



Composição de espécies e padrão de forrageamento de formigas em *Talipariti pernambucense* (Malvaceae) em uma área de restinga

Marina Xavier da Silva

RESUMO: Plantas com nectários extraflorais são utilizadas por formigas em uma associação mutualística em que formigas obtêm abrigo e alimento e a planta se beneficia com a patrulha contra herbívoros. Temperatura e competição podem influenciar a atividade de forrageamento das formigas sobre as plantas. Em uma área de restinga, foram monitorados 40 pontos em moitas de *Talipariti pernambucense* nos períodos da manhã, tarde e noite a procura de formigas. Temperatura e umidade foram registradas ao longo do dia. Formigas foram mais frequentes nos períodos da manhã e da tarde, e a eficiência de remoção de herbívoros, maior no período da manhã. Algumas espécies ocorreram exclusivamente em um único período do dia. A variação na temperatura e a presença de espécies de formigas agressivas podem explicar parcialmente o padrão de forrageamento das formigas encontrado.

PALAVRAS-CHAVE: defesa biótica, mirmecofilia, mutualismo, nectários extraflorais, substituição de espécies

INTRODUÇÃO

Muitas espécies de plantas possuem defesa biótica contra herbívoros que consiste em uma associação mutualística que, na maioria das vezes, envolve formigas (Strauss & Zangerl, 2002). Nessa associação, a planta pode oferecer ao parceiro tanto alimento, comumente por meio de nectários extraflorais (NEFs), quanto abrigo. Especificamente no caso dos NEFs, formigas carnívoras obtêm da planta o açúcar do néctar e fazem dos herbívoros que atacam a planta sua fonte de proteínas (Oliveira & Oliveira-Filho, 1991). A oferta de recompensas nutritivas, em muitas plantas, é inespecífica e pode envolver diversas espécies de formigas (Rosumek *et al.*, 2009), que podem tanto ser boas como más defensoras. São consideradas espécies boas defensoras aquelas que possuem comportamento agressivo, grande capacidade de recrutamento de outros indivíduos para a defesa e hábitos carnívoros (Del-Klaro & Oliveira, 2000).

Formigas são animais amplamente distribuídos na natureza, capazes de ocupar ambientes terrestres diversos (Borror & DeLong, 1988). O padrão de diário de atividade é uma das características mais distintas entre as espécies de formigas (Hölldobler & Wilson, 1990). As espécies de formiga podem alterar seu padrão de forrageamento de acordo com a disponibilidade dos recursos explorados e da competição interespecífica (Carroll & Janzen, 1973). Outros fatores atuam no comportamento de forrageio das espécies de formigas. Divergências

interespecíficas no padrão de atividade advêm de características morfológicas, fisiológicas e comportamentais que definem a tolerância ecológica das espécies e também o período de forrageamento das mesmas (Bernstein, 1979). A dimensão temporal de comportamento de forrageamento é controlada por diversos mecanismos abióticos e bióticos (Traniello, 1989), sendo a temperatura (Cerdá *et al.*, 1998) e a umidade (Levings & Windsor, 1984) fatores abióticos influentes.

Diversas espécies de formigas usualmente visitam NEFs do arbusto *Talipariti pernambucense* (Malvaceae), defendendo-o contra herbívoros (Cortinóz, 2008). *Talipariti pernambucense* é uma espécie com porte de 2 a 5 m de altura, folhas simples, que pode ser encontrada em terrenos alagadiços da mata de restinga ou à beira de mangues (Couto & Cordeiro, 2005). Essa planta possui de um a cinco NEFs na região abaxial das folhas, que secretam uma solução rica em açúcares e outros compostos orgânicos (Baker *et al.*, 1978). Assim, *T. pernambucense* é um bom modelo para investigar o padrão de atividade e de defesa por formigas. O presente trabalho objetivou verificar se há diferenças na atividade de patrulhamento de formigas em *T. pernambucensis* ao longo do dia. A hipótese é que o forrageamento e a defesa contra herbívoros por formigas ocorra de maneira constante ao longo do dia, embora a composição de formigas varie.

MATERIAL & MÉTODOS

Coleta de dados

A amostragem foi realizada na praia do Arpoador, localizada na Estação Ecológica Juréia-Itatins (24°32'S; 47°15'W), município de Peruíbe, litoral sul do estado de São Paulo. Ao longo da restinga e para garantir maior representatividade no padrão de forrageamento das formigas, três moitas de *T. pernambucense* distantes mais de 30 m umas das outras foram escolhidas. Por não ser possível identificar os indivíduos de *T. pernambucense*, foram definidos pontos amostrais a cada 2 m nas moitas. No total, 40 pontos amostrais foram marcados ao longo da restinga.

Os pontos amostrados foram monitorados em um único dia duas vezes no período da manhã (7:00 e 10:00 h), duas vezes no período da tarde (13:30 e 16:00 h) e duas vezes no período da noite (19:00 e 22:00 h). O monitoramento consistiu em virar três folhas novas, escolhidas aleatoriamente em cada período, registrando presença ou ausência de formigas. Quando presentes, as formigas foram morfotipadas e posteriormente classificadas até nível de gênero usando a chave de identificação disponível em Hölldobler & Wilson (1990). Dados de temperatura e umidade foram tomados em cada um dos monitoramentos.

Em um segundo dia, foi avaliado o papel de defesa das formigas sobre *T. pernambucense* ao longo do dia. Para isso, cupins foram colados com cola branca na face abaxial de uma folha nova, um em cada um dos 40 pontos marcados. Esse procedimento foi realizado nos períodos da manhã, tarde e noite. A contagem do número de cupins removidos foi feita duas horas após a colagem dos cupins nas folhas.

Análise dos dados

A hipótese inicial deste trabalho possui três previsões. Para analisar como a proporção de folhas ocupadas por formigas varia ao longo do dia, calculou-se a somatória dos dados de presença, tomados como um em cada monitoramento, tomando a variância das somatórias como a estatística de interesse. A previsão é que a variação no número de formigas seja baixa entre os três períodos (Previsão 1). Foi gerado um cenário nulo no qual não há diferenças na ocorrência de formigas ao longo do dia. Para isso, 10.000 permutações da variância das somatórias foram realizadas para verificar a probabilidade de encontrar valores menores ou iguais ao observado.

Para avaliar se a composição de formigas se al-

terava ao longo do dia, foi calculado um índice de similaridade (Índice de Bray-Curtis) entre dia e noite. Esse índice avalia se existe similaridade entre os períodos e foi calculado segundo a equação:

$$\text{Índice(sim)} = 2 \cdot \frac{\text{valores mínimos}}{\text{valores totais de ocorrência}}$$

Assim, valores próximos a 1 representam grande similaridade e valores próximos a 0, alta dissimilaridade. O valor do índice, neste caso, foi a estatística de interesse. A previsão é que haja grande dissimilaridade de espécies entre os períodos, ou seja, o valor do índice deve estar próximo de 0 (Previsão 2). Foi gerado um cenário nulo, no qual as espécies registradas poderiam ocorrer em qualquer um dos períodos. Para isso, 10.000 permutações do índice de similaridade foram realizadas para encontrar valores iguais ou menores do que o índice observado.

Para verificar o padrão de defesa das formigas ao longo do dia, foi calculada a somatória dos pontos onde formigas removeram os cupins nos períodos da manhã, tarde e noite. Para tal, atribuiu-se o valor 1 para remoção e 0 para não remoção. A variância das somatórias foi a estatística de interesse. A previsão é que a variação no número de cupins removidos entre os três períodos seja baixa (Previsão 3). Foi gerado um cenário nulo no qual não há diferenças na proporção de cupins removidos por formigas nos três períodos do dia. Para isso, 10.000 permutações da variância das somatórias foram realizadas para verificar a probabilidade de encontrar valores menores ou iguais ao observado. Todas as análises foram realizadas com o aplicativo ResamplingStats do Microsoft Office Excel®. Utilizei como critério para rejeitar a hipótese nula o valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Ao todo, 11 morfotipos de formigas foram observados nas moitas de *T. pernambucense*, sendo eles: três espécies de *Camponotus*, duas espécies de *Crematogaster*, duas espécies de *Pseudomyrmex*, uma espécie de Formicinae, um de Myrmicinae, *Odontomachus* sp. e *Cephalotes* sp.. A temperatura média dos períodos da manhã e da noite foi de 17 °C e a temperatura média do período da tarde foi de 24 °C. A maior temperatura registrada durante os monitoramentos ocorreu no período da tarde e foi de 27 °C. A umidade permaneceu em torno de 35%, com apenas um aumento para 59% no monitoramento da tarde (13:30 h).

Tanto no período da manhã, quanto no período da tarde, foi registrada a presença de formigas em 20

dos 80 pontos amostrais. No período da noite, foi registrada a presença de formigas em 13 dos 80 pontos amostrados. O valor da variância observada foi de 16,33 e a probabilidade de encontrar valores iguais ou maiores que este no cenário nulo foi de 16,2% (Figura 1).

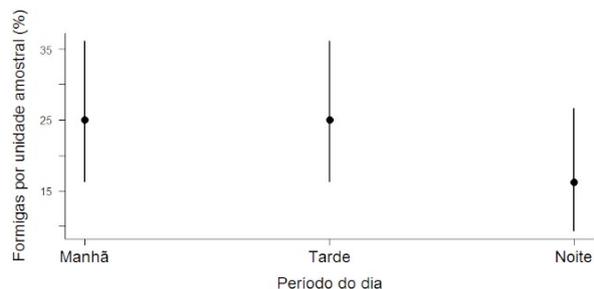


Figura 1. Porcentagem média de ocorrência de formigas em 80 pontos amostrais em moitas de *Talipariti pernambucense* em três períodos do dia. As barras representam o desvio padrão.

Dentre as espécies registradas, quatro delas foram exclusivamente registradas no período diurno, sendo: as duas espécies de *Pseudomyrmex*, uma espécie de *Camponotus* e uma de Myrmicinae. No período da noite, as espécies *Odontomachus* sp. e uma outra espécie de *Camponotus* foram exclusivas. O índice de similaridade de Bray-Curtis foi de 0,30, indicando substituição de espécies ao longo do dia ($p < 0,01$; Figura 2)

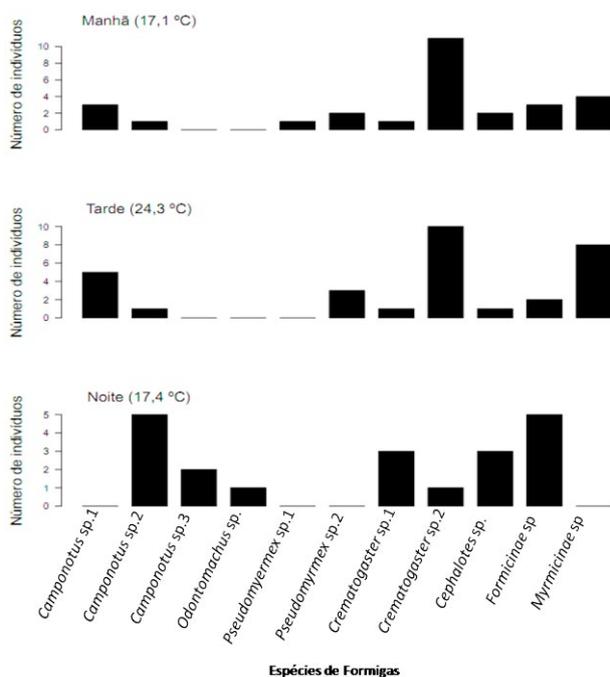


Figura 2. Frequência de registro de espécies de formigas em três períodos do dia em moitas de *Talipariti pernambucense* e temperatura média por período.

A proporção de remoção de cupins foi diferente entre os três períodos do dia ($p = 0,927$; Figura 3). No período da manhã, 18 dos 40 pontos tiveram cupins removidos, sendo que em 47% deles havia presença de *Crematogaster* sp.1. No período da tarde e da noite, houve remoção de cupins em 16 dos 40 pontos, sendo que em 13% dos casos da tarde houve registro de *Crematogaster* sp.1.

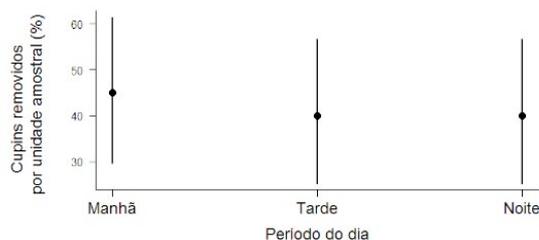


Figura 3. Proporção média de cupins removidos em 40 pontos amostrais em moitas de *Talipariti pernambucense* em três períodos do dia. As barras representam o desvio padrão.

DISCUSSÃO

A baixa variância encontrada entre os três períodos do dia, tanto para ocorrência de espécies de formiga quanto para atividade de defesa contra herbívoros, corrobora a hipótese inicial deste trabalho. Foram observadas formigas em atividade de forrageamento ao longo de todo o dia, efetuando defesa contra herbívoros em todos os períodos. Esses dados reforçam o benefício do investimento de *T. pernambucense* nos NEFs (Schultz & McGlynn, 2000).

A substituição de espécies entre os períodos era esperada dadas as diferenças fisiológicas, morfológicas e comportamentais entre as espécies de formigas (Bernstein, 1979). Essa hipótese foi corroborada uma vez que houve presença de espécies exclusivas em um determinado período do dia. Nesse caso, é de se esperar que a temperatura exerça alguma influência na ocorrência de espécies distintas, já que houve grande variação nas temperaturas registradas entre a manhã e a noite (17 °C) em comparação com as temperaturas da tarde (média de 24 °C). Quando os dados da manhã e da tarde são agrupados para configurar a composição de formigas do período diurno, é possível que haja espécies exclusivamente tolerantes a altas temperaturas (Cerdá *et al.*, 1998) e que, portanto, podem ser responsáveis pelo padrão de substituição encontrado.

Outra possibilidade, não avaliada neste trabalho, é que a competição seja responsável pelo padrão

de substituição encontrado. Assim, pode ser que os dados observados sejam decorrentes do nicho realizado de cada espécie e não do nicho fundamental (Begon *et al.*, 2006). Nesse caso, as espécies que ocorrem exclusivamente em um determinado período poderiam, de fato, não apresentar nenhuma restrição fisiológica para explorar a moita durante todo o dia, mas o fazem em horários restritos em decorrência da competição.

O padrão de substituição de espécie pode explicar o patrulhamento constante em *T. pernambucense*. A substituição de espécies pode garantir a presença de espécies de formigas consideradas boas defensoras nos três períodos do dia. No presente trabalho, houve registro de espécies consideradas agressivas e, portanto, boas defensoras tanto no período diurno (*Crematogaster* spp., *Pseudomyrmex* spp. e *Camponotus* spp.) (Beattice, 1985; Lemos, 2011), quanto no período noturno (*Camponotus* spp. e *Odontomachus* sp.) (Raimundo *et al.*, 2009). As altas porcentagens de encontro de formigas do gênero *Crematogaster* em folhas onde cupins foram removidos confirma a eficiência de defesa das espécies deste gênero.

Em suma, espécies distintas de formigas exploram os NEFs de *T. pernambucense* ao longo do dia. A atividade de forrageamento de espécies de formigas exclusivas do período diurno e do período noturno confere proteção contra herbívoros em todos os períodos do dia. Para compreender melhor o padrão de forrageamento encontrado no presente trabalho, sugiro um trabalho experimental avaliando a influência da temperatura, da umidade e do horário de atividade, bem como da competição sob as espécies de formigas encontradas na área de estudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores e amigos do curso de campo 2012. Em especial, agradeço ao Benedito e aos monitores Cris e Danilo pela ajuda em campo, ao Paulo Inácio pelas análises e Tauana, Ju, Sara e Isa pelo incentivo e ajuda geral com este trabalho.

REFERÊNCIAS

Baker, H.G.; P.A. Opler & I. Baker. 1978. A comparison of the amino acid complements of floral and extrafloral nectars. *Botanical Gazette*, 139:322-332.

Beattice, A.J. 1985. *The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms*. Cambridge University Press, Cambridge.

Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006.

Ecology - from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing, Liverpool.

Bernstein, R.A. 1979. Schedules of foraging activity in species of ants. *Journal Animal Ecology*, 48:921-930.

Borrer, D.J. & D.M. Delong. 1988. *Introdução ao estudo dos insetos*. Edgard Blücher, São Paulo.

Carroll, C.R. & D.H. Janzen. 1973. Ecology of foraging by ants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4:231-257.

Cerdá, X.; J. Retana & S. Cros. 1998. Critical thermal limits in Mediterranean ant species: trade-off between mortality risk and foraging performance. *Functional Ecology*, 12:45-55.

Cortinóz, J.R. 2008. Associação entre *Hibiscus pernambucensis* (Malvaceae) e formigas: o ambiente afeta a proteção proporcionada por formigas contra herbivoria? Em: Livro do curso de campo "Ecologia da Mata Atlântica" (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.A. Oliveira, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Couto, O.S. & R.M.S. Cordeiro. 2005. *Manual de espécies vegetais do estado de São Paulo*. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.

Del-Claro, K. & P.S. Oliveira. 2000. Conditional outcomes in a neotropical treehopper-ant association: temporal and species-specific variation in ant protection and homopteran fecundity. *Oecologia*, 124:156-165.

Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. *The ants*. Harvard University Press, Cambridge.

Lemos, P. 2011. Distribuição espacial e co-ocorrência de formigas mutualísticas em arbustos de *Hibiscus pernambucensis* (Malvaceae). Em: Livro do curso de campo "Ecologia da Mata Atlântica" (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo.

Levings, S.C. & D.M. Windsor. 1984. Litter moisture content as a determinant of litter arthropod distribution and abundance during the dry season on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica*, 16:125-131.

Oliveira, P.S. & A.T. Oliveira-Filho. 1991. Distribution of extrafloral nectaries in the woody flora of tropical communities in western Brazil, pp. 163-175. Em: *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions* (P.W. Price; T.M. Lewinsohn; G.W. Fernandes & W.W. Benson, eds.). John Wiley & Sons, New York.

Raimundo, R.L.G.; A.V.L. Freitas & P.S. Oliveira.

2009. Seasonal patterns in activity rhythm and foraging ecology in the neotropical forest-dwelling ant, *Odontomachus chelifer* (Formicidae: Ponerinae). *Annual and Entomological Society of America*. 102:1151-1157
- Rosumek, F.B.; F.A.O. Silveira; F.S. Neves; N.P.U. Barbosa; L. Diniz; Y. Oki; F. Pezzini; G.W. Fernandes & T. Cornelissen. 2009. Ants on plants: a meta analysis of the role of ants as plant biotic defenses. *Oecologia*, 160:537-549.
- Strauss, S.Y. & A.R. Zangerl. 2002. Plant-insect interactions in terrestrial ecosystems, pp. 77-106. Em: *Plant-animal interactions: an evolutionary approach* (C.M. Herrera & O. Pellmyr, eds.). Blackwell Science, Oxford.
- Schultz, T.R. & T.P. McGlynn. 2000. The interactions of ants with other organisms, pp. 35-44. Em: *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity* (D. Agosti; J.D. Majer; L.E. Alonso & T.R. Schultz, eds.). Smithsonian Institution Press, Washington.
- Traniello, J.F.A. 1989. Foraging strategies of ants. *Annual Review of Entomological*. 34:191-210.
- Vieira, M.; I. Schwan.; L.B. Faria & M. Maia. 2012. Três é demais? Relação entre a presença de aranhas e a eficiência do mutualismo formiga-planta.: Livro do curso de campo "Ecologia da Mata Atlântica" (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.