32	32	
	<i>Ortobula</i> sp*	2	2	
	<i>Trachelopachys cingulipes affinis</i>	1	1	
Ctenidae				
	<i>Ashtenoctenus borelli</i>	1	1	
	<i>Parabatinga brevipes</i>	6	2	4

Familia	Especie	Total	Aspirador	Rec. manual
Gnaphosidae				
	<i>Género 2 sp. 1**</i>	1	1	
	<i>Género 3 sp. 1**</i>	2	2	
Hahniidae				
	me. 70	1	1	
	me. 84	4	4	
Linyphiidae				
	<i>Dubiaranea sp. 1</i>	1	1	
	<i>Dubiaranea sp. 2</i>	5	5	
	<i>Lepthyphantes sp. 1</i>	44	44	
	<i>Lepthyphantes sp. 2</i>	25	25	
	<i>Tutaibo sp. 1</i>	49	49	
	<i>Scolecurea sp. 1</i>	11	11	
	<i>Scolecurea sp. 2</i>	3	3	
	<i>Sphecozone sp. 1</i>	2	2	
	me. 32	6	6	
	me. 53	2	2	
	me. 104	1	1	
Lycosidae				
	<i>Lycosa eritrognatha</i>	2	2	
	<i>Lycosa inornata affinis</i>	1		1
	<i>Lycosa thorelli affinis</i>	2		2
	<i>Trochosa sp.</i>	1	1	
Miturgidae				
	<i>Cheiracantiun inclusum</i>	2		2
Oonopiidae				
	<i>Gamasomorpha sp. *</i>	2	2	
	me. 140	1	1	
Oxyopiidae				
	<i>Oxyopes salticus</i>	4	4	
Philodromidae				
	me. 118	4	4	
Salticidae				
	<i>Akela ruricola</i>	7	7	
	me. 50	2	2	
	me. 58	1	1	
	me. 117	2	2	
	me. 120	1	1	
	me. 130	1	1	
Sparassidae				
	<i>Polybetes punctulatus</i>	1		1
	<i>Polybetes pythagoricus</i>	1		1

Familia	Especie	Total	Aspirador	Rec. manual
Theridiidae				
	<i>Anelosimus</i>	1		1
	<i>Dipoena sp. 1</i>	3	3	
	<i>Dipoena sp. 3</i>	2	2	
	<i>Dipoena sp. 4</i>	1	1	
	<i>Dipoena sp. 5</i>	7	7	
	<i>Steatoda sp. 3</i>	1		1
	<i>Thymoites sp. 1*</i>	37	37	
	<i>Thymoites sp. 2*</i>	151	151	
	me. 35	3	3	
	me. 42	72	72	
	me. 47	15	15	
	me. 52	3	3	
	me. 55	5	5	
	me. 59	1	1	
	me. 64	1	1	
	me. 74	2	2	
	me. 78	1	1	
	me. 79	1	1	
	me. 83	1	1	
	me. 86	1	1	
	me. 87	1	1	
	me. 119	1	1	
	me. 139	1	1	
Thomisidae				
	me. 4	3	3	
	<i>Misumenops pallidus</i>	1	1	
	<i>Platiarachni sp.*</i>	2		2

Métodos de recolección

Con el aspirador se recolectó el mayor número de familias (19) y especies (65) (Tabla I). Las familias más abundantes con el aspirador fueron Anyphaenidae, Philodromidae, Theridiidae y Linyphiidae, y manualmente fueron Araneidae, Lycosidae y Thomisidae (Figura 7).

De las 78 especies recolectadas 13 se obtuvieron únicamente mediante recolección manual nocturna (Tabla III). Estas especies son *Polybetes punctulatus* y *Polybetes pythagoricus* (Sparassidae), *Lycosa thorelli affini* y *Lycosa inornata affinis* (Lycosidae), *Cheiracantiun inclusum* (Miturgidae), *Parawixia audax*, *Metepeira sp.*, *Larinia sp. 3* y

Larinia sp. 1 (Araneidae), *Sanogasta* sp. 1 (Anyphaenidae), *Anelosimus* sp. y *Steatoda* sp. 3 (Theridiidae), y *Platiarachni* sp. (Thomisidae).

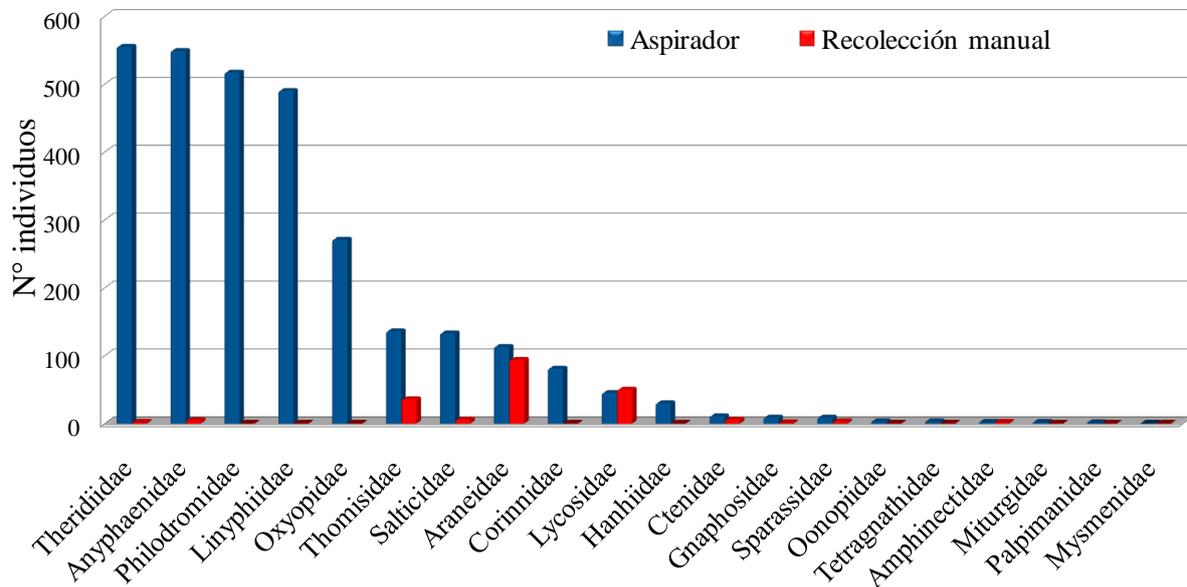


Figura 7. Abundancia de las familias recolectadas en el campo natural por método de recolección.

No se encontraron diferencias significativas en la composición de especies recolectadas con el aspirador y la recolección manual nocturna (ANOSIM, $R = -0,007$; $p = 0,85$)

Variación temporal de la estructura de la comunidad

Durante el otoño se registró la mayor abundancia del muestreo con 1303 ejemplares, seguido del invierno, recolectándose durante estas dos estaciones el 69,7% del total de las arañas. El aspirador G- vac fue el método que recolectó el mayor número de ejemplares en cada estación, registrando la mayor abundancia en otoño (N=1247) (Figura 8).

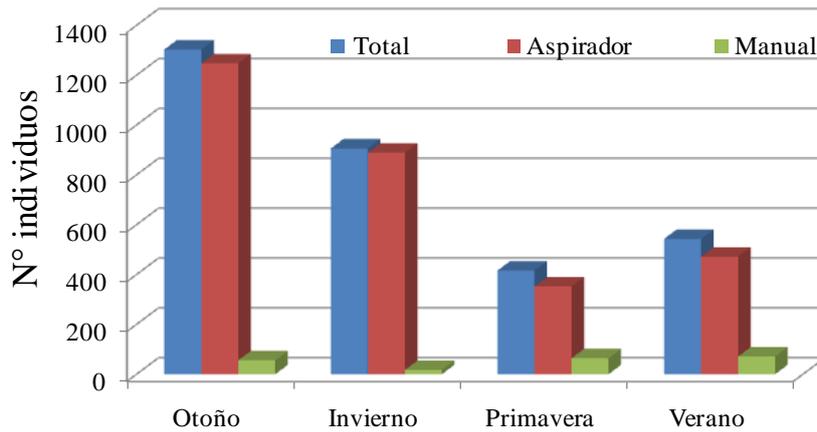


Figura 8. Variación estacional de la abundancia de individuos recolectados en total y por método en el campo natural.

Los juveniles fueron los más abundantes en todas las estaciones del año, mientras que los machos representaron el sexo con menos individuos capturados (Figura 9). Los adultos presentaron una variación estacional, caracterizada por un pico de mayor abundancia de 265 individuos en invierno, siendo el verano donde se registraron los valores más bajos de adultos (N=66) (Figura 9). En otoño se observó la mayor abundancia para juveniles y machos con 1086 y 91 ejemplares respectivamente, mientras que para las hembras fue el invierno (N=183). Hembras y juveniles presentaron el menor registro durante la primavera con 49 y 338 ejemplares respectivamente, mientras que para los machos fue en el verano con apenas 13 individuos recolectados.

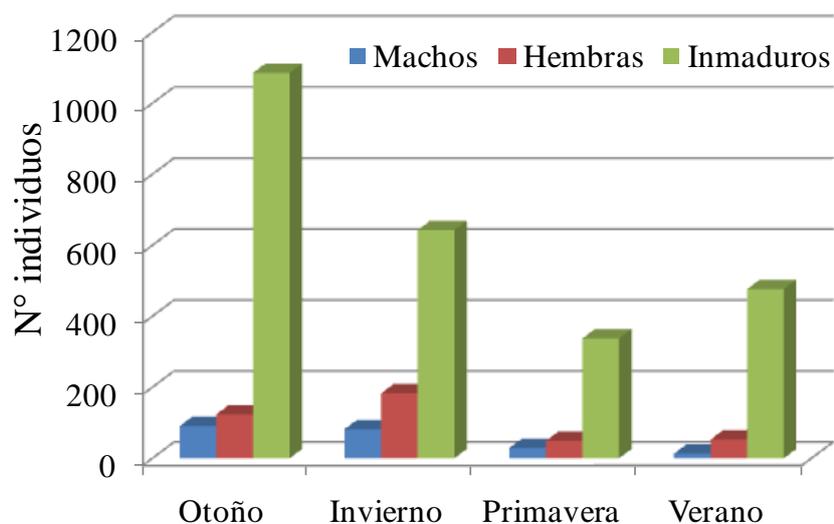


Figura 9. Abundancia estacional de adultos e inmaduros en el campo natural.

En cuanto a la riqueza familiar se registraron 16 familias en otoño y verano, 15 en primavera observándose una disminución en invierno con 12 familias presentes. En la Figura 10 se observa que durante el otoño se registró el mayor número de especies ($S= 40$; 51,9%) y a medida que se acerca el verano el número de especies decrece.

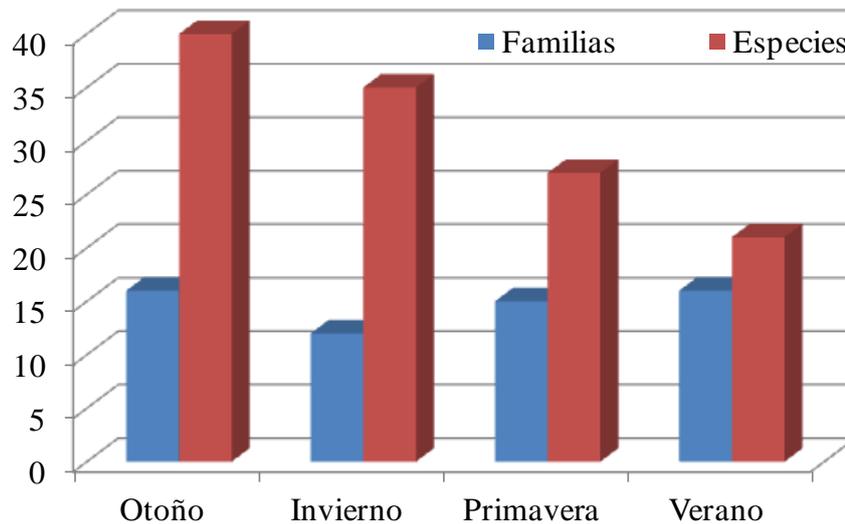


Figura 10. Variación estacional de la riqueza familiar y específica en el campo natural.

Se observaron diferencias significativas al comparar la composición de especies obtenida con los muestreos a nivel estacional (ANOSIM, $R=0,166$; $p= 0,001$), considerando la totalidad de los datos. Solamente la comparación entre las especies registradas en primavera y verano no registraron diferencias significativas (ANOSIM, $R= 0,07$; $p= 0,18$) (Tabla IV).

Tabla IV. Similitud de la riqueza observada entre las estaciones en el campo natural. O= otoño, I= invierno, P= primavera, V= verano.

ANOSIM	O-I	O-P	O-V	I-P	I-V	P-V
R	0,195	0,257	0,192	0,144	0,153	0,07
p	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,18

En la tabla V se puede observar que *Thymoites* sp. 2 (Theridiidae) fue la especie más abundante a lo largo de todas las estaciones, observándose el mayor número de ejemplares durante el muestreo de invierno.

Tabla V: Variación estacional de las especies más abundantes en el campo natural.

Familias	Especies más abundantes	Total	otoño	invierno	primavera	verano
Araneidae						
	<i>Larinia</i> sp. 1	17	0	1	9	7
Corinnidae						
	Género 2 sp. 1	32	25	7	0	0
Linyphiidae						
	<i>Lepthyphantes</i> sp. 1	44	7	26	6	5
	<i>Lepthyphantes</i> sp. 2	25	6	12	6	1
	<i>Tutaibo</i> sp. 1	43	15	28	3	3
Theridiidae						
	<i>Thymoites</i> sp. 1	37	13	15	9	0
	<i>Thymoites</i> sp. 2	151	49	71	15	16
	me. 42	72	34	25	2	11
	me. 47	15	8	5	2	0

Tabla VI: Variación estacional de los índices de diversidad en el campo natural.

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Nº especies	40	35	24	21
Nº adultos	214	234	79	66
Dominancia (D)	0,1022	0,1445	0,0854	0,1166
Shannon (H)	2,838	2,511	2,786	2,543
Simpson (1-H)	0,8978	0,8555	0,9146	0,8834
Equitatividad (J)	0,7695	0,7064	0,8767	0,8352
Berger-Parker	0,229	0,312	0,1899	0,2424

La equitatividad y la diversidad fueron mayores en primavera, mientras que la dominancia expresada a través del índice Berger-Parker fue mayor en el invierno (Tabla VI). Se observaron diferencias significativas en la dominancia, equitatividad e índices de diversidad entre el otoño e invierno. En la equitatividad, se observaron diferencias significativas en la primavera con respecto al otoño e invierno (Tabla VII).

Tabla VII. Significancia estadística de los índices de diversidad entre las estaciones en el campo natural (en negrita valores significativos, $p < 0,050$).

	Permutaciones			p(eq)		
	Ot-Inv.	Ot-Prim.	Ot.-Ver.	Ver.- Inv.	Ver.- Prim.	Inv.-Prim.
Nº especies	0,461	0,56	0,766	0,983	0,572	0,943
Dominancia (D)	0,035	0,395	0,589	0,389	0,208	0,053
Shannon (H)	0,033	0,867	0,436	0,937	0,233	0,336
Simpson (1-H)	0,035	0,395	0,589	0,389	0,208	0,053
Equitatividad (J)	0,011	0,028	0,552	0,139	0,253	0,001
Berger-Parker	0,062	0,543	0,858	0,288	0,546	0,043

Gremios

Se reconocieron 8 gremios de arañas, siendo las cazadoras las que presentaron el mayor número de ejemplares recolectados al final del muestreo (N=1875; 59,2%) (Tabla IX). Las cazadoras por emboscada presentaron el mayor número de individuos (N= 689), seguidas de las cazadoras corredoras de follaje (N= 569) y las tejedoras de tela tridimensional (N= 557).

Con el aspirador G-vac se recolectaron todos los gremios hallados en el campo natural, mientras que con la recolección manual no se recolectaron ejemplares de tejedoras errantes de tela de sábana. El gremio con mayor riqueza fue el de las tejedoras de tela tridimensional con 23 especies, seguido de las cazadoras errantes de suelo y las tejedoras errantes de tela de sábana y las tejedoras de tela orbicular (Tabla IX).

Tabla IX: Abundancia y riqueza de gremios por método de recolección en el pinar. S= riqueza de especies, N= Abundancia

Gremios	Total N	S	Aspirador		Manual	
			N	S	N	S
Tejedoras de tela de sábana	34	1	32	1	2	1
Cazadoras corredoras de follaje	569	8	558	4	11	4
Tejedoras tela orbicular	212	10	118	6	94	7
Cazadoras errantes de suelo	207	13	150	11	57	3
Tejedoras errantes de tela de sábana	490	11	490	11	0	0
Cazadoras al acecho	410	4	404	3	6	1
Cazadoras por emboscada	689	7	653	6	36	1
Tejedoras de tela tridimensional	557	23	555	21	2	2

Las tejedoras errantes de tela de sábana fueron más abundantes en invierno (N= 223) y en primavera (N= 96). Por otra parte, las cazadoras corredoras de follaje lo fueron en otoño (N= 343) y las cazadoras por emboscada (N= 192) durante el verano (Figura 11). Las cazadoras corredoras de follaje tendieron a disminuir la abundancia hacia el verano. Los gremios que presentaron su pico máximo de abundancia en otoño fueron: las tejedoras de tela de sábana, cazadoras corredoras de follaje, cazadoras al acecho y las cazadoras por emboscada. Las tejedoras de tela tridimensional y las errantes de tela de sábana, presentaron su máxima abundancia durante el invierno (Figura 11). A su vez las tejedoras de tela orbicular y las cazadoras errantes de suelo tuvieron su pico máximo de abundancia en primavera y verano respectivamente.

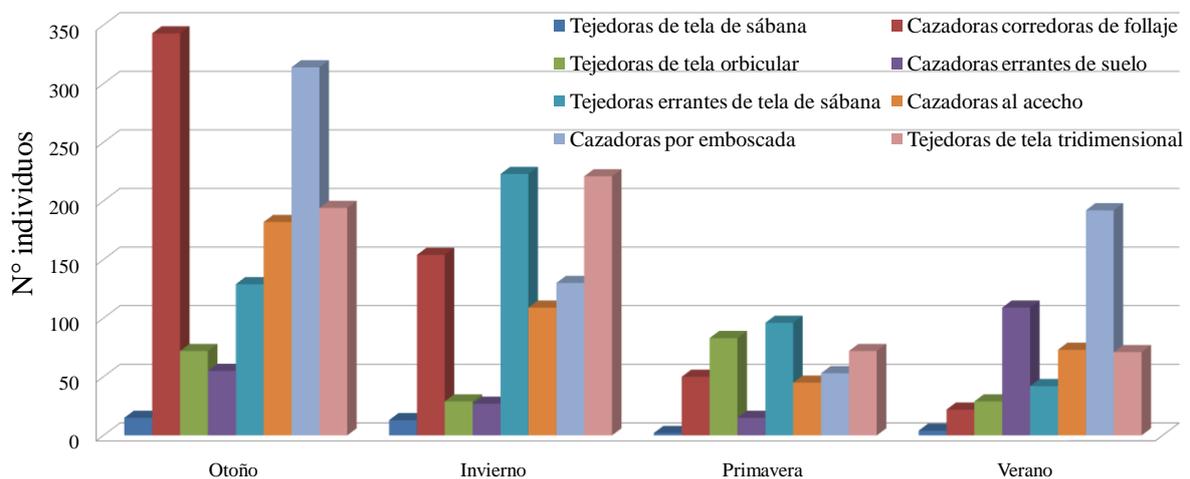


Figura 11. Variación estacional de la abundancia a nivel de gremios en el campo natural.

DISCUSIÓN

Composición taxonómica

La riqueza familiar registrada representa el 50 % de las familias de araneomorfas citadas para el Uruguay (Simó *et al.*, 2011a). Se observó una mayor abundancia y riqueza de familias y especies en comparación con estudios realizados anteriormente en ambientes naturales del país como bosques de quebrada (Simó *et al.*, 1994) y serranías (Costa *et al.*, 1991; Pérez-Miles *et al.*, 1999). Mientras que en la matriz de campo natural estudiada se registraron 20 familias y 78 especies, en los demás estudios de campo natural realizados en el Uruguay, tanto el número de familias como de especies fue menor. Seguí (2001), en el departamento de San José, halló 9 familias y 41 especies en un campo natural pastoreado y 8

familias y 32 especies en el campo con exclusión ganadera. Castro *et al.* (2010) en los departamentos de Durazno y Florida encontraron 35 especies distribuidas en 12 familias y en Salto, Laborda (2012) recolectó 17 familias y 58 especies. En los tres estudios anteriores Araneidae fue la familia más abundante, mientras para el campo natural estudiado fueron Theridiidae, Anyphaenidae y Philodromidae, con escasa diferencia entre ellas. La familia Lycosidae que suele ser muy común en relevamientos en campo natural (Jocqué & Alderweireldt, 2005), en este estudio registró apenas el 3% del total de ejemplares recolectados.

Los juveniles fueron los más numerosos alcanzando el 80,3% del total de ejemplares a lo largo del muestreo. Este porcentaje junto con la proporción sexual de 2 a 1 a favor de las hembras es similar a lo observado por Laborda (2012) en campos pastoreados de Salto, El porcentaje de adultos hallado está en concordancia con lo indicado por Duffey (1962) y Brey Meyer (1966), quienes sostienen que las arañas adultas no superan el 48% del total de ejemplares recolectados en áreas naturales.

Métodos de recolección

Green (1999) señaló que el aspirador G-vac es un método muy eficiente para la recolección de arañas. En el campo natural al igual que en el pinar, el aspirador de suelo fue el método que recogió la mayor abundancia y riqueza de especies. Coddington *et al.* (1996), plantean que la recolección manual es un método muy práctico para capturar especies de arañas sedentarias, que salen a forrajear durante la noche y/o que permanecen en sus refugios. En el campo natural, los adultos de la familia Sparassidae, *Platirachni* sp (Thomisidae), *Cheiracanthium inclusum* (Miturgidae) y varias de las especies de Araneidae, se obtuvieron únicamente con dicho método. Un 17% de los taxa recolectados en el presente estudio fueron obtenidos solamente mediante la recolección manual. Estos resultados muestran una buena complementariedad entre los métodos de muestreo utilizados.

Composición específica, riqueza y diversidad

La riqueza observada en el presente estudio fue elevada en comparación con otros estudios de arañas realizados en campo natural del país (Seguí, 2001; Castro *et al.*, 2010; Laborda, 2012). Según el estimador Jack-nife 1 aún quedaría por conocer un 32 % del inventario de especies de este sitio por conocer. La sobreestimación del Chao 1 (S=452) sería a consecuencia de la sensibilidad que presenta dicho estimador por el número de especies

raras, que en este caso fue elevado (Moreno, 2000). Coddington *et al.* (1996), plantean que es común que se registre un porcentaje alto de singletons y doubletons durante los relevamientos araneológicos. Por lo tanto, para disminuir la cantidad de especies raras y mejorar el conocimiento de la araneofauna presente en el campo natural estudiado sería necesario aumentar el esfuerzo de muestreo.

Las familias que presentaron un mayor número de especies fueron Theridiidae, Linyphiidae, Araneidae y Anyphaenidae, quedando por determinar aún morfoespecies de las familias Theridiidae, Linyphiidae y Salticidae, debido al escaso conocimiento taxonómico que se tiene de ellas para la región.

Tymoites sp. 2 y la morfoespecie 42 de la familia Theridiidae resultaron ser las especies más abundantes durante el muestreo en el campo natural. Estas especies construyen sus telas tridimensionales entre la vegetación herbácea característica del campo natural. La mayor abundancia y riqueza obtenida en este estudio en relación a otros realizados en campo natural en el Uruguay puede deberse fundamentalmente a la utilización del aspirador G-Vac que representó ser un método muy eficiente para la captura de arañas.

Variación estacional

El mayor número de arañas observado durante el otoño e invierno es similar en parte a lo registrado por Laborda (2012), en donde la mayor abundancia de arañas se dio durante el invierno. Dicho autor encontró que la abundancia de arañas se mantuvo constante en el resto de las estaciones a diferencia de lo observado en el presente estudio, donde se observó una marcada disminución durante la primavera y el verano. La disminución de la abundancia en dicho período es concordante con lo obtenido por Ávalos (2010) en un cultivo de *Citrus*, donde observó un menor número de individuos durante el mes de enero. En cuanto a la riqueza, ésta fue significativamente variable a lo largo del año, excepto al comparar la primavera con el verano. Ello podría explicarse debido a las elevadas temperaturas y el aumento de la precipitación registradas durante el verano, que habrían afectado negativamente a las poblaciones de arañas del campo natural. Este hecho fue reportado por Real *et al.* (1999), en que las comunidades de arañas se ven seriamente afectadas a consecuencia de las elevadas temperaturas y por la evapotranspiración de la vegetación, observada durante el verano. Por lo tanto, el otoño y el invierno, serían las estaciones donde priorizar futuros muestreos con finalidad de monitoreos ambientales, debido a que en ese período fue donde se registró la mayor abundancia y riqueza de la araneofauna.

Gremios

Las cazadoras por emboscada presentaron el mayor número de ejemplares recolectados, a diferencia de lo observado por Laborda (2012), en donde las tejedoras de telas orbiculares y las cazadoras corredoras de suelo fueron las más abundantes. Estas diferencias pudieron deberse a que este autor no utilizó aspirador G-Vac, que resultó ser el método más eficiente en este estudio. En su lugar utilizó trampas de caída que capturan principalmente arañas errantes de suelo y segado que permite capturar arañas tejedoras asociadas al estrato herbáceo (Perez-Miles *et al.*, 1999). Las arañas cazadoras por emboscada estuvieron representadas por las familias Philodromidae y Thomisidae, siendo esta última la más abundante y rica en especies. Los tomísidos se caracterizan por estar asociados a sitios con vegetación abundante generalmente con flores, donde esperan a sus presas mimetizándose con ellas (Brechbuhl *et al.*, 2010). Suelen ser componentes significativos de muchos ecosistemas terrestres, inclusive a nivel de cultivos (Armentano & González, 2010; Benamú-Pino & Viera, 2011). Por otro lado Philodromidae se encuentra más asociada a la vegetación de bajo porte como la presente en pastizales. A pesar de ello ambas familias han sido poco estudiadas en Sudamérica, lo que ha dificultado su identificación a nivel específico.

El segundo gremio en abundancia, fue el de las cazadoras corredoras de follaje, constituido por las familias Miturgidae, Sparassidae y Anyphaenidae, siendo esta última, la más numerosa. Las arañas de estas familias presentan una relación muy estrecha con el tipo de vegetación, siendo muy sensibles frente a cambios en dicho estrato. *Cheiracanthium inclusum*, única especie encontrada de Miturgidae, ha sido destacada por varios autores por su rol como controladora de presas plaga en agroecosistemas (Nyffeler & Sunderland, 2003; Ávalos, 2010). Las especies de Anyphaenidae se encuentran adaptadas a vivir en diferentes tipos de follaje tanto de vegetación arbórea o arbustiva así como de bajo porte como la observada en campos naturales (Aisenberg *et al.*, 2011; Simó *et al.*, 2011). Su movilidad, así como el aspecto críptico de la coloración en el follaje representan una dificultad para su recolección manual. Por tal motivo, el aspirador G-Vac fue muy eficaz para el relevamiento de esta familia, capturando la gran mayoría de los ejemplares de esta familia.

Las tejedoras de tela tridimensional representadas por la familia Theridiidae fue el gremio que presentó la mayor riqueza de especies, siendo el tercero en número de ejemplares recolectadas. Las especies de esta familia son muy versátiles pudiendo adaptarse a una gran

variedad de hábitats en los que puedan construir sus telas (Ubick *et al.*, 2005). La heterogeneidad de la vegetación herbácea del campo natural brinda por tanto un sustrato adecuado para el establecimiento de especies de esta familia.

Por último las cazadoras al acecho fue el cuarto gremio en abundancia. Este grupo estuvo representado por las familias Oxyopidae y Salticidae, siendo esta última la que presentó la mayor cantidad de especies de las dos. Según Uetz *et al.* (1999), las cazadoras al acecho constituyen uno de los gremios más abundantes en los cultivos agrícolas, alcanzando un promedio 16,9% del total de arañas recolectadas.

La mayor abundancia y riqueza observada en comparación con otros estudios, podría estar relacionado con los métodos de recolección empleados, principalmente el aspirador que permite recolectar una mayor variedad de gremios, que otros métodos que suelen estar sesgados a ciertos grupos de arañas como las trampas de caída.

De acuerdo con la hipótesis planteada se comprueba la presencia de una alta riqueza específica en el campo natural. Investigaciones futuras sobre la araneofauna de este bioma en el Uruguay deberán focalizarse en la identificación del importante número de morfoespecies halladas en este trabajo que junto al conocimiento de la riqueza familiar y de los gremios, constituyen una herramienta a ser aplicada en estudios de manejo y conservación del campo natural en el Uruguay.

BIBLIOGRAFÍA

- Altesor A., Piñeiro, G., Lezama, F., Jackson, R.B., Sarasola, M. & Paruelo, J.M. 2006. Ecosystem changes associated with grazing removal in sub-humid grasslands of South America. *Journal of Vegetation Science* 17: 323-332.
- Aisenberg A., Toscano-Gadea C. & Ghione S. 2011. Guía de arácnidos del Uruguay. Ediciones de la Fuga. 256 pp
- Altesor A., Ayala W. & Paruelo J.M. 2011. Bases Ecológicas y Tecnológicas para el manejo de pastizales. Proyecto FPTA-175: Descripción de la heterogeneidad florística y seguimiento de la productividad primaria y secundaria del campo natural. INIA 224 pp.
- Armentano A. & Gonzalez A. 2010. Comunidad de arañas (Arachnida, Araneae) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en Buenos Aires, Argentina. *Revista Biología Tropical*. 58 (2): 757-767.

- Avalos G. 2010. Comparación y estructura de la comunidad de arañas en cultivos de Citrus de la Provincia de Corrientes (Argentina). Tesis de doctorado. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Exactas y MNaturales y agrimensura. Corrientes Argentina. 179 pp.
- Baeza S., Gallego F., Lezama F., Altesor A. & Paruelo J.M. 2011. Cartografía de los pastizales naturales en las regiones geomorfológicas de Uruguay predominantemente ganaderas. En: Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales. Editores: Altesor A., W. Ayala & J.M. Paruelo. Serie técnica FPTA INIA, 26: 33-54.
- Bell J.R., Wheater C.P. & Cullen R.W. 2001. The implications of grassland and heathland management for the conservation of spider communities: a review. *Journal of Zoology of London*. 255: 377-387.
- Benamú-Pino M.A. & Viera C. 2011. Araneofauna en Agroecosistemas. En: Arácnidos del Uruguay. Viera C. editor. p: 203-214.
- Brechbuhl R., Kropf C. & Bacher S. 2010. Impact of flower-dwelling crabspiders on plant-pollinator mutualisms. *Basic and Applied Ecology*. 11: 76-82.
- Breymeyer A. 1966. Relations between wandering spiders y other epigeic predatory Arthropoda. *Polish Journal of Ecology*. 14: 7-27.
- Buddle C.M. & Shorthouse D.P. 2008. Effects of experimental harvesting on spider (Araneae) assemblages in boreal deciduous forests. *Canadian Entomology*. 140:437-452
- Castro M., Jorge C., Laborda A., Simó M., Dias M., Miguel L., Lorier E., Listre A. & Zerbino S. 2010. Diversidad de la araneofauna en praderas del centro-sur de Uruguay. En actas del I Congreso Uruguayo de Zoología (X Jornadas de la Sociedad Zoológica del Uruguay), Montevideo, Uruguay. p. 81. Oral.
- Cochran W.G. 1995. Cap. 17: Diseño y análisis de muestreo. En *Métodos estadísticos*. Wiley, Nueva York. 570-613.
- Coddington J.A., Young L.A. & Coyle F.A. 1996. Estimating spider species richness in a Southern Appalachian cove hardwood forest. *The Journal of Arachnology*. 24:111-118.
- Corcuera P., Valverde P.L., Zavala-Hurtado J.A., De la Rosa G. & Durán C. 2010. Non weaving spiders on native woodlands and *Eucalyptus* plantations in Western Mexico: diversity and distribution patterns. *Journal of Insect Conservation*. 14: 711-719.

- Corley J., Sackmann P., Rusch V., Bettinelli J. & Paritsis J. 2006. Effects of pine silviculture on the ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) of the Patagonian steppe. *Forest Ecology and Management*. 222: 162-166.
- Costa F. G., Pérez-Miles F., Gudynas E., Prandi L. & Capocasale R.M. 1991. Ecología de los arácnidos criptozoicos, excepto ácaros, de la Sierra de las Animas (Uruguay). *Aracnología*. 13 (15): 1-41.
- Duffey E., Morris M.G., Sheail J., Ward L.K., Wells D. & Wells T.C. 1974. *Grassland Ecology and Wildlife Management*. Chapman and Hall, London.
- Evia G. & Gudynas E. 2000. Ecología del paisaje en Uruguay. Aportes para la conservación de la diversidad biológica. DINAMA, Junta de Andalucía. 173 pp.
- Ferrere P. & Dell'Archipe V. 2008. La forestación como una alternativa productiva en suelos bajos. INTA. Informe técnico Desarrollo Rural. 5 pp.
- Finch O. D. 2005. Evaluation of mature conifer plantations as a secondary habitat for epigeic forest arthropods (Coleoptera; Carabidae; Araneae). *Forest Ecology and Management*. 204: 21-34.
- Gallé R., Veszteg N. & Somogyi T. 2011. Environmental conditions affecting spiders in grasslands at the lower reach of the River Tisza in Hungary. *Entomologia Fennica*. 22: 29-38.
- Hammer O., Harper, D.A.T. & Ryan P.D. 2001. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*. 4 (1): 9 pp., Version 2.16 . Acceso en: <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
- Horváth R., Magura T., Szineta C. & Tóthmérész B. 2009. Spiders are not less diverse in small and isolated grasslands, but less diverse in overgrazed grasslands: A field study (East Hungary, Nyírség). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 130: 16–22.
- 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.
- Jiménez-Valverde A. & Lobo J.M. 2006. Establishing reliable spider (Araneae, Araneidae and Thomisidae) assemblage sampling protocols: estimation of species richness, seasonal coverage and contribution of juvenile data to species richness and composition. *Acta Oecológica*. 30: 21-32.
- Jocqué, R. & Alderweireldt, M. 2005. Lycosidae: the grassland spiders. *Acta zoologica bulgarica*, suppl. 1: 125-130.

- Laborda A. Blumeto O. & Simó. 2011. Araneofauna (Araneae: Araneomorphae) em pastizales naturales del Uruguay com diferente manejo ganadero. En: Actas del Tercer Congreso Latinoamericano de Aracnología, Montenegro, Colombia, p: 102. Oral.
- Laborda A. 2012. Análisis comparativo de la araneofauna de una pastura natural con dos tipos de manejo diferente en Uruguay. Tesina de grado de la Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.
- Lezama F., Altesor, A., Pereira M. & Paruelo J.M. 2011. Descripción de la heterogeneidad florística de las principales regiones geomorfológicas de Uruguay. En: Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales. Editores: Altesor, A., W. Ayala y J.M. Paruelo. Serie técnica FPTA INIA, 26: 15-32.
- Luff, M.L. & Rushton, S.P. 1988. The effects of pasture improvement on the ground beetle and spider fauna of upland grasslands. *Aspects of Applied Biology*. 17: 67-74.
- Mansfield S., Dillon M.L. & Whitehouse M.E.A. 2006. Are arthropod communities in cotton really disrupted? An assessment of insecticide regimes and evaluation of the beneficial disruption index. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 326-335.
- Marshall E.J.P., West T.M. & Kleijn D. 2006. Impacts of an agri-environment field margin prescription on the flora and fauna of arable farmland in different landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 36-44.
- McAleece N., Gage. J.D.G. , Lamshead P.J.D. & Paterson G.L.J. 1997. Biodiversity Professional Statistics Analysis Software. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum of London. Disponible en: <http://www.sams.ac.uk>
- Moreno C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis. S.E.A. Volúmen 1, 86 pp.
- Nyffeler M. & Sunderland K.D. 2003. Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 95: 579-612.
- Pearce S., Zalucki M.P & Hassan E. 2005. Spider ballooning in soybean and non-crop areas of southeast Queensland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105: 273-281.
- Pérez-Miles F., Simó M., Toscano C. & Useta G. 1999. Aracnofauna del Cerro de Montevideo (Uruguay), un área rodeada por urbanización. *Physis* 60: 1-15.

- Real R., Olivero J., Guerrero J.C., Vargas J.M. & Luz A. 1999. Contrastación de hipótesis explicativas de la distribución de la diversidad específica de arañas (Arachnida, Araneae) en las Islas Canarias. *Boletín. S.E.A.*, 26: 573-581.
- Rodríguez C. & Cayssials V. 2011. Cambios estructurales en los pastizales asociados a la ganadería. En: *Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales*. Editores: Altesor A., Ayala W. & Paruelo J.M. Serie técnica FPTA-INIA, 26:69-78.
- Seguí R. 2002. Estudio comparado de la araneofauna de una pradera sometida a pastoreo y otra exenta del mismo. Tesina de grado de la Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Uruguay.
- Simó M., Pérez-Miles F., Ponce De León R., Achaval F. & Meneghel M. 1994. Relevamiento de fauna de la Quebrada de los Cuervos; Area Natural Protegida (Dpto. Treinta y Tres, Uruguay). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay*. 2: 1 - 20.
- Simó M., Laborda A., Jorge C. & Castro M. 2011. Araneomorphae: el grupo más diverso de las arañas. En: *Arácnidos del Uruguay*. Viera C. editor. p: 19-36.
- Sorensen L. 2004. Composition and diversity of the spider fauna in the canopy of a montane forest in Tanzania. *Biodiversity and Conservation* 13: 437-452.
- 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. *The Journal of Arachnology*. 28:329-345.
- Ubick D., Paquin P., Cushing P.E. & Roth V. 2005. *Spiders of North America: an identification manual*. American Arachnological Society, USA. pp
- Uetz G.W., Halaj A. & Cady A.B. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *The Journal of Arachnology*. 27: 270-280.
- Uehara-Prado M., Oliveira Fernandes J., de Moura Bello A., Machado G., Santos A.J., Zagury Vaz-de-Mello F. & Lucci Freitas A. 2009. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. *Biodiversity & Conservation*. 142: 1220-1228.
- Zerbino, M.S. 2011. La Macrofauna del suelo y su relación con la heterogeneidad florística. En: *Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales*. Editores: Altesor A., Ayala W. & Paruelo J.M. Serie técnica FPTA-INIA, 26: 97-112.

CAPITULO III:

Comparación de la diversidad de arañas de una cultivo de *Pinus taeda* con la matriz de campo natural circundante

INTRODUCCIÓN

Los taxa indicadores y la importancia de las arañas como bioindicadores ambientales

En la actualidad es común el uso de un taxón indicador (o un reducido número de ellos) para evaluar el estado de conservación de un ecosistema (McGeoch, 1998; Moreno, 2000; Horváth *et al.*, 2001). Su elección es trascendental y debe cumplir con determinados requisitos tales como presentar estabilidad taxonómica, sensibilidad a cambios en el hábitat, poseer conocimiento de su historia natural, ser de fácil observación y manipulación (Pearson, 1994; Gutiérrez & Rumiz, *et al.* 2002). Estudios previos han mostrado que los artrópodos y en especial las arañas son buenos indicadores de modificación ambiental a nivel agrícola y forestal (Maelfait *et al.* 1998; Finch, 2005; Pearse & Venier, 2006; Uehara- Prado *et al.*, 2009), así como en ambientes naturales (McGeoch, 1998; Griffin, 1998; Ricketts *et al.*, 2002; Cardozo *et al.*, 2004 a, b; Brennan *et al.*, 2006). Las ventajas que plantean las arañas como grupo de estudio radican en su gran abundancia en los ecosistemas y su condición de carnívoros obligados ubicados en niveles intermedios de la cadena alimenticia, siendo capaces de reflejar lo que ocurre en los diferentes niveles tróficos (Wise, 1993; Foelix, 1996; Gunnarsson, 2008). Además de ser muy diversas, y abundantes, su sistemática y ecología son conocidas para muchas familias de arañas (Horváth *et al.*, 2001).

Se ha demostrado que el impacto generado por la fragmentación del hábitat debido a la intervención humana puede llevar consigo una pérdida en la heterogeneidad espacial de los ecosistemas que provoca una disminución en la diversidad de arañas (Major *et al.*, 2006; Horváth *et al.*, 2009). Diversos estudios consideran a las arañas como excelentes indicadores biológicos (Griffin, 1998; Maelfait & Hendrickx, 1998; Hodge & Vink, 2000; Cardoso *et al.*, 2004 a,b; Chan-Sik Jung *et al.*, 2005; Ubick *et al.* 2005). En nuestro país se ha propuesto a la especie *Allocosa brasiliensis* Petrunkevich 1910 (Araneae, Lycosidae) como un buen indicador de la calidad ambiental de la franja de dunas costeras del sur del país (Simó *et al.*, 2010; Aisenberg *et al.*, 2011). Diversos estudios han mostrado que la presencia de esta especie está condicionada a la conservación del cordón de dunas y de la vegetación samófila

nativa (Costa, 1995; Simó *et al.*, 2010; Jorge *et al.*, 2010; Aisenberg *et al.*, 2011). También se están realizando estudios para identificar especies de arañas con potencialidad de bioindicadores de impacto ambiental en zonas de alta actividad industrial (Useta *et al.*, 2011). En el caso de las plantaciones forestales, los taxa indicadores pueden ser usados por los gestores forestales para evaluar el efecto de las plantaciones sobre la araneofauna nativa e identificar sitios con valores potencialmente altos de biodiversidad a conservar, necesarios para cumplir con los estándares de sustentabilidad forestal nacionales e internacionales (Smith *et al.*, 2007).

Antecedentes de cambios en comunidades de arañas en agroecosistemas con ambientes naturales

Durante las últimas décadas en diversas zonas de Sudamérica se han reemplazado ambientes naturales (bosques nativos y pastizales) por la plantación extensiva de especies arbóreas exóticas, como pino y eucalipto (León-Gamboa *et al.*, 2010). Estos autores, indicaron que el establecimiento de los agroecosistemas forestales genera la fragmentación de los ambientes naturales, especialmente de los bosques, donde se ha visto que los parches de menor tamaño pueden ser invadidos fácilmente por los pinos. Los artrópodos del suelo y la hojarasca son importantes componentes de los ecosistemas forestales, jugando un rol esencial en los procesos de descomposición, ayudando a regular la dinámica de los nutrientes y calidad del suelo. Estos son considerados buenos indicadores de las modificaciones ambientales en dichos ecosistemas (Bird *et al.*, 2004; Pinzón *et al.*, 2012).

Las arañas constituyen la mayor proporción de biomasa en los muestreos de artrópodos de suelo (Uehara-Prado, 2009) y aproximadamente el 25% de la fauna presente en la copa de los árboles (Sorensen *et al.*, 2002). La araneofauna presente en las copas es poco conocida, debido a que acceder a dicho estrato para poder muestrear es difícil y por lo tanto la mayor parte de los investigadores prefieren trabajar en estratos más bajos y de fácil acceso (Adis, 2002; Sorensen *et al.*, 2002; Roder *et al.*, 2010). Existen pocos antecedentes de estudios de araneofauna de follajes arbóreos. Uno de ellos abarcó el estudio de la araneofauna de follaje en relictos de Mata Atlántica en Bahía, Brasil (Sena *et al.*, 2010) y otro la diversidad de artrópodos terrestres en copas de árboles en el Pantanal (Marques *et al.*, 2006). Se ha estudiado que las plantaciones de pino generan cambios en las condiciones fisicoquímicas del suelo, disminuyendo la retención de calor y aumentando la evapotranspiración, afectando la dinámica hídrica a nivel regional (León-Gamboa *et al.*,

2010). Bird *et al.* (2004) estudiando el impacto del manejo forestal en los primeros estadios de una plantación de *Pinus taeda* en Texas, encontraron que las prácticas silvícolas no afectarían la abundancia de artrópodos y por tanto, no comprometerían la integridad ecológica del sitio. Sackmann *et al.* (2008), encontraron evidencias de que las plantaciones de pinos en ambientes de estepa generan modificaciones en las condiciones ambientales, y ese efecto se traduce en cambios en las comunidades de artrópodos epigeos. Si bien las plantaciones forestales con especies exóticas alteran el ambiente original, estas podrían convertirse en zonas de refugio para la fauna nativa, proporcionando un ambiente más estable que otros cultivos agrícolas (Lindenmayer & Hobbs, 2004; Oxbrough *et al.*, 2005, 2006; Smith *et al.*, 2007; Lo-Man-Hug *et al.*, 2008; Baldissera *et al.*, 2008).

Son escasas las aproximaciones ecológicas al estudio de los artrópodos y en especial de las arañas, en estos agroecosistemas forestales. En la región se han realizado algunos estudios dedicados a conocer las posibles especies plaga que puedan estar causando daños en las plantaciones comerciales de *Eucalyptus* y *Pinus* (Klasmer *et al.*, 1998; Corley *et al.*, 2006). Otros estudios se orientaron a conocer la diversidad de artrópodos del suelo y corteza en plantaciones de *Eucalyptus*, enfocados a analizar el impacto de las plantaciones exóticas sobre la fauna nativa (Lo-Man-Hung *et al.*, 2008; Castro *et al.*, 2008; Uehara-Prado *et al.*, 2009). Rodrigues *et al.* (2010), estudiaron la araneofauna presente en cultivos comerciales de *Eucalyptus* del sur de Brasil y encontraron que si bien albergaban una alta diversidad de arañas de suelo, presentaron una equitatividad menor que en las pasturas. Estos autores señalaron la necesidad de los relevamientos y de las listas de especies para poder establecer análisis comparativos de diversidad y poder reconocer especies indicadoras de los ambientes estudiados. En Chile, Ecozar (2008), encontró que la comunidad de artrópodos del follaje de *P. radiata* presentó menores valores de riqueza, diversidad y abundancia con respecto al de bosques nativos de *Nothofagus*. Este autor reconoció también la continuidad de hábitat para la artropodofauna entre los follajes de *P. radiata* y *Nothofagus*.

Estado del arte en Uruguay

Si bien en Uruguay existe una gran trayectoria de estudios en arañas, son escasos los trabajos donde se compare la diversidad de arañas presentes en agroecosistemas en relación a los ambientes naturales circundantes. Para nuestro país el único trabajo previo sobre el estudio del impacto de un cultivo forestal sobre la araneofauna nativa, es el de Simó *et al.* (2011). Dicho estudio consistió en analizar comparativamente la diversidad de arañas de un

área comprendida en un mosaico constituido por dos agroecosistemas contiguos y dos ambientes naturales testigos del ambiente original de la zona. Los agroecosistemas estuvieron representados por un cultivo forestal de *Eucalyptus globulus* de 11 años de edad, que es parte del semillero de la estación experimental INIA Las Brujas y un cultivo forrajero (pradera artificial) constituida por una plantación de *Avena sativum* y *Trifolium pratense*. Los ambientes naturales fueron un bosque ribereño muy heterogéneo y un área de bosque parque donde la especie arbórea predominante era el Espinillo, *Acacia caven*, (Jorge *et al.*, 2008; Simó *et al.*, 2011). A nivel de artrópodos en plantaciones de pino, solo hay un antecedente de González-Vainer *et al.* (2008, 2012). Dichos autores analizaron las comunidades de coleópteros necrófilos y coprófilos presentes en un mosaico de ambientes naturales y agroecosistemas (una plantación de *Pinus elliottii* y un campo natural pastoreado). Pero no existen estudios previos enfocados a conocer el efecto de las plantaciones de pino, en comparación con la araneofauna presente en áreas de campo natural. Considerando la necesidad que existe en el sector forestal de encontrar especies indicadoras para el manejo forestal sustentable y que las arañas son consideradas buenos indicadores biológicos para el estudio de la biodiversidad, la implementación de estudios en este grupo biológico podría ser una herramienta para su utilización en los planes de monitoreo empleados y así aplicarlos en la certificación ecológica de los cultivos forestales (Lindenmayer & Hobbs, 2004 Smith *et al.*, 2007; Buddle & Shorthouse, 2008; Matveinen-Huju *et al.*, 2009).

Problema a abordar:

Un hecho fundamental a conocer es si la comunidad de arañas de un agroecosistema forestal difiere en composición y estructura con la del campo natural adyacente y qué especies puede ser indicadoras de cada ambiente para su potencial utilización en el manejo sustentable.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio comparativo de la diversidad de arañas asociada a plantaciones de *Pinus taeda* maduras con la matriz de campo natural circundante.

Hipótesis

1. Se espera encontrar diferencias en la abundancia de las diferentes familias de arañas entre el campo natural y el cultivo de pino.

2. Habrá diferencias en la composición taxonómica, diversidad, dominancia y equidad entre la araneofauna del campo natural y el cultivo de pino.
3. Dadas las diferentes características ecológicas entre los ambientes estudiados, se esperan hallar especies indicadoras o surrogadas de cada sitio de estudio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Establecer el grado de reemplazo de las especies de arañas entre el cultivo y la matriz de campo natural
- ✓ Evaluar si la modificación ambiental generada por el cultivo afecta la composición y estructura de la araneofauna nativa
- ✓ Reconocer las especies indicadoras del cultivo y de la matriz de campo natural circundante

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de recolección empleada así como los análisis estadísticos empleados fueron indicados en los capítulos 1 y 2.

Análisis de datos

Para conocer la composición taxonómica, abundancia y riqueza general de Araneae presentes en el cultivo, se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H) y el de dominancia de Simpson para el campo natural y el pinar, así como para la totalidad del muestreo. Se calculó la equidad de Pielou (J'), la dominancia general (D) y la dominancia con el índice de Berger-Parker (Scott *et al.*, 2006) utilizando el programa PAST. Su significancia estadística se probó mediante las pruebas de permutación con un $\alpha = 0,05$ (Hammer *et al.*, 2001; Moreno, 2001).

La riqueza de especies del área de estudio y para el campo natural y el pinar se estimó mediante los índices no paramétricos, Chao 1, Jackknife 1, Jackknife 2, así como las curvas de rarefacción y de acumulación de especies. Dichos análisis se realizaron a través de los programas Biodiversity Pro versión 2 (Mc. Alece *et al.*, 1997), Ecosim Versión 7.0 (Gotelli & Entsminger, 2001) y PAST (Hammer *et al.*, 2001).

Para evaluar las diferencias en la composición taxonómica entre los sitios de estudio se calcularon los índices de similaridad de Jaccard y el índice de similaridad cuantitativo de Bray-Curtis (Moreno, 2001). El valor del índice de Jaccard se obtuvo mediante la siguiente

fórmula: Índice de Jaccard = $Sp \text{ compartidas} / ((Sp \text{ del pinar} + Sp \text{ del campo}) - Sp \text{ compartidas})$ Donde $Sp = N^{\circ}$ de especies. El índice de Bray-Curtis, se obtuvo como parte de los resultados del análisis Simper.

Se utilizó el análisis de similaridad ANOSIM de 1 vía sobre la matriz del índice de Bray-Curtis, para ver si existían diferencias significativas entre el campo natural y el cultivo. Mediante el análisis SIMPER se evaluó la contribución promedio de cada especie a la similitud entre muestras dentro de cada sitio (especies tipificantes) y la disimilitud entre los sitios que se desea comparar (especies discriminantes) (Hammer *et al.*, 2001; González-Vainer *et al.*, 2012). Esta metodología ha sido empleada en diversos estudios de ecología de arañas (Baldissera *et al.*, 2008; Uehara-Prado *et al.*, 2009; Pawson *et al.*, 2009). Las especies tipificantes son aquellas que aportan más a la similaridad dentro de cada ambiente ($\geq 5\%$), mientras que las especies discriminantes son aquellas que contribuyen más a su diferenciación ($\geq 10\%$) (Clarke & Corley, 2001). Para el cálculo de dicho análisis se emplearon los programas PRIMER5 (Clarke & Corley, 2001) y PAST (Hummer *et al.*, 2001).

Para analizar el grado de complementariedad de los métodos de muestreo se construyó un dendrograma a partir de la matriz obtenida con el índice de Bray-Curtis, utilizando el programa PAST (Hummer *et al.*, 2001).

Las especies indicadoras son aquellas especies “características” dentro de una comunidad, que actúan como representativas de un hábitat. Para poder reconocer las posibles especies de arañas indicadoras se utilizó el análisis IndVal (Indicator Value), creado por Dufrene & Legendre (1997), a través del programa PCORD. Una de las propiedades más importantes que presenta dicho análisis, es que es independiente del tamaño muestral, combinando la abundancia relativa de las especies con su frecuencia de ocurrencia entre varios grupos de muestras (Dufrene & Legendre, 1997; Verdú *et al.*, 2007). Está basado en dos propiedades de las especies, la fidelidad y especificidad que éstas tienen por su hábitat. Es decir cuán exclusiva es una especie por un determinado hábitat (grado de especificidad) y cuánto mayor es su frecuencia de ocurrencia dentro del mismo hábitat (grado de fidelidad). Ambos valores son medidos de forma independiente para cada una de las especies y son expresados a través de un porcentaje que varía entre 0-100 (Tejeda-Cruz *et al.*, 2008). Cuando una especie presenta un valor cercano a 100 indica que esta especie posee un valor excelente de indicación, debido a que presenta una alta probabilidad de ser muestreada en dicho ambiente en los próximos monitoreos, mientras que un valor cercano a cero refleja que la especie no es indicadora para dicho ambiente (Verdú *et al.*, 2011). Las especies detectoras

son aquellas que presentan valores intermedios de indicación. Estas son útiles debido a que proveen información de más de un hábitat y pueden dar nociones acerca del estado de su conservación y/o del grado de perturbación (Tejeda-Cruz *et al.* 2008). La significancia estadística del valor de la especie indicadora obtenida es evaluada usando un procedimiento de repetición (randomización), como es el proceso de Montecarlo (Dufrene & Legendre, 1997; Verdú *et al.*, 2007; Pinzón *et al.*, 2010). Para el presente estudio se utilizó el criterio de Tejeda-Cruz *et al.* 2008, que establece que una especie es indicadora si presenta un valor de indicación $\geq 50\%$, mientras que las especies que se encuentran entre el 25-50% de indicación se las considera especies detectoras. Este análisis se realizó con el programa PC-ORD versión 4. (McCune & Mefford, 1997), para probar la significancia estadística de las especies, se corrió el test de Monte Carlo con 999 randomizaciones.

RESULTADOS

Abundancia y riqueza general de arañas entre la parcela de *P. taeda* y la matriz de campo natural

Entre ambos sitios de estudio, campo natural y parcela de *Pinus taeda*, se recolectaron un total de 5017 arañas, distribuidas en 21 familias (Tabla I). Se registraron 121 especies/ morfoespecies, de las cuales se pudieron identificar 21 especies y 36 géneros; entre éstos hay confirmados tres géneros nuevos para la ciencia, dos de la familia Gnaphosidae y uno de la familia Corinnidae. Se observó una baja presencia de especies compartidas entre ambos sitios, con 32, mientras que se encontraron 46 especies exclusivas del campo natural y 43 para el pinar.

Tabla I: Abundancia y riqueza general de Araneae en cada zona estudiada. Sp= especie, Me= morfoespecie

	Total			Abundancia	Campo natural		<i>Pinus taeda</i>		
	Abundancia	Riqueza			Riqueza	Abundancia	Riqueza		
		Nº Familias	Nº Sp./ Me				Nº Familias	Nº Sp./ Me	Nº Familias
Total	5017	21	122	3167	20	79	1850	18	74
Aspirador de suelo	4423	20	94	2959	19	64	1464	17	57
Recolección manual	481	15	39	208	11	19	273	12	23
Aspirador de follaje	113	10	9				113	10	9

Los datos de abundancia del total de muestras no presentaron una distribución normal (Shapiro-Wilk = 0,1218; $p < 0,0001$).

El campo natural fue la zona que presentó el mayor número de arañas con 3167

ejemplares recolectados, lo que equivale al 63,1% del total. Asimismo fue la zona de estudio que presentó el mayor número de familias (20) y de especies (78) (Tabla I).

Considerando todo el estudio, el aspirador G-vac fue el método más eficiente con el 90,1% de las arañas recolectadas. En ambas zonas la mayor abundancia de arañas se registró a nivel del suelo mediante el aspirador (N= 4424), seguido de la recolección manual nocturna con 481. El aspirador de suelo recolectó más individuos en el campo natural, mientras que la recolección manual nocturna fue mayor en el pinar (Tabla I).

Composición taxonómica:

Mimetidae fue la única familia exclusiva del pinar, representada por un solo ejemplar inmaduro obtenido durante la recolección manual. Mientras que Oxyopidae, Sparassidae y Miturgidae estuvieron presentes solamente en las muestras del campo natural (Figura 1) Las familias Ctenidae, Lycosidae, Mysmenidae, Salticidae, Tetragnathidae presentaron su mayor abundancia en el pinar, mientras que para el campo natural fueron Anyphaenidae, Araneidae, Corinnidae, Philodromidae, Theridiidae y Thomisidae (Figura 1). Dentro de las especies exclusivas las más abundantes para el campo natural fue *Metepeira* sp. 2 (Araneidae) (N= 17) y para el pinar *Predator* sp. (Oonopiidae)(Tabla II).

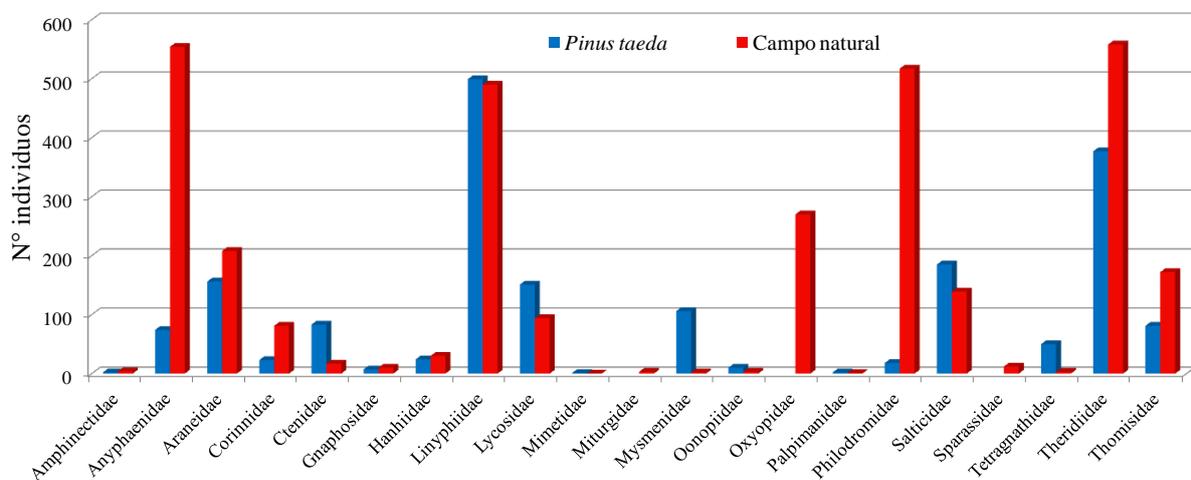


Figura 1. Abundancia de las familias de arañas por zona de estudio.

En la Tabla II se puede observar que la especie más abundante del muestreo fue *Thymoites* sp. 2 (Theridiidae) con 203 individuos, que a su vez presentó el mayor número de ejemplares en el campo natural (N= 152). Otra especie de la familia Theridiidae, *Thymoites* sp. 1 (N= 94) fue la especie más abundante del pinar y la segunda especie más abundante del muestreo (N=128). Otras especies que siguieron en abundancia fueron: *Leptyphantes* sp. 1 (N= 94) y *Tutaibo* sp. 1 (N= 56) de la familia Linyphiidae, *Akela ruricola* de la familia

Salticidae (N= 55), *Microdipoena* sp. de la familia Mysmenidae (N= 54) y la Me 42 de la familia Theridiidae (N= 75). Las morfoespecies 37 y la 42 fueron más abundantes en el campo natural, mientras que para el pinar fueron: *Microdipoena* sp., la morfoespecie 23 y *Akela ruricola* (Tabla II).

Tabla II: Lista de familias y especies observadas en el campo natural y el pinar

Familias	Especie	Total	Campo natural	Pino
Amphinectidae				
	<i>Metaltella simoni</i>	6	4	2
Anyphaenidae				
	<i>Arachosia proseni affinis</i>	2	2	
	<i>Ayscha prospera affinis</i>	5		5
	<i>Othoniella</i> sp.*	2	1	1
	<i>Sanogasta</i> sp. 1	2	2	
	<i>Sanogasta x-signata</i>	1		1
	me. 43	2	2	
	me. 80	3	3	
Araneidae				
	<i>Alpaida gallardoii</i>	7		7
	<i>Argiope argentata</i>	5	5	
	<i>Argiope trifasciata</i>	2	2	
	<i>Cyclosa machadinho</i>	10	4	6
	<i>Cyclosa</i> sp. 1	1		1
	<i>Eustala photographica</i>	1	1	
	<i>Larinia bivitatta</i>	6	6	
	<i>Larinia</i> sp. 1	1	1	
	<i>Metepeira</i> sp 1	1	1	
	<i>Metepeira</i> sp.2	17	17	
	<i>Mycrathena furcata</i>	2		2
	<i>Micrathena furva</i>	2		2
	<i>Parawixia audax</i>	2	2	
Corinnidae				
	Género 1 sp. 1*	33	32	1
	<i>Ortobula</i> sp. 1*	20	2	18
	<i>Trachelopachys cingulipes affinis</i>	1	1	
Ctenidae				
	<i>Ashtenoctenus borelli</i>	3	1	2
	<i>Parabatinga brevipes</i>	19	2	17

Familia	Especie	Total	Campo natural	Pino
Gnaphosidae				
	<i>Género 2 sp. 1**</i>	1	1	
	<i>Género 3 sp. 1**</i>	2	2	
Hahniidae				
	<i>me. 70</i>	5	1	4
	<i>me. 84</i>	6	4	2
Linyphiidae				
	<i>Dubiaranea sp. 1</i>	1	1	
	<i>Dubiaranea sp. 2</i>	5	5	
	<i>Dubiaranea sp. 3</i>	1		1
	<i>Dubiaranea sp. 4</i>	6		6
	<i>Dubiaranea sp.5</i>	7		7
	<i>Lepthyphantes sp. 1</i>	94	44	50
	<i>Lepthyphantes sp. 2</i>	48	25	23
	<i>Scolecurea sp. 1</i>	16	11	5
	<i>Scolecurea sp. 2</i>	22	3	19
	<i>Sphecozone sp. 1</i>	8	2	6
	<i>Tutaibo sp.1</i>	56	49	7
	<i>me. 32</i>	6	6	
	<i>me. 36</i>	1		1
	<i>me. 53</i>	6	2	4
	<i>me. 99</i>	1		1
	<i>me. 104</i>	1	1	
	<i>me. 124</i>	2		2
	<i>me. 125</i>	2		2
Lycosidae				
	<i>Lycosa eritrognatha</i>	3	2	1
	<i>Lycosa inornata affinis</i>	1	1	
	<i>Lycosa poliostoma</i>	5		5
	<i>Lycosa thorelli affinis</i>	12	2	10
	<i>Trochosa sp.</i>	1	1	
	<i>me. 22</i>	1		1
	<i>me. 91</i>	1		1
Miturgidae				
	<i>Cheiracantiun inclusum</i>	2	2	
Mysmenidae				
	<i>Microdipoena sp.</i>	54		54
Oonopiidae				
	<i>Gamasomorpha sp.*</i>	2	2	
	<i>Predator oonops*</i>	10		10
	<i>me. 140</i>	1	1	

Familia	Especie	Total	Campo natural	Pino
Oxyopiidae				
	<i>Oxyopes salticus</i>	4	4	
Palpimanidae				
	<i>Othiopsis</i> sp. 1	1		1
	me. 135	1		1
Philodromidae				
	me. 118	4	4	
Salticidae				
	<i>Akela ruricola</i>	55	7	48
	me. 50	2	2	
	me. 58	1	1	
	me. 60	1		1
	me. 65	1		1
	me. 90	1		1
	me. 94	3		3
	me. 103	3		3
	me. 117	6	2	4
	me. 120	1	1	
	me. 123	1		1
	me. 126	1		1
	me. 130	1	1	
Sparassidae				
	<i>Polybetes punctulatus</i>	1	1	
	<i>Polybetes pythagoricus</i>	1	1	
Tetragnathidae				
	<i>Leucauge</i> sp. 1	14		14
Theridiidae				
	<i>Anelosimus</i> sp. <i>Affinis</i>	1	1	
	<i>Argyrodes</i> sp. 1	7		7
	<i>Argyrodes</i> sp. 2	3		3
	<i>Argyrodes</i> sp. 3	1		1
	<i>Dipoena</i> sp. 1	4	3	1
	<i>Dipoena</i> sp. 2	2		2
	<i>Dipoena</i> sp. 3	16	2	14
	<i>Dipoena</i> sp. 4	1	1	
	<i>Dipoena</i> sp. 5	7	7	
	<i>Guaraniella</i> sp.*	1		1
	<i>Steatoda</i> sp.1	2		2
	<i>Steatoda</i> sp.2	1		1
	<i>Steatoda</i> sp. 3	1	1	
	<i>Thymoites</i> sp. 1*	128	34	94
	<i>Thymoites</i> sp. 2*	204	152	52
	me. 35	4	3	1

Familia	Especie	Total	Campo natural	Pino
Continuación Theridiidae	me. 42	75	72	3
	me. 47	19	15	4
	me. 52	3	3	
	me. 55	9	5	4
	me. 59	1	1	
	me. 64	2	1	1
	me. 68	1		1
	me. 74	3	2	1
	me.78	2	1	1
	me. 79	3	1	2
	me. 83	1	1	
	me. 86	1	1	
	me. 87	1	1	
	me. 97	3		3
	me. 112	1		1
	me. 113	3		3
	me. 119	1	1	
	me. 121	1		1
	me. 139	1	1	
Thomisidae				
	<i>Misumenops pallidus</i>	1	1	
	<i>Platiarachni</i> sp.*	2	2	
	<i>Tmarus</i> sp. 1*	4		4
	me. 4	3	3	
	me. 45	3		3
	me. 98	7		7

El dendrograma de similitud representado en la Figura 2, indica que los métodos de aspiración a nivel del suelo fueron los que presentaron mayor similitud entre sí, seguidos de los métodos de recolección manual. Este análisis presentó muy buen sustento estadístico mediante el alto valor del índice cofenético (Coph-corr = 0,989) y por el valor del Boot-strap mayor al 68 (Figura 2).

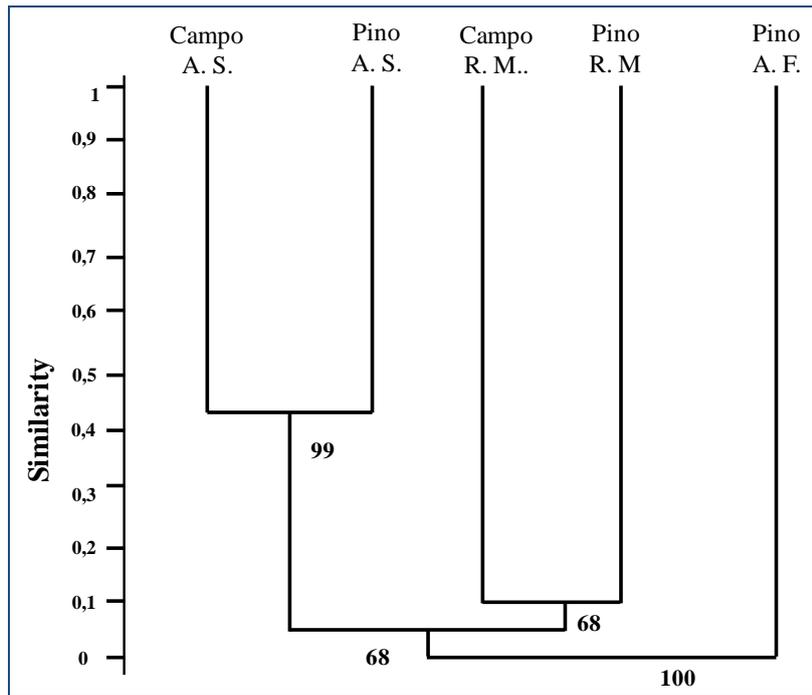


Figura 2. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis en base a las especies recolectadas con cada método. AS=aspirador de suelo, AF= aspirador de follaje, RM=recolección manual.

En la Tabla III, se observan los estimadores de riqueza para el campo natural y el pinar. Los resultados obtenidos indican que de acuerdo con el estimador Jaknife 1, el más conservador, conocemos el 70,5% de las especies de la comunidad de arañas presentes en el área de estudio (Figura 3).

Tabla III: Resultado de los estimadores de riqueza de especies para cada sitio de estudio

Sitios	Riqueza	Riqueza estimada			
	observada	chao 1	chao 2	jack nife 1	jack nife 2
Total	122	836	186	173	204
Campo	78	452	126	115	138
Pinar	75	415	139	108	133

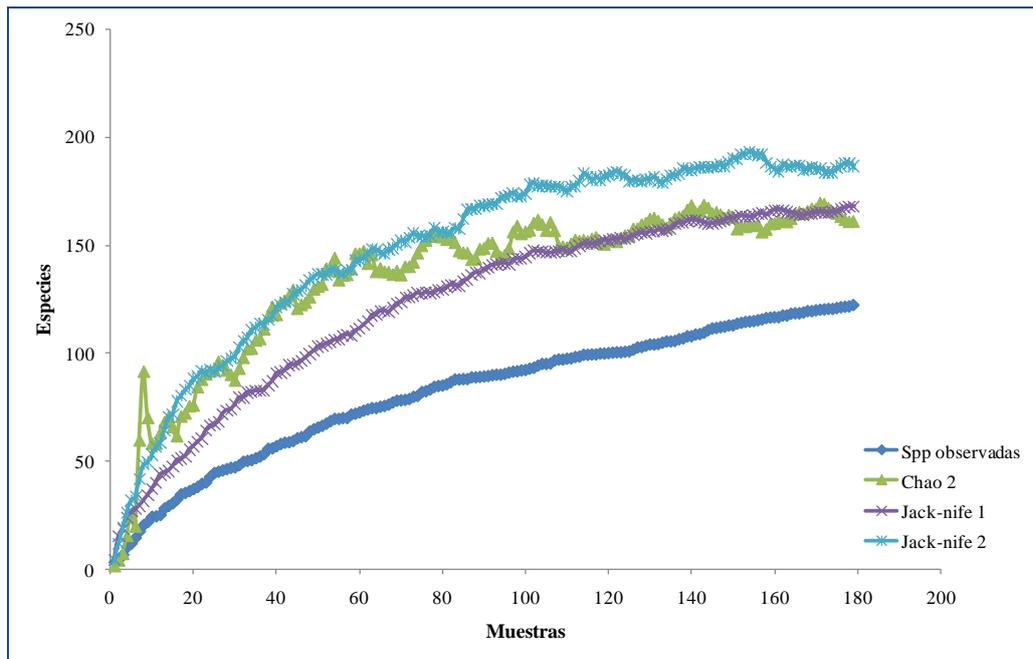


Figura 3. Curva de acumulación de especies del total de muestras realizadas A. observada. B. estimada con Jack-nife 1

La curva de rarefacción en base a muestras indica que para una misma intensidad de muestreo el número de especies esperado del campo natural es mayor al del pinar (Figura 4). La curva de rarefacción en base a individuos muestra que si bien presentan una tendencia similar, al aumentar el número de individuos la curva de rarefacción del pinar sale del intervalo de confianza de la del campo natural. Este gráfico muestra también una estimación del número de especies mayor para el campo natural (Figura 5).

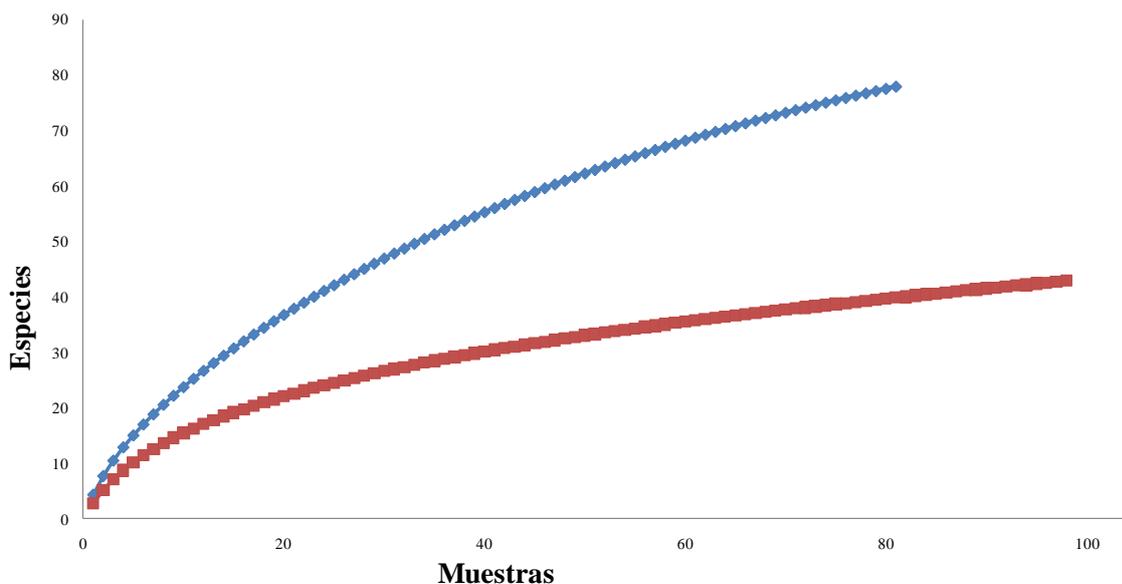


Figura 4. Curva de rarefacción en base a las muestras. En azul: campo natural, rojo= pinar.

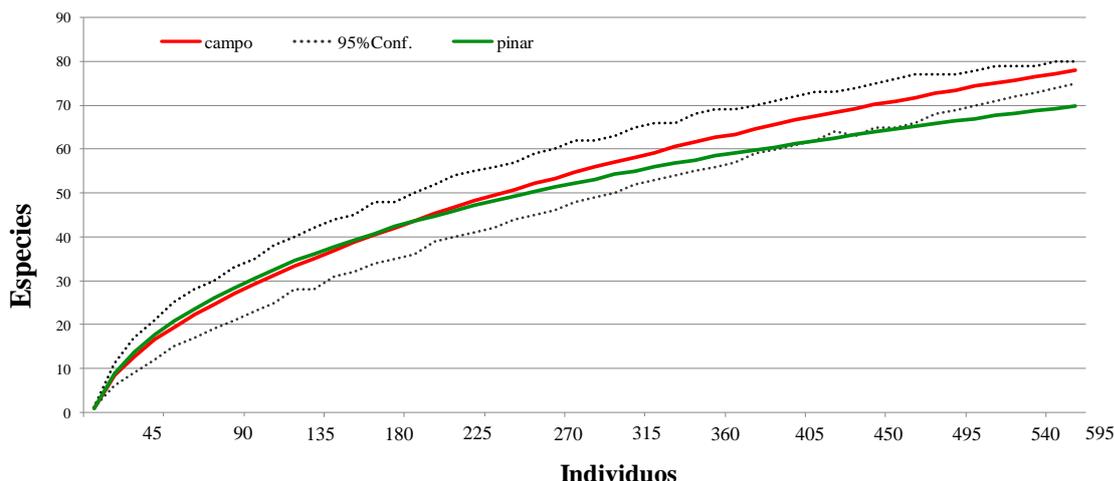


Figura 5. Curva de rarefacción en base al número de individuos

No se hallaron diferencias significativas entre el campo natural y el pinar en la riqueza observada, pero se hallaron diferencias significativas en la diversidad, dominancia y equitatividad (Tabla IV).

Tabla IV. Índices de diversidad obtenidos para el campo natural y el pinar

	<i>P. taeda</i>	Campo natural	Boot p (eq)	Perm p (eq)
Riqueza observada	74	77	0,693	0,747
Nº adultos	572	593	0	0
Dominancia (D)	0,06722	0,1031	0	0
Shannon (H)	3,284	3,043	0,008	0,005
Simpson (1-H)	0,9328	0,8969	0	0
Equitatividad (J)	0,7631	0,7005	0	0
Berger-Parker	0,1643	0,258	0	0

Variación temporal de la comunidad

i) Variación de la abundancia entre los sitios y por métodos

En la parcela de *Pinus taeda* se observó la mayor abundancia en primavera, registrándose la mínima durante el invierno (Figura 6A). En el campo natural el mayor número de arañas se observó durante el otoño, registrándose la mínima en primavera (Figura 6B). En dicha figura se puede analizar comparativamente las abundancias según los métodos de recolección.

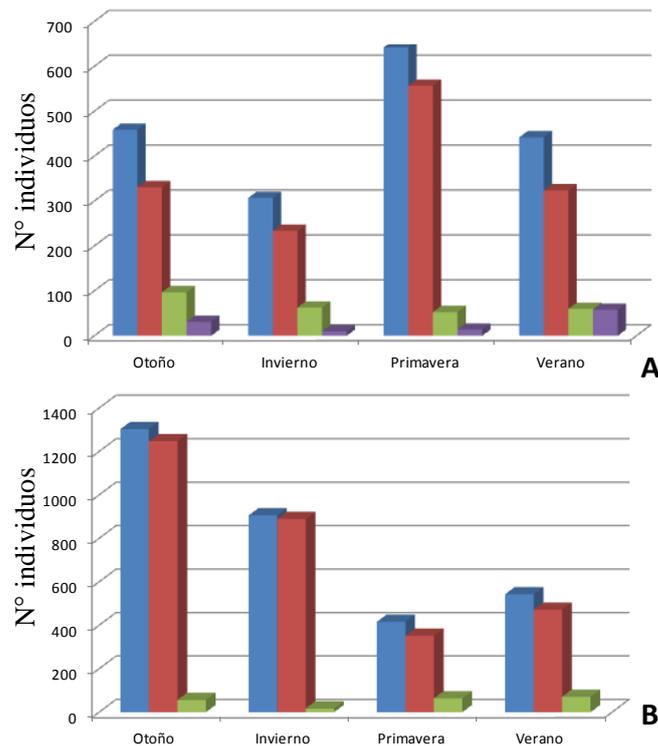


Figura 6. Variación estacional de la abundancia de arañas en cada zona de estudio, según el método de recolección. **A:** Pinar, **B:** Campo natural. Abundancias: azul= total de individuos, rojo= aspirador de suelo, verde= recolección manual, violeta= aspirador de follaje.

ii) Variación de la abundancia entre adultos y juveniles

Los juveniles predominaron en cantidad de ejemplares, alcanzando el 76% de los individuos recolectados al final del muestreo. En el campo natural fueron más abundantes durante el otoño mientras que en el pinar la mayor abundancia de juveniles se registró durante la primavera (Figura 7).

Los adultos (N=1196) presentaron su mayor abundancia en el invierno y la menor en verano. En la Figura 6 se puede observar que las hembras fueron más numerosas que los machos en todas las estaciones del año. En el campo natural las hembras presentaron un pico de abundancia durante el verano, mientras que para la parcela de pino fue en primavera (Figura 7). Los machos fueron más abundantes durante el otoño y primavera en el campo y el pinar respectivamente.

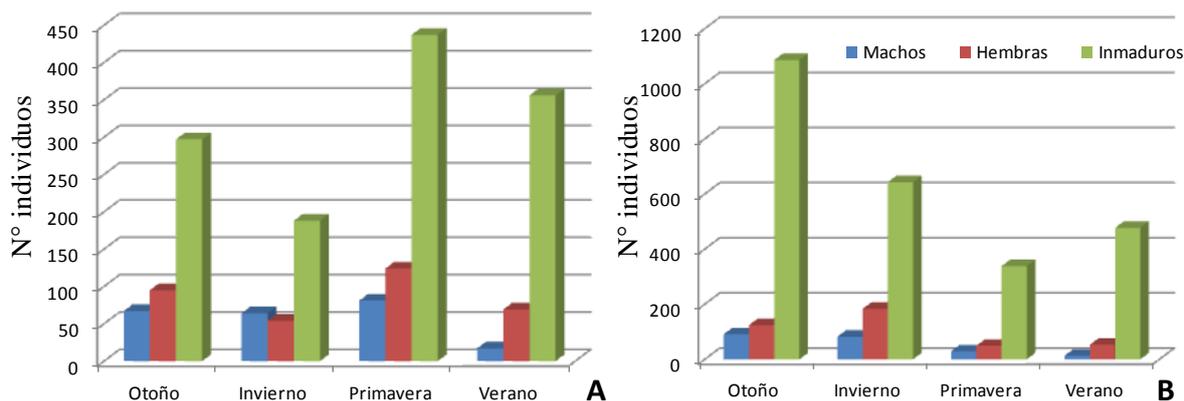


Figura 7. Variación estacional de la abundancia de adultos e inmaduros recolectados durante el muestreo, **A:** *P. taeda*, **B:** Campo natural.

iii) Variación de la riqueza y diversidad entre los sitios

Según el análisis ANOSIM, el campo natural y el pinar presentaron diferencias significativas en la composición de especies entre las estaciones climáticas ($R: 0,213$, $p=0,001$). Al comparar los índices por estación y por zona se observaron diferencias significativas durante la primavera en el índice de Simpson, Dominancia y en el índice de Berger Parker (Tabla VIII).

Tabla VIII: Significancia estadística de los índices de diversidad por estación al comparar el pinar con el campo (valores significativos en negrita).

	Permutaciones p (eq)			
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Nº especies	0,134	0,362	0,618	0,511
Dominancia (D)	0,204	0,514	0,024	0,373
Shannon (H)	0,053	0,617	0,107	0,344
Simpson (1-H)	0,204	0,514	0,024	0,373
Equitatividad (J)	0,719	0,202	0,939	0,957
Berger-Parker	0,781	0,268	0,012	0,957

El dendrograma de similitud entre los sitios por estación separó a las muestras de las diferentes estaciones del pinar de las del campo natural, mostrando diferencias significativas entre las zonas de estudio. Esto cuenta con el sustento estadístico del alto valor alcanzado por

el Índice cofenético (Coph.corr: 0,8325) y por el alto valor del bootstrap entre campo natural y pinar (100%) (Figura 8).

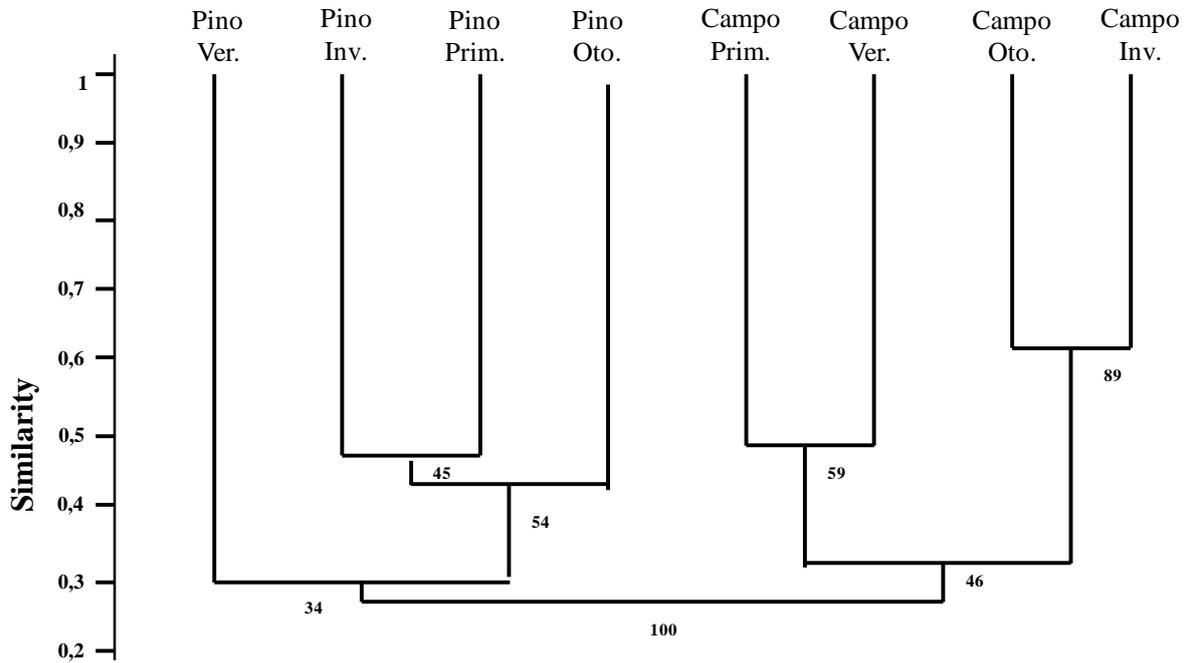


Figura 8. Dendrograma de similitud de Bray Curtis según las especies obtenidas en cada estación en el campo y en el pinar. (Bootstrap: 1000 replicas; algoritmo UPGMA).

Incidencia de las variables climáticas

Los muestreos se realizaron a mediados de cada estación: otoño: 27 y 29 de abril, invierno: 19 y 21 de julio, primavera: 7 y 10 de noviembre y verano: 30 de enero y 2 de febrero. En la Figura 8 se puede observar cómo la temperatura y la precipitación del área de muestreo fluctuó a lo largo del año de muestreo. En cuanto a la temperatura, en el mes de junio se registró la temperatura más baja (-1,5 °C) y en enero la más alta (38°C) (Figura 9). Durante el año de muestreo los valores máximos de precipitación y de temperatura se dieron entre enero y febrero. En el campo natural la riqueza disminuyó con el aumento de la temperatura y de la precipitación (Figuras 9 y 10). En el pinar el aumento de la precipitación produjo una disminución en la abundancia y la riqueza.

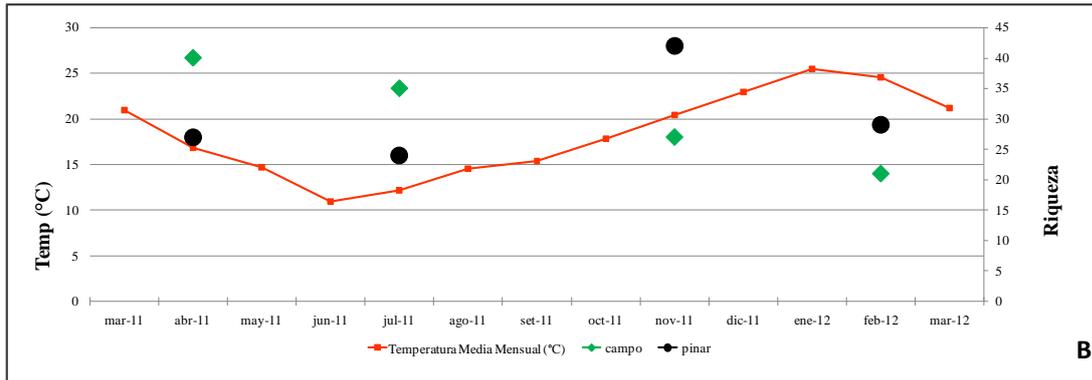
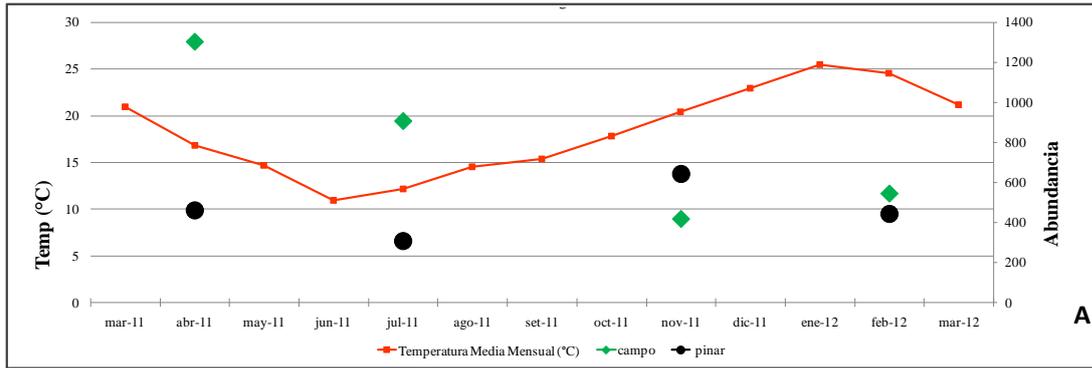


Figura 9. Incidencia de la temperatura en el campo natural y en el pinar. A. Abundancia. B. Riqueza. Circulo negro= pinar. Rombo verde= campo natural.

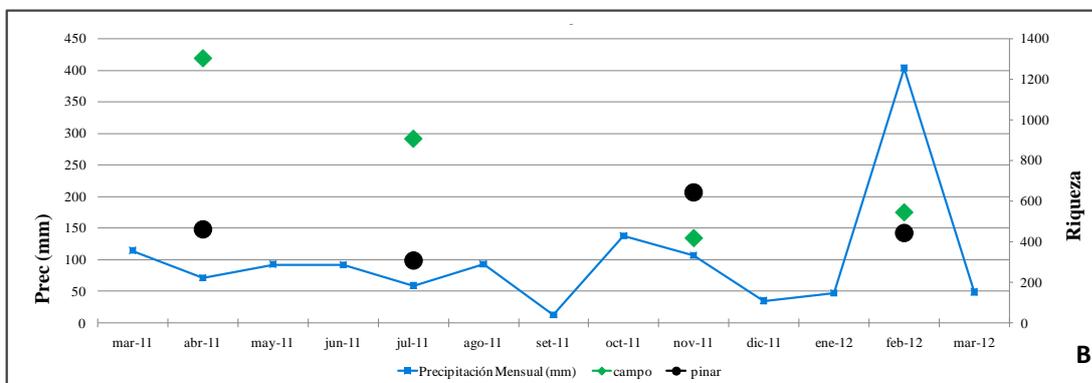
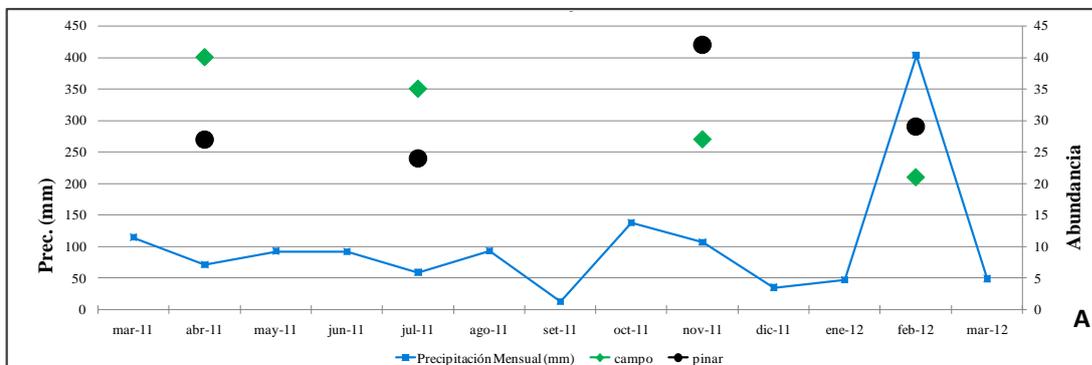


Figura 10. Incidencia de la precipitación en la abundancia y riqueza en el campo natural y el pinar.

Gremios

El campo natural estuvo dominado por las cazadoras por emboscada y las cazadoras corredoras de follaje, mientras que para el pinar fueron las tejedoras errantes de tela de sábana y las tejedoras de tela irregular (Figura 11). En ambos sitios de estudio el gremio de las tejedoras de tela de sábana fue el menos abundante.

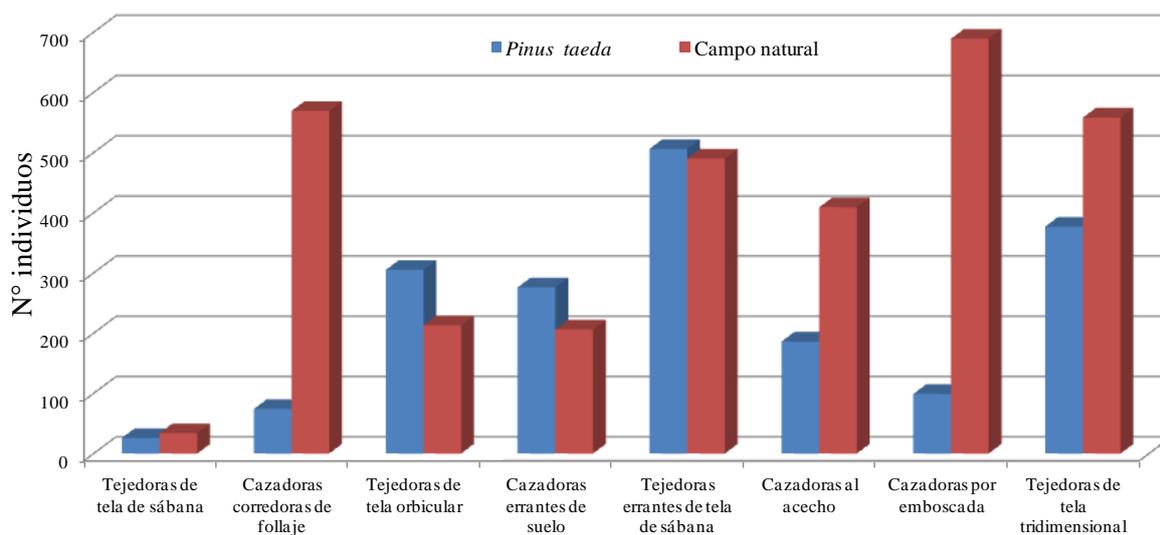


Figura 11. Abundancia absoluta de los gremios observados en el pinar y en el campo natural.

Las tejedoras de telas tridimensionales fue el gremio más rico en especies del muestreo, presentando 23 y 24 especies para el campo natural y el pinar respectivamente. La variación estacional de los gremios hallados en el campo natural y el pinar se presenta en la Figura 12. En relación a las zonas de estudio las cazadoras por emboscada fueron el gremio más abundante para el campo natural, mientras que las tejedoras errantes de tela de sábana lo fueron para el pinar. Durante el otoño las cazadoras por emboscada fueron las más numerosas, así como las tejedoras errantes de tela de sábana en el pinar. En el invierno predominaron las tejedoras de tela irregular en el campo natural y las tejedoras errantes de tela de sábana en el pinar. Las tejedoras errantes de tela de sábana fueron las más abundantes durante la primavera en ambos sitios. En el verano las tejedoras de tela orbicular fueron las más notorias en el pinar y las cazadoras por emboscada en el campo natural.

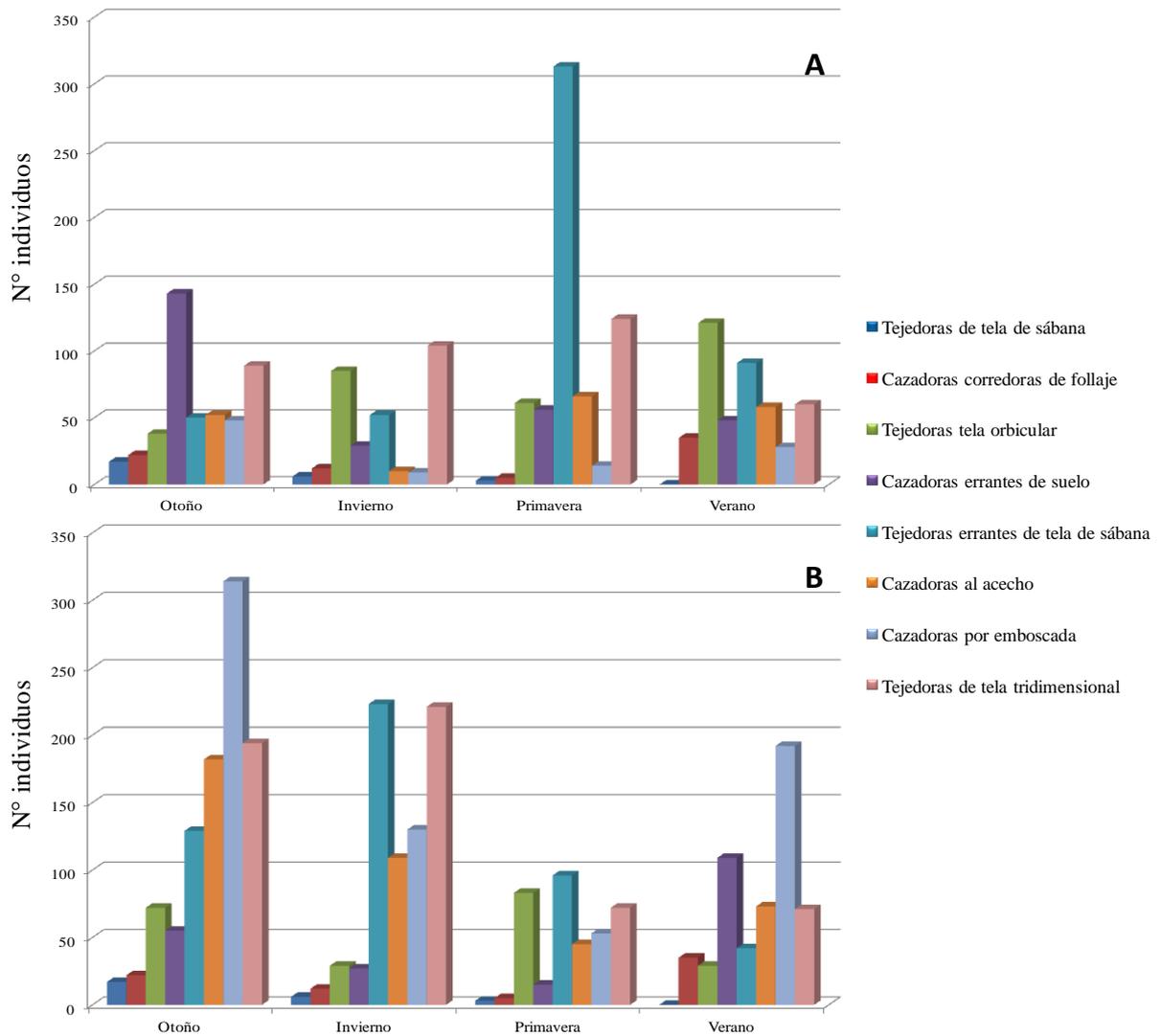


Figura 12. Variación estacional de los gremios en el pinar (A) y en el campo natural (B).

Grado de recambio de especies

Los índices de similaridad de Jaccard y el de Bray-Curtis establecieron la existencia de una disimilaridad alta, 91,8 % según Bray-Curtis y 84% según el índice de Jaccard entre ambos sitios de estudio. A su vez el análisis ANOSIM indicó que existen diferencias significativas en la diversidad entre ambos ambientes ($R= 0, 116$; $p=0,001$). En la Tabla IX se muestran las especies tipificantes para cada sitio y las discriminantes obtenidas del análisis SIMPER.

Tabla IX: Resultados del análisis Simper

Especies discriminantes	Disimilaridad		Especies tipificantes	Similaridad <i>P. taeda</i>		Especies tipificantes	Similaridad C. natural	
	Contribución	Acumulada		Contribución	Acumulada		Contribución	Acumulada
Me 27	15,26	15,26	Me 26	31,02	31,02	Me 27	50,65	50,65
Me 26	9,33	24,6	Me 27	16,68	47,7	Me 42	15,11	65,76
Me 23	7,64	32,23	Me 23	14,62	62,32	Me 23	10,12	75,88
Me 42	6,63	38,86	Me 6	13,71	76,04			
Me 37	5,05	43,9						

El análisis Simper indicó que la especie *Thymoites* sp. 2 (Me 27) de la familia Theridiidae con un 15,26%, fue la especie que más aportó a la disimilitud entre ambos ambientes (Tabla VII). Dicha especie fue también la especie tipificante por excelencia para el campo natural (Simper= 50,65%), mientras que para el pinar otra especie de la familia Theridiidae la especie *Thymoites* sp.1 (Me 26) con el 31,02%. En la Figura 11 se muestra el aspecto de las especies tipificantes y discriminantes propuestas por el análisis Simper.

Especies indicadoras en el cultivo de *P. taeda* y la matriz de campo natural circundante

Los resultados obtenidos mediante el análisis IndVal, muestran la presencia de una especie indicadora y cuatro detectoras (Tabla X). La especie *Thymoites* sp. 2 (Me 27) presenta valores de IndVal que la postulan como una especie indicadora para el campo natural (51,4%). Dicha especie había sido considerada por el análisis Simper como la especie que más aportaba a la disimilitud entre el campo natural y el pinar y como la especie tipificante del campo. Mientras que la morfoespecie 42 y la especie *Tutaibo* sp. (Me 37) son especies detectoras para el campo natural, las especies *Thymoites* sp. 1 (Me 26) y *Akela ruricola* (Me 6) son especies detectoras de la parcela de *Pinus taeda* (Figura13).

Tabla X: Resultados del análisis Indval para especies indicadoras.

Especies indicadoras	Familia	% indicación (Indval)	p	Hábitat
Me 27	Theridiidae	51,4	0,001	Campo
Me 42	Theridiidae	46,9	0,001	Campo
Me 26	Theridiidae	33,1	0,007	Pino
Me 37	Linyphiidae	31,8	0,001	Campo
Me 6	Salticidae	27	0,002	Pino



Figura 13. Habitus dorsal de las morfoespecies discriminantes y tipificantes mediante el análisis Simper

DISCUSIÓN

Composición Taxonómica

En el presente estudio se observó una mayor diversidad de la araneofauna del campo natural con respecto a la del cultivo de *Pinus taeda*. Los resultados obtenidos son bastante similares, a los de Rodrigues *et al.* (2010), pero donde se encontró una menor riqueza familiar y específica en cultivos de *Eucalyptus saligna* Smith, en relación al campo natural adyacente.

Batáry *et al.* (2008) y Oberg *et al.* (2007) han propuesto que la diversidad de especies de Lycosidae y Linyphiidae, dos familias muy abundantes en relevamientos de arañas, estaría relacionada con las variables ambientales del ecosistema. Algunos autores han propuesto que algunas especies de la familia Lycosidae tienen preferencia por hábitats perturbados (Uetz, 1979; Wise, 1993), por tanto, la gran abundancia de Lycosidae observada en el pinar podría ser un reflejo del impacto que genera este cultivo a nivel del suelo. Simó *et al.* (2000) señaló que *Parabatinga brevipes* (Ctenidae) es una araña asociada al impacto humano, lo que su mayor abundancia en el pinar se debería al efecto del cultivo. Lopardo (2009) indicó que las especies de Mysmenidae tienen predilección por construir sus telas entre la hojarasca u otros

lugares húmedos. Estas condiciones son características del suelo del pinar, lo que explicaría su elevada abundancia en dicho sitio, con respecto al campo natural. Por tanto, la mayor abundancia observada de las familias Mysmenidae, Ctenidae y Lycosidae en el pinar con respecto al campo natural sería consecuencia del cambio que el cultivo forestal ocasiona sobre la araneofauna del suelo. Estudios realizados por Wise (1993), Downie *et al.* (1999) y Real *et al.* (1999), entre otros, han planteado que algunas especies son muy sensibles a los cambios en la heterogeneidad espacial del hábitat, principalmente sobre la vegetación asociada. Rodríguez *et al.* (2010), al comparar cultivos de *E. saligna* con áreas de campo natural encontró que Sparassidae y Oxyopidae estuvieron presentes únicamente en las parcelas de campo natural. En concordancia con dicho autor, la presencia exclusiva de las familias Oxyopidae, Sparassidae y Miturgidae en el campo natural, sustentarían la hipótesis de que estas arañas son sensibles a cambios en la heterogeneidad del hábitat, por tanto la escasa presencia de vegetación y al acúmulo de pinocha en el suelo del pinar no serían lugares propicios para el establecimiento de estas familias.

La ausencia de registros del infraorden Mygalomorphae podrían deberse a que los métodos empleados favorecieron más la captura de Araneomorphae, aunque también el impacto producido por la plantación puede estar afectando la presencia de este tipo de arañas, en las que se ha demostrado su baja tolerancia a los cambios en los ecosistemas (Perez-Miles *et al.*, 2005).

Los juveniles fueron más abundantes durante el otoño e invierno en el campo natural, mientras que en el pinar fueron durante la primavera y verano. Estas diferencias estacionales estarían asociadas a las distintas condiciones ambientales presentes en el pinar y en el campo natural, donde la diferente composición taxonómica hallada entre ellos conlleva también a la presencia de especies con ciclos reproductivos distintos.

Composición específica, riqueza, diversidad y grado de recambio

En el sur de Brasil Rodrigues *et al.* (2010) encontraron que los cultivos de *E. saligna* presentaban diferencias en la composición de especies con respecto a las del campo natural. Por otro lado, González-Vainer *et al.* (2012) al comparar los coleópteros coprófilos en un área de pasturas adyacente a un cultivo maduro de *Pinus elliottii* en Uruguay, encontraron diferencias en la riqueza, equitatividad, dominancia, y abundancia. Al analizar las especies presentes en el campo natural y el pinar se hallaron resultados similares a los obtenidos en ambos estudios, observando un bajo número de especies compartidas (26,5%) y una elevada

disimilitud según los índices de similitud de Jaccard y de Bray-Curtis. Dichas diferencias también fueron sustentadas por el análisis Anosim, el cual indicó que existen diferencias significativas en la composición de especies entre ambos sitios.

Rodrigues *et al.* (2010) encontraron que *Guaraniella mahnerti* (Theridiidae) y *Smermisia vicosana* (Linyphiidae) fueron las especies más discriminantes entre los cultivos de *Eucalyptus* y el campo natural según el análisis Simper. Similar a lo hallado en dicho trabajo, este estadístico propuso a dos especies de la familia Theridiidae (*Thymoites* sp. 2 y *Thymoites* sp. 1) y una de Linyphiidae (*Lepthyphantes* sp. 1), como las especies que más aportaron a la disimilitud entre el campo natural y el pinar. Estas especies deberían considerarse taxones surrogados, a los efectos de ser considerados en futuros muestreos así como también para evaluar cambios de la biodiversidad del suelo en planes de manejo y gestión ambiental.

Gremios

Se encontraron diferencias a nivel de gremios, donde las cazadoras fueron más abundantes el campo natural, en relación al pinar donde fueron las tejedoras las más abundantes. Las diferencias observadas en la composición y abundancia a nivel de gremios entre ambos sitios estarían asociadas con las diferencias estructurales de la vegetación entre ellos. Con respecto al campo natural, el pinar presenta una mayor homogeneidad estructural nivel del suelo, con escasa vegetación herbácea y la presencia de un grueso manto de pinocha.

Uetz *et al.* (1999) observó que la abundancia y la riqueza de arañas diferían entre diferentes tipos de cultivos comerciales en los Estados Unidos, pero la proporción entre los gremios se mantenía bastante constante. También se ha propuesto que la complejidad estructural del hábitat determina la composición de los gremios de arañas a nivel de cultivos (Young & Edwards, 1990).

En función de los resultados obtenidos se comprueban las hipótesis planteadas. Se encontraron diferencias en la composición de especies y representatividad de gremios de arañas entre el campo natural y el cultivo de pino.

Especies indicadoras en el cultivo de *P. taeda* y la matriz de campo natural circundante

McLachlan & Wratten (2003) encontraron una mayor diversidad y abundancia de arañas en los cortavientos de árboles de pino que en el campo pastoreado, proponiendo que

estos lugares actuarían como refugios para las arañas, pudiendo de allí dispersarse hacia zonas adyacentes. En otro estudio Escobar (2008) indicó que el establecimiento de corredores de vegetación a través del cultivo, conectando fragmentos de bosque nativo, es una forma eficiente de disminuir el impacto sobre la araneofauna de los ambientes naturales asociados con cultivos forestales. De acuerdo con estos antecedentes y al estudio realizado, el mantenimiento de parches de campo natural unidos por corredores entre las parcelas de pino, contribuirán a una mejor conservación de la araneofauna del campo natural y por ende de su biodiversidad.

Mediante el uso del análisis Indval Finch (2005), Horváth *et al.* (2009) y Pinzón & Spence (2010) reconocieron especies indicadoras de arañas en ambientes naturales y cultivos forestales permitiendo identificar los taxa y los microhábitats cruciales para la conservación de los ensambles de las comunidades de arañas. En el presente estudio se encontró una especie indicadora *Thymoites* sp. 2 y dos especies detectoras (Me. 42 y *Tutaibo* sp.) en el campo natural y dos especies detectoras para el pinar (*Akela ruricola* y *Thymoites* sp. 1), las que pueden considerarse taxa surrogados para focalizar futuros relevamientos con el fin de evaluar el impacto que el cultivo forestal genera sobre la araneofauna de campo natural y en el manejo sostenible de los cultivos de *Pinus taeda*. Debido a que estas especies aún no han podido ser claramente identificadas, no se cuenta con datos suficientes como para evaluar las características de su historia natural que marcan la preferencia a un determinado tipo de hábitat.

BIBLIOGRAFÍA

- Adis J. 2002. Amazonian Arachnida and Myriapoda. Pensoft publishers. Sofia-Moscow. 590 pp.
- Aisenberg A., Simó M & Jorge C. 2011. Spider as a model towards the conservation of coastal sand dunes in Uruguay. In Sand Dunes: Conservation, Shapes/Types and Desertification. Murphy J. A. editor. Nova Science Publishers.
- Baldissera R., Ganade G., Brescovit A.D & Hartz S.M. 2008. Landscape mosaic of Araucaria forest and forest monocultures influencing understory spider assemblages in southern Brazil. *Austral Ecology*. 33: 45–54.
- Batary P., Baldi A., Samu F., Szuts T. & Erdosa S. 2008. Are spiders reacting to local or landscape scale effects in Hungarian pastures? *Biological Conservation*. 141: 2062-2070.

- Bird S.B., Coulson R.N. & Fisher R.F. 2004. Changes in soil and litter arthropod abundance following tree harvesting and site preparation in a loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation. *Forest Ecology and Management* 202: 195-208.
- Brennan K.E.C, Ashby L., Majer J.D., Moir M. & Koch J.M. 2006. Simplifying assessment of forest management practices for invertebrates: How effective are higher taxon and habitat surrogates for spiders following prescribed burning? *Forest Ecology and Management* 231: 138-154
- Buddle C.M., Shorthouse D.P., 2008. Effects of experimental harvesting on spider (Araneae) assemblages in boreal deciduous forests. *Canadian Entomology*. 140: 437-452
- Cardozo P., Silva I., de Oliveira N. G., & Serrano R. M. 2004a. Indicator taxa of spider (Araneae) diversity and their efficiency in conservation. *Biological Conservation* 120: 517-524
- Cardozo P., Silva I., de Oliveira N. G., & Serrano R. M. 2004b. Higher taxa surrogates of spider (Araneae) diversity and their efficiency in conservation. *Biological Conservation* 117: 453-459.
- Castro A. & Wise D.H. 2008. Influence of fine woody debris on spider diversity and community structure in forest leaf litter. *Biodiversity Conservation*, 18: 3705-3731.
- Chan-Sik Jung, Su Bum Lee, Myung-Pyo Jung, Joon-Ho Lee, Seungwhan Lee & Si Hyeock Lee. 2005. Accumulated Heavy Metal Content in Wolf Spider, *Pardosa astrigera* (Araneae: Lycosidae), as a Bioindicator of Exposure. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 8(2): 185-192.
- Clarke K. R., Gorley R. N. 2001. *PRIMER v5: user manual/tutorial*. PRIMER-E, Plymouth, p 91
- Corley J., Sackmann P., Rusch V., Bettinelli J. & Paritsis J. 2006. Effects of pine silviculture on the ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) of the Patagonian steppe. *Forest Ecology and Management*, 222: 162-166.
- Costa F. 1995. Ecología y actividad diaria de las arañas de la arena *Allocosa spp* (Araneae, Lycosidae) en Marindia, localidad costera del Sur del Uruguay. *Revista Brasileira do Biologia*. 55(3): 457-466.
- Downie I.S., Wilson W.L., Abernethy V.J., McCracken D.I., Foster G.N., Ribeira I., Muriphy K.J., & Waterhouse A. 1999. The impact of different agricultural land-use on epigeal spider diversity in Scotland. *Journal of Insect conservation*. 3: 273-286.

- Dufrêne M. and P. Legendre 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*. 67: 345-366.
- Escobar M. A. H. 2008. Efecto selectivo de las plantaciones de Pino radiata (*Pinus radiata* D. Don) sobre la comunidad de artrópodos del follaje de *Nothofagus*, en el Bosque Maulino de la región central de Chile. Tesis para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 48pp.
- Finch O.D. 2005. Evaluation of mature conifer plantations as a secondary habitat for epigeic forest arthropods (Coleoptera; Carabidae; Araneae). *Forest Ecology and Management*. 204: 21-34.
- Foelix R. 1996. *Biology of spiders*. Oxford University Press. 330 pp.
- González-Vainer P. & Morelli E. 2008. Relevamiento de los coleópteros coprófilos y necrófilos de Sierra de Minas, Uruguay (Insecta: Coleoptera). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay*, 2a época. 17: 20-23.
- González-Vainer P., Morelli E. & Defeo O. 2012. Differences in Coprophilous Beetle Communities Structure in Sierra de Minas (Uruguay): a Mosaic Landscape. *Neotropical Entomology*. DOI 10.1007/s13744-012-0062-8
- Gotelli N.J. & Entsminger G.L. 2001. *EcoSim: Null models software for ecology*. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear.
<http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>
- Griffin R.E. 1998. Species richness and biogeography of non-acarine arachnids in Namibia. *Biodiversity and Conservation*. 7: 467-481
- Gunnarsson B. 2008. Bird Predation On Spiders: ecological mechanisms and evolutionary consequences. *The Journal of Arachnology*. 35: 509-529
- Gutierrez T. & Rumiz D. 2002. Patrones de Diversidad de grupos selectos de insecto en el bosque Chiquitano y Pampas del Cerrado de Santiago y Tucavaca, Santa Cruz-Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología*. 11: 37-46.
- Hammer O., Harper, D.A.T. & Ryan P.D. 2001. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*. 4 (1): 9 pp., Version 2.16 . Acceso en: <http://folk.uio.no/ohammer/past>>.
- Hodge S. & Vink C.J. 2000. An Evaluation of *Lycosa hilaris* as a Bioindicator of Organophosphate Insecticide Contamination. *New Zealand Plant Protection*. 53: 226-229.

- Horváth R., Magura T. & Szinetár C. 2001. Effects of immission load on spiders living on black pine. *Biodiversity and Conservation*. 10: 1531-1542.
- Horváth R. Magura T., Szineta C. & Tóthmérész B. 2009. Spiders are not less diverse in small and isolated grasslands, but less diverse in overgrazed grasslands: A field study (East Hungary, Nyírség). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 130: 16-22.
- Jorge C., Castro M., Laborda A., Benvenuto F. & Simó M. 2008. Comparación de la Diversidad de Araneae de Ambientes Naturales y Agroecosistemas. En: Actas de las Novenas Jornadas de la Sociedad Zoología del Uruguay. Facultad de Ciencias, Montevideo, Uruguay: pág. 57.
- Jorge C., Días M. & Simó M. 2010. Efectos de la fragmentación de la costa sur de Uruguay en el hábitat de *Allocosa brasiliensis* (Araneae, Lycosidae). En: Actas del I Congreso Uruguayo de Zoología (X Jornadas de la Sociedad Zoológica del Uruguay), Montevideo, Uruguay, pág. 105.
- Klasmer P., Corley J & Botto E. 1998. Presencia de la avispa barrenadora de los pinos *Sirex noctilio* f. (Hymenoptera: Siricidae) en la región andinopatagónica de Argentina. Estado actual de las investigaciones para su control biológico. En: Proceedings, International Forest Insect Workshop, Pucon, Chile, 18-21 August, 1997, Corporacion Nacional Forestal, Santiago, Chile, p. 69-79.
- León-Gamboa A. L., Ramos C. & García M. R. 2010. Efecto de plantaciones de pino en la artropofauna del suelo de un bosque Altoandino. *Revista Biología Tropical (Int. J. Trop. Biol.)*. 58 (3): 1031-1048
- Lindenmayer D. B. & Hobbs R. J. 2004. Fauna conservation in Australian plantation forest: a review. *Biological Conservation*. 119: 151-168.
- Lo-Man-Hung N. F., Gardner T. A, Ribeiro-Júnior M. A., Barlow J & Bonaldo A. B. 2008. The value of primary, secondary, and plantation forests for Neotropical epigeic arachnids. *The Journal of Arachnology*. 36: 394-401.
- Lopardo L. 2009. Systematics and evolution of the spider family Mysmenidae. Phd thesis of The George Washington University. 911 pp.
- Maelfait J. P. & Hendrickx F. 1998. Spiders as bioindicators of antropogenic stress in natural and semi-natural habitats in Flanders (Belgium): some recent developments. Selden P. A. Editor. Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology, Edinburg, 1997. 293-300.

- Major R.E., Gowing G., Christie F.J., Gray M. & Colgan D. 2006. Variation in wolf spider (Araneae: Lycosidae) distribution and abundance in response to the size and shape of woodland fragments. *Biological Conservation*. 132: 98-108.
- Marques M. I., Adis J., Brizzola dos Santos G. & Battirolo L. D. 2006. Terrestrial arthropods from tree canopies in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 50(2): 257-267.
- Matveinen-Huju K., Koivula M., Niemela J. & Rauha A.M.. 2009. Short-term effects of retention felling at mire sites on boreal spiders and carabid beetles. *Forest Ecology and Management*. 258: 2388-2398
- McAleece N., Gage. J. D. G. , Lamshead P. J. D. & Paterson G. L. J. 1997. Biodiversity Professional Statistics Analysis Software. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum of London. Disponible en <http://www.sams.ac.uk>
- McCune B. & Mefford M. J. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA
- McGeoch M. A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biology Reviews*. 73: 181-201.
- McLachlan A. R. G. & Wratten S. D. 2003. Abundance and species richness of field-margin and pasture spiders (Araneae) in Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*. 30: 57-67.
- Moreno C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis. SEA, 1: 86 pp
- Oberg, 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.
- Oxbourg A.; Gittings T.; O'Halloran J.; Giller P. S. & Smith G. F. 2005. Structural indicators of spider communities across the forest plantations cycle. *Forest Ecology and Management*. 212: 171-183.
- Oxbrough A., Gittings T., O'Halloran J., Giller P. S. & Kelly T. C. 2006. The influence of open space on ground dwelling spider assemblages within plantation forests. *Forest ecology and Management*. 237: 4040-417.
- Pawson S.M., Brockerhoff E.G. & Didham R.K.. 2009 Native forest generalists dominate carabid assemblages along a stand age chronosequence in an exotic *Pinus radiata* plantation. *Forest Ecology and Management* 258: 108-116

- Pearse J.A. & Venier L.A. 2006. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and Spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators*. 6: 780-793.
- Pearson D. L. 1994. Selecting Indicator Taxa for the Quantitative Assessment of Biodiversity *Philosophical Transactions: Biological Sciences*. 345(1311): 75-79.
- Pérez-Miles, F.; Costa, F. G.; Toscano-Gadea, C.; Mignone, A. 2005. Ecology and behaviour of the “road tarantulas” *Eupalaestrus weijenberghi* and *Acanthoscurria suina* (Araneae, Theraphosidae) from Uruguay. En: *Journal of Natural History*. 39(6):483-498.
- Pinzón J. & Spence J. R. 2010. Bark-dwelling spiders assemblages (Araneae) in the boreal forest: dominance, diversity, composition and life-histories. *Journal Insect Conservation*. 14: 439-458.
- Pinzón J., Spence J. R. & Langor D. W. 2012. Responses of ground-dwelling spiders (Araneae) to variable retention harvesting practices in the boreal forest. *Forest Ecology and Management*. 266: 42-53
- Real R., Olivero J., Guerrero J. C., Vargas J. M. & Luz A. 1999. Contrastación de hipótesis explicativas de la distribución de la diversidad específica de arañas (Arachnida, Araneae) en las Islas Canarias. *Boletín. S.E.A.*, 26: 573-581.
- Ricketts T. H., Daily G. C. & Ehrlich P. R. 2002. Does butterfly diversity predict moth diversity? Testing a popular indicator taxon at local scales. *Biological Conservation*. 103: 361-370.
- Roder J., Bassler C., Brandl R., Dvorak L., Floren A., Gosner M. M., Gruppe A., Jarzabek-Muller A., Vojtech O., Wagner C. & Muler J. 2010. Arthropod species richness in the Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst) canopy along an elevation gradient. *Forest Ecology and Management*. 259: 1513-1521
- Rodrigues E.N., De S. Mendonça M., Rosado J.L.O. & Loeck A.E. 2010. Soil spiders in differing environments: *Eucalyptus* plantations and grasslands in the Pampa biome, southern Brazil. *Revista Colombiana de Entomología*. 36 (2): 277-284.
- Sackmann P., Corley J. & Villacide J.M. 2008. La importancia del manejo de las plantaciones de pinos en la conservación de la diversidad de insectos epigeos. Serie Técnica: Manejo Integrado de Plagas Forestales. Villacide J. & Corley J. editores. INTA EEA Bariloche. Cuadernillo n° 2, 15 pp.

- Scott A. G., Oxford G. F., Seldena P. A. 2006. Epigeic spiders as ecological indicators of conservation value for peat bogs. *Biological Conservation*. 127: 420-428.
- Sena D. U., Peres M. C. L., Teixeira R. R., Domingos B. S. & Fontoura, T. 2010. Composição e guildas de aranhas (Arachnida: Araneae) em copas de um fragmento florestal urbano, Salvador, Bahia, Brasil. *Revista Biociências, UNITAU*. 16 (1): 24-33.
- Simó, M; Vázquez, G; Useta, G. 2000. Estudio comparativo de la fenología y hábitat de *Ctenus taeniatus* Keyserling y *Asthenoctenus borellii* Simon (Araneae, Ctenidae). *Boletín de La Sociedad Zoológica Del Uruguay*. 12:32 – 40.
- Simó M., Jorge C., Aisenberg A., Panario D. & Gutiérrez O. 2010. *Allocosa brasiliensis* (Petrunkevitch 1910): Un bioindicador de la recuperación de las costas arenosas del sur de Uruguay (Araneae, Lycosidae). En: *Actas del I Congreso Uruguayo de Zoología (X Jornadas de la Sociedad Zoológica del Uruguay)*. Simposio ambiental, pág. 54.
- Simó M., Laborda A., Jorge C. y Castro M. 2011. Las arañas en agroecosistemas: bioindicadores terrestres de calidad ambiental. *INNOTECH (LATU)*. 6: 51-55
- Smith G.F., Gittings T., Wilson M., French L., Oxbrough A., O'Donoghue S., O'Halloran J., Kelly D.L., Mitchell F.J.G., Kelly T., Iremonger S., McKee A.M. & Giller P. 2007. Identifying practical indicators of biodiversity for stand-level management of plantation forests. Brockerhoff *et al.* (eds.). *Plantation Forests and Biodiversity: Oxymoron or Opportunity? Biodiversity and Conservation*. 17 (5): 991-1015.
- Sorensen L.L., Coddington J. & Scharff N. 2002. Inventorying and Estimating Subcanopy spider diversity using semiquantitative sampling methods in an Afromontain forest. *Environmental Entomology*. 31 (2): 319-326.
- Tejeda-Cruz C., Mehlreter K. & Sosa V. J. 2008. Indicadores ecológicos multi-taxonómicos. Capítulo 20. *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz*. 271-278.
- Ubick D, Paquin P, Cushing PE, Roth V. 2005. *Spiders of North America: an identification manual*. American Arachnological Society, USA.
- Uehara-Prado M., Oliveira Fernandes J., de Moura Bello A., Machado G., Santos A.J., Zagury Vaz-de-Mello F. & Lucci Freitas A. 2009. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*. 142: 1220-1228.

- Uetz G.W. 1979. The influence of variation in litter habitats on spider communities Illinois. *Oecologia*. 40: 29-42.
- Uetz G.W, Halaj A. & Cady A.B. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *The Journal of Arachnology*, 27:270–280.
- Useta G., Montes de Oca L., Simó M., Laborda A. & Pérez-Miles F. 2011. Arañas y su diversidad: una herramienta para el monitoreo ambiental en el Uruguay. En actas del Tercer Congreso Latinoamericano de Aracnología (IIICLA), Monte Negro Colombia.
- Verdú J. R, Moreno C. E., Sánchez-Rojas G., Numa C., Galante E. & Halffter G. 2007. Grazing promotes dung beetle diversity in the xeric landscape of a Mexican Biosphere Reserve. *Biological Conservation*. 140:308-317
- Verdú J.R., Numa C. & Hernández-Cuba O. 2011. The influence of landscape structure on ants and dung beetles diversity in a Mediterranean savanna-forest ecosystem. *Ecological Indicators* 11: 831-839
- Wise, D.H. 1993. *Spiders in Ecological Webs*. University Press, Cambridge, UK. 342 pp.
- Young, O.P. & G.B. Edwards. 1990. Spiders in United States field crops and their potential effect on crop pests. *Journal of Arachnology*. 18:1–27.

CONCLUSIONES

- El presente trabajo constituye el primer aporte al conocimiento de la diversidad de arañas en un cultivo de *Pinus taeda* en el Uruguay.
- La utilización del aspirador G-Vac en el follaje, permitió registrar los primeros datos de la araneofauna en copas de árboles en el país.
- Del punto de vista taxonómico se citan: dos géneros nuevos para la ciencia de la familia Gnaphosidae y uno de la familia Corinnidae, una nueva familia de Araneomorphae para el Uruguay, y ocho géneros nuevos y especies para el Uruguay.
- Se encontraron diferencias en la composición de especies, estructura y abundancia entre el pinar y el campo natural, indicando que el cultivo produce cambios en la diversidad de arañas del suelo.
- Por la mayor abundancia y riqueza de especies, el suelo es el estrato más indicado para realizar monitoreos de control orientados a estudios ambientales.
- El follaje representó ser el ambiente con mayor diferencia en la composición de especies y abundancia relativa con respecto a los otros sitios estudiados.
- Un tercio de las especies del follaje del pinar estuvieron presentes en el campo natural lo que indica que el follaje podría actuar como reservorio de especies del campo natural.
- El aspirador G-Vac y la recolección manual nocturna constituyeron buenos métodos para el relevamiento de arañas, los que podrán ser considerados en futuros protocolos de muestreo de cultivos de pino en Uruguay.
- Los restos de podas y la capa de pinocha, permiten generar microambientes muy diferentes al campo natural por lo que su remoción ayudaría a disminuir los impactos

sobre la biodiversidad del suelo, además de minimizar el efecto de plagas como escolítidos y otros insectos xilófagos.

- Se amplían datos sobre la distribución geográfica de la araneofauna del litoral noreste del país.

- Mediante el análisis Indval se hallaron especies indicadoras y detectoras. *Thymoites* sp. 1 especie detectora para el pinar y *Thymoites* sp. 2 especie indicadora para el campo, las que serían focales para estudios de monitoreo.

- Si bien los métodos de recolección resultaron efectivos, se debería aumentar el esfuerzo de muestreo que permita ampliar el conocimiento de la comunidad de arañas y reducir el número de singletons y doubletons obtenido.

- La aplicación de trampas de caída permitiría también complementar información sobre la araneofauna, particularmente de familias de arañas errantes de pequeño tamaño.

- La realización de muestreos en parcelas de pinos en otras edades, particularmente en el follaje permitirá conocer mejor los cambios de la comunidad de arañas en relación a las etapas fenológicas del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Sonia y Waldemar, por haberme enseñado a superarme día a día y a encontrar un camino en la vida.

A Gabriela mi hermana por todo el apoyo, contención y cariño que me ha dado desde que tengo uso de razón, sin ella todo lo que hago no tendría sentido. En especial por haber superado su miedo hacia las arañas, cuando tuvo que ayudarme a recolectarlas y por su inquietud hacia su identificación! Esta tesis es fruto del su gran sacrificio y constancia, aguantando mi mal humor y mis cientos de horas frente a la computadora. Te quiero mucho hermana!

A Martha y Luis nuestros padres postizos que siempre están ayudándonos a salir adelante, siempre con una palabra de aliento y demostrándome que siempre se puede salir adelante.

Al profesor Miguel, mi orientador, el cual ha sido como un padre para mí desde que en el año 2003 sin darme cuenta me adentro en el maravilloso mundo de las arañas. Por haberme aceptado como parte de su equipo y depositando su confianza en mí brindándome todo su conocimiento acerca de las arañas y otros arácnidos. Además del contante apoyo recibido de su parte desde el día que me vincule a la Sección Entomología, lo que me ha permitido crecer tanto a nivel académico como en lo humano. Esta tesis es fruto de un largo camino que hemos recorrido juntos, compartiendo buenos y malos momentos y que sin su ayuda hoy no habría alcanzado el lugar en el que estoy, muchas gracias por todo lo que me has enseñado!

A la Dra. Cramen Viera, Dra. Anita Aisenberg y Dr. Fernando Perez-Miles, por haber aceptado conformar el tribunal evaluador de la tesis y por sus invaluable aportes que ayudaron al enriquecimiento de la misma.

A mi hermano del alma y amigo Leandro, que siempre esta ahí para escucharme y compartir horas de charla en los buenos y malos momentos.

A mis amigos, compañeros y profesores de la Sección Entomología de la Facultad de Ciencias por haberme enseñado todo acerca del maravilloso mundo de los artrópodos, por las palabras de aliento y por el apoyo constante.

A mis amigos y compañeros del lab Mónica Remedios, Manuel Castro, Lucia Miguel, Valeria Rodríguez, Alvaro Laborda, Demian Gómez, Virginia Mourglia, Gabriela Bentancur, con quienes he compartido largas horas de estudio, discusión, mates, porque no también cervezas, dispersión, de reflexionar sobre la vida, pero sobre todo por el apoyo para seguir adelante en los momentos difíciles. A Marcelo Alves Dias por brindarme su amistad,

contagiarme su alegría y ayuda con las Araneidae. Muito obrigado Marcelinho!. Esta tesis también es fruto de ustedes gurises!!!

A mis amigos Andrea Corona y Luis López por haberme brindado su amistad desde hace tantos años.

Al Dr. Roberto Scoz director del Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal de INIA y al Ing. Agr. Juan Pedro Pose de la empresa Weyerhaeuser por el permanente estímulo y apoyo que permitió el desarrollo del presente estudio.

Al Mag. Gonzalo Martínez-Crosa, Gisel Cantero y Lic. Sofía Simeto por la asistencia brindada en el laboratorio de Entomología y Fitopatología de INIA Tacuarembó. A Federico Rodríguez de INIA Tacuarembó, Juliana Ivanchenco y Gustavo Echevaleta de Weyerhaeuser por la colaboración brindada durante el trabajo de campo.

Al Dr. Antonio Domingos Brescovit del Laboratório Especial de Coleções Zoológicas del Instituto Butantán (San Pablo, Brasil), por haberme recibido como pasante y por la ayuda brindada en la determinación de algunas especies de arañas recolectadas durante la tesis.

Al Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA-Biología) por la aceptación como estudiante de posgrado y por la financiación otorgada para la realización de una pasantía de investigación en el Instituto Butantan en San Pablo y la difusión de los resultados de la tesis en eventos científicos, en el marco de este proyecto de maestría.

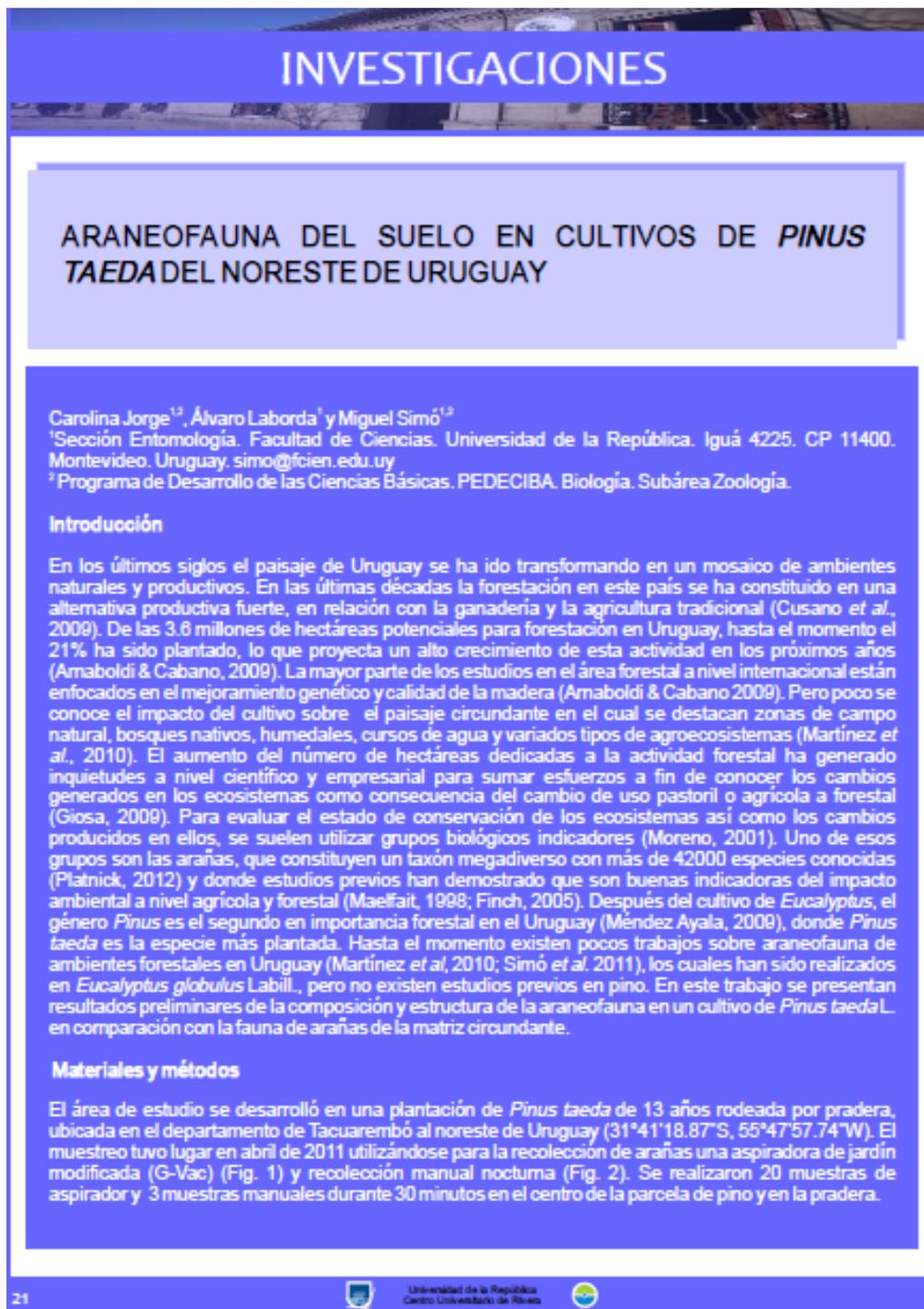
A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por haberme otorgado una beca del programa Nacional de Becas de Pogramos Nacionales, la cual fue de suma importancia para la culminación de la maestría en el tiempo estipulado por el PEDECIBA.

Además de todas aquellas personas que de alguna forma u otra han colaborado durante este tiempo, tanto en lo académico como en lo personal para que esta tesis saliera delante!

PUBLICACIONES Y COMUNICACIONES DE LOS RESULTADOS DE LA TESIS

Artículos

Jorge C. Laborda A. & Simó M. 2012. Araneofauna de suelo en cultivos de *Pinus taeda* L. del noreste de Uruguay. NotiCUR 3 (6): 21-24.



The image shows the cover of a research paper. At the top, there is a blue banner with the word 'INVESTIGACIONES' in white capital letters. Below this, the title 'ARANE OFAUNA DEL SUELO EN CULTIVOS DE *PINUS TAEDA* DEL NORESTE DE URUGUAY' is displayed in bold black text on a light blue background. The authors' names, 'Carolina Jorge^{1,2}, Álvaro Laborda¹ y Miguel Simó^{1,2}', are listed below the title. Their affiliations are provided: 'Sección Entomología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, CP 11400, Montevideo, Uruguay. simo@fcien.edu.uy' and 'Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas, PEDECIBA, Biología, Subárea Zoología.' The section 'Introducción' follows, containing a detailed paragraph about the transformation of the Uruguayan landscape and the impact of forest plantations. The 'Materiales y métodos' section is also visible, describing the study area and sampling methods.

INVESTIGACIONES

ARANE OFAUNA DEL SUELO EN CULTIVOS DE *PINUS TAEDA* DEL NORESTE DE URUGUAY

Carolina Jorge^{1,2}, Álvaro Laborda¹ y Miguel Simó^{1,2}
¹Sección Entomología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, CP 11400, Montevideo, Uruguay. simo@fcien.edu.uy
²Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas, PEDECIBA, Biología, Subárea Zoología.

Introducción

En los últimos siglos el paisaje de Uruguay se ha ido transformando en un mosaico de ambientes naturales y productivos. En las últimas décadas la forestación en este país se ha constituido en una alternativa productiva fuerte, en relación con la ganadería y la agricultura tradicional (Cusano *et al.*, 2009). De las 3,6 millones de hectáreas potenciales para forestación en Uruguay, hasta el momento el 21% ha sido plantado, lo que proyecta un alto crecimiento de esta actividad en los próximos años (Amaboldi & Cabano, 2009). La mayor parte de los estudios en el área forestal a nivel internacional están enfocados en el mejoramiento genético y calidad de la madera (Amaboldi & Cabano 2009). Pero poco se conoce el impacto del cultivo sobre el paisaje circundante en el cual se destacan zonas de campo natural, bosques nativos, humedales, cursos de agua y variados tipos de agroecosistemas (Martínez *et al.*, 2010). El aumento del número de hectáreas dedicadas a la actividad forestal ha generado inquietudes a nivel científico y empresarial para sumar esfuerzos a fin de conocer los cambios generados en los ecosistemas como consecuencia del cambio de uso pastoril o agrícola a forestal (Giosa, 2009). Para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas así como los cambios producidos en ellos, se suelen utilizar grupos biológicos indicadores (Moreno, 2001). Uno de esos grupos son las arañas, que constituyen un taxón megadiverso con más de 42000 especies conocidas (Platnick, 2012) y donde estudios previos han demostrado que son buenas indicadores del impacto ambiental a nivel agrícola y forestal (Maelfait, 1998; Finch, 2005). Después del cultivo de *Eucalyptus*, el género *Pinus* es el segundo en importancia forestal en el Uruguay (Méndez Ayala, 2009), donde *Pinus taeda* es la especie más plantada. Hasta el momento existen pocos trabajos sobre araneofauna de ambientes forestales en Uruguay (Martínez *et al.*, 2010; Simó *et al.*, 2011), los cuales han sido realizados en *Eucalyptus globulus* Labill., pero no existen estudios previos en pino. En este trabajo se presentan resultados preliminares de la composición y estructura de la araneofauna en un cultivo de *Pinus taeda* L. en comparación con la fauna de arañas de la matriz circundante.

Materiales y métodos

El área de estudio se desarrolló en una plantación de *Pinus taeda* de 13 años rodeada por pradera, ubicada en el departamento de Tacuarembó al noreste de Uruguay (31°41'18.87"S, 55°47'57.74"W). El muestreo tuvo lugar en abril de 2011 utilizándose para la recolección de arañas una aspiradora de jardín modificada (G-Vac) (Fig. 1) y recolección manual nocturna (Fig. 2). Se realizaron 20 muestras de aspirador y 3 muestras manuales durante 30 minutos en el centro de la parcela de pino y en la pradera.

21

Universidad de la República
Centro Universitario de Rivera

Jorge C., Laborda A. & Simó M. 2013. Las arañas en plantaciones de *Pinus taeda*: su potencial uso como bioindicadores y controladores biológicos. Serie técnica Protección Forestal. INIA (En prensa).

Presentaciones en Congresos

Jorge C., Laborda A. & Simó M. 2011. Diversidad de arañas del suelo de una plantación de *Pinus taeda* L. y de la pradera circundante en el noreste de Uruguay. Tercer Congreso Latinoamericano de Aracnología. Montenegro, Colombia: Comunicación oral.

Diversidad de arañas del suelo de una plantación de *Pinus taeda* y de la pradera circundante en el noreste de Uruguay

Diversity of ground spiders in a *Pinus taeda* plantation and surrounding grassland in the northeast Uruguay

Jorge, Carolina; Laborda, Álvaro & Simó, Miguel

Universidad de la República. Montevideo, Uruguay, caroentomol@gmail.com

En las últimas décadas Uruguay ha incrementado la producción forestal, ocupando amplias extensiones de pradera, el principal bioma del país. El objetivo del estudio consistió en conocer el cambio que la sustitución de la pradera por una plantación forestal provoca en la comunidad de arañas. El estudio se desarrolló en el departamento de Tacuarembó, al noreste de Uruguay (31°41'18.87"S, 55°47'57.74"O), en una plantación de *Pinus taeda* de 13 años y en la pradera natural circundante. En ambos sitios se utilizó el aspirador G-Vac a nivel del suelo y recolección manual nocturna. Se presentan los resultados preliminares, a partir de datos obtenidos en el muestreo de otoño de 2011. Se obtuvo un total de 1721 individuos, 364 adultos. La mayor abundancia se registró en la pradera con 1342 arañas (78%). Se encontraron 18 familias: 17 en la pradera y 12 en el pinar, siendo Palpimanidae exclusiva del cultivo. La pradera presentó mayor riqueza específica (37) que el pinar (26). En el pinar predominaron los gremios de las errantes de suelo (32%) y las tejedoras errantes de telas de sábana (24%), en cambio, en la pradera fueron las corredoras de follaje (26%) y las cazadoras por emboscada (24%). La mayor abundancia a nivel de familia fue para Linyphiidae en el pinar (101) y Anyphaenidae en la pradera (335). En ambos sitios la mayor riqueza específica se observó en la familia Linyphiidae (14 en el pinar y 12 en la pradera). Se hallaron diferencias significativas en la composición de especies entre los ambientes (ANOSIM, $R=0,39$, $p=0,0001$). *Parabatinga brevipes* (Ctenidae) es la especie que más contribuye a la disimilaridad, siendo mucho más abundante en el pinar (SIMPER: 11,33%). Existen marcadas diferencias en la composición y estructura de la araneofauna entre ambos sitios. Apoyo: Programa de Producción Forestal INIA, Uruguay y Weyerhaeuser, Uruguay.

Jorge C., Laborda A., & Simó M. 2012. Araneofauna de follaje y suelo en una plantación de *Pinus taeda* L. del noreste de Uruguay. En actas del Segundo Congreso Uruguayo de Zoología. Montevideo, Uruguay:79. Comunicación oral.

Araneofauna del follaje y suelo en una plantación de *Pinus taeda* del noreste de Uruguay

Jorge, C.¹; Laborda, A.¹ & Simó, M.¹:

¹ Sección Entomología Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Uruguay. Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas. PEDECIBA. Universidad de la República. Uruguay;

La forestación con especies exóticas se ha visto incrementada en Uruguay, siendo el norte del país el que presenta un mayor crecimiento. Por tanto interesa conocer los cambios que se generan a nivel de la biocenosis debida a la sustitución del campo natural por este tipo de cultivo. Como objetivo se planteó analizar la comunidad de arañas presente en una plantación de *Pinus taeda*. El estudio se desarrolló en el departamento de Tacuarembó, (31°41'18.87"S, 55°47'57.74"W) en parcelas de 13 años de esta especie. La recolección se realizó con aspirador G-Vac a nivel de suelo y follaje. El acceso al follaje se logró mediante un elevador manoscópico. De los muestreos estacionales durante un año, se obtuvieron 1438 ejemplares: 446 adultos (190 machos, 256 hembras) y 992 inmaduros. Se reconocieron 17 familias y 61 especies. El suelo presentó la mayor abundancia (1325), riqueza familiar (17) y específica (58) que el follaje (113; 11 y 9 respectivamente). En ambos estratos predominaron las arañas tejedoras: en el suelo las tejedoras de tela irregular (28.25%) y en el follaje las tejedoras orbiculares (24.8%). Mientras que Theridiidae fue la familia más abundante del suelo (374), en el follaje fue Anyphaenidae (26). Theridiidae fue la familia con mayor riqueza en suelo (19) y follaje (7). El follaje presentó 4 especies exclusivas. Según el análisis de similitud SIMPER los estratos son 99% diferentes, siendo *Tymoites sp.* (Theridiidae) la especie que mayor contribuye (16%). Los resultados indican que la menor diversidad de arañas halladas en el follaje del pinar estaría asociada a la homogeneidad estructural de dicho estrato del cultivo. El presente trabajo es el primer estudio de la comunidad de arañas en cultivos de *P. taeda* en Uruguay, con potencial aplicación en el manejo sustentable del cultivo. Apoyo: PEDECIBA-Biología, Programa de Producción Forestal INIA y Weyerhaeuser, Uruguay.

Jorge C., Brescovit D.A., Laborda A., & Simó M. 2012. Primera cita de la familia Mysmenidae (Araneae, Araneomorphae) para el Uruguay. En actas del Segundo Congreso Uruguayo de Zoología. Montevideo, Uruguay: 177. Poster.

Primera cita de la familia Mysmenidae (Araneae, Araneomorphae) para el Uruguay

Jorge, C.^{1,2,3}, Brescovit, A. D.⁴, Laborda, A.^{1,3} & Simó M.^{1,2,3}

¹ Sección Entomología Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Igúa 4225, CP: 11400. Montevideo, Uruguay. caroentomol@gmail.com

² Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas. PEDECIBA. Universidad de la República. Uruguay. ³Museo Nacional de Historia Natural. Reconquista 535. CP: 11100 - Montevideo, Uruguay.

⁴ Laboratório Especial de Coleções Zoológicas, Instituto Butantan. Av. Vital Brasil, 1500, SP 05503-900, São Paulo, Brasil

Mysmenidae presenta una distribución mundial y está constituida hasta el momento por 23 géneros y 123 especies. Se caracterizan por presentar una elevación de la región anterior del prosoma, donde se ubican los ojos, fácilmente reconocible en vista lateral, setas prolaterales modificadas en el tarso I y el surco de la porción distal de los quelíceros con denticulos. Además los machos presentan una espina grande en el primer par de patas y las hembras una mancha ventral en la tibia I. Algunas especies construyen pequeñas telas orbiculares y otras telas tridimensionales entre la hojarasca u otros lugares húmedos. En el marco de un estudio de araneofauna en cultivos forestales fueron hallados especímenes pertenecientes a esta familia. Los ejemplares fueron recolectados con aspirador G-Vac a nivel del suelo, en una plantación de *Pinus taeda* y en el campo natural adyacente, ubicados en el departamento de Tacuarembó ((31°36'49.18"S; 55°40'47.06"O). Durante un año de muestreos estacionales se recolectaron 37 ejemplares (25 machos, 3 hembras y 9 inmaduros) los que fueron identificados como *Microdipoena* sp. La mayoría de los especímenes fueron hallados en el pinar (36) y solamente un ejemplar en el campo natural en los muestreos de otoño y primavera. El importante manto de acículas de pino junto con los restos de podas que cubren el suelo y la cobertura arbórea caracterizan al pinar como un ambiente más húmedo que el campo natural y por tanto más propicio para el establecimiento de esta especie. Este hallazgo representa el primer registro de la familia Mysmenidae para el país, elevando a 41 el número de familias de araneomorfas y representa también el registro más austral de la familia para Sudamérica. Apoyo: PEDECIBA Biología, Programa de Producción Forestal INIA y Weyerhaeuser Uruguay.

Jorge C. & Simó M. 2012. Las arañas en plantaciones de *Pinus taeda*: su potencial uso como bioindicadores y controladores biológicos. V Jornada de Protección Forestal. INIA Tacuarembó. Serie de Actividades de Difusión 703:9. Comunicación oral.



INIA Tacuarembó

Las arañas en plantaciones de *Pinus taeda*: su potencial uso como bioindicadores y controladores biológicos

Carolina Jorge¹ y Miguel Simó¹

De los cultivos forestales de pino en el Uruguay, la especie *Pinus taeda* es la que ocupa la mayor parte de la superficie plantada. En los sistemas forestales y en las prácticas silviculturales es importante la producción de conocimiento orientado a la utilización de indicadores biológicos para la evaluación de la sustentabilidad ambiental y por otro lado al control biológico de plagas que afectan a este tipo de cultivo. Las arañas desempeñan un rol muy importante en las redes tróficas, debido a que son predatoras de una gran variedad de artrópodos, característica que las posiciona como potenciales controladores de insectos plaga. Comprenden un grupo megadiverso que por su sensibilidad a los cambios en los ecosistemas, son considerados buenos indicadores biológicos. En Uruguay no existen trabajos sobre la araneofauna en plantaciones comerciales de pinos, por tal motivo y en el marco de un proyecto de maestría de Pedeciba, se desarrolló un estudio para conocer los efectos en la composición y estructura de la comunidad de arañas en un cultivo de *Pinus taeda*. Se realizaron trabajos de campo en Tacuarembó, en un predio de la empresa Weyerhaeuser, que abarcó un área comprendida por una parcela de 12 años de esta especie y la matriz de campo natural adyacente. Se realizaron muestreos estacionales durante un año, entre abril de 2011 y febrero de 2012. El relevamiento comprendió los estratos suelo y follaje en el pinar y suelo en el campo natural, para lo cual se utilizaron dos métodos: aspirador G-VAC y colecta manual nocturna. El procesamiento del material se llevó a cabo en laboratorios de INIA Tacuarembó y la Sección Entomología de la Facultad de Ciencias de la UdelaR. Se registró una elevada predominancia en abundancia en el campo natural (N= 3168) con respecto al pinar (N= 1849), no así en la riqueza específica donde se hallaron valores similares (campo natural: 78; pinar: 74). En la plantación de pino, el suelo resultó ser el estrato con mayor número de ejemplares (N=1463; 79,1%), mientras que el follaje tuvo menor abundancia (113) y riqueza específica (9). En el cultivo se hallaron 19 familias y se reconocieron 40 especies exclusivas de este ambiente. Mientras que en el pinar se registró una mayor abundancia de arañas tejedoras errantes de tela de sábana, en el campo natural el gremio predominante estuvo representado por las arañas cazadoras por emboscada. De las familias encontradas en la plantación, las más abundantes fueron Linyphiidae, Theridiidae, Araneidae, Lycosidae y Salticidae. Estas familias podrían considerarse potenciales controladores de plagas, debido a que hay antecedentes de su utilización en el control del crecimiento poblacional de diversos insectos de importancia agrícola y forestal en otros países. El alto reemplazo de especies entre la plantación y el campo natural evidencia un cambio significativo en la composición taxonómica entre ambos ambientes. Si bien en el pinar se registraron especies con elevadas abundancias relativas, en el campo natural hubo una mayor equitatividad. La mayor abundancia de arañas en el suelo del pinar sería una respuesta a la gran cantidad de restos de podas y mantillo de acículas lo que proporciona una mayor disponibilidad de refugios y alimento a especies del campo natural y permite también el establecimiento de un importante número de especies exclusivas. El presente estudio establece las bases para la aplicación de metodologías rápidas de muestreos de artrópodos para su utilización en estudios de impacto sobre la biodiversidad. Los resultados obtenidos sirven de base para focalizar futuros monitoreos ambientales utilizando las arañas como bioindicadores. La alta abundancia y riqueza de arañas tejedoras las ubica como potenciales recursos a utilizar para el control biológico.

¹ Sección Entomología, Facultad de Ciencias, UdelaR. Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas. Pedeciba. Biología.

Actividad de difusión-extensión

Jorge C. 28 de marzo de 2012: Las arañas: bioindicadores ambientales en plantaciones forestales del norte del Uruguay. Jornada de difusión: "Las arañas: grupo de estudio para la evaluación de ambientes naturales y productivos de Uruguay". Centro Universitario de Rivera.