

Ensamblajes de ácaros oribátidos en hormigueros de *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera, Formicidae)

LUCIANO PERALTA  & PABLO A. MARTÍNEZ

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Argentina.

RESUMEN. Los hormigueros de varias especies de *Acromyrmex* presentan sobre el suelo una elevación (túmulo), que posee condiciones micro climáticas estables y ofrece un ambiente atractivo para ácaros oribátidos y otros invertebrados edáficos. Estudiamos los ensamblajes de oribátidos (Acari: Oribatida), otros ácaros y artrópodos en túmulos de dos especies de *Acromyrmex* en la Reserva Integral Laguna de Los Padres, Provincia de Buenos Aires. A partir de muestras del túmulo de hormigueros de *Acromyrmex lundii* y *A. ambiguus* y del suelo circundante, encontramos 1440 oribátidos pertenecientes a 18 familias, 25 géneros y 34 especies (tres de ellas no habían sido descritas antes). Los oribátidos fueron el grupo más abundante y su abundancia fue el único parámetro que resultó mayor en los túmulos que en el suelo circundante. En cambio, su riqueza, diversidad y equitatividad no se diferenciaron entre sitios o entre especies de hormiga. La composición de especies de oribátidos varió entre sitios pero las especies más abundantes fueron las mismas en el túmulo y el suelo. Se halló una relación inversa entre la densidad del sustrato (túmulo o suelo) y la densidad de Oribatida. Se sugieren posibles especies mirmecófilas

[Palabras clave: hormigas cortadoras, eco-región Pampas]

ABSTRACT. Assemblages of oribatid mites in ant nests of *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera, Formicidae): Nests of *Acromyrmex* spp. exhibit aboveground elevations (tumulus) which maintain a stable microclimate, offering an attractive environment for oribatids and other soil invertebrates. We studied assemblages of Oribatid mites (Acari: Oribatida) in tumuli of two species of *Acromyrmex* in Integral Reserve Laguna de Los Padres, Buenos Aires province. Samples from nests of *Acromyrmex lundii* and *A. ambiguus*, and from their surrounding soil revealed the presence of 1440 oribatids belonging to 18 families, 25 genera and 34 species. Three of the species had not been previously described. Oribatid mites was the most abundant group and were more abundant on tumulus than in the surrounding soil. Conversely, its richness, diversity and evenness did not differ between sites or between ant species. The species composition varied between sites but the most abundant species were the same in tumuli and soil. We found an inverse relationship between density of substrate (tumulus or soil) and density of Oribatida. Potential myrmecophilous species were identified.

[Keywords: leaf-cutter ants, eco-region Pampas]

INTRODUCCIÓN

Los ácaros oribátidos (Acari: Oribatida) son un grupo de organismos con tamaño corporal entre 100 μm y 2 mm, abundantes en suelos, vegetación, musgos, líquenes y ambientes vinculados (Martínez 2008). Dominan la mesofauna en los suelos ricos en materia orgánica, con densidades que pueden superar los 40000 individuos/ m^2 (Travé et al. 1996). Se cuentan entre los grupos más diversos dentro de los ácaros, con ~10000 especies descritas hasta la fecha (Subías 2004; Norton & Behan Pelletier 2009), y se considera que pueden existir entre 30000 a 50000 especies (Travé et al. 1996). A pesar de esta abundancia, su conocimiento en Argentina aún es escaso (Martínez 2008); se han citado cerca de 300 especies. Mientras tanto, en la región Neotropical se han registrado alrededor de 12000 especies.

El papel de los oribátidos en la dinámica del suelo es variado. Fragmentan el material vegetal en porciones diminutas lo que aumenta su superficie y la hace más accesible para el ataque de hongos y bacterias. Sus heces, compactas y difíciles de degradar, contribuyen a la estabilidad del horizonte orgánico del suelo o bien son transportadas hacia horizontes inferiores, movilizandole la materia orgánica. Las interacciones con la microflora son consideradas el rol más importante del grupo ya que actúan dispersando esporas y controlando las poblaciones de hongos y bacterias, de las que se alimentan (Seastedt 1984; Moore et al. 1988). No cavan galerías ya que dependen de la porosidad del suelo para desplazarse, por lo que resultan muy importantes la cantidad y el diámetro de los poros presentes. Por esta razón, la distribución de tamaños corporales del ensamble de ácaros dependerá de los tamaños y proporciones

Editor asociado: Alejandro Farji-Brener

 luccianoperalta@hotmail.com

Recibido: 18 de diciembre de 2012; Fin de arbitraje: 3 de abril de 2013, Última versión: 1 de octubre, Aceptado: 2 de octubre.

relativas de los poros del sustrato (Battigelli et al. 2004).

Entre los ambientes asociados al suelo que han sido colonizados por este grupo, los hormigueros constituyen uno particular. En especial, los de aquellas especies de hormigas cortadoras que habitan ambientes boscosos, donde los oribátidos son un grupo importante en el suelo. Las hormigas cortadoras de hojas (Formicidae, Myrmicinae, Attini) son los principales herbívoros en la región Neotropical. Las especies de los géneros *Acromyrmex* Mayr y *Atta* Fabricius usan hojas y otras partes vegetales para nutrir a los hongos que constituyen su alimento (Weber 1982 en Fernández 2003). El diseño de los hormigueros de estas especies mantienen dentro del nido un microclima adecuado para el cultivo del hongo (Bonetto 1959). En general, los hormigueros del género *Acromyrmex* tienen un desarrollo sobre el nivel del suelo, a modo de montículo, conocido como túmulo. El túmulo se compone de una cobertura de material vegetal (como palitos o pastos secos) más o menos suelta, y una zona interna, mineral, donde se construyen las cámaras y canales de la colonia (Forti et al. 2006). En los hormigueros se encuentran los mismos taxa que hay en el suelo y el mantillo (diversos grupos de artrópodos y otros Phyla como Nematoda, Annelida y Mollusca) aunque con diferente abundancia e identidad taxonómica (Wagner et al. 1997). Esta diferencia en abundancia e identidad de los organismos que habitan los túmulos puede relacionarse con las condiciones edáficas particulares de estas estructuras respecto al suelo circundante. Si bien la presencia de oribátidos dentro de hormigueros fue reportada por primera vez por el mirmecólogo suizo A. Forel en 1874 (Lehtinen 1987), son escasos los estudios en el tema a nivel mundial (Banks 1916; Wagner et al. 1997; Laakso & Setälä 1998; Boulton et al. 2003; Uppstrom 2010) y en nuestro país (París et al. 2008).

En el presente estudio se analizó la mesofauna que se desarrolla en los túmulos de los hormigueros de *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera, Formicidae) en las inmediaciones de la Laguna de Los Padres, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Nuestro objetivo general fue comparar los túmulos con el suelo circundante como hábitat para la fauna de ácaros, considerando agrupamientos de alto nivel (Orden, Suborden, Cohorte), y para las especies del Suborden Oribatida. Específicamente, estudiamos variables edáficas para caracterizar al túmulo y el

suelo circundante, evaluamos la relación proporcional entre los distintos grupos de ácaros y estudiamos el ensamble de ácaros oribátidos en cuanto a i) su estructura en cada tipo de sustrato, ii) la relación de las especies halladas con el sustrato, y iii) la relación entre el tamaño corporal y la densidad del sustrato.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se llevó a cabo a mediados de primavera de 2010 en la Reserva Integral Laguna de los Padres (RILaPa), ubicada a 14 km de la ciudad de Mar del Plata (37°56' S, 57°44' O). La reserva tiene una superficie de 687 ha [319 ha corresponden al cuerpo de agua y 368 ha al área terrestre (del Río et al. 1992; Chebez 2005)]. Esta reserva de uso múltiple contempla un sector de recreación en el que se desarrolla un bosque implantado, un sector dedicado a explotación agrícola controlada y uno intangible, de acceso restringido. En el sector de recreación se eligieron cinco parches de bosque en los que hubiera hormigueros. El área de los parches varió entre 2400 y 4500 m²; estuvieron conformados principalmente por ciprés (*Cupressus macrocarpa* Hartweg) y en menor grado por tala (*Celtis tala* Planchon), y en un caso por pinos (*Pinus pinea* L.) y unos pocos talas. Todos presentaron muy poco mantillo a causa del mantenimiento que se realiza periódicamente, y una cobertura vegetal abundante (siempre superior a 60%), con varias especies de gramíneas. En tres de los parches, parte del suelo y de la base de algunos troncos estaba cubierta por enredaderas (*Senecio tamoides* DC), lo cual generaba ambientes más cerrados y húmedos. Los túmulos de los hormigueros se ubicaron generalmente vecinos a la base de un árbol. Estaban constituidos por una capa externa, formada en su mayor parte por hojas escamosas de ciprés u hojas aciculares de pino, y una sección interna, de material mineral y abundante materia orgánica.

A fin de caracterizar la especificidad de los organismos con el túmulo, se comparó la fauna del túmulo con la del suelo circundante. Se seleccionaron cinco hormigueros de cada especie (diez en total) con túmulos de diámetros similares (Tabla 1), ubicados en la base de los árboles o próximos a ellos (no se muestrearon hormigueros sin desarrollo de túmulo). Para la obtención de la fauna, en cada uno de los 10 hormigueros se tomaron dos muestras del túmulo (una de la capa externa y una de la interna, que se unificaron). Con el mismo fin se tomaron dos muestras de suelo (una del mantillo y una del horizonte superficial, que luego se unificaron), a una distancia de entre 1 y 2 m de siete de los hormigueros muestreados. Los tamaños de muestra fueron de 4 cm de diámetro y 5 cm de profundidad, y de 7 cm de diámetro y 5 cm de profundidad, respectivamente.

Para la medición de variables edáficas se tomó una muestra de cada túmulo y otra del suelo próximo a cada hormiguero, mediante un cilindro de 100

cm³, con el que se extrajeron muestras de una profundidad entre 0 y 10 cm. A partir de ellas se calculó densidad aparente mediante el método del cilindro (Blake & Hartge 1986), humedad relativa por diferencia de peso y contenido de materia orgánica (MO) por calcinación a 550°C durante 5 h (Heiri et al. 2001). Se midieron diámetro y altura del túmulo, temperatura del aire, del suelo (a 4 cm de profundidad) y del túmulo (a 4 cm, 8 cm y 12 cm de profundidad, luego promediadas). Las temperaturas de todos los hormigueros se midieron dentro de un lapso de una hora (entre las 9 y las 10 AM).

Las muestras para fauna se colocaron en embudos de Berlese durante 10 días, recogiendo los organismos en alcohol-agua 3:1. Estos se identificaron por medio de claves específicas (Evans & Till 1979; Balogh & Balogh 1988, 1990, 1992a y 1992b; Walter et al. 2009) y se contabilizaron. Los grupos de ácaros considerados fueron Orden Mesostigmata, Suborden Prostigmata, Suborden Oribatida y Cohorte Astigmata. Tradicionalmente, los ácaros "Astigmata" se consideraban un taxón independiente, con jerarquía de Suborden. Sin embargo, estudios recientes proponen que son una Cohorte del Suborden Oribatida. A pesar de ello, dada su clara identidad morfológica y ecológica, se los sigue tratando como un grupo aparte. Es decir que cuando aquí se mencione "Oribatida" u "oribátidos" debe entenderse que se trata del Suborden Oribatida exceptuando de él a los Astigmata.

Los ácaros oribátidos se montaron en portaobjetos excavados, con ácido láctico como medio de montaje, se aclararon con calor en el mismo medio y se observaron con microscopio óptico. Se los identificó hasta especie, se midió largo y ancho corporal en micrómetros y se estimó la talla promedio por muestra. Los demás grupos de Acari se identificaron mediante el mismo protocolo hasta familia o género según el caso. Con los demás taxa de Arthropoda se llegó en la mayoría de los casos hasta nivel de orden, y cuando fue posible la determinación también se realizó hasta el nivel de familia, género o especie.

Análisis estadísticos

A fin de caracterizar cada sustrato estudiado, se compararon las variables edáficas (temperatura, humedad, densidad y materia orgánica) entre el túmulo y el suelo circundante mediante una prueba de t para datos pareados. Luego entre los túmulos de las dos especies de hormiga mediante una prueba de t para muestras independientes.

Para evaluar la relación entre los distintos grupos de ácaros (Astigmata, Mesostigmata, Oribatida y Prostigmata) dentro y fuera del túmulo, en ambos sustratos se calculó la proporción de cada grupo y realizó la prueba de correlación de Spearman entre las mismas. Además, se calcularon las proporciones de adultos e inmaduros para cada grupo. Se estimaron abundancia, densidad poblacional, riqueza, diversidad H de Shannon y

equitatividad de Pielou de oribátidos para el túmulo y el suelo circundante (la densidad poblacional se calculó como un estimador de la abundancia de individuos por dm², para corregir la diferencia en las dimensiones de los recipientes usados para la toma de las muestras). Para comparar estas variables se utilizaron pruebas de ANOVA de dos factores (sustrato x especie de hormiga) (Zar 1999). Para evaluar la relación entre las mismas y las variables edáficas se realizó la prueba de correlación de Spearman entre las que presentaron diferencias. Se calculó la dominancia de las especies más abundantes, como el cociente entre la abundancia de la especie x y la del resto de las especies (Cancelada Fonseca 1966) y los valores resultantes fueron comparados mediante el análisis no paramétrico de Wilcoxon. Para analizar si la composición de especies de oribátidos difiere entre los túmulos y su suelo circundante se empleó un análisis multivariado de correspondencia canónica (CCA). En este análisis se utilizaron solo las muestras y las especies que estuvieron representadas por 5 ó más ejemplares en todo el muestreo y como variables explicativas se utilizaron las variables edáficas (temperatura, humedad, densidad y MO). Para evaluar la existencia de alguna relación entre las medidas corporales de los oribátidos y la porosidad del sustrato, se compararon largo y ancho corporal promedio de los oribátidos hallados para cada sustrato mediante la prueba de t para datos independientes. Posteriormente se calculó la correlación de Spearman entre éstos y la densidad del sustrato. Para los análisis mencionados se utilizó el programa estadístico de libre licencia R (R Development Core Team 2012). En todos los casos se evaluaron los supuestos y cuando no se cumplieron se aplicó la transformación "log (X+1)"; en caso de que aun así no se cumplieran se aplicó el test no paramétrico correspondiente. Cuando se hallaron diferencias en los ANOVAs se realizó la prueba de contrastes de Tukey.

RESULTADOS

Factores ambientales

Se encontraron hormigueros pertenecientes a dos especies de hormigas cortadoras: *Acromyrmex lundii* Guérin y *Acromyrmex ambiguus* Emery (Tabla 1). Los túmulos no se diferenciaron del suelo circundante en los contenidos de humedad ($t_0 = 0.72$, $P = 0.49$) y materia orgánica ($t_0 = 0.54$, $P = 0.6$) pero sí mostraron diferencias de temperatura ($W = 44$, $P = 0.007$), superior en el túmulo de *A. ambiguus*, y la densidad ($t_0 = 7.36$, $P < 0.001$), superior en el suelo (Tabla 1).

Los túmulos de ambas especies de hormiga no se diferenciaron entre sí en cuanto al contenido de humedad ($t_8 = 0.81$, $P = 0.45$), densidad ($t_8 = 0.22$, $P = 0.83$) y MO ($t_8 = 2.0$, $P = 0.09$), pero sí en su altura ($t_8 = 4.9$, $P = 0.001$),

área ($t_8 = 6.5$, $P = 0.001$) y temperatura ($t_8 = 7.1$, $P < 0.001$), resultando siempre superiores para *A. ambiguus* (Tabla 1). Las temperaturas de los túmulos de *A. ambiguus* también fueron superiores a las registradas en el suelo circundante ($t_4 = 7.6$, $P = 0.001$), no así las de *A. lundii* ($t_3 = 1.9$, $P = 0.14$). No se encontró una correlación significativa entre las temperaturas de los túmulos con las del suelo y el aire para ninguna de las especies; *A. lundii* ($\rho = 0.4$, $P = 0.75$), *A. ambiguus* ($\rho = 0.1$, $P = 0.95$).

Tabla 1. Valores medios (con sus desvíos) de los factores edáficos analizados en los túmulos de *Acromyrmex lundii* y *A. ambiguus* y en el suelo circundante. Letras diferentes indican diferencias significativas.

Table 1. Mean values and deviation of edafic variables measured in the tumuli of *Acromyrmex lundii* and *A. ambiguus* and in the surrounding soil. Different letters indicate significative differences.

	<i>A. lundii</i>		<i>A. ambiguus</i>	
	Suelo	Túmulo	Suelo	Túmulo
Diámetro (cm)		51.6 (7.6) ^a		96 (11.4) ^b
Altura (cm)		17 (5.7) ^a		36 (6.5) ^b
Área (cm ²)		19.9 (6.4) ^a		73.2 (16.9) ^b
Temperatura (°C)	14.8 (0.4) ^a	15.6 (0.9) ^a	16.1 (0.9) ^a	21.8 (1.6) ^b
% Humedad	22.7 (2.5)	26.8 (11.8)	21.3 (2.6)	22.2 (5.1)
Densidad aparente (g/cm ³)	0.9 (0.07) ^a	0.50 (0.2) ^b	0.9 (0.08) ^a	0.5 (0.07) ^b
% Materia orgánica	15.5 (1.3)	20.7 (6.4)	17.1 (3.5)	14.5 (2.8)

Fauna total

Se encontraron 3143 artrópodos (sin contar las *Acromyrmex* de cada túmulo), de los cuales los ácaros representaron 70%, los apterigotas (principalmente colémbolos) 17%, otros insectos 8% y otros artrópodos 5%. También se observaron organismos de los *phyla* Annelida, Nematoda y Mollusca, pero no se cuantificaron debido a que el método de extracción utilizado no fue adecuado para estimar sus abundancias. Asimismo, la malla de 2 mm utilizada en los embudos para la extracción de mesofauna limitó el tamaño de los insectos y arañas que pudieran caer, por lo que los representantes de estos grupos estuvieron sesgados hacia las tallas menores.

Se encontraron 2194 ácaros pertenecientes a Oribatida, Mesostigmata, Prostigmata y Astigmata (Figura 1). La proporción de la abundancia entre los grupos mencionados fue 66/23/5/6 para el total de las muestras, mientras que en cada sustrato fue: T= 56/30/5/9 y S= 83/10/6/1. Los oribátidos fueron dominantes en ambos sustratos, pero los Mesostigmata fueron considerablemente más

abundantes dentro del túmulo que en el suelo; la proporción de los oribátidos fue mayor en el suelo circundante, donde superaron 80% del total de los ácaros encontrados. Prostigmata y Astigmata representaron una proporción menor en ambos sustratos; Astigmata resultó más abundante que Prostigmata dentro de los hormigueros, mientras que fuera de ellos la relación fue inversa. En ambos sustratos, las abundancias de Oribatida y Mesostigmata presentaron una correlación negativa ($\rho = -0.68$, $P < 0.001$). Esta correlación también resultó negativa entre Oribatida y Astigmata ($\rho = -0.39$, $P = 0.02$) pero positiva entre Mesostigmata y Astigmata ($\rho = 0.40$, $P = 0.02$), aunque en estos casos el valor de rho fue considerablemente bajo.

Oribátidos

Los oribátidos fueron los más abundantes, representando 66% de los ácaros y casi 46% de los artrópodos. Se encontraron un total de 1440 individuos pertenecientes a 18 familias, 25 géneros y 34 especies (Tabla 2), de los cuales 1166 fueron adultos y 274 inmaduros. Tanto los túmulos como el suelo circundante presentaron 26 especies, 18 fueron compartidas por ambos sustratos y a su vez, cada sustrato presentó 8 especies exclusivas. Se encontraron tres especies nuevas (dos del género *Cryptozetes* Hammer y una del género *Phthiracarus* Perty), mientras que ocho se identificaron sólo hasta nivel de género por no coincidir claramente con las características de las especies presentes en las claves; tres formas inmaduras: *Brachypylina* morfos 1,

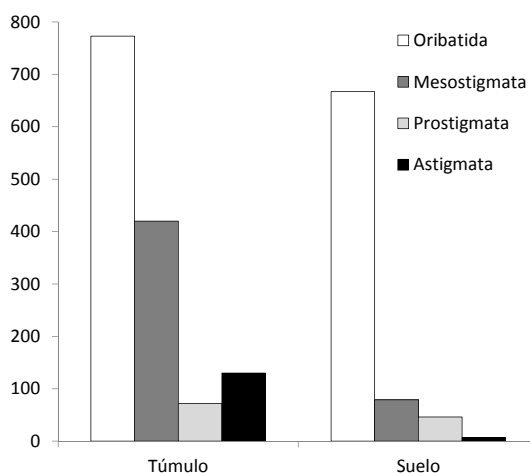


Figura 1. Abundancia total de los taxa superiores de ácaros en túmulos y suelo circundante a hormigueros de *Acromyrmex lundii* y *A. ambiguus*.

Figure 1. Total abundance of main taxa of mites in tumuli and soil of *Acromyrmex lundii* y *A. ambiguus* nests.

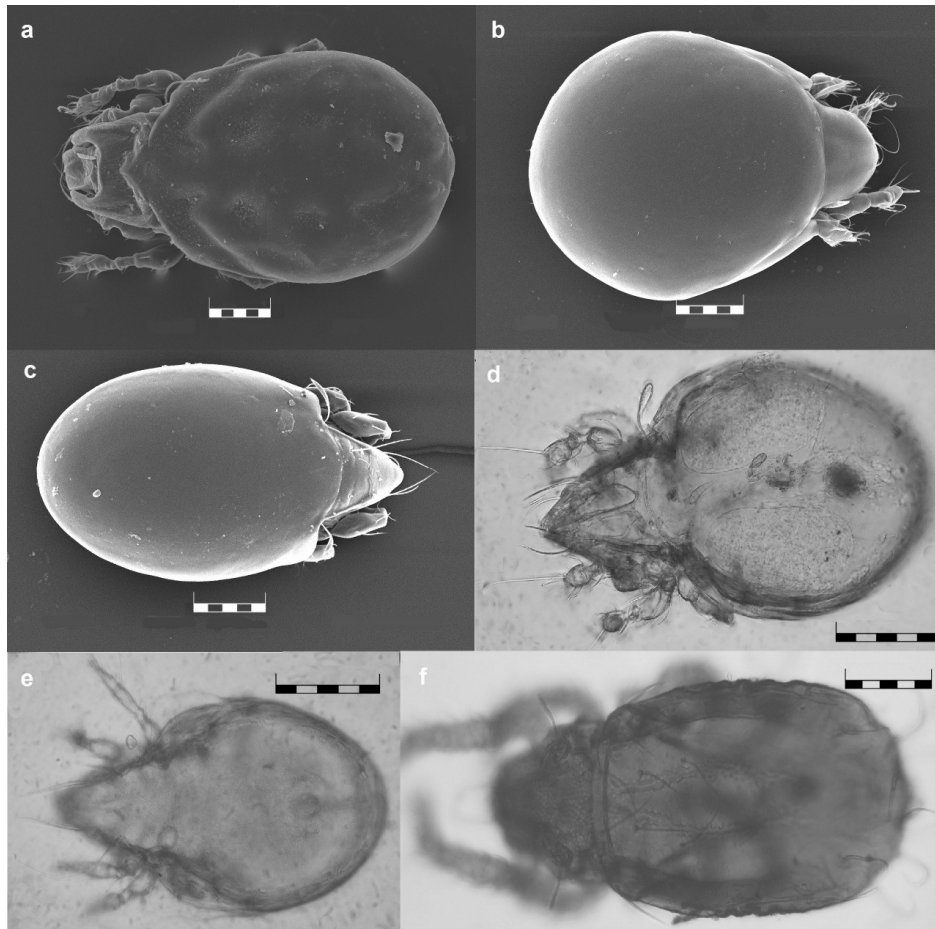


Figura 2. Especies de oribátidos dominantes. a-c: imágenes tomadas con microscopio electrónico de barrido. a) *Tectocepheus velatus* (escala=50 μm); b) *Physobates spinipes* (escala=50 μm); c) *Schelorbates elegans* (escala=100 μm). d-f: imágenes tomadas con microscopio óptico. d) *Cryptozetes* sp. 1 (escala=100 μm); e) *Totobates* sp. (escala=100 μm); f) *Platynothrus robustior* (escala=200 μm).

Figure 2. Dominant species of oribatid mites. a-c: images taken with scanning electron microscope. a) *Tectocepheus velatus*; b) *Physobates spinipes*; c) *Schelorbates elegans*. d-f: images taken with light microscope. d) *Cryptozetes* sp.; e) *Totobates* sp.; f) *Platynothrus robustior*.

2 y 3 (los Brachypylina son una Cohorte de la Supercohorta Desmonomata, Suborden Oribatida) no pudieron asociarse con ninguna de las especies identificadas. *Galumna* sp. fue previamente observada en otras áreas pero aún no ha sido descrita.

De las variables analizadas que caracterizan la estructura del ensamble de oribátidos, sólo se halló diferencia entre los túmulos (de ambas especies de hormiga) y el suelo circundante, para la densidad de oribátidos ($F_{14,1} = 5.06$, $P = 0.04$), mayor en los túmulos. Todas las variables analizadas fueron similares al comparar los túmulos entre las dos especies de hormiga ($F_{14,1} = 2.48$, $P = 0.14$). Las demás variables no presentaron diferencias [riqueza (especie de hormiga: $F_{14,1} = 0.04$, $P = 0.84$; ambiente: $F_{14,1} = 2.93$, $P = 0.11$), diversidad (especie de hormiga: $F_{14,1} = 0.18$, $P = 0.68$; ambiente: $F_{14,1} = 0.51$, $P =$

0.48), equitatividad (especie de hormiga: $F_{14,1} = 0.8$, $P = 0.39$; ambiente: $F_{14,1} = 0.12$, $P = 0.74$)].

Las especies más abundantes en ambos sustratos fueron las mismas: *Tectocepheus velatus* Michael (Figura 2a), *Physobates spinipes* Hammer (Figura 2b), *Schelorbates elegans* Hammer (Figura 2c) y *Cryptozetes* sp. 1 (Figura 2d); las cuales reúnen 66.4% del total de los oribátidos. También fueron importantes por su abundancia: Brachypylina 1, *Totobates* sp. (Figura 2e) y *Platynothrus robustior* Berlese (Figura 2f). Sin embargo, los sustratos presentaron diferencias en composición, aunque no en dominancia (Figura 3); *T. velatus* ($W = 35$, $P = 1$), *P. spinipes* ($W = 27$, $P = 0.46$), *S. elegans* ($t_{15} = 1.39$, $P = 0.19$) y *Cryptozetes* sp. 1 ($W = 30.5$, $P = 0.68$), Brachypylina 1 ($W = 39.5$, $P = 0.69$), *Totobates* sp. ($W = 33$, $P = 0.88$) y *P. robustior* ($W = 39$, $P = 0.72$).

Tabla 2. Lista de especies de oribátidos con su abundancia y frecuencia relativa (valores superiores a 0.1 en negrita), para ambos hábitats estudiados: Túmulo (T) y suelo (S).

Table 2. Abundance and relative frequency (values over 0.1 in bold) of each oribatid species, by habitat: Tumulus (T) and soil (S).

Especies	Código	Abundancia			Frecuencia relativa	
		T	S	Total	T	S
<i>Tectocepheus velatus</i>	Tvel	145	150	295	0.101	0.104
<i>Physobates spinipes</i>	Pspi	54	202	256	0.038	0.140
<i>Scheloribates elegans</i>	Sele	159	86	245	0.110	0.060
<i>Cryptozetes</i> sp. nov. 1	Csp1	136	24	160	0.094	0.017
<i>Brachypylina</i> sp. 1	Bsp1	70	36	106	0.049	0.025
<i>Totobates</i> sp.	Tsp	46	27	73	0.032	0.019
<i>Platynothrus robustior</i>	Prob	37	10	47	0.026	0.007
<i>Eremulus crispus</i>	Ecri	8	22	30	0.006	0.015
<i>Galumna</i> sp. nov.	Gspn	12	16	28	0.008	0.011
<i>Brachypylina</i> sp. 3	Bsp3	9	13	22	0.006	0.009
<i>Oribatella longisetosa</i>	Olon	5	15	20	0.003	0.010
<i>Rhysotritia</i> cf. <i>peruensis</i>	Rper	3	14	17	0.002	0.010
<i>Tenuelamellarea argentinensis</i>	Targ	11	4	15	0.008	0.003
<i>Carinogalumna clericata</i>	Ccle	3	11	14	0.002	0.008
<i>Ramusella (Insculptoppia)</i> sp.	Risp	3	9	12	0.002	0.006
<i>Lanceoppia (Lancelalmoppia) nodosa</i>	Lnod	1	3	4	0.001	0.002
<i>Scheloribates</i> cf. <i>praecinctus</i>	Spra	1	2	3	0.001	0.001
<i>Suctobelbella</i> cf. <i>cuadricarina</i>	Scua	1	1	2	0.001	0.001
<i>Ramusella (Rectoppia)</i> sp.	RRsp	30	0	30	0.021	0.000
<i>Phthiracarus</i> sp. nov.	Pspn	14	0	14	0.010	0.000
<i>Oripoda</i> cf. <i>australis</i>	Oaus	12	0	12	0.008	0.000
<i>Brachypylina</i> sp. 2	Bsp2	6	0	6	0.004	0.000
<i>Cultroribula</i> sp.	Csp	4	0	4	0.003	0.000
<i>Dolicheremaeus</i> sp.	Dsp	1	0	1	0.001	0.000
<i>Oxyoppia</i> sp.	Osp	1	0	1	0.001	0.000
<i>Rhysotritia</i> cf. <i>clavata</i>	Rcla	1	0	1	0.001	0.000
<i>Urubambates paraguayensis</i>	Upar	0	7	7	0.000	0.005
<i>Galumna pallida</i>	Gpal	0	5	5	0.000	0.003
<i>Mancoribates rostrilosus</i>	Mros	0	3	3	0.000	0.002
<i>Galumnidae</i> sp.	Gsp	0	2	2	0.000	0.001
<i>Cryptozetes</i> sp. nov. 2	Csp2	0	2	2	0.000	0.001
<i>Galumna similis</i>	Gsim	0	1	1	0.000	0.001
<i>Graptoppia (Graptoppia)</i> sp.	GGsp	0	1	1	0.000	0.001
<i>Aphelacarus acarinus</i>	Aaca	0	1	1	0.000	0.001
Total		773	667	1440		
Riqueza		26	26	34		

En el análisis de correspondencia canónica (Figura 4), 16.1% de la variación explicada corresponde al eje 1, mientras que 14.7% es explicado por el eje 2. La variable que más aportó al eje 1 fue MO, mientras que la que más aportó al eje 2 fue densidad del sustrato. Por otra parte, humedad y temperatura aportaron en proporciones similares a ambos ejes. La mayoría de las muestras del túmulo se encuentran en la

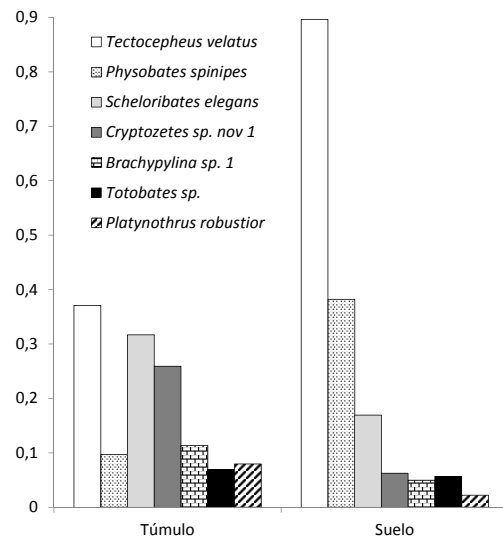


Figura 3. Dominancia de las especies de oribátidos más abundantes en túmulos y suelo circundante a hormigueros de *Acromyrmex lundii* y *A. ambiguus*.

Figure 3. Dominance of the most abundant oribatid species in tumuli and soil surrounding nests of a hormigueros de *Acromyrmex lundii* y *A. ambiguus*.

zona inferior de la figura, con un conjunto de especies de oribátidos afines al mismo, asociadas a mayores valores de MO, humedad, y temperatura y a baja densidad de sustrato. En la zona media y superior de la figura se agrupan las muestras de suelo con un conjunto de especies afines al mismo, asociadas a una mayor densidad de sustrato. Por otra parte, las especies *Brachypylina* 2 (presente solo en túmulo), *P. robustior*, *Cryptozetes* sp.1 y *Tenuelamellarea argentinensis* son las más afines al túmulo. Las especies *P. spinipes*, *Galumna pallida* y *Urubambates paraguayensis* son las más asociadas al suelo (las últimas dos presentes sólo en suelo).

Se encontró una correlación negativa entre la densidad de oribátidos (individuos/dm²) y la densidad del suelo (g/cm³) ($\rho = -0.5$, $P = 0.04$). Sin embargo, el tamaño corporal medio, el ancho y la longitud de los oribátidos adultos fue similar entre los distintos sustratos ($t_{15} = 1.18$, $P = 0.27$; $t_{15} = 1.33$, $P = 0.2$, respectivamente). Tampoco encontramos una asociación entre la longitud corporal y la densidad del suelo ($\rho = 0.06$, $P = 0.82$), ni entre el ancho corporal y la densidad del suelo ($\rho = 0.09$; $P = 0.82$).

DISCUSIÓN

Los túmulos presentaron características edáficas y faunísticas diferentes al suelo circundante. Los distintos grupos de ácaros respondieron de manera diferente a cada sustrato, en especial Mesostigmata y Astigmata. Los ensamblajes de oribátidos se diferenciaron en abundancia

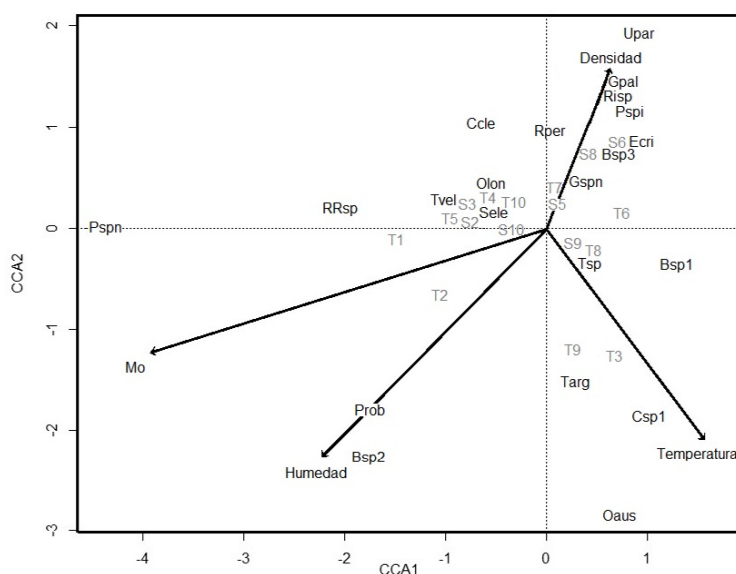


Figura 4. Análisis de correspondencia canónica (CCA) de muestras (en gris) y especies de oribátidos más abundantes (en negro). Ver códigos de especies en la Tabla 2. Túmulo (T) y suelo (S).

Figure 4. Canonic Correspondence Analysis (CCA) of samples (in grey) and the most abundant oribatid species (in black). For species codes see Table 2. Tumulus (T) and soil (S).

y composición de especies entre sustratos, independientemente de la especie de hormiga, mientras que algunas de las especies dominantes presentaron mayor afinidad por uno de los sustratos. La talla máxima de los oribátidos no se vio influenciada por la porosidad del sustrato, pero esta última sí pudo limitar la abundancia de individuos en túmulos y suelos. Por último, algunas especies exclusivas del túmulo podrían considerarse como mirmecófilas.

Factores ambientales

Los túmulos presentaron una menor densidad y mayor temperatura que el suelo circundante, pero fueron similares al suelo en humedad y materia orgánica. La temperatura en los túmulos de *A. ambiguus* resultó mayor que en los de *A. lundii*. Los valores inferiores de densidad del sustrato observados en el túmulo se deben a que éste presenta una porosidad significativamente mayor que la del suelo, producto de la actividad realizada por las hormigas, en particular la construcción de galerías (Brian 1978). Las diferencias de temperatura, en especial entre los túmulos de ambas especies de hormiga, podría deberse a la actividad que realizan las hormigas en el túmulo. Es sabido que *A. lundii* por lo general no construye túmulos, o en caso de hacerlo son siempre de pequeño tamaño porque la mayor actividad de las hormigas ocurre en la parte subterránea donde se encuentra la honguera. En cambio, los túmulos de *A. ambiguus* representan una parte importante del volumen del hormiguero y es donde se realiza la mayor actividad por parte de las hormigas debido a que las hongueras son de menor tamaño y más superficiales (Bonetto 1959). La similitud en contenido de materia

orgánica entre el túmulo y el suelo circundante no necesariamente significa que la cantidad y disponibilidad de alimentos en ambos sean las mismas. Existe la posibilidad de que en los túmulos la materia orgánica se encuentre en un estado más accesible para los microartrópodos detritívoros y fungívoros, así como la posibilidad de que la biomasa de hongos sea mayor (aunque esto no fue medido).

Ácaros

Las proporciones de los distintos grupos de ácaros en cada sustrato sugiere que este grupo responde de manera diferente a los cambios anteriormente descritos. En especial, Mesostigmata y Astigmata parecen presentar una preferencia por el túmulo, donde fueron considerablemente más abundantes. Es posible que los Astigmata, especializados en explotar recursos acotados espacial o temporalmente (O'Connor 1994), se vean atraídos hacia el túmulo por una mayor disponibilidad de alimento, mientras que los Mesostigmata lo harían por depredar sobre aquellos. Por otra parte, la correlación negativa observada entre abundancia de Oribatida y de Mesostigmata, parece indicar que ambos órdenes se excluyen mutuamente o bien responden de manera opuesta a alguna variable del ambiente.

Oribátidos

La estructura de los ensambles de oribátidos solo se diferenció entre el túmulo y el suelo en cuanto a su densidad (individuos/dm²), independientemente de la especie de *Acromyrmex*. Es decir que para los oribátidos, los túmulos de las dos especies de hormiga

serían sustratos similares pese a las diferencias entre ellos. Esto sugiere que las diferencias encontradas en temperatura entre los túmulos de ambas especies no determinan cambios en la estructura del ensamble de este grupo. Dentro del túmulo no se observa una dominancia neta para ninguna especie, sino que ésta es compartida por *T. velatus*, *S. elegans* y *Cryptozetes* sp. 1. Por otra parte, en el suelo circundante domina *T. velatus* seguida por *P. spinipes* y en menor medida por *S. elegans*. Estas cuatro especies reúnen 66.39% del total de los oribátidos. Si bien se trata de taxa considerados generalistas, *P. spinipes* presenta preferencia por el suelo, *Cryptozetes* sp. 1 y *S. elegans* tienen preferencia por el túmulo y *T. velatus* resultó la especie más abundante en ambos sustratos. Al mismo tiempo, el análisis de correspondencia canónica (CCA) reveló que algunas especies de oribátidos se encuentran asociadas al túmulo (e.g., *Cryptozetes* sp. 1) o al suelo (e.g., *P. spinipes*); indicando la existencia de respuestas especie-específicas. A su vez, evidenció que las variables edáficas más influyentes fueron: temperatura y humedad para *Cryptozetes* sp. 1 y densidad de sustrato para *P. spinipes*.

La competencia no parece ser una limitante importante para el ensamble en su totalidad, dado que en general no se registraron exclusiones entre especies. Una excepción la constituyen *Schelorbates elegans* y *Cryptozetes* sp. 1 que tuvieron abundancias muy similares (en especial dentro del hormiguero) y prácticamente la misma dominancia, pero raramente se hallaron igualmente representados en cada muestra.

La densidad de oribátidos (individuos/dm²) presentó una correlación negativa con la densidad del sustrato (g/cm³), lo cual indica que la abundancia de individuos decrece al aumentar la densidad del sustrato. No obstante, el tamaño corporal no se vio influenciado por la densidad del sustrato. De esto se desprende que las diferencias en densidad de ácaros están dadas no por diferencias entre tamaños de poro de cada sustrato sino por la cantidad de éstos.

Las especies de oribátidos que podemos considerar como posibles mirmecófilas son *Ramusella (Rectoppia)* sp., *Phthiracarus* sp. nov. y *Oripoda* cf. *australis*. Todas ellas se encontraron principal o exclusivamente en los túmulos (Tabla 2). *Phthiracarus* sp. nov. no ha sido registrada en otros ambientes, por lo que podría tratarse de una habitante obligada del

hormiguero, aunque tal afirmación requerirá un estudio más exhaustivo. En resumen, los túmulos de los hormigueros, caracterizados por una menor densidad y variación térmica que el suelo circundante, favorecen la abundancia de los ácaros oribátidos y permiten la presencia de especies que no aparecen en el suelo circundante. Esto refuerza la idea de que las perturbaciones que ocasionan las hormigas en el suelo, al construir y mantener sus nidos, pueden servir de hábitat para ciertas especies con roles importantes en el ciclo de la materia.

AGRADECIMIENTOS: A A. Porta por sugerirnos los hormigueros de *Acromyrmex* como un ambiente muy interesante para el estudio de ácaros edáficos. A A. C. Cicchino, J. L. Farina, D. Porrini, A. Castro, N. Fredes, A. G. Zubarán y M. Fernández Honaine por sus consejos y sugerencias. Al personal del laboratorio del Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, por facilitarnos equipamiento. A dos revisores anónimos y al Dr. Farji-Brener por sus correcciones y sugerencias fundamentales para el mejoramiento del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- BALOGH, J & P BALOGH. 1988. Oribatid Mites of the Neotropical Region I. Pp. 1-335 en: Balogh, J & S Mahunka (eds.). *The soil mites of the world* vol. 2. Akad. Kiadó, Budapest.
- BALOGH, J & P BALOGH. 1990. Oribatid Mites of the Neotropical Region II. Pp. 1-333 en: Balogh, J & S Mahunka (eds.). *The soil mites of the world* vol. 3. Akad. Kiadó, Budapest.
- BALOGH, J & P BALOGH. 1992a. *The oribatid mites genera of the world*. The Hungarian National Museum Press, Budapest, vol. 1. Pp. 263.
- BALOGH, J & P BALOGH. 1992b. *The oribatid mites genera of the world*. The Hungarian National Museum Press, Budapest, vol. 2, plates. Pp. 375.
- BANKS, N. 1916. Acarians from Australian and Tasmanian ants and ant-nests. *T. Roy. Soc. South Aust.*, **40**:224-240.
- BATTIGELLI, JP; JR SPENCE; DW LANGOR & SM BERCH. 2004. Short-term impact of forest soil compactation and organic matter removal on soil mesofauna density and oribatid mite diversity. *Can. J. Forest Res.*, **34**(5): 1136-1149.
- BLAKE, GR & KH HARTGE. 1986. Bulk density. In: *Methods of Soil Analysis*. Pp. 363-375 en: Kluttr, A (ed.). Part 1. *Agron. Monog* 9. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, EEUU.
- BONETTO, A. 1959. *Las Hormigas Cortadoras de la Provincia de Santa Fe*. Dirección General de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Provincia de Santa Fe, Argentina. Pp. 79.
- BOULTON, AM, BA JAFFEE & KM SCOW. 2003. Effects of a common harvester ant (*Messor andrei*) on richness and abundance of soil biota. *Appl. Soil Ecol.*, **23**:257-265.
- BRIAN, MV. 1978. *Production Ecology of Ants and Termites*. IBP 13, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- CANCELA DA FONSECA, JP. 1966. L'outil statistique en biologie du sol. III. Indices d'intérêt écologique. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, **3**(3):381-407.
- CHEBEZ, JC. 2005. *Guía de las reservas naturales de la Argentina: Zona Centro*. 1ª edición. Albatros. Buenos

- Aires. Pp. 288.
- DEL RÍO, L; H MASSONE; J MARTÍNEZ ARCA; J BÓ; V BERNASCONI; ET AL. 1992. *Carta Ambiental de la Cuenca del Arroyo y Laguna de Los Padres*. Universidad Nacional de Mar del Plata y Municipalidad del Partido de General Pueyrredon.
- EVANS, GO & WM TILL. 1979. Mesostigmatic mites of Britain and Ireland (Chelicerata: Acari-Parasitiformes): An introduction to their external morphology and classification. *Trans. Zool. Soc. London*, **35**:139-270.
- FERNÁNDEZ, F. 2003. Subfamilia Myrmicinae. Pp. 307-330 en: Fernández, F (ed.) *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- FORTI, LC; ML ANDRADE; APP ANDRADE; JLS LOPES & VM RAMOS. 2006. Bionomics and Identification of *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) Through an Illustrated Key. *Sociobiology*, **48**:1-18.
- HEIRL, O; AF LOTTER & G LEMCKE. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *J. Paleolimnol.*, **25**:101-110.
- LAAKSO, J & H SETÄLÄ. 1998. Composition and trophic structure of detrital food web in ant nest mounds of *Formica aquilonia* and in the surrounding forest soil. *Oikos*, **81**:266-278.
- LEHTINEN, PT. 1987. Association of uropodid, prodinychid, polyaspidid, antennophorid, sejid, microgynid, and zerconid mites with ants. *Entomol. Tidskr.*, **108**:13-20.
- MARTÍNEZ, PA. 2008. Oribatida. Pp. 129-140 en: Claps, LE; G Debandi & SA Roig-Juñent (dirs.). *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos vol. 2*. Sociedad Entomológica Argentina ediciones, Mendoza.
- MOORE, JC, DE WALTER & HW HUNT. 1988. Arthropod regulation of Micro- and mesobiota in below-ground detrital food webs. *Ann. Rev. Entomol.*, **33**:419-439.
- NORTON, RA & VM BEHAN-PELLETIER. 2009. Suborder Oribatida. Pp. 430-564 en: Krantz, GW & DE Walter (eds.). *A manual of Acarology*, Texas Tech Univ. Press, Lubbock.
- O'CONNOR, BM. 1994. Life-History Modifications in Astigmatid Mites. Pp. 136-159 en: Houck, MA (ed.). *Mites. Ecological and Evolutionary Analyses of Life-History Patterns*. Chapman & Hall, New York.
- PARIS, CI; M GONZÁLEZ POLO; C GARBAGNOLI; P MARTÍNEZ; G SOMMA DE FERRÉ; ET AL. 2008. Litter decomposition and soil organisms within and outside of *Camponotus punctulatus* nests in sown pastures in Northeastern Argentina. *Appl. Soil Ecol.*, **40**:271-282.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2012. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- SEASTEDT, TR. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Ann. Rev. Entomol.*, **29**:25-46.
- SUBÍAS, LS. 2004. Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los ácaros oribátidos (Acariformes: Oribatida) del mundo. *Graellsia*, **60**:3-305.
- TRAVÉ, J; HM ANDRÉ; G TABERLY & F BERNINI. 1996. *Les acariens oribates*. Agar & Sialf (eds.). Wavre.
- UPPSTROM, KA. 2010. *Mites (Acari) Associated with the Ants (Formicidae) of Ohio and the Harvester Ant, *Messor pergandei*, of Arizona*. The Ohio State University. PhD Thesis. Pp. 228.
- WAGNER, D; MJF BROWN & DM GORDON. 1997. Harvester ant nests, soil biota and soil chemistry. *Oecologia*, **112**:232-236.
- WALTER, DE; EE LINDQUIST; IM SMITH; DR COOK & GW KRANTZ. 2009. Order Trombidiformes. Pp. 233-420 en: Krantz, GW & DE Walter (eds.). *A Manual of Acarology*. Texas Tech University Press, Lubbock.
- ZAR, JH. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4° edición. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.