

Especies de hormigas asociadas a *Prosopis ruscifolia* Griseb. en ambientes salinos del Chaco Semiárido

Ants species associated with Prosopis ruscifolia Griseb. in saline environments of the Semi-arid Chaco

Fuster, A.¹

Recibido en septiembre de 2011; aceptado en septiembre de 2012

RESUMEN

Diferentes especies de hormigas establecen estrechas asociaciones con determinadas familias de plantas. Las hormigas tienen efectos beneficiosos en la polinización, dispersión de semillas y protección, a cambio de recursos alimenticios y de espacios para anidar ofrecidos por los vegetales. *Prosopis ruscifolia*, posee características ecológicas y estructurales que podrían permitirle establecer relaciones mutualísticas con especies de hormigas presentes en los ambientes que habitan. El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio preliminar del ensamble de hormigas que se encuentra asociado a *P. ruscifolia* en ambientes salinos y aportar al conocimiento de la mirmecofauna de la región. Se realizaron recolecciones de hormigas en 52 ejemplares de *P. ruscifolia* en ambientes salinos ubicados al sur de la provincia de Santiago del Estero. Se identificaron 16 especies de hormigas, seis de las cuales usarían al vinal como recurso de anidamiento y el resto para la obtención de alimentos. Se determinó un promedio de 13,17 individuos y 2,35 especies de hormigas por árbol. La diversidad α y riqueza específica de hormigas encontrada en este estudio aporta valiosos conocimientos sobre los ensambles de hormigas de ambientes salinos y es una línea de base para futuros estudios sobre relación planta-hormiga en la región, específicamente sobre el "vinal".

Palabras clave: Formicidae; Biodiversidad; Mirmecófitas; Interacciones planta-hormiga.

ABSTRACT

Different species of ants establish narrow associations among determined families of plants. The ants have beneficial effects on pollination, dispersion of seeds and protection, in exchange for nutritious resources and nesting places offered by the vegetation. *Prosopis ruscifolia* possesses structural and ecological characteristics that may allow it to establish mutually beneficial relationships with ant species present in the environments they inhabit. The goal of this work was to carry out a preliminary study of assembles of ants that it is associated to *P. ruscifolia* in environmental saline and contributes to the knowledge of the myrmecofauna of the region. The collections of ants were carried out on 52 individuals of *P. ruscifolia* of saline environments located in the south of Santiago del Estero. We identified 16 species of ants, six of which would use the "vinal" as a resource for nesting and the other to obtain food. An average of 13,17 individuals was determined and 2,35 species of ants by tree. The diversity and specific richness of ants found in this study offer a valuable knowledge about assembles of ants of saline environments and it is a base line for future studies about the relationship plant-ant in the region, specifically on the "vinal".

Keywords: Formicidae; Biodiversity; Myrmecophyte; Plant-ant interactions sample.

¹ CONICET. Instituto de protección vegetal (INPROVE) Facultad de Ciencias Forestales, Santiago del Estero. INSUE - Fac. de Ciencias Naturales e IML, San Miguel de Tucumán. E-mail: andreausvau@yahoo.com.ar

1. INTRODUCCION

Las hormigas se asocian a diferentes vegetales en busca de recursos alimenticios y de anidamiento. Tanto las hormigas arbóreas, que anidan sobre los árboles, como las terrícolas, forrajean sobre la vegetación en busca de restos de insectos, cazando presas vivas, recolectando semillas, polen y sustancias azucaradas producidas por nectarios extraflorales o por homópteros (Hölldobler y Wilson, 1990). Mientras que las plantas pueden resultar beneficiadas por la actividad de las hormigas, en la polinización (*i. e.* mirmecogamia), dispersión de semillas (*i. e.* mirmecocoria) y en la protección contra otros insectos fitófagos. De esta manera, se establece una relación estrecha entre plantas y hormigas, conocida como mirmecofilia (Jolivet, 1986; Ward, 1993, 1999; Del Val y Dirzo, 2004).

Las plantas que forman una asociación de manera obligada o facultativa con especies de hormigas se las denomina mirmecófitas. Estos vegetales poseen frecuentemente grandes espinas caulinares o cavidades especiales denominadas domacios, que las hormigas utilizan como sitios de anidamiento. Otra estructura especial que presentan algunas mirmecófitas son los nectarios extraflorales que ofrecen sustancias alimenticias a diversas especies omnívoras de Formicidae (Hölldobler y Wilson, 1990; Jolivet, 1986; Ward, 1993, 1999; Del Val y Dirzo, 2004).

En el continente americano se describieron 250 especies de mirmecófitas, el 53% de las identificadas en el mundo y 180 especies de hormigas que presentan este tipo de mutualismo. La mayoría de las especies mirmecófitas se encuentran en los trópicos (Jolivet, 1998). Según Davidson *et al.* (1989), esta distribución se debería a que en regiones alejadas de los trópicos, con climas fríos o con marcada estacionalidad climática, las plantas no podrían ofrecer recursos alimenticios para las hormigas durante todo el año. El 61% de estas plantas son demandantes de luz y de rápido crecimiento, conocidas como plantas pioneras (Schupp y Feener, 1990). Varias especies de Caesalpiniaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Cecropiaceae y Rubiaceae son descritas como mirmecófitas (Hölldobler y Wilson, 1990).

En los trópicos, es común observar grupos de hormigas de comportamiento agresivo pertenecientes a los géneros *Crematogaster* Lund, *Odontomachus* Latreille, *Pachycondyla* Smith y *Camponotus* Mayr que ofrecen protección a distintas mirmecófitas contra el ataque de insectos fitófagos como hormigas cortadoras (*e. g.* *Atta* Fabricius y *Acromyrmex* Mayr) o larvas de lepidópteros (Jolivet, 1986). Este mecanismo de defensa es apreciado en diversas plantaciones agrícolas y forestales en zonas tropicales ya que puede ser utilizado como control biológico (Delabie *et al.*, 2003; Oliveira *et al.*, 2011).

Prosopis ruscifolia Griseb, (vinal) es una especie subtropical endémica del Chaco (Cabrera, 1976) perteneciente a la familia Fabácea, subfamilia Mimosoideae. En Argentina *P. ruscifolia* posee una amplia área de distribución, de aproximadamente 2.000.000 has. ocupadas (Astrada y Adámoli, 2005). Posee gran adaptabilidad a ambientes con condiciones edáficas desfavorables y su comportamiento pionero y colonizador le permite ocupar ambientes pantanosos y salitrosos (Giménez y Moglia, 2003). Actualmente el vinal está siendo valorado como especie de usos múltiples y representa un importante recurso para la región (Astrada y Adámoli, 2005).

La presencia de largas espinas caulinares, de 10 a 30 cm de longitud y hasta 2 cm de diámetro en la base es una las características exomorfológicas más notables de *P. ruscifolia* (Leonardis, 1976). Estas espinas podrían servir como lugares de anidamiento para distintas especies de hormigas de hábitos arborícolas, como se observa en bosques de Centroamérica donde las espinas de *Acacia cornigera* (L) Willd, son habitadas por hormigas del género *Pseudomyrmex* (Janzen, 1976 citado por Del Val y Dirzo, 2004). Probablemente el “vinal” también posea nectarios extraflorales, al igual que la mayoría de las especies de *Prosopis*, como un mecanismo para evitar la desecación en regiones áridas y semiárida (Vilela y Palacios 1997; Villagra *et al.*, 2010). Estas características, sumadas a su condición de especie pionera, podrían sugerir que *P. ruscifolia* es una mirmecófitas subtropical del Chaco semiárido como sugirió Kusnezov (1963). El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio preliminar del ensamble de

hormigas que se encuentra asociado a *P. ruscifolia* en ambientes salinos y aportar al conocimiento de la mirmecofauna de la región.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se localizó en el paraje “El Peral” (28° 39' 34" S - 64° 03' 36" W), Departamento Atamisqui, Provincia de Santiago del Estero, Argentina. El área pertenece a la zona de influencia de las salinas de Ambargasta, ubicada en la depresión formada por las Sierras de Ambargasta, Sumampa y Guasayán (Ginzburg *et al.*, 2005) dentro de la región Chaqueña Occidental (Cabrera, 1976). El clima es semiárido y marcadamente estacional, con una temperatura media anual entre los 18°C - 25°C. Las precipitaciones son moderadas a escasas (250mm a 450mm anuales) y se producen durante el verano (Boletta *et al.*, 1992; Minetti y Acuña, 1994).

El paisaje del sitio se caracteriza como un salitral con árboles aislados de *P. ruscifolia* (Figura 1.a y 1.b) con algunos ejemplares de *Ziziphus mistol* Griseb. y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. La vegetación dominante está formada por quenopodiáceas halófitas como *Allenrolfea* Kuntze, *Heterostachys* Ung-Stemb y *Atriplex* L. y diferentes especies de cactáceas (Ragonese, 1951).

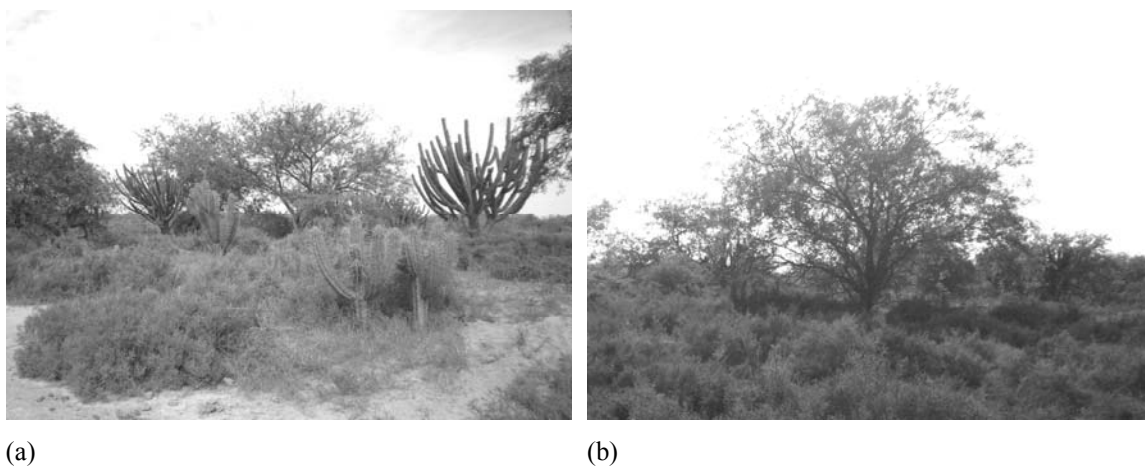


Figura 1. (a) Fisonomía del área de estudio (El Peral, Santiago del Estero).
(b) Ejemplar de *Prosopis ruscifolia*.

Las recolecciones de formicidos se realizaron en Diciembre de 2007 y Marzo de 2008. En cada muestreo se eligieron 26 ejemplares de *P. ruscifolia* separados entre sí por 10 metros aproximadamente para mantener la independencia de los datos, totalizando 52 árboles muestreados. La captura de los insectos se realizó mediante el tipo de trampa denominada “red de copas” que consiste en una red entomológica modificada para recolecciones de insectos sobre árboles (PIARFON, 2005; Diodato, 2005). Cada árbol constituyó una muestra que se obtuvo mediante 40 golpes de red distribuidos en cuatro ramas orientadas al Norte, Sur, Este y Oeste (Costa *et al.*, 1993; PIARFON, 2005; Diodato, 2005).

Se calculó abundancia y riqueza específica por conteo directo de individuos y especies respectivamente. La diversidad fue determinada mediante el índice de Shannon – Wiener y por el índice de Simpson, cuyas formulas son: $H' = -\sum pi \ln(pi)$ y $\lambda = \sum Pi^2$, donde pi es la abundancia proporcional de la especie i . Estos índices son los más empleados en estudios de diversidad aportando además, en el primer caso información sobre la estructura de la comunidad

y el segundo sobre dominancia de especies (Magurran, 2004). Para el cálculo de estos índices se empleó el software PAST v. 1.81 (Hammer *et al.*, 2001).

Para establecer la eficiencia del muestreo, se realizó la curva de acumulación de especies, que permite comparar los valores observados de la riqueza específica con valores estimados a partir de índices no paramétricos. Esta comparación permite deducir qué porcentaje de las especies no fueron registradas en el muestreo (Colwell y Coddington, 1994). El índice utilizado fue Jackknife de primer orden, por ser el más preciso y menos sesgado de los restantes estimadores (Moreno, 2001). La curva de acumulación de especies y los valores de estimación fueron obtenidos con EstimateS v. 8.2 (Colwell, 2009). Se empleó la función de Mao-Tao para la elaboración de la curva de especies observadas (Sobs) con una randomización igual a 100.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 685 individuos de Formicidae pertenecientes a 16 especies, 7 géneros y 4 subfamilias (Tabla 1), sobre los ejemplares de *Prosopis ruscifolia* muestreados. En el 90% de estos árboles se capturaron entre 1 a 6 especies de hormigas lo que arrojó un promedio de 2,35 (EE = 0,22) especies por árbol. La abundancia osciló entre 1 a 98 individuos por árbol con un promedio de 13,17 (EE = 2,63). En 15 árboles (29% del total muestreado) se capturó sólo una especie. En 11 de estos árboles la única especie presente fue *Brachymyrmex bruchi* Forel, en otros dos ejemplares la única especie capturada fue *Brachymyrmex patagonicus* Mayr y en los dos árboles restantes las especies únicas fueron *Brachymyrmex sp. 4* y *Crematogaster crinosa* Mayr.

Tabla 1. Subfamilias, géneros y especies de hormigas identificadas sobre *P. ruscifolia*.

Subfamilias	Género	Especie	Número de Individuos
Myrmicinae	<i>Solenopsis</i>	<i>interrupta</i>	1
		<i>sp.</i>	1
	<i>Cephalotes</i>	<i>pusillus</i>	2
		<i>quadratus</i>	5
		<i>bruchi</i>	2
		<i>sp.</i>	22
<i>Crematogaster</i>	<i>crinosa</i>	14	
	Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex</i>	<i>thoracicus</i>
<i>bituber</i>			15
Formicinae	<i>Camponotus</i>	<i>punctulatus</i>	16
		<i>rufipes</i>	1
	<i>Brachymyrmex</i>	<i>bruchi</i>	507
		<i>patagonicus</i>	55
		<i>sp. 4</i>	6
<i>sp. 8</i>		23	
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex</i>	<i>sp. 4</i>	13

El valor del índice de Shannon – Wiener fue de 1,13 y el de Simpson 0,44. El bajo valor del primer índice indica que existe poca equidad en la distribución de las especies y el segundo índice evidencia la dominancia de una de ellas. La especie dominante numéricamente corresponde a *Brachymyrmex bruchi* con 507 individuos en total, estando presente en el 65% de los árboles muestreados. No se puede asegurar que *B. bruchi* posea un comportamiento

dominante o territorial, como define Davidson (1998), ya que en estos árboles se la encuentra compartiendo el recurso con otras especies de *Brachymyrmex* Mayr y con los otros 6 géneros identificados.

La mayor riqueza específica obtenida corresponde a la subfamilia Myrmicinae (7 especies) coincidiendo con lo observado en una amplia variedad de ambientes, debido a que esta subfamilia agrupa la mayor cantidad de especies de Formicidae (Bolton, 1995). Según Brown (1973), Myrmicinae junto a Dolichoderinae son las subfamilias que poseen más asociaciones mutualistas con los vegetales.

Debido principalmente a problemas metodológicos, registrar la totalidad de las especies durante un muestreo es una tarea casi imposible. Este problema se agrava cuando se trabaja con grupos de invertebrados hiperdiversos (Colwell y Coddington, 1994), como las hormigas (Hölldobler y Wilson, 1990), por lo que, la mayoría de los inventarios faunísticos son inevitablemente incompletos (Gotelli y Colwell, 2001). En este estudio la mayoría de las especies presentes sobre *P. ruscifolia* del sitio estudiado fueron capturadas, observándose que la curva de acumulación de especies tiende hacia la asíntota (Figura 2). El índice no paramétrico empleado arrojó un valor de 18,94. Como se estima que este valor corresponde al 100% de las especies existentes en el área de estudio, las 16 especies capturadas corresponden a un 81,33%, faltando capturar aproximadamente tres especies para obtener la riqueza total de hormigas del sitio. Valores similares fueron obtenidos por otros autores (e. g. Yanoviak y Kaspari, 2000; Schulz y Wagner, 2002) sobre el dosel de ambientes tropicales utilizando técnicas de captura distintas (e. g. trampas con cebos o insecticidas = “fogging”), considerando a estos resultados como satisfactorios. Así mismo, los valores obtenidos con la trampa “red de copas” en este trabajo permitiría considerar satisfactorio el muestreo realizado. Por lo que la misma puede ser recomendada para la captura de hormigas en el dosel de ambientes semiáridos similares.

Curvas de acumulación de especies de hormigas asociadas a *Prosopis ruscifolia* en Santiago del Estero.

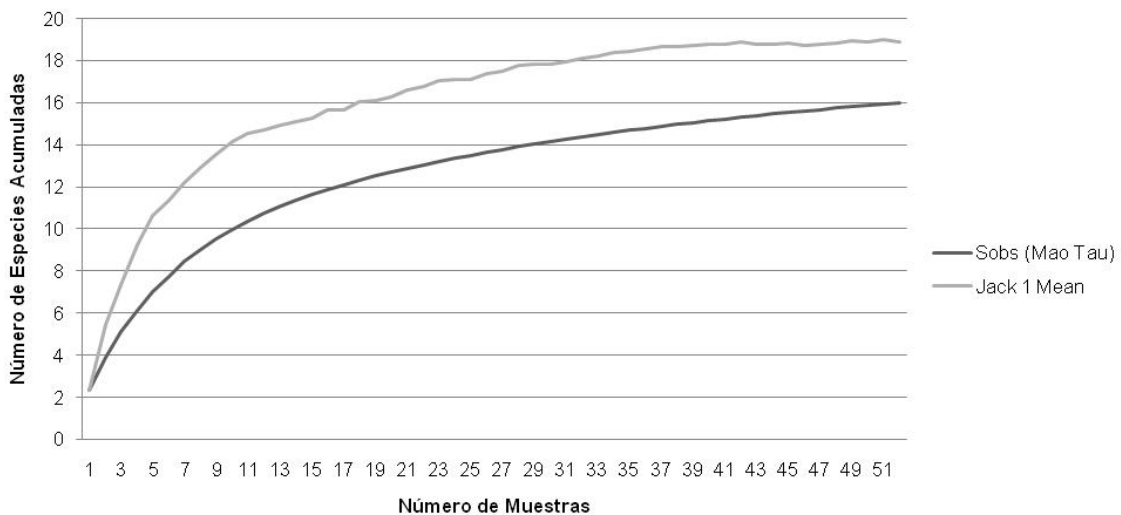


Figura 2. Curvas de acumulación de especies de hormigas asociadas a ejemplares individuales de *Prosopis ruscifolia*.

Los valores de riqueza específica y diversidad de hormigas encontrados sobre *P. ruscifolia* es inferior a lo observado sobre árboles tropicales (Armbrecht *et al.*, 2001; Yanoviak *et al.*, 2007) o de otros ambientes semiáridos (Andersen y Yen, 1992). Estos resultados podrían ser consecuencia de la aridez del ambiente estudiado, ya que este es un factor que limita la riqueza y diversidad de hormigas (Kusnezov, 1957). Otro factor que podría estar afectando al ensamble de hormigas de este ambiente salino es la marcada estacionalidad de la región. En ecosistemas

no tropicales, la estacionalidad climática es considerada un factor limitante para la diversidad de hormigas (Jaffé *et al.*, 2007), debido a la escasez de recursos alimenticios durante épocas secas (Kaspari y Weiser, 2000; Delabie *et al.*, 2000). Además, por su reducido tamaño las hormigas son susceptibles a la rápida desecación por falta de humedad. Consecuentemente, en ambientes áridos y semiáridos las hormigas prefieren habitar en el suelo, bajo la protección de la vegetación que amortigua los factores climáticos adversos (Kaspari y Weiser, 2000; Kaspari, 2003). La temperatura es otro factor limitante para la diversidad de estos insectos por ser sensibles a temperaturas extremas. Sólo algunos géneros, como *Dorymyrmex*, *Brachymyrmex*, *Crematogaster* y *Camponotus*, identificados en este trabajo, continúan con sus actividades de forrajeo a temperaturas superiores de 30°C, como observó Bestelmeyer (2000) en estudios realizados en zonas boscosas del Chaco occidental.

Numerosos autores (Andersen, 1986; Ribas *et al.*, 2003; Vasconcelos *et al.*, 2008) determinaron que la densidad, cobertura, complejidad y diversidad del dosel arbóreo están relacionadas positivamente con la diversidad de hormigas. Según Morello *et al.*, (1971) precipitaciones por debajo de 500 mm restringen la presencia de *P. ruscifolia* debido a que su óptimo de crecimiento se da en ambientes con precipitaciones entre 900 – 1100 mm anuales. Por lo tanto, es de esperar que con las precipitaciones del área de estudio, esta especie forme bosques secundarios de muy baja complejidad estructural por lo que consecuentemente disminuye la riqueza y diversidad de hormigas. Además, la vegetación del sitio se encuentra empobrecida producto de las altas concentraciones de sal en el suelo. La salinidad afecta las propiedades físico-químicas y los procesos microbiológicos del suelo reduciendo su fertilidad (Sarig y Steinberger, 1994) y evitando el desarrollo de la vegetación (Sprent y Zahran, 1988). Diversos estudios (*e. g.* Walli y Kanno, 1975; Heatwole, 1996; Bann y Field, 2010) mostraron que la salinidad es una variable que afecta negativamente la diversidad de hormigas, sin embargo no explican en que forma la salinidad afecta a los ensambles de hormigas. El efecto de la salinidad podría ser directo sobre la fisiología del insecto o en forma indirecta al modificar y simplificar la complejidad vegetal (Kaspari *et al.*, 2008; Kaspari *et al.*, 2010).

Especies de hormigas asociadas a *Prosopis ruscifolia*

Los géneros *Cephalotes* Latreille, *Crematogaster* y *Pseudomyrmex* Lund serían los más estrechamente asociados a *P. ruscifolia*, ya que son hormigas de hábitos arborícolas (*sensu* Brown, 2000). Por lo que las especies de estos géneros usarían al vinal como fuente de recursos alimenticios y como sitio de anidamiento. Pertenecientes a *Cephalotes* se identificaron a *C. pusillus* (Klug), *C. quadratus* Mayr y *C. bruchi* (Forel) que se alimentan de polen (Andrade y Baroni Urbani, 1999) y suelen asociarse a nectarios extraflorales para la obtención de sustancias azucaradas (Buffa *et al.*, 2009). El tipo de alimentación de estas especies podría favorecer a la polinización, asegurando la producción de frutos y semillas en *P. ruscifolia*.

Dentro del género *Crematogaster* se identificaron a *Cr. crinosa* Mayr y una especie aún no determinada (*Crematogaster sp.*). Especies de *Crematogaster* ya fueron identificadas en el Chaco serrano asociadas a nectarios extraflorales y a distintas especies de áfidos (Homoptera: Aphididae) (Buffa *et al.*, 2009). Las especies de *Crematogaster* son reconocidas por su comportamiento agresivo y dominante frente a otros insectos en defensa de su planta hospedante (Jolivet, 1986). Un comportamiento semejante hacia la planta hospedera ha sido descrito también en el género *Pseudomyrmex*. Las especies de hormigas arborícolas de este género habitan cavidades en árboles, se relacionan con homópteros para su alimentación y con distintas leguminosas para su anidamiento (Ward, 1993; 1999). Este comportamiento agresivo de *Crematogaster* y *Pseudomyrmex* brindaría protección a *P. ruscifolia* contra la defoliación ocasionada por insectos fitófagos.

El resto de las especies recolectadas anidan en el suelo y trepan a los árboles buscando recursos alimenticios, como sustancias azucaradas excretadas por homópteros o nectarios

extraflorales (Longino y Nadkarni, 1990; Andersen y Yen, 1992; Ribas *et al.*, 2003). Este es el caso de *Camponotus punctulatus* Mayr y *Ca. rufipes* Fabricius, identificadas sobre el vinal. *Camponotus rufipes* suele estar asociada específicamente a agregaciones de Membracidae (Homoptera) para la obtención de alimento (Perotto *et al.*, 2002) mientras que *Ca. punctulatus* se asocia a diferentes especies de áfidos. Las especies de *Camponotus* también poseen un comportamiento agresivo de los ataques de fitófagos, protegiendo a la planta que le facilita alimentos (Jolivet, 1986). El género *Solenopsis* Westwood posee un comportamiento similar a *Camponotus* (Jolivet, 1986), identificándose en este estudio a las especies *S. interrupta* Santschi y *Solenopsis* sp.

Dorymyrmex Mayr es un género común de áreas abiertas en ambientes áridos y semiáridos (Cuezzo, 2003), sobre el vinal se identificaron las especies *Dorymyrmex thoracicus* Gallardo y *D. bituber* Santschi. Estas especies estarían visitando a *P. rusCIFolia* en busca de sustancias alimenticias (Davidson *et al.*, 2003, 2004; Buffa *et al.*, 2009).

Las especies de *Brachymyrmex* Mayr, generalmente se asocian a nectarios extraflorales y a homópteros para obtener sustancias azucaradas para su alimentación (Buffa *et al.*, 2009). En este estudio, *Brachymyrmex* estuvo representado por 4 especies de las cuales *B. bruchi* Forel (507 individuos) y *B. patagonicus* Mayr (55 individuos) resultaron las más abundantes de todas las especies capturadas (Tabla 1). Esto podría deberse a que estas especies colonizan rápidamente áreas perturbadas y su habilidad de coexistir con otras especies dominantes permitiría una rápida invasión del sitio (MacGown *et al.*, 2007). Además, este resultado sugeriría que estas hormigas estarían anidando sobre los “vinales” del ambiente salino estudiado a pesar de poseer hábitos epigeos (Brown, 2000; MacGown *et al.*, 2007). El cambio en el sitio de anidamiento sería una respuesta de estas hormigas a los altos valores de salinidad que se observan en el suelo, que podría estar afectando la fisiología y consecuentemente el comportamiento de este género.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten afirmar que los “vinales” son un recurso clave para la mirmecofauna de estos ambientes salinos, ya que la mayoría de los ejemplares muestreados están ocupados por hormigas, lo que sugiere argumentos a favor de la conservación de estos bosques halófitos.

Este estudio es el primero que se realiza sobre árboles de ambientes salinos, representan información básica sobre los ensamblajes de hormigas de salitres chaqueños y constituyen una línea de base para próximos estudios sobre relación planta-hormiga en la región, específicamente sobre *P. rusCIFolia*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue subsidiado por los proyectos CICYT-UNSE 23/B086 y PICT2003 ANPCyT – UNSE. Se agradece a la Dra. Liliana Diodato por su apoyo en la realización de estas investigaciones y a la Dra. Sandra Bravo por la lectura y comentarios realizados del primer manuscrito del trabajo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andersen, A. N. 1986. "Patterns of ant community organization in mesic southeastern Australia". *Australian Journal of Zoology* 11: 87-99.
- Andersen, A. N. y A. L. Yen. 1992. "Canopy ant communities in the semi-arid mallee region of north-western Victoria". *Australian Journal of Zoology* 40: 205-14.
- Andrade, M. L y C. Baroni Urbani. 1999. "Diversity and adaptation in the ant genus *Cephalotes*, past and present". *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie B (Geologie und Paläontologie)* 271: 1-918.
- Armbrecht, I.; E. Jiménez; G. Alvarez; P. Ulloa-Chacon y H. Armbrecht. 2001. "An Ant Mosaic in the Colombian Rain Forest of Chocó (Hymenoptera: Formicidae)". *Sociobiology* 37: 491-509.
- Astrada, E. y J. Adámoli. 2005. "Ecología y manejo de vinalares. Perspectiva regional y aplicaciones en el centro de Formosa". In: M. F. Arturi, J.L. Frangi y J.F. Goya (eds). *Ecología y manejo de bosques de Argentina*. Publicación electrónica. EDULP (Editorial de la Universidad Nacional de La Plata).
- Bestelmeyer, B. T. 2000. "The trade-off between the thermal tolerance and behavioural dominance in a subtropical South American ant community". *Journal of Animal Ecology* 69: 998-1009.
- Boletta, P.; L. Acuña y M. Juárez. 1992. "Análisis de las características climáticas de la provincia de Santiago del Estero y comportamiento del tiempo durante la sequía de la campaña agrícola 1988/89". *Convenio INTA-UNSE*. INTA, Santiago del Estero, Pub. A4/92.
- Bolton, B. 1995. "A New General Catalogue of the Ants of the World". Harvard University Press. Cambridge, MA. 504 pp.
- Brown, W. L. 1973. "A comparison of the Hylean and Congo - West African rain forest ant faunas". In: B. J. Meggers, E. S. Ayenson y W. D. Duckworth (eds.). *Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: A comparative review*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. pp. 161-185
- Brown, W. L. 2000. "Diversity of ants". In: D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso y T. R. Schultz (eds). *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity: Standard methods for ground-living ants*. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 45-79.
- Buffa, L. M.; P. Jauregui y M. A. Delfino. 2009. "Exudate-gathering ants (Hymenoptera; Formicidae) at three different liquid food rewards". *Acta Zoológica Mexicana* 25(3): 515-526
- Cabrera, A. 1976. "Regiones Fitogeográficas Argentinas". *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Tomo II. 2da edición. ACME, Buenos Aires.
- Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. "Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation". *Philos. Trans. Royal Soc., London, Series B*, 345, 101-118.
- Colwell, R. K. 2009. "EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2". Persistent URL <purl.oclc.org/estimates> last act.
- Costa, E.; C. Link y L. Diodato de Medina. 1993. "Índice de diversidade para entomofauna da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) Diversity Index for "Bracatinga" Insect Fauna (*Mimosa scabrella* Benth.)". *Ci. Flor.* 3 (1): 65-75.
- Cuezzo, F. 2003. "Subfamilia Dolichoderinae". Pp. 291-297. In: Fernández, F. (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos, Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. XXVI + 398 p.
- Davidson, D. W.; R. R. Snelling y J. T. Longino. 1989. "Competition among ants for myrmecophytes and the significance of plant trichomes". *Biotropica* 21: 64-73.
- Davidson, D. W. 1998. "Resource discovery versus resource domination in ants: a functional mechanism for breaking the trade-off". *Ecological Entomology* 23:484-490.
- Davidson, D. W.; S. C. Cook; R. R. Snelling and T. H. Chua. 2003. "Explaining the abundance of ants in lowland tropical rainforest canopies". *Science* 300: 969-972.

- Davidson, D. W.; S. C. Cook and R. R. Snelling. 2004. "Liquid feeding performances of ants (Formicidae): ecological and evolutionary implications". *Oecologia* 139: 255–266
- Delabie, J. H. C; D. Agosti y I. C. Do Nascimento. 2000. "Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region". Pp. 1-17 In: D. Agosti, J. Majer, L. Alonso y T. Schultz (eds). *Sampling Ground-dwelling Ants: Case Studies from the World's Rain Forest*. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin No. 18, Perth, Australia.
- Delabie, J. H.; M. Ospina y G. Zábala. 2003. "Relaciones entre hormigas y plantas: una introducción". Pp. 167-180. In: F. Fernández. (ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 389 p.
- Del Val, E. y R. Dirzo. 2004. "Mirmecofilia: Las plantas con ejército propio". *Interciencia* 29 (12): 673-679.
- Diodato, L. 2005. "Conservación de la biodiversidad de artrópodos (Insecta) en ambientes naturales del Chaco semiárido". Pp. 207-224. In: A. N. Giannuzzo y M. E. Ludueña (eds.). *Santiago del Estero una mirada ambiental*. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE. Santiago del Estero. Argentina. 453 p.
- Giménez, A. M. y J. G. Moglia. 2003. "Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico". Editorial El Liberal, Argentina. 307 pp.
- Ginzburg, R.; J. Adámoli; P. Herrera y S. Torrella. 2005. "Los humedales del Chaco: Clasificación, Inventario y Mapeo a Escala Regional". *INSUGEO, Miscelánea*, San Miguel de Tucumán, 14, pp. 121-138.
- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2001. "Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness". *Ecology Letters* 4: 379-391.
- Hammer, O.; D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. "Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis". *Palaeontologia Electronica* 4: 1-9.
- Hölldobler, B. y E. O. Wilson. 1990. "The ants". The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Jaffé, K.; P. Horschler; M. Verhaagh; C. Gomez; R. Sievert; R. Jaffe y W. Morawetz. 2007. "Comparing the ant fauna in a tropical and a temperate forest canopy". *Ecotropicos* 20(2): 74-81.
- Janzen, D. H. 1967. "Interaction of the bull's-horn acacia (*Acacia cornigera* L.) with an ant inhabitant (*Pseudomyrmex ferruginea* F. Smith) in eastern Mexico". *University of Kansas Sci. Bull.* 47: 315-558.
- Jolivet, P. 1986. "Les fourmis et les plantes, um exemple de coévolution". Boubée, Paris, 249pp
- Jolivet, P. 1998. "Interrelationship between insects and plants". CRC. EEUU. 309 pp.
- Kaspari, M. y M. D. Weiser. 2000. "Ant activity along moisture gradients in a Neotropical forest". *Biotropica*, 32: 703–711.
- Kaspari, M. 2003. "Introducción a la ecología de las hormigas". pp. 97–112. In: F. Fernández (ed.). *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398 p.
- Kusnezov, N. 1957. "Number of species of ants in faunae of diferent latitudes". *Evolution* 11, 298: 299.
- Kusnezov, N. 1963. "Zoogeografía de las hormigas en Sudamérica". *Acta Zoológica Lilloana* 19: 25-185.
- Leonardis, R. 1976. "Libro del árbol: tomo 2, Esencias forestales indígenas de la Argentina de aplicación industrial". Buenos Aires, Celulosa Argentina.
- Longino, J. y N. Nadkarni. 1990. "A comparison of ground and canopy leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a neotropical montane forest". *Psyche* 97: 81-93.
- MacGown, J. A.; J. G. Hill y M. A. Deyrup. 2007. "*Brachymyrmex patagonicus* (Hymenoptera: Formicidae), an emerging pest species in the southeastern United States. *Florida Entomologist*: 90 (3): 457–464.
- Magurran, A. E. 2004. "Measuring biological diversity". London: Blackwell Publishing.

- Minetti, J. y L. Acuña. 1994. “Régimen de variabilidad interanual de las precipitaciones anuales en el centro-este de la provincia de Santiago del Estero”. INTA. Centro regional Tucumán, Santiago del Estero.
- Morello, J.; N. Crudelli y M. Saraceno. 1971. “Los vinalares de Formosa, República Argentina”. Serie Fitogeográfica N° 11. Buenos Aires. Ed: INTA. 111 pp y láminas.
- Moreno, C. E. 2001. “Métodos para medir la biodiversidad”. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- Oliveira, P. S.; S. F. Sendoya y K. Del Klaro. 2011 (2012). “Defenzas bióticas contra herbívoros em plantas de Cerrado: entre formigas, nectários extraflorais e insetos trofobiontes”. pp.155- 168. In: K. Del Klaro y H. M. Torezan-Silingardi. Ecologia das interações plantas-animais uma abordagem ecológico-evolutiva. Brasil.
- Perotto, M. C.; L. M. Buffa y M. A. Delfino. 2002. “Efectos de la atención de *Camponotus rufipes* (Fabricius) (Hymenoptera, Formicidae) sobre agregaciones de *Enchenopa sericea* Walk. (Hemiptera, Membracidae)”. Ecología Austral. 12: 91-97.
- PIARFON. 2005. “Proyecto de investigación aplicada a los recursos forestales nativos Parque Chaqueño, subregión Chaco Semiárido. Informe final. Capítulo II”. Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable. URL< www.medioambiente.gov.ar> Última act. Octubre de 2010
- Ragonese, A. 1951. “La vegetación de la República Argentina. Estudio fitosociológico de las Salinas Grandes”. Revista de Investigaciones Agrícolas 5:1-233.
- Ribas, C. R.; J. H. Schoereder; M. Pic y S. M. Soares. 2003. “Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness”. Austral Ecology 28: 305-314.
- Sarig, S. y Y. Steinberger. 1994. “Microbial biomass response to seasonal fluctuation in soil salinity under the canopy of desert halophytes”. Soil Biology & Biochemistry 26(10):1405-1408.
- Schupp E. W. y D. H. Feener. 1990. “Phylogeny, life form and habitat dependence of ant-defended plants in a Panamian forest”. pp. 250-259. In: C. R Huxley y D. F. Cutler (eds.) Ant-Plant interactions. Oxford Science Publications. New York.
- Sprent, J. I. y H. H. Zahran. 1988. “Infection, development and functioning of nodules under drought and salinity”. p. 145-151. In: D.P. Beck y L. A. Materon (eds.). Nitrogen fixation by legumes in Mediterranean agriculture. Martinus Nijhoff. W. Junk, Dordrecht, The Netherlands.
- Vasconcelos, H. L.; M. F. Leite; J. M. S. Vilhena; A. P. Lima y W. E. Magnusson. 2008. “Ant diversity in an Amazonian savanna: relationship with vegetation structure, disturbance by fire, and dominant ants”. Austral Ecology 33: 221-231.
- Vilela A. E. y R. A. Palacios .1997. “Distribución de nectarios extraflorales en especies sudamericanas del género *Prosopis*”. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 32:163-170.
- Villagra, P. E.; Vilela, A.; Giordano, C. y J. A. Alvarez. 2010. “Ecophysiology of *Prosopis* species from the arid lands of Argentina: What do we know about adaptation to stressful environments?” Cap. 5 321–340 pp. En: Desert Plants, Ramawat K.G. (Ed.). Springer-Verlag. 400 pp
- Ward, P. S. 1993. “Systematic studies on *Pseudomyrmex* acacia-ants (Hymenoptera: Formicidae: Pseudomyrmecinae)”. Journal Hymenoptera Research 2:117-168.
- Ward, P. S. 1999. “Systematics, biogeography and host plant associations of the *Pseudomyrmex viduus* group (Hymenoptera: Formicidae), *Triplaris*- and *Tachigali*-inhabiting ants”. Zoological Journal of the Linnean Society 126:451-540.
- Yanoviak, S. P.; B. L. Fisher y A. Alonso. 2007. “Arboreal ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) in a central African forest”. African Journal of Ecology 46: 60-66.

