

# Associação de *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish (Asteraceae) com formigas e sua relação com a mirmecofauna do solo em floresta de altitude, região central de Minas Gerais

Félix B. Rosumek

Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Caixa postal 486, CEP 30123-970, Belo Horizonte - MG. E-mail: rosumek@hotmail.com

## Abstract

**Association of *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish (Asteraceae) with ants and its relationship with ground-dwelling ants, in an altitude forest, central Minas Gerais state.** Ants occurring on *Eremanthus erythropappus* ("candeia") and the ground were studied at an altitude forest. Forty-eight individuals of *E. erythropappus* were sampled, with manual sampling on the plants and baits on the adjacent soil. The ground fauna presented highest richness, diversity and equitability than plants. Two *Camponotus* species were dominant on plants. The association between ants and *E. erythropappus* is facultative, apparently with opportunistic use of exudates, and with the most common species co-occurring on plants and ground. The benefits of this association for the plants still need to be studied. *E. erythropappus* is a plant of economical interest, and the knowledge of the association with ants could be useful for its management.

**Keywords:** *Eremanthus erythropappus*; plant ants; ground-dwelling ants; altitudinal forest.

## Introdução

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) são reconhecidas como um dos grupos de artrópodes mais abundantes e diversificados na maioria dos ecossistemas terrestres, ocupando uma grande variedade de nichos e executando diversas funções ecológicas (Hölldobber & Wilson, 1990; Alonso & Agosti, 2000). Embora a maioria das espécies esteja associada ao solo e à serrapilheira, interações variadas entre formigas e plantas são evolutivamente antigas e muito comuns (Delabie et al., 2003).

Os mutualismos entre formigas e plantas assumem diversas formas, sendo que as formigas podem beneficiar as plantas de cinco maneiras básicas (segundo Beattie, 1985 in Oliveira & Pie, 1998): (1) protegendo-as contra herbívoros; (2) promovendo o crescimento e a sobrevivência da hospedeira ao atacar a folhagem das plantas vizinhas; (3) nutrindo a planta com elementos essenciais; (4) dispersando sementes e frutos; (5) polinizando a planta. Em troca, a planta fornece às formigas alimento ou sítios para a construção de ninhos.

O modo como as plantas podem oferecer alimento às formigas também varia, sendo o mais comum a produção de exudatos através de nectários extraflorais (NEFs) (Apple &

Feener Jr., 2001; Byk & Del-Claro, 2006). Os NEFs são estruturas secretoras de néctar não diretamente envolvidas na polinização, embora possam se situar próximos às partes reprodutivas (Bentley, 1977). Ocorrem em pelo menos 93 famílias vegetais, sendo mais comuns em angiospermas de regiões tropicais e subtropicais (Koptur, 1992). As formigas são os insetos mais atraídos pelos NEFs (Oliveira et al., 1987), o que faz com que sua presença seja constante nas plantas que os possuem, com importante impacto na estruturação da comunidade de artrópodes do dossel (Oliveira & Freitas, 2004). Embora tanto formigas de solo quanto de plantas sejam grupos bem estudados, um número menor de trabalhos investiga os dois habitats simultaneamente, de modo a realizar comparações diretas entre as mirmecofaunas.

*Eremanthus erythropappus* (popularmente conhecida como candeia) é uma árvore pioneira que cresce em solos rasos, pouco férteis e rochosos, geralmente em altitudes entre 900 m e 1800 m (Pérez et al., 2004). A planta é característica das florestas estacionais semidecíduais do sudeste brasileiro e comum, também, em campos rupestres e florestas mesófilas, estabelecendo-se nestas últimas após perturbações (Pedralli, 1997; Werneck et al., 2000; Rodrigues et al., 2003; Oliveira Filho et al., 2004). Na transição das matas para os campos, podem ser encontradas formações florestais de baixa a média estatura, com predominância de candeias, chamadas localmente de candeais (Oliveira Filho & Fluminhan Filho, 1999).

Além de sua importância ecológica, *E. erythropappus* tem recebido muita atenção devido ao seu valor econômico. A planta

Received: 29-X-07

Accepted: 22-VIII-08

Distributed: 15.VII.09

é utilizada para produção de mourões de cerca (Botrel et al., 2006) e óleo com propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas, utilizado na indústria de remédios e cosméticos (Scolforo et al., 2007). Em anos recentes, foram realizados vários estudos com a planta, visando a pesquisa básica e o manejo (Pérez et al., 2004; Silva et al., 2005; Venturin et al., 2005; Estopa et al., 2006; Galdino et al., 2006; Salustiano et al., 2006; Tonetti et al., 2006; Scolforo et al., 2007). Poucos são os estudos com a fauna associada (p.ex. Martins & Batalha, 2006), e não há trabalhos envolvendo formigas.

Os objetivos do presente trabalho foram: (1) fazer um levantamento da fauna de formigas que ocorre no solo e nas candeias de uma área de floresta de altitude no Parque Estadual do Itacolomi; (2) verificar qual uso as formigas fazem de *E. erythropappus*; (3) comparar a mirmecofauna encontrada nas plantas com aquela no solo adjacente.

## Material e métodos

### Área de estudo

O Parque Estadual do Itacolomi localiza-se na porção sul da Cadeia do Espinhaço, entre os municípios de Ouro Preto e Mariana, possuindo cerca de 7000 ha. É uma área de elevada altitude (acima de 1200 m), tendo como ponto culminante o Pico do Itacolomi, com 1772 m. Sendo uma região de transição entre os domínios do Cerrado e da Mata Atlântica, apresenta uma grande diversidade de fisionomias vegetais — de florestas estacionais semidecíduais a campos rupestres.

O estudo foi realizado em um candeal na Trilha da Capela e no entorno da clareira da Capela, entre as coordenadas 22°26'04" S; 43°30'35" W e 20°26'18" S; 43°30'35" W. A área caracteriza-se por solo raso e rochoso, rico em ferro (denominado "canga"), e é recoberta por uma mata baixa, onde *E. erythropappus* é a espécie dominante.

### Procedimentos de campo

Foram selecionadas 48 plantas ao longo da Trilha da Capela. Os requisitos para a seleção dos indivíduos foram: presença de inflorescências maduras; altura pequena a mediana (entre 1,5 m e 2,5 m), de modo que a maior parte da copa pudesse ser analisada durante a busca visual. Oito plantas não foram amostradas estritamente de acordo com a metodologia descrita na sequência, portanto foram excluídas das análises comparativas e seus dados utilizados apenas nas listas de espécies.

Para subsidiar o plano de manejo do Parque, foi realizada recentemente uma avaliação ecológica rápida (AER) da entomofauna (Antonini, 2006). Este estudo levou em conta apenas os grupos de libélulas (Odonata) e abelhas (parte de Hymenoptera), as formigas permanecendo desconhecidas até o momento.

As plantas foram amostradas durante três dias, entre 30/07/07 e 02/08/07, com a floração tendo iniciado há cerca de duas semanas. Em cada dia, 16 indivíduos foram amostrados, em dois períodos: 9:30 h – 12:00 h e 14:00 h – 16:30 h.

No período da manhã, oito plantas tiveram a fauna do solo adjacente amostrada com o uso de quatro iscas (duas com sardinha e duas com creme de amendoim) dispostas alternada-

mente a 1,5 m da base de cada planta. Manteve-se uma distância mínima de 10 m entre cada árvore amostrada. As iscas permaneceram na área por 80 min antes de serem recolhidas em sacolas plásticas, juntamente com parte do solo adjacente. Posteriormente, elas foram triadas em laboratório.

Durante a espera pelo recolhimento das iscas, realizou-se a busca visual por formigas em outros oito indivíduos de *E. erythropappus*. Cada planta teve seus ramos, folhas e inflorescências observadas por um período de oito minutos, e as formigas encontradas foram coletadas para identificação. O tempo foi padronizado em oito minutos para permitir que a amostragem fosse executada dentro do intervalo citado.

No período da tarde, as mesmas 16 plantas da manhã foram amostradas, porém com métodos inversos: colocaram-se iscas em torno das que sofreram busca visual anteriormente, e vice-versa. O material coletado está depositado no Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais.

Em um dia separado, realizou-se a medição da circunferência na altura do peito (CAP) das árvores, com o objetivo de relacionar a riqueza de formigas com o tamanho da árvore. Embora a altura das plantas tenha sido um critério de seleção, *E. erythropappus* cresce de modo retorcido e plantas de altura semelhante podem ter CAPs e volume de copa diferentes.

### Análises

As formigas de solo e das plantas foram identificadas até o nível de gênero, com auxílio das chaves de Palácio & Fernández (2003). Apenas as espécies de três gêneros puderam ser identificadas; as dos demais foram mantidas em morfoespécies, devido à indisponibilidade de chaves adequadas. Para o cálculo dos parâmetros ecológicos, foi utilizada a frequência (número de registros) em iscas e plantas, pois, devido ao padrão de agregação característico dos insetos sociais, o número de indivíduos deve ser evitado (Romero e Jaffé, 1989).

Para a análise da fauna de solo, o conjunto de quatro iscas foi contado como um ponto amostral, enquanto, na análise de plantas, cada indivíduo foi considerado um ponto amostral. As frequências de espécies nas iscas de sardinha e creme de amendoim foram obtidas separadamente para se avaliar a eventual diferença no tipo de recurso utilizado pelas formigas.

Os índices de diversidade ( $H'$  - Shannon), equitabilidade ( $E$  - Shannon) e similaridade (Morista-Horn) foram obtidos com o uso do programa Bio-DAP (Thomas & Clay, 1996). Os testes estatísticos foram executados com o programa BioEstat (Ayres et al., 2005).

## Resultados

### Plantas

Foram encontradas formigas em 35 (87,5%) das 40 árvores. Destas, 11 (22,5%) apresentaram uma espécie; 22 (55%) apresentaram duas espécies; 3 (7,5%) apresentaram três espécies; e apenas uma (2,5%) apresentou quatro espécies. Não houve relação entre o número de espécies e a CAP da planta (Correlação de Spearman,  $r_s = 0,012$ ,  $p = 0,943$ ). Por exemplo, a planta que apresentou quatro espécies possuía uma das

menores CAPs dentre todas as plantas amostradas (4,0 cm, contra média de  $10,6 \pm 7,1$  cm).

Foram encontradas 11 espécies de formigas em *E. erythropappus*, divididas entre seis gêneros e quatro subfamílias. Destas, duas apresentaram frequências altas e idênticas (*Camponotus* sp.1 e *Camponotus* sp.6), enquanto as outras tiveram poucos registros (Tab. 1).

O grande número de plantas com duas espécies se deve em grande parte à co-ocorrência das duas espécies mais comuns, que ocorreram, no total, em 32 plantas. Em 15 (46,9%) destas as duas foram encontradas simultaneamente. Estas espécies são morfologicamente bem distintas.

As formigas foram encontradas principalmente na parte inferior dos capítulos das flores (65,7% dos registros). Se não eram perturbadas, elas permaneciam paradas sob a inflorescência, embora não fosse possível distinguir visualmente a remoção ou consumo de itens alimentares. Este comportamento foi observado em *Camponotus* sp.1, *Camponotus* sp.2 e *Crematogaster* sp.1. Em 20% dos registros, as formigas foram encontradas sobre as flores e, nas ocasiões restantes, caminhando sobre folhas e ramos. Em uma oportunidade, foi possível distinguir uma fileira de *Crematogaster* sp.1 que ia dos capítulos até um ninho no solo, ao lado da planta.

#### Solo

Foram encontradas 27 espécies de formigas nas iscas de solo, divididas entre sete gêneros e quatro subfamílias. As formigas ocorreram no solo adjacente a todas as plantas, sendo que o número de espécies em cada ponto amostral variou de um a nove (média de  $4,15 \pm 1,8$  espécies). *Camponotus* sp.1, *Camponotus* sp.6 e *Pheidole* sp.3 apresentaram as maiores frequências, acima de 50%. *Linepithema* aff. *anathema*, *Crematogaster* sp.1, *Pheidole* sp.1 e *Pheidole* sp.5 também apresentaram frequências elevadas, entre 28% e 43%. Quatro espécies foram encontradas apenas nas oito plantas não amostradas de acordo com a metodologia padronizada, incluindo as formigas de correição *Labidus praedator* (Tab. 1). A espécie identificada como *Linepithema* aff. *anathema* diverge da descrição de Wild (2007) por apresentar coloração clara e amarelada, mas pôde ser diferenciada de espécies próximas pelo padrão de pilosidade.

Houve um número maior de espécies de formiga nas iscas de sardinha (20 spp.), do que nas de creme de amendoim (17 spp.), embora esta diferença não tenha sido significativa (Qui-quadrado,  $\chi^2 = 0,243$ ,  $p = 0,622$ ). Três espécies foram exclusivas das iscas de creme de amendoim (*Camponotus* sp.4, *Pheidole* sp.6 e *Solenopsis* sp.3) e seis foram exclusivas das iscas de sardinha (*Linepithema* sp.1, *Camponotus* sp.2, *Pheidole* sp.7, *Solenopsis* sp.2, *Solenopsis* sp.4 e *Wasmannia auropunctata*). Porém, como todas estas espécies exclusivas ocorreram em frequências muito baixas (1 ou 2 registros), não é possível inferir preferências pelas iscas, principalmente em se tratando de gêneros altamente generalistas (ver Discussão, adiante) (Tab. 2).

Os índices de diversidade e equitabilidade de Shannon foram muito semelhantes para os dois tipos de iscas. Não houve dominância por parte de nenhuma espécie. O índice de similaridade de Morista-Horn também se mostrou elevado (0,774) (Tab. 2).

**Tabela 1** - Espécies de formigas coletadas em *Eremanthus erythropappus* e no solo adjacente, no Parque Estadual do Itacolomi - MG (FP - frequência nas plantas; FI - frequência nas iscas; \* - espécie registrada fora da amostragem padronizada).

Subfamília / Espécie	FP	FI
<b>Dolichoderinae</b>		
<i>Linepithema</i> aff. <i>anathema</i>	0.03	0.30
<i>Linepithema micans</i>	–	0.18
<i>Linepithema</i> sp.1	–	0.03
<b>Ecitoninae</b>		
<i>Labidus praedator</i>	–	*
<b>Formicinae</b>		
<i>Camponotus</i> sp.1	0.60	0.55
<i>Camponotus</i> sp.2	–	0.03
<i>Camponotus</i> sp.3	0.03	0.15
<i>Camponotus</i> sp.4	0.05	0.05
<i>Camponotus</i> sp.5	–	*
<i>Camponotus</i> sp.6	0.60	0.68
<b>Myrmicinae</b>		
<i>Crematogaster</i> sp.1	0.15	0.30
<i>Crematogaster</i> sp.2	–	0.13
<i>Cephalotes</i> sp.1	0.05	–
<i>Cephalotes</i> sp.2	0.03	–
<i>Pheidole</i> sp.1	–	0.45
<i>Pheidole</i> sp.2	–	0.18
<i>Pheidole</i> sp.3	–	0.55
<i>Pheidole</i> sp.4	–	0.18
<i>Pheidole</i> sp.5	–	0.28
<i>Pheidole</i> sp.6	–	0.03
<i>Pheidole</i> sp.7	–	0.03
<i>Pheidole</i> sp.8	–	0.05
<i>Pheidole</i> sp.9	–	*
<i>Pheidole</i> sp.10	–	*
<i>Pheidole</i> sp.11	0.03	–
<i>Solenopsis</i> sp.1	–	0.08
<i>Solenopsis</i> sp.2	–	0.03
<i>Solenopsis</i> sp.3	–	0.03
<i>Solenopsis</i> sp.4	–	0.03
<i>Wasmannia auropunctata</i>	–	0.03
<b>Pseudomyrmecinae</b>		
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	0.03	–
<i>Pseudomyrmex</i> sp.2	0.08	–

**Tabela 2** - Total de espécies e índices ecológicos das formigas de solo coletadas em dois tipos de iscas, no Parque Estadual do Itacolomi - MG (H' - diversidade de Shannon; E - equitabilidade de Shannon; M-H - similaridade de Morista-Horn).

	Creme de amendoim	Sardinha
<b>Total de espécies</b>	17	20
<b>Espécies exclusivas</b>	3	6
<b>H'</b>	2,53	2,53
<b>E</b>	0,89	0,85
<b>M-H</b>	0,774	

A distribuição de frequências das espécies entre os dois tipos de isca, porém, foi significativamente diferente (Kolmogorov-Smirnov,  $p < 0,01$ ). Particularmente chamativa é a diferença na frequência de *Camponotus* sp.1 e *Camponotus* sp.6 nas iscas de sardinha (ambas acima de 50%) e nas iscas de creme de amendoim (ambas abaixo de 20%) (Fig. 1).

#### Comparação entre plantas e solo

O índice de diversidade e equitabilidade de Shannon foi maior para as formigas de solo. Tal diferença deve-se tanto ao maior número de espécies no solo, quanto à dominância de *Camponotus* sp.1 e *Camponotus* sp.6 nas plantas. De um modo geral, os dois habitats apresentaram uma razoável similaridade na composição faunística de formigas (valor de 0,567 para o índice de Morista-Horn). Tanto nas plantas, quanto no solo houve uma alta proporção de espécies exclusivas (45,4% nas plantas e 74% no solo) (Tab. 3).

*Camponotus* sp.1 e *Camponotus* sp.6 foram as duas espécies mais comuns nos dois habitats, apresentando frequências semelhantes no solo e nas plantas. A co-ocorrência das duas espécies no solo (48,4%) foi muito semelhante à encontrada nas plantas. A ocorrência simultânea de *Camponotus* sp.1 em uma planta e no solo adjacente foi de 53,3%. Para *Camponotus* sp.6, este valor foi ainda mais alto: 70%.

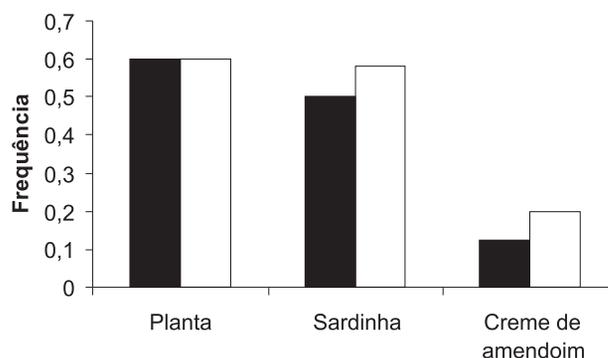
#### Discussão

*Eremanthus erythropappus* mostrou-se um importante recurso para as formigas na área de estudo. A similaridade da fauna das plantas com a do solo mostra que esta associação é em geral oportunística e não-obrigatória, com as espécies mais frequentes ocorrendo nos dois habitats. O comportamento das formigas sugere que exista produção de exudatos em nectários extraflorais ou algum outro tipo de item alimentar nas partes inferiores dos cálices de *E. erythropappus*, que seriam os recursos que atrairiam as formigas para as plantas.

Plantas que oferecem néctar dos NEFs, mas não formam estruturas especializadas para a formação de ninhos de formigas (= domácias), são ditas "não-mirmecófitas" e este parece ser o caso de *E. erythropappus*. Essas plantas são em geral associadas com diversas espécies de formigas, em associações não-especializadas e facultativas (Oliveira & Brandão, 1991; Mackay & Whalen, 1998; Oliveira & Pie, 1998). Mesmo em plantas

**Tabela 3** - Total de espécies e índices ecológicos das formigas coletadas em *Eremanthus erythropappus* e no solo, no Parque Estadual do Itacolomi - MG (H' - diversidade de Shannon; E - equitabilidade de Shannon; M-H - similaridade de Morista-Horn).

	Plantas	Solo
<b>Total de espécies</b>	11	23
<b>Espécies exclusivas</b>	5	17
<b>H'</b>	1,51	2,63
<b>E</b>	0,63	0,84
<b>M-H</b>	0,567	



**Figura 1** - Frequências de *Camponotus* sp.1 (barras negras) e *Camponotus* sp.6 (barras brancas) em plantas e nos dois tipos de iscas.

mirmecófitas, as interações espécie-específicas são raras, sendo que o mais comum são diversas espécies de formigas ocupando a planta hospedeira e diversas espécies de plantas sendo ocupadas por cada espécie de formiga (Vasconcelos & Davidson, 2000).

A suposta vantagem para a planta, neste tipo de associação, é a redução da ocorrência de insetos herbívoros, devido à presença das formigas (Oliveira, 1997; Mackay & Whalen, 1998; Katayama & Suzuki, 2004; Fernandes et al., 2005). Outra possibilidade é que a presença de NEFs evite que as formigas visitem as próprias flores em busca de néctar, onde prejudicariam a reprodução da planta por não realizarem polinização (Wagner & Kay, 2002). Efetivamente, a proporção de formigas forrageando sobre as flores de *E. erythropappus* foi um terço das encontradas sob os cálices.

Estudos com diversos grupos demonstram que as vantagens deste tipo de associação variam grandemente no espaço e no tempo, devido a fatores ligados à natureza do habitat e das espécies envolvidas (Fisher et al., 1990; Koptur, 1992; Bronstein 1998; Ruhren & Handel 1999; Bronstein & Barbosa 2002; Heil & McKey 2003; Cuautle & Rico-Gray 2003). A presença abundante de formigas neste estudo pode estar ligada ao período de floração de *E. erythropappus*, sendo necessário um acompanhamento de longo prazo para verificar se há variação temporal. Uma abordagem experimental também seria necessária para determinar se a presença das formigas em *E. erythropappus*

efetivamente traz vantagens para a planta e quais seriam estas vantagens.

O suprimento de energia das formigas de vegetação depende fortemente dos exudatos produzidos por plantas e insetos (Davidson et al., 2003). Porém, é frequentemente observado que formigas que constroem ninhos no solo sobem nas plantas em busca destes recursos (Del-Claro & Oliveira, 1996; Alonso, 1998; Bluthgen et al., 2000). No caso de *E. erythropappus*, não foram encontrados ninhos nas plantas e as espécies mais frequentes foram encontradas também no solo, indicando que o uso de exudatos pelas formigas seria oportunístico.

Outro indício da presença destes exudatos é a frequência diferenciada de *Camponotus* sp.1 e *Camponotus* sp.6, sendo a frequência alta e semelhante em plantas e iscas de sardinha, e baixa nas iscas de creme de amendoim. A maioria das formigas possui uma dieta generalista, que combina exudatos vegetais (ricos em açúcares) com presas animais (ricas em proteínas) (Kaspari, 2000). As duas espécies possivelmente buscaram mais as iscas protéicas de sardinha para complementar os recursos obtidos nas plantas, baseados em carboidratos. Este sistema de forrageio é evidenciado pelas altas taxas de ocorrência simultânea destas espécies na planta e no solo adjacente (Fig. 1).

Não foi encontrada relação entre o tamanho da planta e o número de espécies de formigas. Supostamente, plantas maiores apresentam maior disponibilidade de recursos e uma maior disponibilidade de recursos pode sustentar maior riqueza de espécies (Begon et al., 2006). Esse resultado pode ser gerado por dois fatores. Em primeiro, não foram avaliadas plantas de todos os tamanhos. Exemplares de *E. erythropappus* na área atingem portes bem maiores que dos indivíduos selecionados, com copas largas e maior quantidade de flores. Em uma análise mais ampla, uma relação tamanho/riqueza poderia ficar evidente. Em segundo, a própria predominância dos generalistas de solo nas candeias estudadas pode estar confundindo o padrão. A baixa ocorrência dos gêneros predominantemente arborícolas não permite testar se sua abundância e riqueza estão relacionadas com o tamanho das plantas.

A maior riqueza de formigas no solo que nas plantas é esperada, visto que a maioria das espécies da família está associada com o solo e a serrapilheira (Wall & Moore, 1999). Gêneros com grande diversidade são predominantes no solo, como *Pheidole* e *Solenopsis*, que, juntos, representam cerca de 22% das espécies de Formicidae do mundo (Schutte et al., 2007). *Pheidole* foi o gênero predominante no solo da área estudada, como ocorre em quase todos os ecossistemas florestais da região neotropical (Wilson, 2003a). As espécies exclusivas do solo concentram-se principalmente em gêneros com preferência por este habitat, como *Pheidole* e *Solenopsis* (Fernández, 2003). Já as espécies exclusivas das plantas, embora ocorrendo em baixas frequências, foram principalmente de gêneros reconhecidamente arborícolas, como *Cephalotes* e *Pseudomyrmex* (Fernández, 2003; Ward, 2003).

As espécies mais comuns na área de estudo, entretanto, foram do gênero *Camponotus*, tanto nas plantas como no solo. Este gênero também possui uma grande diversidade, comparável à de *Pheidole* (Wilson, 2003b). Porém, é mais frequente na vegetação do que o último. Diversos trabalhos no Cerrado mostram que *Camponotus* é o gênero arborícola predominante (Oliveira & Pie, 1998; Ribas et al., 2003; Oliveira e Freitas, 2004; Ribas e Schoederer, 2004; Fernandes et al., 2005;

Marques & Del-Claro, 2006), sendo esta predominância ligada principalmente ao uso dos NEFs. Embora não tenham sido encontrados ninhos nas plantas, as espécies que utilizam *E. erythropappus* devem nidificar próximo às plantas com frequência, o que explicaria a alta ocorrência no solo. Como os candeais são amplamente dominados pela planta estudada, as espécies de *Camponotus* podem ser dominantes também no solo destas formações.

Com este trabalho, conclui-se que as formigas possuem uma importante associação com *E. erythropappus*. As possíveis vantagens da associação, como a diminuição da herbivoria, ainda precisam ser estudadas, e podem ser particularmente interessantes no manejo de uma planta de crescente interesse econômico. Como citado anteriormente, esta associação pode ser altamente variável, e é necessário mais que um estudo pontual para elucidar a relação entre formigas e plantas (Alonso, 1998). Sugere-se uma futura abordagem experimental de longo prazo para complementar os resultados aqui obtidos.

### Agradecimentos

Ao Dr. Benedito Cortês Lopes (CCB / UFSC) pela leitura e comentários sobre o texto. A Viviane Pires e Leonardo Rezende, pela idéia inicial de investigar as formigas na candeia. Ao Dr. Flávio Henrique Guimarães Rodrigues e todos os colegas do curso de campo de ecologia do Programa de Pós-Graduação em ECMVS da UFMG, pelos ótimos dias passados no Parque Estadual do Itacolomi.

### Referências

- Alonso, L. E. 1998. Spatial and temporal variation in the ant occupants of a facultative ant-plant. **Biotropica**, **30**: 201-213.
- Alonso, L. E. & Agosti, D. 2000. Biodiversity studies, monitoring and ants: an overview. In: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E. & Schultz, T. R. (Eds.) **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press, pp. 1-8.
- Antonini, Y. 2006. **Relatório Final AER da entomofauna no Parque Estadual do Itacolomi**. Belo Horizonte, Instituto Estadual de Florestas, 16 pp.
- Apple, J. L. & Feener Jr., D. H. 2001. Ant visitation of extrafloral nectaries of *Passiflora*: the effects of nectary attributes and ant behavior on patterns in facultative ant-plant mutualisms. **Oecologia**, **127**: 409-416.
- Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D. L. & Santos, A. S. 2005. **BioEstat**, **4.0**. Belém do Pará, Sociedade Civil Mamirauá.
- Begon, M.; Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2006. **Ecology: from individuals to ecosystems**. Malden, Blackwell, 738 pp.
- Bentley, B. L. 1977. Extrafloral nectaries and protection by pugnacious bodyguards. **Annual Review of Ecology and Systematics**, **8**: 407-428.
- Bluthgen, N.; Verhaagh, M.; Goitía, W.; Jaffé, K.; Morawetz, W. & Barthlott, W. 2000. How plants shape the ant community in the Amazonian rainforest canopy: the key role

- of extrafloral nectaries and homopteran honeydew. **Oecologia**, **125**: 229-240.
- Botrel, J. T.; Rodrigues, L. A.; Gomes, L. J.; Carvalho, D. A. & Fontes, M. A. L. 2006. Uso da vegetação nativa pela população local no município de Ingaí, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasiliensis**, **20**: 143-156.
- Bronstein, J. L. 1998. The contribution of ant-plant protection studies to our understanding of mutualism. **Biotropica**, **30**: 150-161.
- Bronstein, J. L. & Barbosa, P. 2002. Multitrophic/multispecies mutualistic interactions: the role of non-mutualists in shaping and mediating mutualisms. In Tschantke, T. & Hawkins, B. A. (Eds) **Multitrophic level interactions**. Cambridge, Cambridge University, pp. 44-66.
- Byk, J. & Del-Claro, K. 2006. Interações entre formigas e *Ouratea spectabilis* (Ochnaceae) na vegetação do Cerrado: variação temporal e efeito do fogo. **Revista Brasileira de Zootécias**, **8**: 211.
- Cuautle, M. & Rico-Gray, V. 2003. The effect of wasps and ants on the reproductive success of the extrafloral nectaried plant *Turnera ulmifolia* (Turneraceae). **Functional Ecology**, **17**: 417-423.
- Davidson, D. W.; Cook, S. C.; Snelling, R. R. & Chua, T. H. 2003. Explaining the abundance of ants in lowland tropical rainforest canopies. **Science**, **300**: 969-972.
- Delabie, J. H.C; Osprina, M & Zabala, G. 2003. Relaciones entre hormigas y plantas: una introducción. In Fernández, F. (Ed) **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, pp. 167-180.
- Del-Claro, K. & Oliveira, P. S. 1996. Honeydew flicking by treehoppers provides cues to potential tending ants. **Animal Behavior**, **51**: 1071-1075.
- Estopa, R. A.; Souza, A. M.; Moura, M. C. O.; Botrel, M. C. G.; Mendonça, E. G. & Carvalho, D. 2006. Diversidade genética em populações naturais de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Scientia Florestalis**, **70**: 97-106.
- Fernandes, G. W.; Fagundes, M.; Greco, M. K. B.; Barbeitos, M. S. & Santos, J. C. 2005. Ants and their effects on an insect herbivore community associated with the inflorescences of *Byrsonima crassifolia* (Linnaeus) H.B.K. (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, **49**: 264-269.
- Fernández, F. 2003. Subfamilia Myrmicinae. In Fernández, F. (Ed) **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, pp. 307-330.
- Fisher, B. L.; Sternberg, L. S. L. & Price, D. 1990. Variation in the use of orchid extrafloral nectar by ants. **Oecologia**, **83**: 263-266.
- Galdino, A. P. P.; Brito, J. O.; Garcia, R. F. & Scolforo, J. R. 2006. Estudo sobre o rendimento e qualidade do óleo de candeia (*Eremanthus* spp) e a influência das diferentes origens comerciais de sua madeira. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, **8**: 44-46.
- Heil, M. & McKey, D. 2003. Protective ant-plant interactions as model systems in ecological and evolutionary research. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, **34**: 425-453.
- Hölldobler, B. & Wilson E.O. 1990. **The Ants**. Cambridge, Belknap of Harvard University Press. 732 pp.
- Kaspari, M. 2000. A primer on ant ecology. In Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E. & Schultz, T. R. (Eds.) **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press, pp. 9-24.
- Katayama, N. & Suzuki, N. 2004. Role of extrafloral nectaries of *Vicia faba* in attraction of ants and herbivore exclusion by ants. **Entomological Science**, **7**: 119-124.
- Koptur, S. 1992. Extrafloral nectary mediated interactions between insects and plants. In Bernays, E. (Ed) **Insect-Plant Interactions**, vol. 4. Boca Raton, CRC, pp. 81-129.
- Mackay, D. A. & Whalen, M. A. 1998. Associations between ants (Hymenoptera: Formicidae) and *Adriana* Gaudich. (Euphorbiaceae) in East Gippsland. **Australian Journal of Entomology**, **37**: 335-339.
- Marques G. D. V. & Del-Claro, K. 2006. The ant fauna in a Cerrado area: the influence of vegetation structure and seasonality (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, **41**: 1-18.
- Martins, F. Q. & Batalha, M. A. 2006. Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the upper Taquari region (central Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, **66**: 543-552.
- Oliveira, P. S. 1997. The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). **Functional Ecology**, **11**: 323-330.
- Oliveira, P. S. & Brandão C. R. F. 1991. The ant community associated with extrafloral nectaries in Brazilian cerrados. In D. F. Cutler & Huxley, C. R. (Eds) **Ant-Plant Interactions**. Oxford, Oxford University, pp. 198- 212
- Oliveira, P. S. & Freitas, A. V. L. 2004. Ant-plant-herbivore interactions in the neotropical cerrado savanna. **Naturwissenschaften**, **91**: 557-570
- Oliveira, P. S. & Pie, M. R. 1998. Interaction between ants and plants bearing extrafloral nectaries in Cerrado vegetation. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, **27**: 161-176.
- Oliveira, P. S.; Silva, A. F. & Martins, A. B. 1987. Ant foraging on extrafloral nectaries of *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in cerrado vegetation: ants as potential antiherbivore agents. **Oecologia**, **74**: 228-230.
- Oliveira Filho, A. T.; Carvalho, D. A.; Fontes, M. A. L.; Van Den Berg, E.; Curi, N. & Carvalho, W. A. C. 2004. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, **27**: 291-309.
- Oliveira Filho, A. T. & Fluminhan Filho, M. 1999. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **Cerne**, **5**: 51-64.

- Palácio, E. E. & Fernández, F. 2003. Claves para las subfamilias e géneros. In Fernández, F. (Ed) **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, pp. 233-260.
- Pedralli, G. 1997. Estrutura diamétrica, vertical e análise do crescimento de 'candeia' (*Vanillosmopsis erythropappa* Sch. Bip) na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto - MG. **Revista Árvore**, **21(2)**: 301- 306.
- Pérez, J. F. M.; Scolforo, J. R. S.; Oliveira, A. D.; Mello, J. M.; Borges, L. F. R. & Camolesi, J. F. 2004. Sistema de manejo para a candeia - *Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish – a opção do sistema de corte seletivo. **Cerne**, **10(2)**: 257-273.
- Ribas, C. R. & Schoederer, J. H. 2004. Determining factors of arboreal ant mosaics in cerrado vegetation (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, **44**: 49-68.
- Ribas, C. R.; Schoederer, J. H.; Pie, M. & Soares, S. M. 2003. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. **Australian Ecology**, **28**: 305-314.
- Rodrigues, A. L.; Carvalho, D. A.; Oliveira Filho, A. T.; Botrel, R. T. & Silva, E. A. 2003. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Luminárias, MG. **Acta Botanica Brasiliensis**, **17**: 71-87.
- Romero, H. & Jaffé, K. 1989. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, Formicidae) in savannas. **Biotropica**, **21**: 348-352.
- Ruhren, S. & Handel, S. N. 1999. Jumping spiders (Salticidae) enhance the seed production of a plant with extrafloral nectaries. **Oecologia** **119**: 227-230.
- Salustiano, M. E.; Ferraz Filho, A. C.; Pozza, E. A. & Castro, H. A. 2006. Extratos de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish) na inibição in vitro de *Cylindrocladium scoparium* e de quatro espécies de ferrugens. **Cerne**, **12**: 189-193.
- Schutte, M. S.; Queiroz, J. M.; Mayhé-Nunes, A. J. & Pereira, M. P. S. 2007. Inventário estruturado de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em floresta ombrófila de encosta na ilha da Marambaia, RJ. **Iheringia**, **97**: 103-110.
- Scolforo, J. R.; Oliveira, A. D. & Davide, A. C. 2007. Sistema de manejo para a Candeia (*Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus*). Disponível em: <http://www.nucleoestudo.ufpa.br/nemaf>. Acesso em 17 de agosto de 2007.
- Silva, A. C.; Vieira, C. T. & Rosado, S. C. S. 2005. Variabilidade em *Eremanthus erythropappus* para resposta à inoculação micorrízica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, **9**: 400-405.
- Thomas, G. & Clay, D. 1996. **Bio-DAP: Ecological diversity and its measurement**. New Brunswick, Parks Canada & Fundy National Park.
- Tonetti, O. A. O.; Davide, A. C. & Silva, E. A. A. 2006. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac. Leish. **Revista Brasileira de Sementes**, **28**: 114-121.
- Vasconcelos, H. L. & Davidson, D. W. 2000. Relationship between plant size and ant associates in two Amazonian ant-plants. **Biotropica**, **32**: 100-111.
- Venturin, N.; Souza, P. A.; Macedo, R. L. G. & Nogueira, F. D. 2005. Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Mcleish). **Floresta**, **35**: 211-219.
- Wagner, D. & Kay, A. 2002. Do extrafloral nectaries distract ants from visiting flowers? An experimental test of an overlooked hypothesis. **Evolutionary Ecology Research**, **4**: 293-305.
- Wall, D. H. & Moore, J. C. 1999. Interactions underground. **BioScience**, **49**: 109-107.
- Ward, P. S. 2003. Subfamilia Pseudomyrmecinae. In Fernández, F. (Ed) **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, pp. 331-333.
- Werneck, M. S.; Pedralli, G.; Koenig, R. & Giseke, L. F. 2000. Florística e estrutura de três trechos de uma floresta semidecídua na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, **27**: 97-106.
- Wild, A. L. 2007. Taxonomic revision of the ant genus *Linepithema* (Hymenoptera: Formicidae). **University of California Publications – Entomology**, **126**: 1-151.
- Wilson, E. O. 2003a. **Pheidole in the New World: A dominant, hyperdiverse ant genus**. Harvard University Press, 921 pp.
- Wilson, E. O. 2003b. La hiperdiversidad como fenómeno real: el caso de *Pheidole*. In Fernández, F. (Ed) **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, pp. 363-370.