

Velocidad de forrajeo y área foliar transportada por la hormiga *Acromyrmex subterraneus* (Hymenoptera: Formicidae)

Cecília H. F. Gomides¹, Terezinha M. C. Della Lucia¹, Fernando S. Araújo¹ y Denise D. O. Moreira².

¹ Universidade Federal de Viçosa, DBA, Viçosa, 36571-000 MG, Brasil.

² Universidade Estadual do Norte Fluminense, CCTA, Campos, 28013-450, RJ, Brasil.

Recibido 19-VI-1996. Corregido 10-IX-1997. Aceptado 30-VI-1997.

Abstract: Although leaf-cutting ants are considered to be an important pest in agriculture and forestry in South America, several aspects of their ecology are still unknown. Foraging speed of *Acromyrmex subterraneus subterraneus* and relationship between size of forager and load were studied in Viçosa, Brazil. Time spent by workers (leaving the nest or returning to it, loaded or unloaded), to cross a 40 cm space from nest entrance was measured. This speed was determined twice each month, every hour from beginning of foraging to its end, during 12 consecutive months. Twenty workers and their loads were secured at five occasions for measurement. Mean speed varied from 0.5 to 1.2 m/min; lower values were found during winter time. Workers leaving the nest were faster (0.93m/min) than loaded workers (0.78 m/min). No relationship could be found between worker sizes and load size.

Key words: Leaf-cutting ants, foraging speed, load size, ant foragers, *Acromyrmex subterraneus subterraneus*.

El establecimiento de hormigueros en áreas forestales y agrícolas está despertando grandes preocupaciones a estos sectores y debido a los perjuicios causados se intensifica el número de investigaciones en ese campo. La protección de las áreas forestales contra hormigas cortadoras, más conocidas en Brasil como "saúvas" y "quenquens", es uno de los aspectos más críticos de la silvicultura en el Brasil. Las especies de "quenquens" ocupan cada día un lugar de mayor importancia en áreas de pastos y de reforestamientos, pues, algunas veces, pueden superar en abundancia a las "saúvas".

Desde el momento en que la hoja es cortada en la planta hasta el momento final del procesamiento del vegetal, que consiste en el descarte del material no utilizado por el hongo, varios tamaños de obreras son responsables por esta operación (Fowler *et al.* 1991). El polimorfismo hace posible a las hormigas de

los géneros *Atta* y *Acromyrmex* explotar más recursos que otros Attini monomórficos. Varios trabajos relacionan el polimorfismo con el corte y transporte de la vegetación por *Atta* (Davidson 1978, Lumsden 1982, Rudolph y Loudon 1986, Wetterer 1990, Schindwein 1991, Van Breda y Stradling 1994). Sin embargo, estudios en esta área, con *Acromyrmex*, prácticamente son pocos. Recientemente, Roces (1990) y Roces y Núñez (1993) hacen referencia a esta especie. En el presente trabajo, se investigó algunos de esos aspectos en *Acromyrmex subterraneus subterraneus* Forel, 1893 especie cosmopolita en los reforestamientos brasileños. Se procuró determinar la velocidad de las obreras forrajeras, recolectoras y no recolectoras; la relación entre el tamaño de la obrera y el área foliar transportada; la correlación entre el tamaño de la obrera y su velocidad de regreso con carga y la influencia de la temperatura del aire, del suelo y

de la humedad relativa, en las velocidades de las obreras de tres clases poliéticas.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo fue llevado a cabo en el campus de la Universidade Federal de Viçosa, en Viçosa - MG, Brasil, a orillas de la pista de acceso a Belvedere, en el bosque del Departamento de Biología (20°45' S y 42°52' W, entre 600 y 800 m.s.n.m.).

Según la clasificación de Köppen, el clima de la región es del tipo Cwa, subtropical moderado húmedo, con déficit hídrico en el período de mayo a setiembre y un excedente en los meses de diciembre a marzo (Golfari 1975).

Las colonias estudiadas, denominadas hormigueros 1 e 2, poseían aproximadamente 5m² e 12 m² de área, respectivamente, distanciados 20 m entre si. Las obreras fueron divididas en tres clases poliéticas. Se denominó forrajera, aquella que dejaba el nido en dirección al recurso vegetal; recolectora, aquella que regresaba al nido con carga y no recolectora, la que retornaba al nido sin carga.

Los datos fueron recolectados quincenalmente a partir de febrero de 1993 y hasta enero de 1994. Características microclimáticas como temperatura del aire y del suelo, y humedad relativa, fueron registradas en el lugar de trabajo. La temperatura del suelo fue tomada en los tres primeros cm superficiales, cerca de la entrada del nido en la ruta.

La velocidad fue registrada cada hora y para su estudio se demarcó junto a las rutas de ambos hormigueros un espacio de 0.40 m. Con ayuda de un cronómetro se marcó el tiempo del recorrido de las hormigas, para las que salían a forrajear y de aquellas que regresaban al nido, cargadas o no. La elección de la hormiga para ser evaluada fue completamente al azar. Se utilizó una linterna con el foco cubierto con papel celofán de color rojo para no interferir en el comportamiento de las hormigas (Della Lucia y Vilela 1986, Guajará *et al.* 1990).

Paralelamente, con el fin de correlacionar la velocidad de la obrera recolectora con su tamaño

(ancho de la cápsula cefálica) y el área de carga transportada, de junio a noviembre se recolectó 20 obreras (y sus respectivas cargas), midiéndose además su velocidad (total 100 obreras). Ese material fue colocado individualmente en recipientes de vidrio de aproximadamente 10 cm³ y llevados al laboratorio. Se hizo la medición de la cápsula cefálica según Wilson (1980). El material vegetal se procesó con un medidor electrónico de área foliar.

RESULTADOS

La velocidad de las forrajeras fue significativamente mayor (Kruskal-Wallis $p < .001$) que la de las otras dos clases de obreras; sin embargo, la velocidad de estas dos últimas fue semejante (Cuadro 1). Esta diferencia solo es aceptable para los datos agrupados de los dos hormigueros. Individualmente, se observó que en el hormiguero 1 la velocidad de las obreras de cada clase era diferente, mientras que en el hormiguero 2, no fueron detectadas diferencias. Esto posiblemente es consecuencia del tamaño del hormiguero, ya que, en el mayor (hormiguero 2), la población de obreras fue más numerosa, observándose un mayor número de obreras en la ruta y mayor dispersión de las velocidades.

Se esperaba que las obreras recolectoras caminaran a velocidades menores, aunque no siempre las diferencias fueron significativas. Según Rudolph y Loudon (1986) en *Atta cephalotes*, la velocidad de las recolectoras aumenta con el tamaño de la hormiga y disminuye con el tamaño de la carga. En este trabajo no se encontró correlación entre la velocidad de las recolectoras y su tamaño (Fig. 1) y entre velocidad y tamaño de la carga (Fig. 2).

CUADRO 1

Velocidad media (m/min) y desviación estándar (entre parentesis) durante un año, de dos hormigueros de *Acromyrmex subterraneus subterraneus*. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

	Forra- jeras	Reco- lectoras	No reco- lectoras
Hormiguero 1	0.95a (0.46)	0.72b (0.25)	0.80c (0.26)
Hormiguero 2	0.91a (0.51)	0.85a (0.45)	0.86a (0.46)
Media	0.93a (0.49)	0.78b (0.37)	0.83b (0.37)

CUADRO 2

Còeficientes de correlación de Spearman entre los factores climáticos y la velocidad de las obreras de *Acromyrmex subterraneus subterraneus*. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. (Todos los casos: $p < 0.001$)

	Forraje- rás	Recolec- toras	No recolec- toras
Temperatura del aire	0.365	0.233	0.211
Humedad relativa	0.204	0.162	0.248
Temperatura del suelo	0.573	0.482	0.399

En la misma línea los valores seguidos por letras diferentes difieren para el test de Kruskal-Wallis ($p < .001$)

CUADRO 3

Velocidad media de las tres clases politéicas de obreras de *Acromyrmex subterraneus subterraneus* con tres intervalos de temperatura. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Temp. del suelo	Forrajeras	Recolectoras	No recolectoras
< 18° C	0.54 ± 0.20 a N = 54	0.53 ± 0.22 a N = 53	0.56 ± 0.21 a N = 53
18 - 23.9° C	0.81 ± 0.37 bA N = 195	0.73 ± 0.30 bB N = 197	0.78 ± 0.30 bB N = 197
> 24° C	1.31 ± 0.54 cA N = 59	0.98 ± 0.38 cB N = 58	0.89 ± 0.39 bB N = 59

Valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente (Spearman $p < .01$); Letra mayúscula se refiere a los contrastes entre columnas y minúsculas, a las líneas.

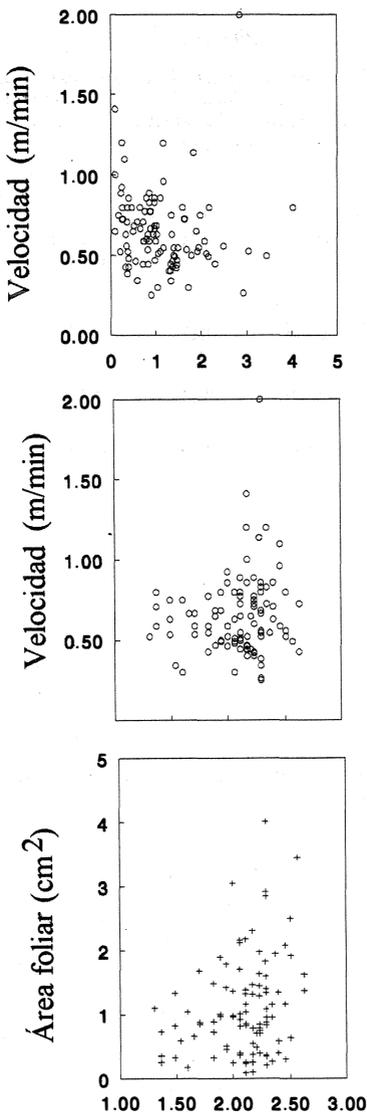


Fig. 1. Relaciones entre tamaño de las obreras de *Acromyrmex subterraneus subterraneus* y área foliar transportada y la velocidad de transporte. Ejes horizontales: Figura superior: área foliar (cm²). Figuras media e inferior: tamaño de cápsula cefálica (mm).

DISCUSIÓN

En *A. subterraneus*, la velocidad aumenta o disminuye independientemente del área foliar transportada y del tamaño de la obrera. Cabe resaltar que en esta especie, las obreras de todos los tamaños son encontradas en las rutas, sin embargo, las obreras mayores y medianas son las que cortan y transportan la vegetación (Della Lucia y Oliveira 1993). Otro aspecto importante es que esas obreras no son fieles a la ruta, cambiando su trayectoria en función de los

recursos disponibles, es decir, son oportunistas. La inexistencia de correlación entre la velocidad y el tamaño de las obreras corrobora ese oportunismo. Se pudo observar individuos mayores y menores transportando cargas de amplia variación de área (Fig. 3), con velocidades variadas, independientemente del tamaño de la hormiga y de la carga transportada.

Esto tal vez constituye un mecanismo de optimización de la estrategia de forrajeo de la especie, pues la amplitud del tamaño de las forrajeras es mayor en comparación con *Atta*, por lo tanto les permite un forrajeo más económico, en número menor de plantas, según Fowler *et al.* (1991).

Los valores de las velocidades de las recolectoras se asemejan mucho a los de las no recolectoras. Estas obreras pueden estar cargando agua o savia para el nido (Littleddyke y Cherrett 1976, Stradling 1978). Además, puede constituir la fuerza de mantenimiento de la ruta, lo que determina la longitud de la ruta, como en *Atta colombica*, según Lugo *et al.* (1973). Las forrajeras generalmente presentaron valores absolutos de velocidad más elevados, posiblemente representan a las obreras escoteras que actúan en el reclutamiento de compañeras de nidos.

Las velocidades fueron muy variables; algunas hormigas se mueven a solo 0.22 m/min o tienen incrementos de velocidad que puede alcanzar 2.67 m/min, sin embargo, se observó que por regla general, 68.8% de las obreras caminan a velocidades que varían de 0.5 a 1.0 m/min.

Las velocidades medias de las clases de obreras entre hormigueros fue estadísticamente semejante.

La velocidad de desplazamiento de las obreras de todas las clases presentó correlación positiva y significativa con los factores climáticos (Correlación de Spearman), aunque tal correlación fue baja con relación a la temperatura del aire y con la humedad relativa (Cuadro 2). La correlación fue mayor con la temperatura del suelo.

Al separar las velocidades de acuerdo con intervalos de temperatura (Cuadro 3), se observa que a temperaturas más bajas, todas las hormigas se mueven a velocidades significativamente más reducidas (Spearman p

<.01). A esas temperaturas las velocidades son idénticas entre las clases poliéticas y muestran dispersiones reducidas. A partir de 18°C, las forrajeras se destacan por sus velocidades más elevadas. Estos resultados concuerdan con Hölldobler y Wilson (1990) sobre el hecho de que las obreras forrajeras son influenciadas rápidamente por los factores climáticos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, puede concluirse que las obreras de *A. subterraneus subterraneus* presentaron una velocidad media de 0.93 m/min, con una amplia tasa de variación (0.25 a 2.67 m/min). En las recolectoras y no recolectoras las velocidades medias fueron de 0.78 y 0.83 m/min, respectivamente. La velocidad está relacionada con factores climáticos, en especial con la temperatura del suelo. Las forrajeras son más rápidas que las recolectoras y no recolectoras, a temperaturas más altas y la velocidad alcanzada por las obreras recolectoras no presentó correlación con el tamaño de la cápsula cefálica ni tampoco con el tamaño de la carga.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) y a la Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) por las becas. A los becarios del insectario del Departamento de Biología Animal por su valiosa colaboración en la recolección de los datos de campo, a Jorge L. D. Saavedra y Eulogio N. M. Farias por la traducción del manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Davidson, D.W. 1978. Size variability in the worker caste of social insect (*Veromessor pergandei* Mayr) as a function of the competitive environment. *Am. Nat.* 121: 523-532.
- Della Lucia, T.M.C. & M. A. Oliveira. 1993. Forrageamento, p.84-105. In Della Lucia, T.M.C. (ed.). As formigas cortadeiras. Folha de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- Della Lucia, T.M.C. & E. F. Vilela. 1986. Atividades comportamentais da rainha de *Atta sexdens rubropilosa* Forel 1908 em saueiro em laboratório. In Encontro de Mirmecologia do Estado de São Paulo, Rio Claro. Anais - Rio Claro, Instituto de Biociências, p.72.
- Fowler, H. G., L. C. Forti, C. R. F. Brandão, J. H. C. Delabie, & H. L. Vasconcelos. 1991. Ecologia nutricional de formigas. p.131-223. In Pannizi, A.R. & J. R. P. Parra (eds.). Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Manole, São Paulo.
- Golfari, L. 1975. Zoneamento Ecológico do Estado de Minas Gerais para Reflorestamento. PRODEPEF/PNUD/FAO/IBDF, Belo Horizonte. 45p. (Série técnica, 3).
- Guajará, M.S., E. F. Vilela & K. Jaffé. 1990. Senses used by *Acromyrmex subterraneus subterraneus* during homing orientation, under laboratory conditions. p.367-372. In Vander Meer, R.K., K. Jaffé & A. Cedeño (eds.). Applied myrmecology. A world perspective. Westview, Oxford.
- Hölldobler, B. & E. O. Wilson. 1990. The ants. Harvard University, Cambridge. 732p.
- Littleyke, M. & J. M. Cherrett. 1976. Direct ingestion of plant sap from leaves by the leaf-cutting ants *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (R.) (Formicidae: Atini). *Bull. Ent. Res.* 66: 205-219.
- Lugo, A.F., E. G. Farnsworth, D. Pool, P. Jerez & G. Kaufman. 1973. The impact of the leaf-cutter ant *Atta colombica* on the energy flow of a tropical rain forest. *Ecology* 54: 1293-1301.
- Lumsden, C.J. 1982. The social regulation of physical caste. The superorganism revised. *J. Theor. Biol.* 95: 749-781.
- Roces, F. & J. A. Núñez. 1993. Information about food quality influences load-size selection in recruited leaf-cutting ants. *Anim. Behav.* 45: 135-143.
- Roces, F. 1990. Leaf-cutting ants cut fragment sizes in relation to the distance from the nest. *Anim. Behav.* 40: 1181-1183.
- Rudolph, S.G. & C. Louçon. 1986. Load size selection by foraging leaf-cutting ants *Atta cephalotes*. *Ecol. Entomol.* 11: 401-410.
- Schlindwein, M.N. 1991. Respostas polimórficas de forrageio de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908) (Hymenoptera: Formicidae) aos vegetais explorados em experimentos de campo. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, Brasil.
- Stradling, D.J. 1978. The influence of size on foraging in the ant *Atta cephalotes*, and the effect of some plant defence mechanisms. *J. Anim. Ecol.* 47: 173-188.
- Van Breda, J. M. & D. J. Stradling. 1994. Mechanisms affecting load size determination in *Atta cephalotes* L. (Hymenoptera: Formicidae). *Ins. Soc.* 41: 423-434.
- Wetterer, J. K. 1990. Diel changes in forager size, activity and load selectivity in a tropical leaf-cutting ant, *Atta cephalotes*. *Ecol. Entomol.* 15: 97-104.
- Wilson, E.O. 1980. Caste and division of labor in leaf cutter ants. (Hymenoptera: Formicidae). I: The overall pattern in *A. sexdens*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 7: 143-156.