

ÁREA TEMÁTICA: Ecologia geral
SUBÁREA TEMÁTICA: Não se aplica

O AUMENTO DA TEMPERATURA FOLIAR DIMINUI O SERVIÇO ANTI-HERBIVORIA PRESTADO PELA ESPÉCIE DE FORMIGA *DOLICHODERUS DIVERSUS* EM PLANTAS DE *SENNA MARTIANA*

Esther Santana Vaz Bezerra ¹, Geraldo Nascimento ², Thomas Ruffo Gomes da Silva ³, Davi Guilherme Teixeira Firmino da Silva ⁴, Emylle Nayane Leoncio da Silva ⁵, Xavier Arnan ⁶; Talita Câmara ⁷.

¹ Universidade de Pernambuco, Campus Garanhuns. E-mail (ESVB): esther.vaz@upe.br

² Universidade de Pernambuco, Campus Garanhuns. E-mail (GN): geraldo.nascimento@upe.br

³ Universidade de Pernambuco, Campus Garanhuns. E-mail (TRGS): thomas.ruffo@upe.br

⁴ Universidade de Pernambuco, Campus Garanhuns. E-mail (DGTFS): davi.guilherme@upe.br

⁵ Universidade de Pernambuco, Campus Garanhuns. E-mail (ENLS): emylle.leoncio@upe.br

⁶ Universidade de Pernambuco, Campus Garanhuns. E-mail (XA): xavier.arnan@upe.br

⁷ Universidade de Pernambuco, Campus Garanhuns. E-mail (TC): talita.camara@upe.br

INTRODUÇÃO

A temperatura é um fator crucial nos processos biológicos e varia amplamente no ambiente. Por exemplo, a temperatura da copa das árvores pode ser pelo menos 8 °C mais alta do que a temperatura do solo (Kaspari *et al.*, 2015). Nesse sentido, o aquecimento global pode representar um risco para muitas espécies se a temperatura do micro-habitat das espécies excederem sua capacidade de tolerar altas temperaturas (Kaspari *et al.*, 2015). Espera-se que os efeitos das mudanças climáticas sejam mais fortes nos organismos ectotérmicos porque a temperatura corporal desses organismos depende diretamente da temperatura ambiente (Diamond e Chick, 2018).

As formigas são animais ectotérmicos que promovem muitos serviços ecossistêmicos e estão amplamente distribuídas em toda a região tropical, onde estabelecem relações mutualísticas com várias espécies de plantas. Uma das relações mais comuns nas florestas tropicais entre formigas e plantas é a proteção anti-herbivoria, geralmente mediada por nectários extraflorais (NEFs) (Câmara *et al.*, 2018). NEFs são estruturas secretoras de néctar encontradas em pelo menos 3941 espécies de plantas, e que são exploradas como recursos alimentares por formigas (Weber e Keeler, 2013) que por sua vez fornecem proteção à planta contra herbívoros (Câmara *et al.*, 2018).

No contexto das mudanças climáticas, essa relação mutualística pode estar ameaçada porque aumentos de temperatura podem afetar a atividade de forrageamento das formigas, afetando também o seu serviço de defesa (Kühnel e Blüthgen, 2015). Atualmente, o pior cenário em relação à perda de espécies e seus serviços ecossistêmicos ocorre nas florestas tropicais (Diamond e Chick, 2018). Desse modo é importante compreender como a temperatura pode impactar os serviços prestados pelas formigas nessas florestas, o que pode permitir previsões em cenários futuros de mudanças climáticas. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo geral investigar como a temperatura da superfície foliar afeta a qualidade do serviço de proteção contra herbívoros promovido por formigas em plantas com nectários extraflorais. Os objetivos específicos deste projeto foram: (1) analisar a relação da atividade de forrageamento das formigas com a temperatura da superfície foliar; (2) investigar o efeito da temperatura da superfície foliar com a probabilidade de ataque e (3) com o tempo de ataque aos cupins promovido por formigas.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens foram feitas na região do Vale do Riacho São José – Caetés, Pernambuco. A região apresenta um clima tropical chuvoso com um verão seco e vegetação do tipo Caatinga. Para o estudo, utilizamos a espécie *Senna martiana* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby, uma planta comum na área de estudo, que possui nectários extraflorais (NEFs) e frequentemente é visitada por formigas

consumidoras de néctar (Cavalcante, 2023). A espécie de formiga observada foi a *Dolichoderus diversus* (Emery, 1894) por ser a mais abundante na *S. martiana*.

As observações das interações desse trabalho iniciaram em outubro de 2022 e ocorreram até dezembro de 2022 (totalizando três meses de observação, uma vez por mês) durante três vezes ao dia a cada 3h: 06:00 às 09:00, 10:00 às 13:00 e 14:00 às 17:00. Para investigar a relação entre a temperatura da superfície foliar e a atividade de forrageamento das formigas, selecionamos 10 plantas de *S. martiana*. Primeiro foi quantificado o número de operárias de *D. diversus* forrageando em quatro ramos de cada planta selecionada durante 5 minutos. Em seguida, foi registrada a temperatura foliar da qual as *D. diversus* estavam forrageando. Mesmo quando não havia formigas forrageando nas plantas selecionadas, a temperatura da superfície foliar foi aferida.

Para avaliar a qualidade de defesa das *D. diversus* contra herbívoros, oferecemos dois cupins (*Nasutitermes* sp.) vivos em quatro ramos de cada planta selecionada. Os cupins foram posicionados a 15 cm do local de atividade das formigas no ramo onde esta atividade foi observada. O tempo de ataque das formigas aos cupins foi observado até 5 min (300 segundos). Em seguida, foi registrado o tempo que a operária demandou para atacar o cupim.

Para investigar o efeito da temperatura superfície foliar na atividade de forrageamento das *D. diversus* as plantas de *S. martiana*, somou-se o número de operárias de *D. diversus* encontradas nos quatro ramos selecionados para cada mês de observação, obtendo, dessa forma, o número de formigas por planta nos diferentes meses. Em seguida, calculou-se a média de temperatura da superfície foliar aferida para os quatro ramos em cada mês. Após isso, utilizou-se o modelo geral linear misto (GLMM) para verificar o efeito da temperatura da superfície foliar média em relação ao número de operárias. A variável resposta foi o número de operárias de *D. diversus* por planta, enquanto a variável explicativa foi a temperatura da superfície foliar. O mês entrou com uma variável aleatória na análise.

Para investigar o efeito da temperatura da superfície foliar na qualidade do serviço de proteção das *D. diversus* às plantas, foi mensurada a probabilidade de ataque aos cupins (herbívoros simulados) a qual foi analisada com uma regressão logística. O evento ataque (ataque ou não ataque) foi considerado como variável resposta, enquanto a temperatura da superfície foliar foi a variável explicativa. Para avaliar o tempo de ataque, apenas os eventos de ataque foram considerados. Utilizou-se modelos lineares gerais (GLM), onde o tempo de ataque em segundos foi a variável dependente e a temperatura da superfície foliar foi a variável independente. Para todas as análises, verificou-se a homogeneidade dos resíduos. Todas as análises foram realizadas no software R versão 4.4.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que o número de operárias de *D. diversus* em *S. martiana* variou entre 114 e 519. Considerando o efeito da temperatura da superfície foliar, foi observado que o número de formigas de *D. diversus* diminuiu com o aumento da temperatura da superfície foliar (GLMM; $Z=-3.3$, $GL=93$; $P<0,001$, Fig. 1). Na *S. martiana*, a *D. diversus* promoveu defesa contra o cupim, com um tempo médio de $111,5s \pm 95,2s$ (média e desvio padrão). Durante os meses de outubro a dezembro, foi observado que o número de ataques aos cupins na planta variou de 8 a 29. Quando avaliado o efeito da temperatura da superfície foliar nos ataques aos cupins, foi observado que ocorreu uma diminuição na probabilidade de ataque pelas formigas aos cupins com aumento da temperatura da superfície foliar (regressão logística: $Z=-2.23$, $GL=435$, $P=0.0258$). Nossos resultados demonstram que o tempo de ataque diminui com o aumento da temperatura, seguindo um padrão similar à atividade de forrageamento. Esses achados contrastam com os resultados de um estudo realizado no Quênia que encontrou uma relação positiva entre a atividade das formigas e a temperatura da superfície do ramo para uma espécie de planta (Tamashiro *et al.*, 2019). Em relação ao serviço de proteção, Tamashiro *et al.* (2019) mostraram que para cada aumento de $1^\circ C$ no ramo da planta, o número de formigas atacando o herbívoro simulado aumentou em 4%.

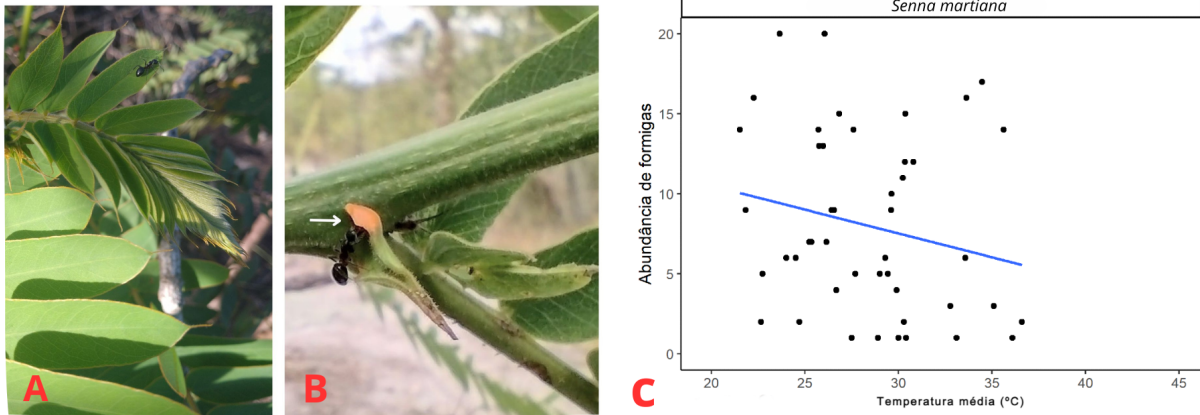


Figura 1. (A) Folha da *Senna martiana*, folhas compostas paripenadas com folíolos em 17 a 23 pares; (B) Nectário extrafloral de *S. martiana* sendo consumido por uma operária de *Dolichoderus diversus* (nectário secretado na base das estípulas - coloração alaranjada); (C) Abundância (número de operárias por planta) de *D. diversus* em *S. martiana*. O número de formigas de *D. diversus* diminui com o aumento da temperatura da superfície foliar.

CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho mostram que o aumento da temperatura foliar diminui a atividade de forrageamento das formigas da espécie *D. diversus* e, conseqüentemente, a qualidade do serviço de proteção anti-herbivoria prestado à planta *S. martiana*. No contexto das mudanças climáticas, esses resultados podem sugerir que plantas com NEFs do nordeste brasileiro estarão mais expostas a herbívoros com o esperado aumento de temperatura nas próximas décadas.

REFERÊNCIAS

Periódicos:

- Câmara, T. *et al.* 2018. Effects of chronic anthropogenic disturbance and rainfall on the specialization of ant-plant mutualistic networks in the Caatinga, a Brazilian dry forest. *Journal of Animal Ecology*, 87: 1022-1033.
- Diamond, S. E.; Chick, L. D. 2018. Thermal specialist ant species have restricted, equatorial geographic ranges: implications for climate change vulnerability and risk of evolution. *Ecography*, 41: 1507-1509.
- Kaspari, M. *et al.* 2015. Thermal adaptation generates a diversity of thermal limits in a rainforest ant community. *Global Change Biology*, 21: 1092–1102.
- Kühnel, S.; Blüthgen, N. 2015. High diversity stabilizes the thermal resilience of pollinator communities in intensively managed grasslands. *Nature Communications*, 6 (1): 7989.
- Tamashiro, R.A. *et al.* 2019. Left out in the cold: temperature-dependence of defense in an African ant-plant mutualism. *Ecology*, 100(6): e02712.
- Weber, M. G.; Keeler, K. H. 2013. The phylogenetic distribution of extrafloral nectaries in plants. *Annual of Botany*, 111(6): 1251–1261.

Teses e Dissertações:

- Cavalcante, N.T. 2023. Traços funcionais dos nectários extraflorais de plantas lenhosas da Caatinga: espectro ecológico e associação com a vulnerabilidade das interações com formigas protetoras frente às mudanças de temperatura. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade de Pernambuco, Petrolina, 2023.