

Primeros aportes al conocimiento de la Mirmecofauna presente en un establecimiento productivo de la localidad de Saladillo

Catalano, Pablo^{1,2}; Susana Culebra Mason²; Carolina Sgarbi³; Mónica Ricci^{2,4}

¹Escuela Agrotécnica de Saladillo; ²Curso Zoología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. 60 y 119 CC 31 (1900) La Plata; ³Zoología Agrícola. ECANA. UNNOBA. Roque Sáenz Peña 456 Junín; ⁴mricci@agro.unlp.edu.ar

Catalano, Pablo; Susana Culebra Mason; Carolina Sgarbi; Mónica Ricci (2012) Primeros aportes al conocimiento de la Mirmecofauna presente en un establecimiento agrícola-ganadero de la localidad de Saladillo. Rev. Fac. Agron. Vol 111 (1): 31-40.

Las prácticas agrícolas alteran la biodiversidad de especies, dentro de las cuales se encuentran los Formicidos. El objetivo del trabajo fue realizar un estudio de la Mirmecofauna presente en un predio agrícola ganadero de la localidad de Saladillo, a los fines de registrar posibles variaciones en la diversidad y dominancia de las hormigas presentes en cultivo de soja, pastura implantada y campo natural. El monitoreo se realizó por Captura Directa y con trampas con atrayentes alimentarios en papeles cebados, en transectas diagonales, en una superficie total de 26 hectáreas. Para determinar el número de muestras se utilizó la Curva de Acumulación de Especies; para la estimación de la diversidad el índice de Shannon-Wiener y para comparar la similitud de los distintos sistemas productivos, se calculó el Índice de Similitud de Sørensen. Se utilizó además el Índice de Berger – Parker de dominancia. Se identificaron 9.555 hormigas agrupadas en 3 subfamilias: Myrmicinae (92,49%), Dolichoderinae (6,21%) y Formicinae (1,20%) y en 20 especies/morfoespecies. La pastura implantada registró la mayor riqueza de especies, seguida por la soja y el campo natural. Según el índice de Sørensen los tres sistemas son altamente similares, y la soja presentó la mayor diversidad, seguida por la pastura implantada y el campo natural con un valor 3 veces menor al primero. Según el índice de Berger la especie dominante fue *Solenopsis* sp., con valores cercanos al 100%. Se concluye que, de acuerdo a la subfamilia y especie dominantes, dichos ambientes se encuentran en un disturbio moderadamente alto y estrés moderado.

Palabras clave: hormigas, diversidad, campo natural, soja, pastura implantada.

Catalano, Pablo; Susana Culebra Mason; Carolina Sgarbi; Mónica Ricci (2012) First contributions to the knowledge of the Ants present in an agricultural land of Saladillo Rev. Fac. Agron. Vol 111 (1): 31-40.

Agricultural methods disturb species biodiversity, among which are Formicidos. The aim of this work was to study the myrmecofauna present at an agricultural land of Saladillo (Argentina), in order to record possible variations in species diversity and species dominance of ants on soybean culture, implanted pasture and natural field. Sampling method was direct capture and fattened feed papers, distributed along diagonal transects on 26 ha. Species Accumulation Curves were used to determine the sampling number, Shannon-Wiener Index to estimate species diversity and Sørensen Similarity Index to compare similarity among the productive systems. Berger-Parker Index was used to estimate species dominance. A total of 9.555 ants were identified, belonging to 3 subfamilies: Myrmicinae (92.49%), Dolichoderinae (6.21%) and Formicinae (1.2%) and 20 species/morphospecies. Implanted pasture registered the highest species richness, followed by soybeans and natural field. Sorensen Index suggested that the three systems were highly similar, soybeans presented the highest species diversity followed by implanted pasture and natural field. Species diversity in the natural field was three times lower than in soybeans. Berger Parker index achieved that *Solenopsis* sp. was the dominant specie. According to the subfamilies that were present and the dominant species found, we conclude that these environments are under high to moderate disturbance and moderate stress.

Key words: ants, diversity, natural field, soybeans, implanted pasture.

Recibido: 07/09/2011

Aceptado: 12/04/2012

Disponible on line: 03/09/2012

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUCCIÓN

Grandes extensiones de los paisajes de la tierra han sido transformadas en sistemas productivos (Carroll, 1990), el 95 % del área total es manejada por el hombre quien destina un 70 % para la producción alimentaria y maderable. El 5 % restante se encuentra en estado natural en forma de reservas y parques naturales (Pimentel et al., 1992).

La realización de un inventario completo de la biota de la tierra sigue siendo una prioridad para la conservación de la biodiversidad. Uno de los principales desafíos es explorar las regiones más silvestres del mundo, donde los ecosistemas intactos de alto valor de conservación siguen siendo desconocidos (Cheli et al., 2010). De igual manera, debería ser tenido en cuenta el estudio de la diversidad de especies, en aquellos ecosistemas modificados por el hombre con fines productivos.

En los sistemas agrícolas basados en el monocultivo, se producen importantes pérdidas económicas por el daño que producen los insectos plaga, que son menos diversos pero más abundantes que en los ecosistemas naturales (Altieri, 1983; Dash & Hooper-Bùi, 2008).

Para los estudios de la biodiversidad es necesario considerar la mayor cantidad de grupos biológicos posibles, teniendo especial cuidado en incluir a los insectos (Alonso & Agosti, 2000). Este grupo taxonómico es de suma importancia ya que representa la mayor parte de la biodiversidad terrestre. Dentro del mismo, se destacan las hormigas por su alta biomasa, diversidad, dominancia numérica e importancia ecológica (Hölldobler & Wilson, 1990; Alonso & Agosti, 2000). Las hormigas cumplen funciones relevantes pues se comportan como consumidores primarios, tomando partes de plantas y en un menor grado como secundarios, al depredar pequeños invertebrados. Son consideradas como indicadoras adecuadas de calidad ambiental para diferentes ecosistemas, pues presentan una serie de características deseables a este fin: alta fidelidad ecológica, son funcionalmente importantes en los ecosistemas, su respuesta a las perturbaciones es predecible, rápida, analizable y generalmente lineal, son especies abundantes, no furtivas, fáciles de encontrar en el campo, existe un buen conocimiento de su taxonomía y su identificación es relativamente fácil (Fernández, 2003).

La actividad de la mirmecofauna es capaz de modificar las condiciones físicas y químicas del suelo, su estructura, pH, disponibilidad de nutrientes y contenido de materia orgánica (Brenner, 1992). Como consecuencia los patrones de la vegetación no sólo se ven alterados por la herbivoría sino también por los cambios provocados en el suelo (Bucher & Marchesini, 2004; Tadey & Farji-Brenner, 2007).

Las prácticas agrícolas tales como la labranza convencional, la siembra directa, la aplicación de herbicidas y fertilizantes, las prácticas de riego y drenaje, alteran de diversa manera la biodiversidad y densidad poblacional de las colonias de hormigas (Perfecto & Snelling, 1995). Dichos cambios afectan las condiciones microclimáticas del hábitat, los sitios de nidificación, el desarrollo de los estadios larvales y pupales y la actividad de forrajeo. La utilización de herbicidas puede disminuir la disponibilidad de recursos alimentarios alternativos en los representantes de la

Tribu Attini (hormigas cortadoras), afectando su supervivencia (Hölldobler & Wilson, 1990; Lobry de Bruyn, 1999). En las comunidades de hormigas, los cambios en la distribución de los recursos dentro de los hábitats, pueden influir en las interacciones de comportamiento, ya que muchas especies de hormigas están especializadas en la eficiencia de cosecha de un subconjunto de los recursos disponibles (Wilkinson & Freener, 2010).

La intensificación de la agricultura ha estado asociada a una disminución de la abundancia de muchas especies de animales y plantas. Como consecuencia, la agricultura sustentable ha surgido como una forma de mantener la productividad de los agroecosistemas evitando procesos irreversibles (Marasas et al., 1997).

Dado que las hormigas son sensibles a las variaciones del ambiente y pueden utilizarse como indicadoras de la pérdida de diversidad biológica, se propone para el presente estudio la siguiente hipótesis: "Los cambios que el hombre produce al intervenir en los distintos sistemas productivos, originan alteraciones en la composición y dominancia de las especies de Formicidos. Las especies dominantes identificadas son indicadoras de la calidad ambiental de los agroecosistemas".

Para probar dicha hipótesis, el objetivo del trabajo fue realizar un estudio de la Mirmecofauna presente en un predio agrícola ganadero de la localidad de Saladillo, a los fines de registrar posibles variaciones en la diversidad y dominancia de las hormigas presentes en tres sistemas productivos: cultivo de soja, pastura implantada y campo natural.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El trabajo se realizó en un predio agrícola ganadero de la Localidad de Saladillo (35°31'36.03" LS; 59°36'48.49" LO; 34 msnm) Provincia de Buenos Aires, Argentina. La zona se caracteriza por presentar suelos franco-arenosos, utilizados para la cría de ganado vacuno con recursos forrajeros naturales e implantados y al cultivo de cereales y oleaginosas, en aquellos lotes que por sus cualidades lo permiten. El monitoreo se realizó en un lote destinado al cultivo de soja, una pastura implantada y una pastura natural a los fines de comparar la diversidad, en términos de riqueza y abundancia de especies, en cada sistema productivo.

El lote con cultivo de soja: En la campaña 2000-01 se realizó un cultivo de soja transgénica "RR" (resistente a Glifosato), realizando el laboreo con rastra de discos, rastra de dientes y la aplicación de glifosato en una dosis del 3 l/ha; para el control del gramón (*Cynodon dactylon* (L) Pers (labranza convencional). En la campaña 2001-02 se cultivó maíz, con arado de cinceles (labranza mínima o reducida). El control de malezas se realizó con atrazina, variando la dosis y el momento de aplicación. Se continuó con la secuencia soja-maíz hasta la campaña 05-06 donde se realizó monocultivo de soja "RR" en siembra directa (SD). La SD es un sistema de producción agrícola en el cual la semilla es depositada directamente sobre el suelo no labrado sobre el cual se mantienen los residuos del cultivo antecesor (mulch). En el año 2008-09 se sembró

el 15 de diciembre y por la escasez de precipitaciones el cultivo no tuvo una buena emergencia, perdiéndose las plantas nacidas aproximadamente en estado de V2. Los rindes de este lote estuvieron siempre por debajo de la media de la zona, pudiendo establecer como rindes medios para maíz 70 qq/has y para soja 25 qq/has.

La *pastura implantada* se sembró en marzo de 2004 sobre un cultivo de maíz choclo, con laboreo convencional. El aprovechamiento de este recurso se realizó mediante un pastoreo rotativo con rodeo lechero y novillos en engorde, alta carga instantánea y parcelas diarias, con poco descanso. Esto ocasionó al momento del estudio que se viera comprometida la supervivencia de algunas especies leguminosas, presentando síntomas incipientes de sobrepastoreo. Se identificaron las siguientes especies: rye grass perenne (*Lolium perenne* L.), trébol blanco (*Trifolium repens* L.), trébol rojo (*Trifolium pratense* L.), festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.), lotus (*Lotus tenuis* Waldst), trébol de olor (*Melilotus alba* Med.) y malezas como gramón (*C. dactylon*), cardo común (*Cardus acanthoides* L.), lengua de vaca (*Rumex pulcher* L.), manzanilla silvestre (*Anthemis coluta* L.), cebollín (*Cyperus rotundus* L.), entre otras. Superficie 10 hectáreas

En la *pastura natural*, el único registro de actividad agrícola se remonta al año 1985 con un cultivo de avena, al momento del estudio la misma presentaba abundante cantidad de malezas y signos de sobrepastoreo. Las especies encontradas fueron: rye grass perenne (*L. perenne*), trébol blanco (*T. repens*), festuca (*F. arundinacea*) y lotus (*L. tenuis*) y los naturalizados: gramón (*C. dactylon*), cardo común (*C. acanthoides*), lengua de vaca (*R. pulche*), manzanilla silvestre (*A. cotula*), cebollín (*C. rotundus*), falso caraguatá (*Eryngium sp.*) entre otras. Utilizado para el pastoreo del rodeo lechero y de los novillos en engorde, en parcelas semanales, con poco tiempo de descanso entre ciclos. Superficie 10 hectáreas

Muestreos

Se realizaron muestreos periódicos desde agosto de 2009 hasta enero de 2010. Se utilizaron las siguientes técnicas de captura:

Captura Directa (CD): Se realizó a través la utilización de pinzas, pinceles y aspiradores. Se registró además la densidad de nidos de las especies de hormigas cortadoras que construyen túmulo o terraplén con GPS marca Garmin 76 CSX.

Trampas con atrayentes alimentarios:

1. **Papel Cebado (PC):** Se empleó una variante de la CD (de Castro Moroni, com. pers., 2008), en un diseño de siete tratamientos, representados por transectas diagonales, correspondientes al número de cebos empleados. La distancia entre transectas fue de 1 m y entre los PC sobre las transectas de 10 m. Los tratamientos utilizados como cebos o atrayentes alimentarios fueron: cáscara de naranja, salchicha, atún, Mirex, pan, arroz y el testigo, dispuestos en forma apareada. Los cebos se depositaron sobre un papel tipo Sussex de 440 cm², apoyado directamente sobre el suelo. Para el testigo, se empleó un papel sin ningún tipo de atrayente. Los PC se retiraron a los 30 minutos

y fueron dispuestos dentro de una bolsa plástica debidamente rotulada. Dado que esta técnica se ve influenciada por factores climáticos, se realizó en días sin viento y en los horarios donde se detectó mayor actividad de las hormigas.

Identificación

En el laboratorio de la Cátedra de Zoología Agrícola (Fac. Cs. Agrarias y Forestales, UNLP), se procedió a la separación, montaje, identificación y recuento de las morfoespecies colectadas a campo. Para la determinación de los ejemplares a nivel de género se utilizaron las claves de Gonçalves (1961), Kusnezov (1978), Borgmeier (1959), Hölldobler & Wilson (1990) y Fernandez (2003). Se empleó para tal fin una lupa estereoscópica Iroscope YZ-6, con aumento de 0,7 a 4,2X.

Curva de Acumulación de Especies (CAE):

Para determinar el número de unidades muestrales en cada sitio de monitoreo, se utilizó la CAE, propuesta por Sarmiento (2003). Para tal fin se inició el monitoreo con 10 repeticiones por transecta para cada cebo y en cada sistema productivo, incrementándose progresivamente en dos unidades hasta que no se incorporaron o identificaron nuevas morfoespecies de hormigas. En este punto un aumento en el número de muestras, no tendría como beneficio una mayor acumulación de especies identificadas, considerándose que se capturaron la mayoría de las especies representativas del lugar.

Determinación de la riqueza, abundancia y diversidad de especies

Para determinar la diversidad de especies se utilizó el índice de Shannon o de Shannon-Wiener (H').

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

- S: número de especies o riqueza de especies
- p_i : proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$
- n_i : número de individuos de la especie i
- N : número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (*riqueza de especies*), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (*abundancia*).

Estimación de la Similaridad de los sistemas productivos:

A los fines de comparar la similitud en cuanto a la riqueza de especies de los distintos sistemas productivos, e inferir, de acuerdo a las especies dominantes presentes, el efecto o daño que puedan producir sobre los mismos, se calculó el Índice de Similaridad de Sørensen (ISS) según la siguiente expresión:

$$ISS = (S_{ij}/(S_i+S_j)) \times 100$$

Donde:

S_{ij} : número de especies en común

S_i : número de especies en la situación i

S_j : número de especies en la situación j

Índice de Berger – Parker o de abundancia:

Este índice expresa la importancia proporcional de las especies más importantes a través de la siguiente expresión:

$$d = N_{\max}/N$$

N_{\max} : N° de individuos de la especie más abundante

N: N° total de individuos de todas las especies

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Captura Directa (CD)

Las especies capturadas e identificadas a través de la CD, tanto en el cultivo de soja como en la pastura natural e implantada fueron: *Acromyrmex lundii* Guèr., *A. ambiguus* Emery, *Solenopsis* sp. y *Camponotus mus*

Roger. Las dos primeras especies corresponden al gremio de las hormigas cortadoras y las dos últimas son especies de hormigas omnívoras.

En el caso particular de las cortadoras, esta técnica de captura es relativamente fácil, gracias a la visualización de los senderos de forrajeo que realizan. En el caso de *A. ambiguus*, el túmulo de forma cónica con tierra floja alrededor del amplio orificio de entrada al nido, delata su presencia a diferencia de *A. lundii* que no construye sus nidos con túmulo en la superficie. Los mismos se encontraron distribuidos uniformemente en el lote de soja en estado de cotiledón, produciendo un daño importante, que obligó a la resiembra. Con GPS se marcaron 76 bocas activas en una superficie de 21.258 m², como puede observarse en la Figura 1. En cambio, *A. lundii* se localizó preferentemente en las borduras, observándose los orificios de entrada de los nidos en la base de los árboles. Dicha especie no realiza túmulo o terraplén y en el momento de la observación se la halló cortando malezas de hoja ancha en la periferia del lote de soja.

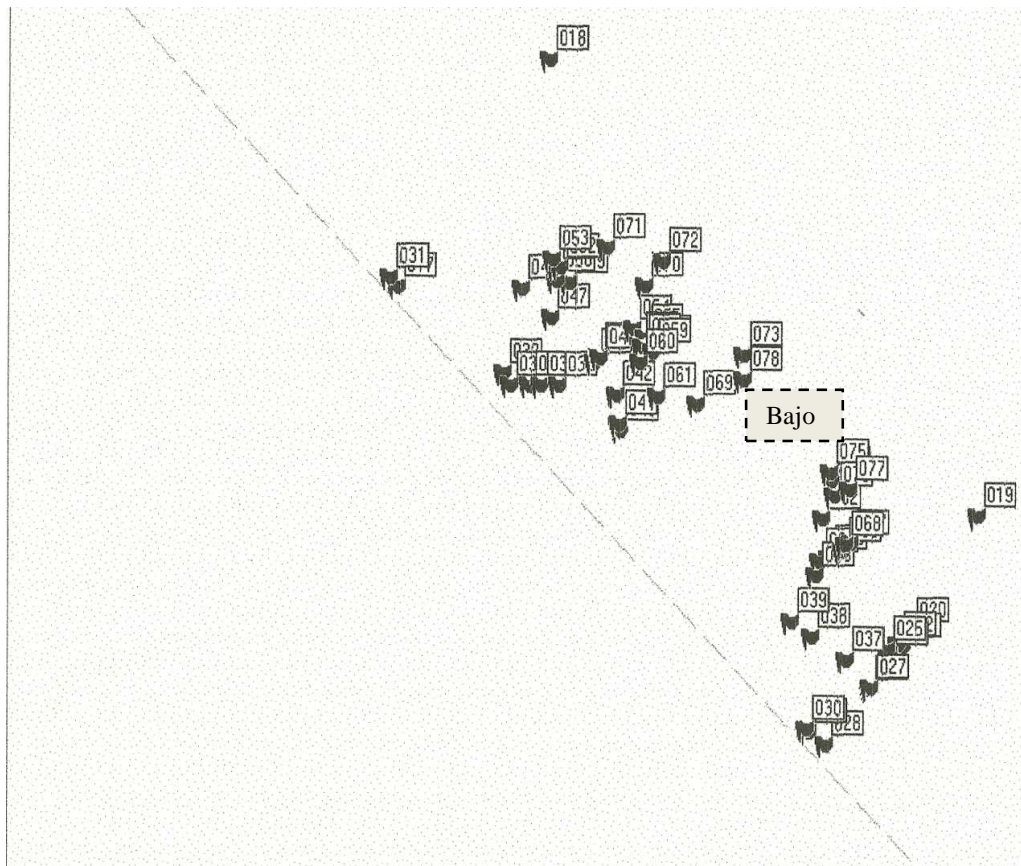


Figura 1. Marcas con GPS de bocas activas de hormigueros de *A. ambiguus*. Marcas 18; 19; 28 y 31 vértices de la superficie registrada

Dentro de las especies omnívoras los nidos de *Solenopsis* sp., se encontraron distribuidos en las pasturas naturales e implantadas. Estos son de forma cónica, generalmente cubiertos con malezas. La hormiga *C. mus* en cambio, se la observó en los troncos de los árboles en la periferia de los lotes y en la base de los mismos, alimentándose de insectos muertos.

2. Formicidos capturados con atrayentes alimentarios en los tres sistemas productivos

En el presente estudio se identificaron un total de 9.555 hormigas en todos los sistemas productivos, agrupadas en 3 subfamilias: Myrmicinae (92,49%), Dolichoderinae (6,21%) y Formicinae (1,20%) y en 20 especies/morfoespecies. Como puede observarse en la Tabla 1, la naranja capturó el 75 % del total.

Los cebos proteicos (atún y salchicha) fueron los que atrajeron mayor número de individuos (abundancia) aunque con una menor cantidad de especies (riqueza), predominando las omnívoras como *Solenopsis* sp.,

Pheidole sp. y *Linepithema* sp. (Tabla 1). Por otro lado los atrayentes alimentarios ricos en carbohidratos fueron más atractivos para el género *Acromyrmex* sp. (Hormigas cortadoras) (Tabla 1). El cebo en base al hormiguicida marca comercial Mirex, fue el único que atrajo a especies como *Monomorium* sp. y *Wasmania* sp., aunque con baja tasa de captura.

Con respecto a los regímenes alimentarios de las hormigas presentes en los tres sistemas productivos, se identificaron a los siguientes gremios: el de las omnívoras, melívoras y fungívoras, siendo los dos primeros los predominantes (Figura 2). Los géneros *Solenopsis* y *Linepithema*, si bien no afectan directamente a los cultivos, protegen a los áfidos plaga que podrían atacarlos, dificultando el eventual control natural ejercido por enemigos naturales, que espontáneamente estén explorando dichos hábitats.

Tabla 1. Especies/morfoespecies de Formicidos capturados con los distintos atrayentes alimentarios en los tres sistemas productivos de la Localidad de Saladillo.

ATUN	SALCHICHA	NARANJA	MIREX	PAN	ARROZ	TESTIGO
<i>Pheidole</i> sp.	<i>Pheidole</i> sp.	<i>Pheidole</i> sp.	<i>Solenopsis</i> sp.	<i>Solenopsis</i> sp.	<i>Solenopsis</i> sp.	<i>Pheidole</i> sp.
<i>Solenopsis</i> sp.	<i>Solenopsis</i> sp.	<i>Brachymyrmex</i> sp.	<i>A. lundii</i>	<i>Pheidole</i> sp.	<i>Pheidole</i> sp.	<i>Solenopsis</i> sp.
<i>Camponotus</i> sp.	<i>Linepithema</i> sp.	<i>Dorymyrmex</i> sp.	<i>Pheidole</i> sp.	<i>A. ambiguus</i>	<i>A. ambiguus</i>	<i>Linepithema</i> sp.
<i>Brachymyrmex physogaster</i>		<i>Camponotus</i> sp.	<i>A. ambiguus</i>		<i>Linepithema</i> sp.	<i>A. landoltti</i>
<i>Linepithema</i> sp.		<i>Solenopsis</i> sp.	<i>Monomorium</i> sp.		<i>Dorymyrmex</i> sp.	
		<i>Linepithema</i> sp.	<i>Wasmania</i> sp.			
		<i>Dorymyrmex insanus</i>				
		<i>Dolichoderus spinosus</i>				
		<i>Forelius</i> sp.				
		<i>Azteca</i> sp.				
		<i>Tapinoma</i> sp.				
		<i>Prenolepis</i> sp.				
		<i>Brachymyrmex physogaster</i>				
		<i>Tetramorium</i> sp.				
		<i>A. ambiguus</i>				

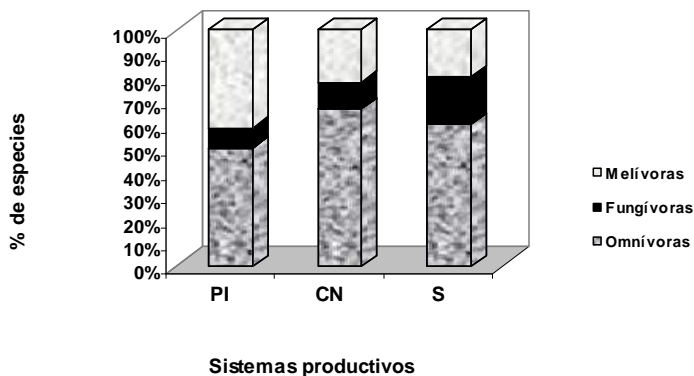


Figura 2: Porcentaje de especies pertenecientes a los distintos gremios de hormigas en los distintos sistemas productivos. PI: Pastura Implantada; CN: Campo Natural; S: soja.

3. Curva de acumulación de especies

Los monitoreos se iniciaron en el mes de agosto en la pastura implantada y en el campo natural, mientras que en el cultivo de soja comenzaron coincidentemente con la siembra del mismo en el mes de noviembre. Simultáneamente al desarrollo de las capturas con los distintos cebos, se procedió a la identificación de las hormigas capturadas a los fines de determinar el momento en el cual no se incorporaran nuevas especies. El estudio se inició con 10 muestras para cada tratamiento (cebo) dispuestos en transectas diagonales, incrementándose progresivamente en dos muestras en el siguiente monitoreo. Cuando en dos monitoreos sucesivos no se incorporaron nuevas especies, se dio por finalizado el estudio. Como puede observarse en las Figuras 3 y 4, si bien se iniciaron los monitoreos en la misma fecha, en la pastura implantada el número de muestras necesarias para estabilizar la curva fue de 24, mientras que en el campo natural la curva de acumulación se estabilizó con 20 muestras. El mayor número de muestras necesarias para capturar las especies presentes en la pastura implantada, podría atribuirse a la mayor riqueza que presentó la misma en relación al campo natural. En el cultivo de soja, las observaciones comenzaron a mediados de noviembre y prosiguieron durante los meses de diciembre y parte de enero, mientras que el cultivo no cubrió el entresurco. La curva se estabilizó con 22 muestras (Figura 5).

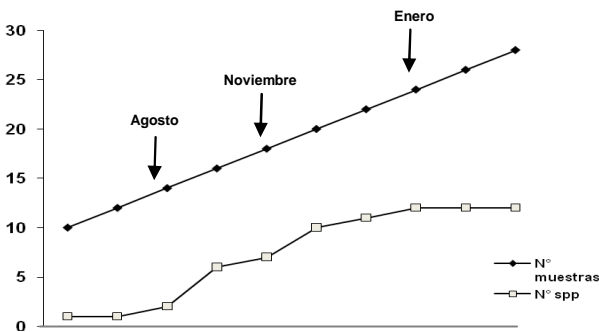


Figura 3. Curva de acumulación de especies en la pastura implantada.

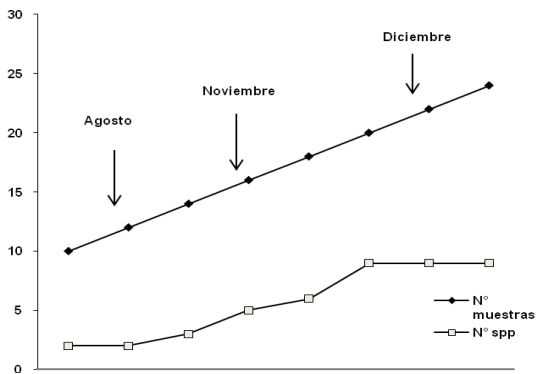


Figura 4. Curva de acumulación de especies el campo natural.

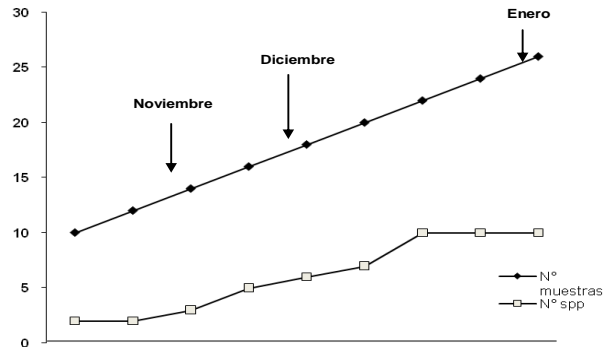


Figura 5. Curva de acumulación de especies en el cultivo de soja.

4. Diversidad de especies

Como puede observarse en la Tabla 2, la pastura implantada fue el sistema productivo con una mayor riqueza de especies (12), seguida por la soja (10) y por último el campo natural (9).

Tabla 2. Riqueza de especies identificadas en los sistemas productivos en estudio

PASTURA IMPLANTADA	CAMPO NATURAL	SOJA
<i>Solenopsis sp.</i>	<i>Solenopsis sp.</i>	<i>Solenopsis sp.</i>
<i>Pheidole sp.</i>	<i>Pheidole sp.</i>	<i>Pheidole sp.</i>
<i>Brachymyrmex physogaster</i>	<i>Brachymyrmex physogaster</i>	<i>Brachymyrmex sp.</i>
<i>Brachymyrmex sp.</i>	<i>Brachymyrmex sp.</i>	<i>A. ambiguus</i>
<i>Acromyrmex ambiguus</i>	<i>A. ambiguus</i>	<i>Dorymyrmex insanus</i>
<i>Dorymyrmex sp.</i>	<i>Dorymyrmex sp.</i>	<i>Dolychoderus spinosus</i>
<i>Camponotus sp.</i>	<i>Camponotus sp.</i>	<i>Camponotus sp.</i>
<i>Linepitema humile</i>	<i>Wasmania sp.</i>	<i>Linepitema sp.</i>
<i>Tetramorium sp.</i>	<i>Monomorium sp.</i>	<i>Forelius sp.</i>
<i>Azteca sp.</i>		<i>A. lundii</i>
<i>Tapinoma sp.</i>		
<i>Prenolepis sp.</i>		

La aplicación del Índice de Similaridad de Sørensen (ISS) para la comparación de los sistemas productivos permitió inferir que los mismos son altamente similares. Como se observa en Tabla 3, y teniendo en cuenta los componentes de la fórmula que intervienen en su cálculo, cuando se cotejó a las especies presentes en la pastura implantada vs. el campo natural y el cultivo de soja, se obtuvo una similaridad del 0,66 y 0,63 respectivamente. Esto estaría indicando que la pastura implantada (PI) comparte un 66 % de las especies con el campo natural (CN) y un 63% con el cultivo de soja (S). Como se observa en Tabla 2, la (PI) comparte con el (CN) 7 especies/morfoespecies y se diferencia por presentar este último las siguientes: *L. humile*, *Tetramorium sp.*, *Azteca sp.*, *Tapinoma sp.*, y *Prenolepis sp.* Mientras que en el (CN) se identificaron a los géneros *Wasmania* y *Monomorium* (únicamente en ese sistema productivo).

Cuando se comparó el (CN) con (S) la similaridad fue mayor (73%), dado que de las 9 especies que posee en total el CN, 6 fueron compartidas con la soja. En dicho cultivo *Dolychoderus spinosus*, *Forelius sp.* y *A. lundii* fueron halladas únicamente en ese sistema productivo (Tabla 2).

Tabla 3. Índices de Similaridad de Sørensen entre los sistemas productivos. ISS: Índice de Similaridad de Sørensen

Comparaciones de sistemas productivos	ISS
Pastura implantada vs. campo natural	0,666
Pastura implantada vs. soja	0,636
Campo natural vs. soja	0,736

En cuanto al estudio de la diversidad a través del Índice de Shannon (H'), que contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia), el sistema productivo con un mayor valor de " H " fue la soja, seguida por PI y por último por el CN con un valor 3 veces menor al primero (Tabla 4). Esto podría explicarse con el índice de abundancia " d ", a través del cual se puede visualizar mejor la proporción de la especie dominante (Tabla 4). El índice de dominancia de Berger (d) expresa el valor proporcional de la/las especies más importantes en relación al total de especies capturadas. En todos los sistemas productivos la especie dominante fue *Solenopsis sp.*, con valores de abundancia que llegan casi al 100% como en el campo natural (0,95) como se observa en Tabla 4. Esta especie invasora se caracteriza por desplazar a las otras especies, las que disminuyen sustancialmente su número. Por lo tanto, al disminuir la diversidad o riqueza de especies aumenta el número de una o unas pocas especies. Como puede observarse en la Fig. 6, en la PI, *Solenopsis sp.* fue la dominante, seguida por *Pheidole sp.* con 1/8 de individuos con respecto a la primera. En los otros sistemas como (CN) y (S) (Figs. 7 y 8) se destaca únicamente *Solenopsis sp.* y vestigios del resto de la especies. Ambos géneros pertenecen a la subfamilia Myrmicinae, considerada indicadora de ambientes disturbados (Fernández, 2003; Vittar, 2005). En Argentina son escasos los estudios referidos a la diversidad de los artrópodos tanto en ecosistemas naturales como en los agroecosistemas. Dicho grupo puede ser usado para el monitoreo de cambios ambientales debido a su abundancia, riqueza (especies) y fidelidad de hábitat (Cheli et al., 2010).

Tabla 4. Índice de diversidad de Shannon (H') y de abundancia de Berger Parker (d)

	H'	d (<i>Solenopsis sp.</i>)
Pastura implantada	0,715	0,794
Soja	0,90	0,731
Campo natural	0,230	0,957

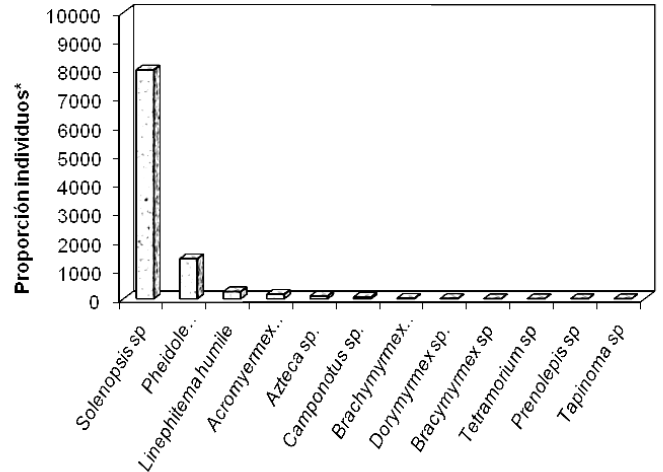


Figura 6. Abundancia relativa de las especies y morfoespecies de los Formicidos identificados en la pastura implantada. * ($\times 10^{-4}$)

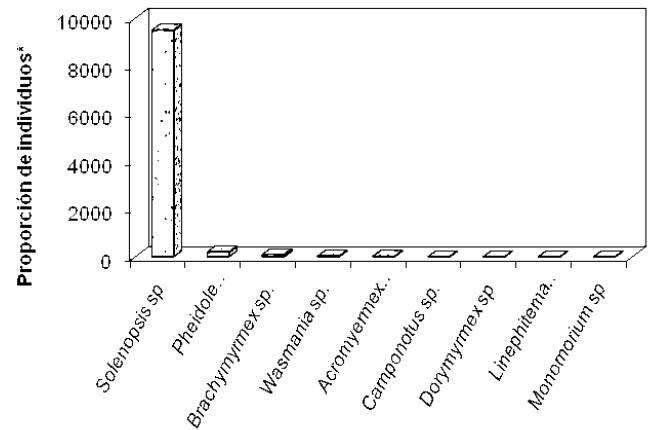


Figura 7. Abundancia relativa de las especies y morfoespecies de los Formicidos identificados en el campo natural. * ($\times 10^{-4}$)

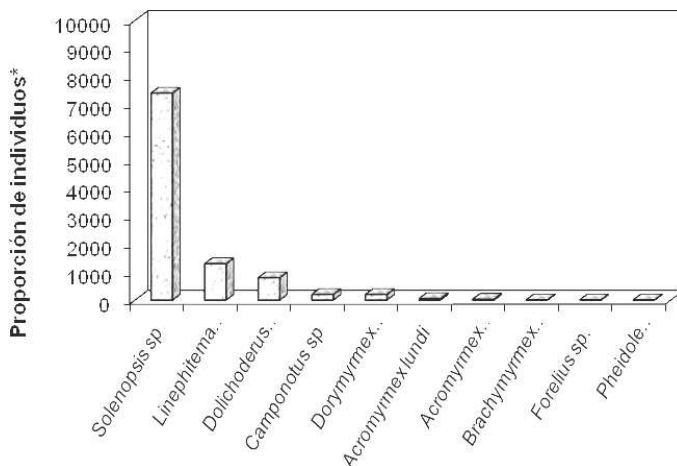


Figura 8. Abundancia relativa de las especies y morfoespecies de los Formicidos identificados en el cultivo de soja. * (x 10⁴)

Cheli et al. (2010), realizaron por primera vez un estudio intensivo sobre la diversidad de artrópodos de suelo de la Península Valdés, con la utilización de trampas Pitfall, de un total de 28.111 individuos capturados durante 2005 a 2007, encontraron que las hormigas son la comunidad dominante, siendo la más abundante de las especies *Pheidole bergi* Mayr.

Hasta el presente, no existen estudios en la Argentina sobre el efecto de las prácticas agrícolas sobre la diversidad de insectos ni de hormigas. Sólo han sido publicados estudios del efecto del fuego como agente de disturbio en la Patagonia Argentina. Sasal et al (2010) evaluaron el efecto del fuego sobre las comunidades de insectos y otros artrópodos. El fuego al eliminar las comunidades vegetales del lugar altera la cadena de alimentación como los herbívoros y predadores asociados a las mismas. Esto podría equipararse a los efectos que podría producir un vacuno en la actividad de pastoreo o la aplicación de un herbicida.

Estudios realizados en Esperanza, Santa Fe por Vittar (2005), en una comunidad de hormigas asociadas a un monte de algarrobo, determinó que la subfamilia Formicinae fue la más abundante (63%) e identificó 23 géneros y 74 especies, siendo *Paratrechina silvestrii* la dominante (52,14%). De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, si bien son ecosistemas totalmente distintos, la subfamilia dominante fue Myrmicinae con un 92,49% del total de individuos capturados, mientras que Formicinae sólo tuvo una representación del 1,20 %. Se identificaron 15 géneros y 17 especies/morfoespecies.

Al comparar los índices de diversidad en el monte de algarrobo se obtuvo un valor de H' de 2,22, en cambio en los sistemas productivos de la localidad de Saladillo el valor de H' osciló entre 0,90 y 0,23. A diferencia de los encontrado en Esperanza, en la localidad estudiada la especie dominante fue en todos los casos *Solenopsis* sp., cuya dominancia varió entre 95,7 a 73,1%.

La diferencia entre la riqueza y abundancia de especies entre el monte de algarrobo (ecosistema escasamente disturbado) y nuestros sistemas productivos (con

distinto grado y tipo de disturbio) podría deberse, en la pastura y en el campo natural, al pastoreo de vacunos que disminuyen la diversidad de especies vegetales y a los artrópodos asociados a las mismas. Según estudios realizados por Tadey & Farji-Brener (2007) el ganado produce un impacto directo al utilizar las plantas como alimento e indirecto sobre el ciclo de los nutrientes que podría afectar la riqueza y abundancia de especies en dichos sistemas, los cuales presentaron los menores valores de H'.

La predominancia de especies invasoras como *Solenopsis* sp en ambos sistemas (CN y PI), podría atribuirse a las fuentes de alimento que explotan en los mismos, ya que todas las especies invasoras son omnívoras (Fernández, 2003). Estudios realizados por Helms & Vinson (2008) enfatizan la importancia de los tejidos animales como fuente proteica en su dieta. Señalan además que obtienen energía a través de los carbohidratos provenientes del exudado de plantas y/o el melado producido por pulgones (Hemiptera: Aphididae), como así también de algunas semillas. Las especies invasoras además pueden producir daños en cultivos agrícolas y presumiblemente coleccionar el floema que fluye directamente de las plantas dañadas (Helms & Vinson, 2008), por ejemplo durante el forrajeo. Estos autores encontraron que existe entre la gramínea invasora *C. dactylon* y *S. invicta* una asociación positiva, dado que en los hábitats donde se encuentran ambas, se observaron las mayores tasas de crecimiento de las colonias de la hormiga invasora.

Con relación a estudios realizados sobre la asociación de *S. invicta* con otras especies de hormigas, Menzel & Nebeker (2008) encontraron una asociación positiva con *Monomorium minimum*, coexistiendo en ambientes abiertos. En coincidencia con el presente estudio, *Monomorium* sp. fue encontrada únicamente en el sistema CN donde *Solenopsis* sp. fue la especie con mayor dominancia. Se destaca además la presencia en CN de *W. auropunctata*, considerada una especie invasora a nivel mundial. La misma se caracteriza por la utilización oportunista de los alimentos y la reubicación rápida luego de una perturbación, esto facilita la colonización de ambientes perturbados (Passera, 1994; Wetterer & Porter, 2003; Lowe et al., 2000). *W. auropunctata* tiene una distribución casi pantropical, con elevadas infestaciones en zonas que sufren el efecto invernadero en zonas templadas, como en el norte de Canadá y Reino Unido (Showalter et al., 2010). El cultivo de soja fue el sistema productivo en el cual se registró una mayor riqueza de especies con un mayor H'. Esto podría atribuirse a una menor dominancia de *Solenopsis* sp (d). Al comparar este sistema con el CN, se observa que son los que evidenciaron un mayor ISS (0,736), es decir son los más similares. En dicho cultivo se marcaron con GPS a través de la observación directa 76 bocas activas de *A. ambiguus*, sin embargo ninguna de las técnicas de muestreo pudo relevar la abundancia real a campo de dicha especie. Si bien la utilización de atrayentes no proteicos mejoró la caída de hormigas cortadoras, no se logró mejorar la tasa de captura de las mismas, quedando en el ranking de especies en el quinto lugar. Esta problemática pone en duda la confiabilidad de los indicadores de diversidad y dominancia de amplia utilización en estudios de los ecosistemas.

Dentro de las causas que podrían haber ocasionado disturbio en el cultivo de soja, se encuentran los sucesivos años de agricultura con un uso intensivo de pesticidas, si bien se realizaron rotaciones, los últimos tres ciclos productivos correspondieron al monocultivo de soja, en el cual incidió además el efecto climático de La Niña, con sequías prolongadas.

La estandarización de la técnica de monitoreo, es de fundamental importancia al evaluar el comportamiento de una plaga y su impacto económico, cuando se pretende comparar distintas situaciones y adoptar estrategias de manejo. Los protocolos de captura propuestos por autores como Alonso & Agosti (2000) y Fernández (2003), según los resultados obtenidos en el presente estudio, son eficientes en la captura de especies invasoras, pero no en las hormigas cortadoras. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Culebra Mason et al. (2009) y Blondel et al. (2010).

Al comparar los tres sistemas y las causas posibles del disturbio ocasionado por la actividad del hombre, se podría afirmar que en el caso de la pastura implantada al realizar un pastoreo sistematizado respetando las rotaciones del ganado, sería la menos perturbada, esto explicaría la mayor riqueza de especies. Mientras que en el campo natural el uso intensivo del ganado afectó la composición de especies vegetales y las animales asociadas a ella, de allí la menor riqueza observada en la misma. En la soja, el uso intensivo de la tierra y de los agroquímicos en los sucesivos años de agricultura, afectó la composición de especies.

CONCLUSIONES

El presente trabajo constituye el primer aporte al conocimiento de la mirmecofauna de sistemas de producción intensiva de la provincia de Buenos Aires, evidenciando la necesidad de implementar nuevos estudios que permitan describir mejor la composición y estructura de la comunidad de hormigas.

La predominancia de la subfamilia Myrmicinae nos permite inferir que el agroecosistema estudiado en la localidad de Saladillo, se encuentra en un estado de disturbio moderadamente alto y un estrés moderado, ya que las mismas son consideradas indicadoras de ambientes con esas características.

La diversidad y riqueza podrían considerarse bajas, comparadas con los escasos índices de diversidad disponibles al presente, para este grupo de insectos. Es importante destacar la necesidad de mejorar las técnicas de captura de las hormigas cortadoras, dado que a través de los métodos probados, no se pudo determinar la abundancia de las especies sino únicamente presencia. Este aspecto debería tenerse en cuenta al analizar los índices de diversidad.

Los tres sistemas productivos estudiados tuvieron una elevada similitud, esto podría explicarse por la influencia que tienen, a nivel de microhábitat, las perturbaciones moderadas producidas por el pastoreo y la agricultura intensiva.

Las variaciones en la composición y estructura de la comunidad se debió probablemente, a cambios temporales en el acceso a los recursos y a las características ecológicas de las diferentes especies.

El diseño metodológico evaluado puede ser propuesto para muestreos que permitan describir la respuesta de la comunidad a los cambios ambientales, a través de la utilización de las hormigas como bioindicadores del estado de conservación de los sistemas productivos. Su implementación permitiría a futuro, realizar un seguimiento de las prácticas agronómicas en la recuperación de los agroecosistemas.

BIBLIOGRAFIA

- Alonso, L.E. & D. Agosti.** 2000. Biodiversity Studies, Monitoring and Ants: An Overview. En: Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Agosti D., Majer J. D., Alonso & T. R. Schultz, Eds. Smithsonian Institution Press Washington & London. pp. 1-8.
- Altieri, M.A.** 1983. Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa. Ed. Interamericana. pp 113-116.
- Blondel, D., C. Sgarbi, S. Culebra Mason & M. Ricci.** 2010. Evaluación de atrayentes alimentarios para la captura de hormigas cortadoras (Formicidae: Attini) en sistemas productivos de la localidad de Lincoln. Seminario-Taller "Hormigas cortadoras de hoja asociadas a los sistemas agroforestales". Fac. Cs. Agropecuarias. UNER. Oro Verde. Entre Ríos. 7-8 Julio 2010. pp 20-22.
- Borgmeier, T.** 1959. Revision der Gattung *Atta* Fabricius. *Studia Entomologica*. 2: 321-390.
- Brener, F.** 1992. Modificaciones al suelo realizada por hormigas cortadoras de hojas (Formicidae, Attini): Una revisión de sus efectos sobre la vegetación. *Ecología Austral* 2 pp: 87-94.
- Bucher, E. & V. Marchesini.** 2004. Herbivory by leaf-cutting ants: Nutrient balance between harvested and refuse material. *Biotropica*. 36(3) pp: 327-332.
- Carroll, C.R.** 1990. The interference between natural areas and agroecosystems. En: *Agroecology*. Carroll, C.; J. H. Vandermeer & P. M. Rosset. Eds. Mc Graw-Hill. New York. pp. 365-383.
- Cheli, G.H., J. C. Corley, O. Bruzzone, M. del Brío, F. Martínez, N. Martínez Román, & I. Ríos.** 2010. The ground-dwelling arthropod community of Península Valdés in Patagonia, Argentina. *Journal of Insect Science* 10 (50) pp:2-16.
- Culebra Mason, S, P. Catalano, C. Sgarbi, F. Verzero, D. Blondel, M. Ricci & A. Antonini.** 2009. Utilización de trampas Pitfall con distintos atrayentes alimentarios para el monitoreo de hormigas en sistemas pastoriles. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas* 35 pp:35-40.
- Dash, S.T. & L.M. Hooper-Bùi.** 2008. Species diversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Louisiana. *Annals of Entomological Society of America* 101(6) pp: 1056-1066.
- De Castro Moroni, M.S.** 2008. Comunicación Personal. Curso monitoreo de Formicidos. VII Congreso Argentino de Entomología.
- Fernández, F.** 2003. Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Fernández, F Ed. Bogotá, Colombia. 398 pp.

- Gonçalves, C.R.** 1961. O Genero *Acromyrmex* no Brasil (Hym. Formicidae). *Studia Entomologica*. 4(1-4) pp: 113-174.
- Helms, K.H. & S.B. Vinson.** 2008. Plant resources and colony growth in an invasive ant: The importance of honeydew-producing Hemiptera in carbohydrate transfer across trophic levels. *Environmental Entomology* 37(2) pp:487-493.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson.** 1990. *The Ants*. Ed. Harvard University Press. Cambridge. 732 pp.
- Kusnezov, N.** 1978. Hormigas argentinas. Clave para su identificación. Golbach, R. Ed. Fundación Miguel Lillo. Ministerio de Cultura y Educación (61) pp: 35-139.
- Lobry de Bruyn, L.A.** 1999. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74 pp: 425-441.
- Lowe, S., M. Browne & S. Boudjelas.** 2000. 100 of the world's worst invasive alien species. *Aliens* 12: S1-S12.
- Marasas, M.E.; S.J. Sarandón & A.C. Chidichimo.** 1997. Efecto de la labranza sobre la coleopterofauna edáfica en un cultivo de trigo en la Provincia de Buenos Aires (Argentina). *Ciencia del Suelo* 15 pp:59-63.
- Menzel T.O. & T.E. Nebeker.** 2008. Distribution of Hybrid imported Fire Ants (Hymenoptera: Formicidae) and some native ant species in relation to local environmental conditions and interspecific competition in Mississippi forests. *Annals of Entomological Society of America* 101(1) pp:119-127.
- Passera, L.** 1994. Characteristics of tramp species. En: *Exotic Ants: Biology, Impact, and Control of Introduced Species*. Williams D.F., Ed. Westview Press, Boulder, New York pp 23-43.
- Perfecto, I. & R. Snelling.** 1995. Biodiversity and the transformation of the tropical agroecosystem: ants in coffee plantations. *Ecological Applications* 5 pp: 1084-1097.
- Pimentel, D., U.D. Stachow, H. Takacs, A. Brubaker, H. Dumas, J. Meaney, D. O'Neill, D. Onsi & D. Corzilius.** 1992. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *BioScience* 42(5) pp: 354-362.
- Sarmiento, C.E.** 2003. Metodologías de captura y estudio de las hormigas. En: *Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Fernández, F. Ed. Bogotá, Colombia. pp. 201-209.
- Sasal, Y., E. Raffaele & A.G. Farji-Brener.** 2010. Succession of ground-dwelling beetle assemblages after fire in three habitat types in the Andean forest of NW Patagonia, Argentina. *Journal of Insect Science* 10(37) pp:1-17.
- Showalter, D., N.E.J. Troyer, M. Akl, E.B. Jang & M. S. Siderhurst.** 2010. Alkylpyrazines: alarm pheromone components of the little fire ant, *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera, Formicidae). *Insectes Sociaux* 57 pp:223-232.
- Tadey, M. & A.G. Farji-Brener.** 2007. Indirect effects of exotic grazers: livestock decreases the nutrient content of refuse dumps of leaf-cutting ants through vegetation impoverishment. *Journal of Applied Ecology* 27 pp: 1 - 10.
- Vittar, F.** 2005. Diversidad, distribución y estructura de la comunidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en el monte de algarrobos de la Reserva de la Escuela Granja de Esperanza, Santa Fe, Argentina. Tesis de Grado. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Humanidades y Ciencias. Licenciatura en Biodiversidad. 55 pp.
- Wetterer, J.K. & S.P. Porter.** 2003. The little fire ant, *Wasmannia auropunctata*: Distribution, impact and control. *Sociobiology* 41 pp: 1-41.
- Wilkinson, E.B. & D.H. Freener Jr.** 2010. Variation in resource size distribution around colonies changes ant-parasitoid interactions. *Insectes Sociaux* 38 pp:1-7.