

Comunicación breve

Diversidad y grupos funcionales de Formicidae (Insecta, Hymenoptera) de la reserva natural educativa Colonia Benítez (Provincia del Chaco, Argentina)

RECIBIDO: 15/05/10

ACEPTADO: 20/09/10

Gómez Lutz, M. C. • Godoy, M. C.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.
Universidad Nacional del Nordeste. Av. Libertad 5460.
CP: 3400. Corrientes, Argentina. TE: 03783-457950. Int. 402.
E-mail: mcgodoy@exa.unne.edu.ar

RESUMEN: Se analizó la diversidad y los grupos funcionales de Formicidae (Insecta, Hymenoptera) de la Reserva Natural Educativa Colonia Benítez (Provincia del Chaco). Los relevamientos se efectuaron en el "monte fuerte" (bosque subtropical xerófilo), en dos estaciones (verano e invierno), aplicando el protocolo estandarizado A.L.L. (Ants of the Leaf Litter Protocol) destinado al muestreo de hormigas del suelo y la hojarasca. Se detectaron 21 especies/morfoespecies, distribuidas en 6 subfamilias y 14 géneros. Se registraron por primera vez cuatro géneros y una especie para la Provincia del Chaco. Con respecto a la abundancia, se registraron 13 especies raras y 8 intermedias. La riqueza específica resultó similar en ambas épocas, pero varió el número de especies capturadas por unidad de muestreo, obteniéndose valores más altos en verano. Resultó más efectivo para este ambiente el muestreo de hojarasca, que las trampas de caída. Se registraron siete grupos funcionales, siendo el

mejor representado el de las Myrmicinae generalistas.

SUMMARY: *Diversity and functional groups of Formicidae (Insecta, Hymenoptera) from the Colonia Benitez Natural Educative Reserve (Chaco province, Argentina).*

Gómez Lutz, María Constanza and Godoy, María Celina. The diversity and functional groups of Formicidae (Insecta, Hymenoptera) from the Colonia Benitez Natural Educative Reserve (Chaco province, Argentina) were analyzed. The surveys were carried out in the "monte fuerte", a subtropical mesoxerophile forest, during two seasons (summer and winter), using the A.L.L. standardized protocol, for the sampling of litter and soil ants. Twenty-one species/morphospecies, from six subfamilies y 14 genera were collected. Four genera and one species were recorded for the first time from the Chaco province. Regarding to the abundance of the species, 13 of them were rare and 8 intermediate.

The specific richness was similar for both seasons, but differences were registered on the number of species captured by sampling unit, with higher values in summer. Litter sampling was more effective

for this habitat than pitfall traps. Seven functional groups were detected, being the generalized Myrmicinae the best represented.

Introducción

Las hormigas son insectos dominantes en ecosistemas terrestres de áreas tropicales y subtropicales. Sus comunidades forman mosaicos de especies dominantes y subdominantes, que influyen en la estructura y dinámica de los ecosistemas. Tales características hacen a las hormigas importantes componentes de la biodiversidad de insectos (1– 8).

Estos insectos muestran relaciones estrechas con el ambiente en que habitan, influyendo en la dinámica de los suelos. Participan en procesos de remoción de material, así como en la modificación de los niveles de carbono, nitrógeno y pH del suelo en sus sitios de nidificación, al transportar restos vegetales y animales al interior de sus construcciones. Por ello, el suelo en esas zonas pasa a constituir un mosaico con diferentes concentraciones de nutrientes (9- 12).

Además las hormigas son consideradas como buenos indicadores de alteraciones y fragmentaciones en ambientes terrestres, debido a que indican el grado de disturbio y de restauración de los ecosistemas (1, 13- 19).

En Argentina, la diversidad de comunidades de formicidos en ambientes naturales es conocida sólo de manera parcial, mencionándose a continuación algunos de los estudios existentes para la mirmecofauna de la Región Chaqueña. Específicamente para el Chaco Árido argentino, se destaca el análisis pionero de Bucher (20), que destaca la dominancia de Formicidae entre la

fauna del suelo y caracteriza los principales grupos de este ensamble. Se destacan además para esta región, los estudios acerca de *hormigas* del bosque subtropical seco, referidos a las relaciones entre hormigas neotrópicas (*Camponotus blandus*) que actuarían en la defensa del arbusto *Capparis retusa* ante la hormiga cortadora *Acromyrmex striatus* (21), y acerca de la falta de influencia de las defensas físicas y químicas de la vegetación de la zona sobre la dieta de estas hormigas cortadoras (22). Otras investigaciones se refieren a la tolerancia al estrés en especies de Dolichoderinae, originada por la competencia interespecífica (23, 24), a la influencia de las temperaturas sobre las comunidades de hormigas, estableciendo una relación entre la dominancia de las especies y su tolerancia térmica (25) y a las consecuencias de las alteraciones antrópicas sobre estas comunidades, detectando variaciones en la diversidad y abundancia de las especies y en los grupos funcionales a lo largo del gradiente de uso de la tierra, aunque las comunidades resultaron más similares de lo esperado entre los sitios con máxima y mínima alteración (26).

Se han analizado además las comunidades de hormigas del sotobosque y del estrato arbóreo en el Departamento Alberdi de la Provincia de Santiago del Estero, estableciendo que el segundo de estos hábitats muestra mayor diversidad y equidad de géneros (27). Los patrones de forrajeo espaciales y temporales de los ensambles

de hormigas han sido analizados en el norte de Paraguay, donde se manifestó escasa evidencia de competencia interespecífica y marcada influencia de la temperatura y otros procesos estocásticos en la explotación de cebos alimentarios (28).

Para la región Chaqueña Oriental, los datos previos referidos a comunidades de hormigas en ambientes naturales se refieren a relevamientos de hormigas llevados a cabo en el "monte fuerte" (bosque subtropical xerófilo) del Parque Nacional Pilcomayo (29, 30). Asimismo, dentro de los relevamientos de la entomofauna en ambientes naturales y parcialmente alterados de esta región se estableció la importancia de los ensamblajes de Formicidae en diversos ecosistemas chaqueños (31, 32).

Otros relevamientos han sido realizados en áreas que comprenden parcialmente a la región del Chaco Húmedo, tales como el Macrosistema Iberá, donde se reportan datos de 22 especies de hormigas asociadas a termiteros, que mantienen diversos tipos de relaciones con las termitas constructoras, como inquilinismo, predación y termitolestia (33). Para esa misma Reserva, se ha elaborado un completo inventario de más de 90 especies presentes en distintos ambientes del área, como sabanas, pastizales, bosques e islas (34). Asimismo, existen datos recientemente recopilados y actualizados sobre la mirmecofauna de la Provincia de Santa Fé y de las provincias mesopotámicas (35, 36).

Para la fauna de invertebrados, y especialmente de insectos, no se conocen estudios realizados dentro de la Reserva Educativa Colonia Benítez, por lo que los aportes presentados en este trabajo son las primeras contribuciones al conocimiento de las hormigas de la Reserva.

El objetivo de este trabajo fue el de analizar las comunidades de hormigas del área, realizando un inventario de la diversidad de este grupo de insectos y los grupos funcionales que representan.

Materiales y Métodos.

Área de estudio

La Reserva Educativa Colonia Benítez (10 ha.), dependiente de la Administración de Parques Nacionales, está situada en la Provincia del Chaco (Departamento San Fernando), aproximadamente a 20 km. de la ciudad de Resistencia. El clima es mesotermal húmedo, con escasas lluvias invernales, en tanto que la temperatura media anual es superior a los 18° C. El área pertenece, fitogeográficamente, al Distrito Oriental de la Provincia Chaqueña o Chaco Húmedo caracterizado por pajonales, embalsados, selvas de rivera y montes (37, 38).

Pese a sus reducidas dimensiones y a su ubicación en el sector más poblado de la provincia, la Reserva posee un alto valor biológico ya que conserva una isla testigo de la biodiversidad original del Chaco Húmedo (39). Si bien sus ecosistemas se hallan aparentemente poco alterados, la Reserva muestra señales de aislamiento por hallarse rodeada de ambientes dedicados mayormente a actividades agropecuarias. La flora ha sido exhaustivamente relevada por el Dr. Augusto Schulz pero, con respecto a la fauna, la escasa superficie impide el desarrollo de grandes poblaciones de vertebrados, siendo las aves el grupo mejor representado (40- 42).

El muestreo fue realizado en una de las unidades fisonómicas de la Reserva, el "monte fuerte" (43), un bosque subtropical mesoxerófilo que comprende árboles de quebracho colorado (*Schinopsis balan-*

sae) y blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), urunday (*Astronium balansae*) y algarrobo blanco (*Prosopis alba*), así como abundantes bromeliáceas y cactus como la tuna arbórea (*Opuntia shulzi*), situados en un suelo bajo y algo inundable cubierto casi totalmente por una abundante capa de hojarasca (Fig. 1) (39, 44).

Técnicas de muestreo

En la Tabla 1 se indican las fechas de los relevamientos efectuados en las estaciones fría y cálida, así como los datos referidos a temperatura y precipitaciones mensuales. Se realizó una transecta o banda de muestreo por estación.

La diversidad de Formicidae se analizó mediante la aplicación del protocolo estandarizado A.L.L. (por su sigla en inglés "Ants of the Leaf Litter") (45, 46), destinado al muestreo de hormigas que habitan el suelo y la hojarasca. Esta metodología consistió en el trazado de dos bandas de muestreo de 200 m de longitud x 1 m de ancho, donde a intervalos de 10 m se extrajeron 20 muestras de hojarasca de 1 m² de superficie, las cuales se

Figura 1: Área de muestreo en el "monte fuerte" en la Reserva Educativa Colonia Benítez (Pcia. del Chaco).



procesaron a campo utilizando un tamiz, a fin de descartar los restos vegetales de mayor tamaño. En bolsas herméticas, el material tamizado fue trasladado al laboratorio donde se dispusieron las muestras en aparatos mini- Winkler durante 48 hs. El material biológico fue colectado en frascos con alcohol 70% colocados en cada aparato.

Tabla 1: Fechas de los muestreos realizados en las estaciones fría y cálida y condiciones climáticas. Fuente: EEA Colonia Benítez y Las Breñas INTA (Provincia del Chaco).

Estación	Fecha	T (mín - máx)	PM	Observaciones
Fría	27 al 29/08/09	13,4°C- 35,0°C	56,6 m.m	Intensa sequía desde el año 2008, con precipitaciones marcadamente menores a los registros históricos.
Cálida	20 al 22/12/09	22,0°C- 32,6 °C	89,4 mm	Precipitaciones extraordinarias en noviembre (más de 650 mm.).

Además, se colocaron trampas de caída consistentes en recipientes plásticos de 250 ml. conteniendo agua con algunas gotas de detergente y trozos de un embutido a base de cerdo (salchicha) como cebos. Se colo-

caron 20 trampas por transecta, las que fueron levantadas y trasladadas al laboratorio al cabo de 48 hs. para su revisión. Las hormigas recolectadas se depositaron en frascos etiquetados conteniendo alcohol 70%,

para su fijación y conservación. Se han recolectado en total 80 muestras entre las dos transectas, 40 de ellas con el método de recolección de muestras de hojarasca y las restantes muestras con trampas de caída.

El muestreo se complementó con el registro al azar de trozos de madera muerta caída y de nidos de hormigas detectados a lo largo de las bandas de muestreo. Estos datos fueron analizados cualitativamente, como un complemento de las transectas, pero no fueron incluidos en los análisis estadísticos.

Posteriormente, las hormigas se separaron a nivel de morfoespecies y fueron identificadas a nivel genérico o específico, según resultó posible de acuerdo a la bibliografía y material de comparación disponible (10, 47-51). Se utilizó la nomenclatura más aceptada para este grupo taxonómico (52, 53).

Con los datos obtenidos se elaboraron listas de especies y se las clasificó de acuerdo a los grupos ecológicos o funcionales establecidos para hormigas por Bestelmeyer y Wiens (26), Andersen (15) y Brown (54), en base a diferencias en el uso del hábitat, modo de forrajeo, actividad y dominancia: Dolichoderinae dominantes (DD), Camponitini subordinadas (SC), especialistas de climas cálidos/fríos/tropicales (TCS), especies crípticas (C), oportunistas (O), Myrmicinae generalistas (GM), predatoras especializadas (SP) y Attini (A). Para la asignación de grupos funcionales, se siguió el criterio de ubicar cada género completo en un grupo funcional (13, 26, 55, 56). En el caso de los dos géneros más diversos hallados (*Pheidole* y *Solenopsis*), cuyas especies integran dos o más grupos, se asignó el grupo funcional más frecuente (26, 57).

Fueron determinados los patrones de ocurrencia y dominancia, así como las categorías de abundancia de las especies pre-

sentas, de acuerdo a la propuesta formulada para isópteros por Florencio y Diehl (58). Para los patrones de ocurrencia (PO), las especies fueron categorizadas en: rara (presente en el 1-10 % de las muestras), esporádica (presente en el 11-40 % de las muestras), común (presente en el 41-70 % de las muestras), frecuente (presente en el 71-99 % de las muestras) y constante (presente en el 100 % de las muestras). Se aplicó la siguiente fórmula:

$$PO = \frac{\text{Número de muestras en que fue encontrada la especie} \times 100}{\text{Número total de muestras evaluadas}}$$

Para los patrones de dominancia (PD) se clasificaron las especies en: rara (1- 10% del total de hallazgos), accesoria (11- 49% del total de encuentros) y dominante (50-100% del total de encuentros), de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$PD = \frac{\text{Número de hallazgos de cada especie} \times 100}{\text{Número total de hallazgos}}$$

La combinación de ambos patrones fue utilizada como un indicador de la abundancia de cada especie, asignándose las siguientes categorías: común (aquella constante y dominante), intermedia (aquella rara, esporádica, común o frecuente y accesoria; así como la esporádica, común, frecuente o constante y rara) y rara (aquella con categoría de rara en ocurrencia y dominancia).

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron determinando diversidad α , mediante riqueza específica S (expresado como el número de especies presentes), índice de Shannon-Wiener (expresado como H)

y estimadores no paramétricos. El índice de Shannon fue calculado con el software PAST (59) teniendo en cuenta el número de ocurrencias de cada especie y no el número total de individuos, tal como se realiza generalmente para insectos sociales (29). Sus valores fueron comparados entre sí utilizando la prueba de Hutchinson (60). Para el cómputo de los estimadores Chao2, Jackknife 1 y 2 y Bootstrap se utilizó el programa Estimates 7.5 (61). La normalidad de los datos fue verificada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y las diferencias entre épocas de muestreo y técnicas de muestreo (en cuanto al número medio de especies por unidad de muestreo) fueron analizadas mediante una prueba t para datos pareados. Para estos análisis se utilizó el programa STATISTICA (62). Todas las pruebas se realizaron con una significancia de $\alpha = 0,05$.

Resultados y Discusión

En el "monte fuerte" de la Reserva Educativa Colonia Benítez fueron detectadas 21 especies/ morfoespecies de hormigas pertenecientes a seis subfamilias y a 14 géneros, cuyo listado se presenta en la Tabla 2. El área de muestreo correspondió a una superficie de 200 m², distribuidos en dos transectas.

Si bien para la Provincia del Chaco se conocen citas previas de algunos de los géneros detectados en este trabajo, como ser *Acromyrmex*, *Atta*, *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Ectatomma*, *Odontomachus*, *Pachycondyla*, *Pheidole* y *Solenopsis*, los registros de los géneros *Acanthoponera*, *Discothyrea*, *Gnamptogenys* y *Strumigenys* son novedosos para la Provincia, así como el de la especie *O. haematodes* (63).

Entre los grupos taxonómicos de Formicidae hallados en la Reserva, la subfamilia Myrmicinae resultó la de mayor riqueza específica (S= 11), con el 53% de las espe-

Tabla 2: Grupos taxonómicos de Formicidae presentes en la Reserva Educativa Colonia Benítez.

Referencias: C: crípticas, GM: Myrmicinae generalistas, O: oportunistas, SC: camponitini subordinadas, P: predadoras especialistas, TCS: especialistas de climas cálidos/ fríos o tropicales.

Subfamilia	Tribu	Género	Especie/ morfoespecie	Grupos Funcionales
Formicinae	Plagiolepidini	<i>Brachymyrmex</i>	<i>Brachymyrmex</i> sp.	C
			<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus</i> sp.1
	<i>Camponotus</i> sp.2	SC		
Myrmicinae	Crematogastrini	<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster</i> sp. 1	GM
			<i>Crematogaster</i> sp. 2	GM
	Attini	<i>Atta</i>	<i>Atta</i> sp.	A
			<i>Acromyrmex</i>	<i>Acromyrmex</i> sp.
	Pheidolini	<i>Pheidole</i>	<i>Pheidole</i> sp.1	GM
			<i>Pheidole</i> sp.2	GM
			<i>Pheidole</i> sp.3	GM
	Solenopsidini	<i>Solenopsis</i>	<i>Solenopsis</i> sp.1	TCS
			<i>Solenopsis</i> sp.2	TCS
			<i>Solenopsis</i> sp.3	TCS
Dacetini	<i>Strumigenys</i>	<i>Strumigenys</i> sp.	C	

Ponerinae	Ponerini	<i>Pachycondyla</i>	<i>Pachycondyla</i> sp. 1	P
			<i>Pachycondyla</i> sp. 2	P
		<i>Odontomachus</i>	<i>Odontomachus</i>	P
			<i>haematodes</i>	
Ectatomminae	Ectatommini	<i>Ectatomma</i>	<i>Ectatomma</i> sp.	O
		<i>Gnamptogenys</i>	<i>Gnamptogenys</i> sp.	O
Heteroponerinae	Heteroponerini	<i>Acanthoponera</i>	<i>Acanthoponera</i> sp.	O
Proceratiinae	Proceratiini	<i>Discothyrea</i>	<i>Discothyrea</i> sp.	C

cies, seguida por Ponerinae y Formicinae (S= 3), ambas con igual número de especies. Los géneros *Pheidole* y *Solenopsis*, con tres especies cada uno, resultaron los más ricos, en tanto que *Camponotus*, *Crematogaster* y *Pachycondyla* registraron dos especies cada uno (Tabla 2). El género *Pheidole* es no sólo hiperdiverso, sino también uno de los géneros dominantes en cuanto al número de individuos, colonias y biomasa en ensamblajes neotropicales (64).

Considerando el total de hallazgos (Fig. 2), también se observó un predominio de Myrmicinae, que fue la subfamilia más frecuentemente detectada con un 66 % del total de muestras recolectadas. Por su parte, registraron menores porcentajes las subfamilias Formicinae (18%) y Ectatomminae (11,8%).

Con respecto a otros estudios de comunidades de hormigas realizados en la región del Chaco Húmedo, se observan similitudes entre los resultados de este estudio y los realizados en el "monte fuerte" del Parque Pilcomayo (29, 30), donde se incluyen entre los géneros dominantes a *Pheidole* y *Solenopsis*. Se registran otros nueve géneros que también integran la mirmecofauna de Colonia Benítez.

Al comparar la fauna de hormigas aquí reportada con la analizada en el Chaco Seco por Bestelmeyer y Wiens (26), se evidencia la presencia de doce géneros comunes a ambas regiones, con las excepciones de *Strumigenys* y *Discothyrea*. Pueden establecerse otras semejanzas entre ambas comunidades, como la dominancia de los géneros *Solenopsis* y *Brachymyrmex* en

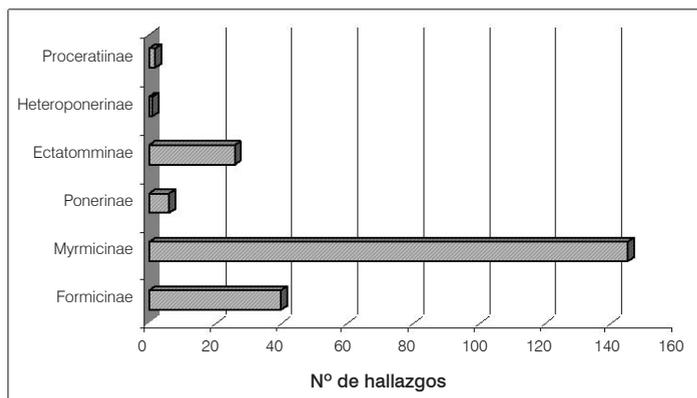


Figura 2: Abundancia relativa de los grupos taxonómicos de la comunidad de hormigas de Colonia Benítez.

ambientes cerrados del Chaco árido y en Colonia Benítez, y las apariciones esporádicas de la especie *O. chelifer* y de las Attini. Si bien los géneros *Pheidole* y *Camponotus* y las Ectatommini no se incluyen en el grupo de especies dominantes en el Chaco occidental, se hallan frecuentemente presentes en esos ambientes, al igual que en Colonia Benítez.

También se evidencian similitudes entre la comunidad de Formicidae analizada en quebrachales de Paraguay (28), con la de Colonia Benítez, ya que siete de los diez géneros detectados mediante cebos se hallan presentes en esta Reserva. Entre ellos, *Brachymyrmex* spp. y *Pheidole* spp. son considerados como especies "extirpadoras" no adaptadas al calor extremo, cuyas actividades en esos ensambles se ven fuertemente influenciadas por las temperaturas. Sin embargo, una de las principales diferencias entre ambas faunas es la ausencia del género termófilo *Forelius* en Colonia Benítez.

La composición de la mirmecofauna en la Reserva Colonia Benítez mostró asimismo similitud con la de las cuatro provincias mesopotámicas consideradas por Vittar (35), en lo que se refiere a la mayor riqueza de las subfamilias Myrmicinae y Formicinae. En Colonia Benítez, el segundo lugar de acuerdo al número de especies, es ocupado por Formicinae y Ponerinae. El mencionado autor destaca la notable riqueza y diversidad faunística de la ecorregión Chaco Húmedo por su gran variedad de ambientes, y en especial la fauna de hormigas, por su importancia en las redes tróficas regionales.

La comunidad de hormigas de Colonia Benítez presentó 10 géneros comunes con la fauna de hormigas de la Provincia de Santa

Fé, que comprende en gran parte de su superficie la ecorregión del Chaco Húmedo. Asimismo, en ambos estudios se registra un predominio de la subfamilia Myrmicinae y destacan por su mayor riqueza específica los géneros *Pheidole* y *Solenopsis* (36).

También se evidencian similitudes al comparar la fauna de esta Reserva con la del Macrosistema Iberá, donde se mencionan siete de los géneros hallados en Colonia Benítez como asociados a termiteros (33). Al igual que en Colonia Benítez, para este humedal se cita al género *Pheidole* como el más diverso entre los 30 géneros de hormigas detectados, principalmente en sabanas y bosques, tanto en el suelo como en la hojarasca. Particularmente en el bosque, las especies dominantes fueron también Myrmicinae generalizadas de los géneros *Pheidole* y *Solenopsis* (34).

Con respecto al análisis de los muestreos realizados, los números de especies por método de muestreo (hojarasca o trampa de caída) y totales, observados y esperados, a través de los estimadores Chao 2, Jackknife de 1º y 2º orden y Bootstrap, se presentan en la Tabla 3. A partir de las curvas de acumulación de especies, calculadas para ambos métodos en conjunto (Fig. 3), se verificó que el éxito de captura alcanzado resultó superior al 87,5%.

La diversidad medida con el Índice de Shannon- Wiener mostró valores similares entre ambos métodos de muestreo. Así, en trampas de caída, los valores fueron de $H=1,038$, mientras que para hojarasca fue de $H=1,032$, no registrándose diferencias significativas entre ambos ($t=22,242$; g.l.=154; $p<0,01$). En cambio, al comparar la diversidad entre estaciones, se verificó que los valores resultaron mayores en verano ($H=1,061$) que en invierno ($H=0,965$),

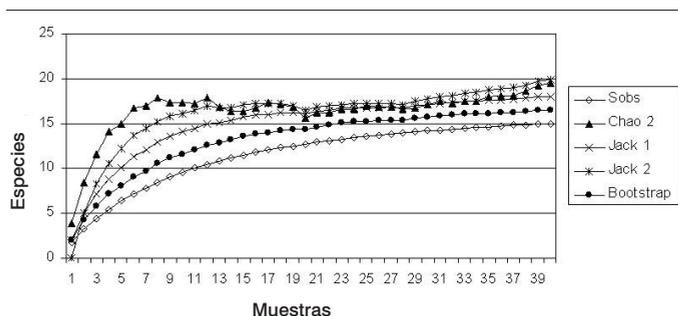


Figura 3: Curvas de acumulación de especies para el total de las muestras (trampas de caída y hojarasca) analizadas.

Tabla 3: Número de especies por método de muestreo (hojarasca o trampas de caída) y totales, observados y esperados, a través de los estimadores Chao 2, Jackknife de 1º y 2º orden y Bootstrap. Referencias: C1: trampas de caída de la estación fría, C2: trampas de caída de la estación cálida, H1: muestras de hojarasca de la estación fría, H2: muestras de hojarasca de la estación cálida.

	Nro. muestras	Especies observadas	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap
C 1	20	12	13	15	13	14
C 2	20	12	15	16	17	14
H 1	20	11	29	17	21	13
H 2	20	14	22	18	21	16
Trampas de Caída total	40	15	19	18	20	17
Hojarasca total	40	16	21	19	21	17
TOTAL	80	21	23	24	24	23

siendo estas diferencias significativas ($t=1,749$; $g.l.=160$; $p=0,084$).

La distribución de los datos obtenidos, en cuanto al número de especies capturadas por unidad de muestreo (trampa de caída u hojarasca), mostraron un buen ajuste a la distribución normal (Kolmogorov-Smirnov $d=0,0637267$, $p=n.s.$).

La presencia- ausencia de las especies de hormigas detectadas varió según las épocas de muestreo y los métodos de captura, así como también varió su abundancia relativa (número de muestras en que se hallaron presentes en cada caso) (Fig. 4, Tabla 4). Así, sólo cinco especies se hallaron presentes en las dos estaciones y en

ambos métodos de muestreo (*Brachymyrmex* sp., *Crematogaster* sp. 2, *Pheidole* sp. 1, *Solenopsis* sp. 1 y *Solenopsis* sp. 2).

Al comparar las dos técnicas de muestreo utilizadas se pudieron apreciar diferencias significativas entre ambas ($t=5,686$; $g.l.=39$; $p<0,01$), siendo el muestreo de hojarasca más efectivo (3,7 especies por unidad de muestreo, contra 1,77 especies registradas en trampas de caída). En estos resultados pudo haber influido el hecho de que algunos cebos fueron retirados antes de las 48 hs., presumiblemente por animales silvestres, disminuyendo el tiempo de atracción hacia las hormigas.

Figura 4: Presencia y abundancia relativa de especies de Formicidae, en las distintas épocas del año y métodos de muestreo utilizados. Referencias: C1: trampas de caída de la estación fría, C2: trampas de caída de la estación cálida, H1: muestras de hojarasca de la estación fría, H2: muestras de hojarasca de la estación cálida.

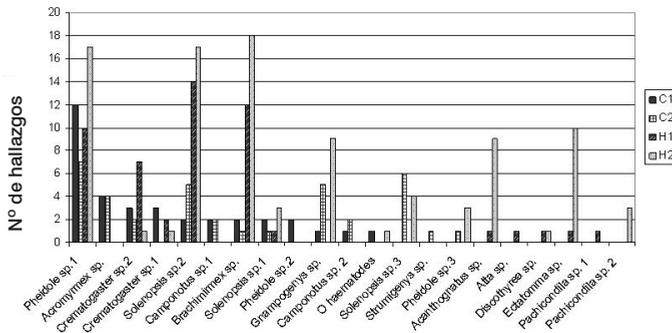


Tabla 4: Presencia- ausencia y abundancia relativa de las especies/ morfoespecies de hormigas detectadas. Referencias: C1: trampas de caída de la estación fría, C2: trampas de caída de la estación cálida, H1: muestras de hojarasca de la estación fría, H2: muestras de hojarasca de la estación cálida.

Especie/ morfoespecie	C1	C2	H1	H2	Total
<i>Brachymyrmex</i> sp.	2	1	12	18	33
<i>Camponotus</i> sp.1	2	2	0	0	4
<i>Camponotus</i> sp.2	1	2	0	0	3
<i>Crematogaster</i> sp. 1	3	0	2	1	6
<i>Crematogaster</i> sp. 2	3	2	7	1	13
<i>Atta</i> sp.	0	0	1	0	1
<i>Acromyrmex</i> sp.	4	4	0	0	8
<i>Pheidole</i> sp.1	12	7	10	17	46
<i>Pheidole</i> sp.2	2	0	0	0	2
<i>Pheidole</i> sp.3	0	1	0	3	4
<i>Solenopsis</i> sp.1	2	1	1	3	7
<i>Solenopsis</i> sp.2	2	5	14	17	38
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	6	0	4	10
<i>Strumigenys</i> sp.	0	0	1	9	10
<i>Pachycondyla</i> sp. 1	0	0	1	0	1
<i>Pachycondyla</i> sp. 2	0	0	0	3	3
<i>O. haematodes</i>	1	0	0	1	2
<i>Ectatomma</i> sp.	0	0	1	10	11
<i>Gnamptogenys</i> sp.	1	5	0	9	15
<i>Acanthoponera</i> sp.	0	1	0	0	1
<i>Discothyrea</i> sp.	0	0	1	1	2
Total	35	37	51	97	220

La riqueza específica (S) de la comunidad de hormigas resultó similar entre las épocas cálida y fría, ya que varió entre 17 especies (estación fría) y 18 especies (estación cálida). Sin embargo, se registraron diferencias significativas en cuanto al número de especies capturadas por unidad de muestreo (trampas de caída u hojarasca) ($t = 3,363$; $g.l. = 39$; $p < 0,01$), obteniéndose valores más altos en verano (3,35) que en invierno (2,12).

La mayoría de las especies (14 de ellas) se detectaron en ambas épocas, pero algunas estuvieron representadas en el muestreo en una sola estación. Así, cuatro de las especies se hallaron sólo en verano (*Pheidole* sp. 3, *Solenopsis* sp. 3, *Pachycondyla* sp. 2, *Acanthoponera* sp.), en tanto que tres de ellas fueron registradas sólo en invierno (*Atta* sp., *Pheidole* sp.2, *Pachycondyla* sp. 1). En este último caso, dada la baja abundancia relativa de las tres especies, es de suponer que pudieron haber estado presentes en la comunidad también en la estación cálida, pero no haber sido detectadas en el muestreo.

En relación a los muestreos complementarios realizados, como ser revisión de trozos de maderas, nidos de hormigas y recolección manual de ejemplares, se han detectado especies también presentes en las bandas de muestreo, como ser *Camponotus* sp.1, *Camponotus* sp.2, *Crematogaster* sp.1, *Crematogaster* sp.2 y *Pheidole* sp. 1. Por lo tanto, consideramos que en este caso tales muestreos no han representado un aporte para el conocimiento de la diversidad de la fauna de hormigas y la necesidad de su realización debería ser evaluada en estudios futuros.

Entre los principales factores climáticos que pudieron haber influido en las dife-

rencias observadas, entre ambos relevamientos, en la comunidad de hormigas se hallan la temperatura y las precipitaciones. Probablemente ambas variables influyen, de manera conjunta, en las variaciones de la comunidad de hormigas. Algunas variaciones han sido observadas previamente en comunidades de hormigas del Chaco argentino, donde en algunos casos la riqueza específica de Formicidae resultó menor en épocas de sequía (26), en tanto que en otros casos resultó mayor en inviernos secos (65).

En la Reserva Colonia Benítez se hallaron representados siete grupos funcionales de hormigas (Tabla 2). El grupo mejor representado fue el de las Myrmicinae generalistas (GM) con cinco especies, seguido por los de las especialistas climáticas (TCS), predadoras especialistas (P), oportunistas (O) y especies crípticas (C), con tres especies cada uno. En menor medida se registraron Camponitini subordinadas (SC) y Attini (A). La mayor proporción de Myrmicinae generalistas ha sido observada previamente en ensambles del Chaco seco con diferentes niveles de alteración antrópica, donde al parecer este grupo no es afectado por el uso de la tierra (26), y en pastizales y sabanas de la Reserva Iberá (34). Es de destacar la presencia en Colonia Benítez, tanto de especies crípticas como de predadoras, consideradas sensibles a alteraciones ambientales, en ecosistemas tropicales y subtropicales (26, 66, 67), lo cual puede considerarse indicativo del buen estado de conservación de los ambientes de la Reserva.

Con respecto a los patrones de ocurrencia y dominancia observados para las distintas especies de Formicidae (Tabla 5), se asignó la categoría de abundancia intermedia a ocho de las especies presentes en el

Tabla 5: Patrones de ocurrencia y dominancia y categorías de abundancia de las especies de hormigas de la Reserva Colonia Benítez. Referencias: A: accesoria, C: común, E: esporádica, I: intermedia, R: rara.

Especie/ morfoespecie	P. ocurrencia	P. dominancia	Abundancia
<i>Brachymyrmex</i> sp.	41,25 C	15,0 A	I
<i>Camponotus</i> sp.1	5 R	1,8 R	R
<i>Camponotus</i> sp.2	3,75 R	1,4 R	R
<i>Crematogaster</i> sp. 1	7,5 R	2,7 R	R
<i>Crematogaster</i> sp. 2	16,25 E	5,9 R	I
<i>Atta</i> sp.	1,25 R	0,5 R	R
<i>Acromyrmex</i> sp.	10 R	3,6 R	R
<i>Pheidole</i> sp.1	57,5 C	20,9 A	I
<i>Pheidole</i> sp.2	2,5 R	0,9 R	R
<i>Pheidole</i> sp.3	5 R	1,8 R	R
<i>Solenopsis</i> sp.1	8,75 R	3,2 R	R
<i>Solenopsis</i> sp.2	47,5 C	17,3 A	I
<i>Solenopsis</i> sp.3	12,5 E	4,5 R	I
<i>Strumigenys</i> sp.	12,5 E	4,5 R	I
<i>Pachycondyla</i> sp. 1	1,25 R	0,5 R	R
<i>Pachycondyla</i> sp. 2	3,75 R	1,4 R	R
<i>O. haematodes</i>	2,5 R	0,9 R	R
<i>Ectatomma</i> sp.	13,75 E	5,0 R	I
<i>Gnamptogenys</i> sp.	18,75 E	6,8 R	I
<i>Acanthoponera</i> sp.	1,25 R	0,5 R	R
<i>Discothyrea</i> sp.	2,5 R	0,9 R	R

ensamble. Las restantes fueron categorizadas como especies raras, en tanto que no se detectaron especies comunes.

La diversidad taxonómica y funcional del ensamble de hormigas de la Reserva Colonia Benítez permite verificar el valor biológico de esta área protegida que a pesar de su reducido tamaño, contiene una muestra representativa de la mirmecofauna regional, albergando un 35,9 % del total de géneros detectados en el Parque Nacional Pilcomayo (29, 30). Dado que incluso pequeños fragmentos de bosques o áreas altamente degradadas actúan como importantes áreas de conservación de pequeños artrópodos,

proveyendo hábitats adecuados para sostener sus poblaciones y colaborando en su dispersión, puede considerarse que esta Reserva, cuyos ecosistemas muestran un buen estado general, cumple un importante rol en el mantenimiento y conservación de estas comunidades de insectos (68).

Agradecimientos.

A la Administración de Parques Nacionales, por permitirnos trabajar en la Reserva y al Guardaparque Andrés Lanfiutti por su excelente predisposición y apoyo. A E.R. Laffont, J.M. Coronel y A. Vega por su colaboración en los trabajos de campo. Tra-

bajo financiado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE.

Bibliografía

1. Majer, J. 1983. Ants: bio-indicators of mine-site rehabilitation, land use and land conservation. *Envi. Manag.* **7**, 4 : 375-383.
2. Chamorro, C. y L. Soto. 1986. Cambios en la comunidad mirmecofaunística en suelos del Vichada afectados por las quemadas. *Act. Biol. Col.* **1**, 3: 11- 23.
3. Brown, K. Jr. 1989. The conservation of neotropical environments. Insects as indicators, p. 354- 404. En: N.M. Collins y J. A. Thomas, eds., "The conservation of insects and their habitats". 15th Simposium of Royal Entomological Society of London. Academic Press (London).
4. Verhaagh, M. 1990. The Formicidae of the rain forest in Panguana, Peru: the most diverse local ant fauna ever recorded, p. 217-218. En: Veeresh, G. K., Malik, B. y Viraktamath, C. A. (eds) "Social Insects and the Environment". Oxford y IBH (Delhi).
5. Verhaagh, M. 1991. Clearing a tropical rain forest – effects on the ant fauna, p. 59– 68. En: W. Erdelen, N. Ishwaran y P. Müller, Eds., "Tropical Ecosystems: Systems Characteristics, Utilization Patterns, and Conservation Issues", Margraf Scientific Books (Weikersheim).
6. Davidson, D.J. y L. Patrell- Kim. 1996. Tropical arboreal ants: why so abundant?, p. 127- 140. En: "Neotropical Biodiversity and Conservation". Publication N° 1. Mildred E. Mathias Botanical Garden, University of California (Los Angeles).
7. Fernández, F.; E.E. Palacio; W.P. Mackay y E. Mackay. 1996. Introducción al estudio de la hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia, p. 349- 412. En: G. Andrade, G. Amat y F. Fernandez, eds., "Insectos de Colombia. Estudios Escogidos". Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Bogotá).
8. Dejean, A.; B. Corbara; F. Fernández y J.H. Delabie. 2003. Mosaicos de hormigas arbóreas en bosques y plantaciones tropicales, p. 149-158. En: Fernández, F., "Introducción a las hormigas de la región neotropical". Instituto Humboldt (Bogotá).
9. Haines, B.L. 1978. Element and energy flows through colonies of the leaf-cutting ant *Atta colombica* in Panama. *Biotropica* **10**:270–277.
10. Hölldobler, B. y E.O. Wilson. 1990. "The Ants". Belknap Press/ Harvard University Press (Cambridge). 732 p.
11. Farji- Brener, A.G. 1992. Posibles vías de expansión de la hormiga cortadora de hojas *Acromyrmex lobicornis* hacia la Patagonia. *Ecol. Austral* **4**, 2: 144-150.
12. Gunadi, B. y H.A. Verhoef. 1993. The flow of nutrients in a *Pinus merkusii* forest plantation in Central Java: the contribution of soil animals. *Eur. J. Soil Biol.* **29**:133-139.
13. Andersen, A.N. 1991. Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of tropical Australia. *Biotropica* **23**: 575- 585.
14. Andersen, A.N. 1993. Ants as Indicators of Restoration Success at a Uranium Mine in Tropical Australia. *Restor. Ecol.* **5**, 2:156- 167.
15. Andersen, A.N. 2000. Global Ecology of Rainforest Ants, p. 25 -34. En: Agosti, D.; J.D. Majer; L.E. Alonso y T. Schultz (eds.) "Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity". Biological Diversity Book Series. Smithsonian Institution Press (Washington).
16. De Souza, O.F. y V.K. Brown. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *J. Trop. Ecol.* **10**: 197- 206.
17. Lobry de Bruyn, L. 1999. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agric. Ecosyst. Environ.* **74**: 425- 411.
18. Andersen, A.N.; B.D. Hoffmann y J. Somes. 2003. Ants as indicators of minesite restoration: community recovery at one of eight rehabilitation

- sites in central Queensland. *Ecol. Manage. Restor.* **4**:12– 19.
- 19.** Andersen, A.N. y J.D. Majer. 2004. Ants show the way down under: invertebrates as bioindicators in land management. *Front. Ecol. Environ.* **2**: 291– 298.
- 20.** Bucher, E.H. 1974. Observaciones Ecológicas sobre los Artrópodos del Bosque Chaqueño de Tucumán. *Rev. Fac. Ci. Ex. Fis. Nat. Córdoba (Nueva Serie) Biología* **1**: 35 - 122.
- 21.** Farji- Brener, A.G.; P. Folgarait y J. Protomastro. 1992. Asociación entre el arbusto *Capparis retusa* (Capparidaceae) y la hormiga neotrópica *Camponotus blandus* (Hymenoptera: Formicidae): Evidencias de protección contra la hormiga cortadora *Acromyrmex striatus* (Hymenoptera: Formicidae). *Rev. Biol. Trop.* **40**: 341-344.
- 22.** Folgarait, P.J.; A.G. Farji Brener y J. Protomastro. 1994. Influence of biotic, chemical and mechanical plant defenses on the foraging pattern of the leaf-cutter ant *Acromyrmex striatus* in a subtropical forest. *Ecol. Austral* **4**:11-17.
- 23.** Bestelmeyer, B.T. 1994. Land use and the organization of ant communities in the Chaco of northern Argentina. MS thesis, Colorado State University. 90 pp.
- 24.** Bestelmeyer, B.T. 1997. Stress tolerance in some Chacoan dolichoderine ants: implications for community organization and distribution. *J. Arid. Environ.* **35**, **2**: 297- 310.
- 25.** Bestelmeyer, B.T. 2000. The trade-off between thermal tolerance and behavioural dominance in a subtropical South American ant community. *J. Anim. Ecol.* **69**: 998-1009.
- 26.** Bestelmeyer, B.T. y J. Wiens. 1996. The effects of land use on the structure of ground-foraging ant communities in the Argentinean Chaco. *Ecol. Appl.* **6**: 1225 – 1240.
- 27.** Fuster, A. y L. Diodato. 2006. Comunidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en el estrato arbóreo y el sotobosque de un ecosistema forestal del Chaco semiárido argentino, Provincia de Santiago del Estero, Departamento Alberdi. II Congreso Nacional de Conservación de la Biodiversidad. Buenos Aires.
- 28.** Delsinne, T.; M. Leponce y Y. Roisin. 2007. Spatial and temporal foraging overlaps in a Chacoan ground foraging ant assemblage. *J. Arid. Environ.* **71**:29- 44.
- 29.** Leponce, M.; L. Theunis; J. Delabie e Y. Roisin. 2004. Scale dependence of diversity measures in a leaf-litter ant assemblage. *Ecography* **27**: 253- 267.
- 30.** Theunis, L.; M. Gilbert; Y. Roisin y M. Leponce. 2005. Spatial structure of litter-dwelling ant distribution in a subtropical dry forest. *Insectes Soc.* **52**:366- 377.
- 31.** Bar, M.E.; G.J. Torales; E.B. Oscherov; E.R. Laffont; M.P. Damborsky; M.C. Godoy; G. Avalos; M.O. Arbino; G. Rubio y J.M. Coronel. 2004. Fauna de Artrópodos (Informe Final). PIARFON (Proyectos de Investigación Aplicada a los recursos Forestales Nativos). Región Parque Chaqueño. Subregión Chaco Sub-húmedo. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=948>.
- 32.** Laffont, E.R.; J.M. Coronel; M.C. Godoy y G.J.Torales. 2007. Entomofauna de Bosques nativos del Chaco Húmedo (Provincias de Chaco y Formosa, Argentina): Aportes al conocimiento de su Diversidad. *Quebracho* **14**: 57- 64.
- 33.** Arbino, M.O. y M.C. Godoy. 2003. Formicidos (Hymenoptera) asociados a termiteros en el Macrosistema Iberá, p. 55- 74. En: Alvarez, B.B. (ed.), "Fauna del Iberá". EUDENE (Corrientes).
- 34.** Calcaterra, L.; F. Cuezco; S. Cabrera y J. Briano. 2010. Ground Ant Diversity (Hymenoptera: Formicidae) in the Iberá Nature Reserve, the Largest Wetland of Argentina. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **103**, **1**: 71-83.
- 35.** Vittar, F. 2008. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Mesopotamia Argentina, p. 447-466. En: "Temas de la Biodiversidad del Litoral III". INSUGEO Miscelánea 17 (Tucumán).
- 36.** Vittar, F. y F. Cuezco. 2008. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Provincia de

- Santa Fe, Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. **67**, 1-2:175- 178.
- 37.** Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas, p. 1- 85. En: Kugler, W. (Ed.) "Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería". Tomo **2**. 2a edición. Acme (Buenos Aires).
- 38.** Cabrera, A. y A. Willink. 1980. "Biogeografía de América Latina". Monografía 13. Serie de Biología. OEA (Washington). 122 p.
- 39.** INTA Colonia Benítez. 2010. Reserva Natural Educativa (en línea). Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/benitez/info/reserva/reserva.htm>
- 40.** Heinonen Fortabat, S. y J.C. Chebez. 1997. "Los Mamíferos de los Parques Nacionales de la Argentina". Ed. LOLA (Buenos Aires). 70 p.
- 41.** Chebez, J.C.; N. Rey; M. Barbaskas y A. Di Giacomo. 1998. "Las Aves de los Parques Nacionales de Argentina". Ed. LOLA (Buenos Aires). 126 p.
- 42.** Soria, A. 2000. Especies de valor especial de los Parques Nacionales Chaqueños (inéd.). Informe de la Delegación Técnica Regional del Nordeste de la A. P. N. Consultado en: <http://www.sib.gov.ar/>
- 43.** Pujalte, J.C.; A.R. Reca; A. Balabusic; P. Canevari; L. Cusato y V.P. Fleming. 1995. Anales de Parques Nacionales. Unidades Ecológicas del Parque Nacional Río Pilcomayo. Administración de Parques Nacionales XVI: 1- 185.
- 44.** Administración de Parques Nacionales. 2010. Reserva Colonia Benítez (en línea). Disponible en: www.parquesnacionales.gov.ar
- 45.** Agosti, D. y L.E. Alonso. 2000. The ALL Protocol: A Standard Protocol for the Collection of Ground-Dwelling Ants, p. 204-206. En: Agosti, D.; J.D. Majer; L.E. Alonso y T. Schultz (eds.) "Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity". Biological Diversity Book Series. Smithsonian Institution Press (Washington).
- 46.** Bestelmeyer, B.T.; D. Agosti; L. Alonso; C. R. Brandão; W. L. Brown, Jr.; J.H.C. Delabie y R. Silvestre. 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: An overview, description and evaluation, p. 122-144. En: Agosti, D.; J.D. Majer; L.E. Alonso y T. Schultz (eds.) "Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity". Biological Diversity Book Series. Smithsonian Institution Press (Washington).
- 47.** Kusnezov, N. 1951a. El género *Pheidole* en la Argentina (Hymenoptera, Formicidae). Acta Zool. Lilloana **12**: 5 - 88.
- 48.** Kusnezov, N. 1951b. El género *Camponotus* en la Argentina (Hymenoptera, Formicidae). Acta Zool. Lilloana **12**: 183 - 252.
- 49.** Kusnezov, N. 1978. "Hormigas Argentinas: Clave para su identificación". Edición preparada por R. Golbach. Fundación Miguel Lillo, Miscelánea 61. 147 p.
- 50.** Bolton, B. 1994. "Identification guide to the ant genera of the world". Harvard University Press (Cambridge). 222 p.
- 51.** Palacio, E.E. y F. Fernández. 2003: Claves para las subfamilias y géneros, p. 233-260. En: Fernández, F. "Introducción a las hormigas de la región Neotropical". Instituto Humboldt (Bogotá).
- 52.** Bolton, B.; G. Alpert; P.S. Ward y P. Naskrecki. 2005. Bolton's Catalogue of Ants of the World: 1758-2005. Harvard University Press, USA.
- 53.** Agosti, D., and N. F. Johnson (Eds.). 2005. Antbase. World Wide Web electronic publication. antbase.org, version (05/2005) (<http://antbase.org/>)
- 54.** Brown, W.L. 2000. Diversity of ants, p.45-79. En: Agosti, D.; J.D. Majer; L.E. Alonso y T. Schultz (eds.) "Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity". Biological Diversity Book Series. Smithsonian Institution Press (Washington).
- 55.** Andersen, A.N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. Proceedings of the Ecological Society of Australia **16**: 347-357.

- 56.** Lobry de Bruyn, L. A. 1993. Ant composition and activity in naturally vegetated and farmland environments on contrasting soils at Kellerberrin, Western Australia. *Soil Biology and Biochemistry* **25**: 1043- 1056.
- 57.** Andersen, A.N. 1987. Effects of seed predation by ants on seedling densities at a woodland site in SE Australia. *Oikos* **48**: 171- 174.
- 58.** Florencio, D.F. y E. Diehl. 2006. Termitofauna (Insecta: Isoptera) em Remanescentes de Floresta estacional Semidecidual em Sao Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* **50**, **4**: 505- 511.
- 59.** Hammer, O.; D.Harper y P.Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* **4**,1:1-9.
- 60.** Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- 61.** Colwell, R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- 62.** StatSoft, Inc. 1999. STATISTICA for Windows. www.statsoft.com
- 63.** Cuezco, F. 1998. Formicidae, p. 452-462. En: Morrone, J. J. y S. Coscarón (Dir.) "Biodiversidad de Artrópodos Argentinos: Una Perspectiva Biotaxonómica". Ediciones Sur (La Plata).
- 64.** Wilson, E.O. 2003. "*Pheidole* in the New World". Harvard University Press (Cambridge). 794 p.
- 65.** Brandon T.; J. Bestelmeyer y A. Wiens.1996. The Effects of Land Use on the Structure of Ground-Foraging Ant Communities in the Argentine Chaco. *Ecol. Appl.* **6**, **4**: 1225- 1240.
- 66.** Greenslade, P. y P.J. Greenslade. 1977. Some effects of vegetation cover and disturbance on a tropical ant fauna. *Insectes Soc.* **24**: 163- 182.
- 67.** Majer, J.D.; Delabie, J.H. y Mckenzie, N. 1997. Ant litter fauna of forest, forest edge and adjacent grassland in the Atlantic forest region of Bahia, Brazil. *Insectes Soc.* **44**: 255– 266.
- 68.** Abensperg-Traun, M. y G. T. Smith. 1999. How small is too small for small animals? Four terrestrial arthropod species in different-sized remnant woodlands in agricultural Western Australia. *Biodiversity and Conservation* **8**: 709-726.