

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS E CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS NA DEFESA MEDIADA POR FORMIGAS EM PLANTAS COM NECTÁRIOS EXTRAFLORAIS

JULIA DURO BRAGA¹; VIVIAN DE SOUZA CENTENO²; VINÍCIUS DA COSTA RODRIGUES³; LARISSA PASQUALOTTO⁴; SEBASTIAN SENDOYA ECHEVERRY⁵; MAYRA CADORIN VIDAL⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – juliadurobraga@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – vivian.souzacenteno@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – viniescovinh@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – pasqualottolariissa@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – sebasendo@gmail.com

⁶University of Massachusetts Boston – mayracvidal@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As interações mutualistas entre plantas que possuem nectários extraflorais (NEFs) e formigas que se alimentam de néctar estão entre as mais frequentes no Neotrópico (Bronstein, 1998). Em geral, a presença persistente das formigas na vegetação é principalmente atribuída à diversidade de fontes renováveis de alimentos líquidos nas folhas (Rico-Gray; Oliveira, 2007), como os NEFs, glândulas que secretam néctar rico em água, açúcares e aminoácidos (Heil, 2011).

Essa relação funciona como um mecanismo de defesa, a formiga age de uma forma agressiva sob as plantas que possuem NEFs, aumentando a sua aptidão ao afastar possíveis herbívoros, reduzindo as perdas foliares e aumentando a produção de sementes (Do Nascimento; Del-Claro, 2010). Do outro lado, as formigas recebem uma fonte alimentar rica e previsível, como o néctar extrafloral (Nalini; Jayanthi; Selvamuthukumaran, 2019).

Embora as interações mutualistas formiga-planta sejam amplamente difundidas na natureza, elas não são fixas, sua ocorrência e intensidade são variáveis ao longo do tempo e do espaço, sujeitas também a variações de fatores abióticos como temperatura e umidade que podem afetar diretamente o estabelecimento e frequência dessas interações (Calixto, 2021). Os padrões previsíveis de recursos e variações no clima ao longo dos anos são chamados de sazonalidade (Wolda, 1978).

Em resposta a sazonalidade, é esperado que a atividade dos insetos e suas interações bióticas mudam ao longo do tempo. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar como as interações mutualísticas entre formiga-planta mediadas por NEFs, variam em função das condições ambientais (temperatura e umidade). Especificamente, será avaliado como essas condições influenciam a frequência de visitação das formigas nas plantas e sua eficácia na defesa contra herbívoros.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida em uma Área de Preservação Permanente localizada no município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul, onde foram monitorados 20 indivíduos jovens de *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Primulaceae) nos meses de janeiro, maio e junho de 2025. Para a avaliação das condições abióticas, foram registradas variáveis ambientais como temperatura e

umidade, por meio de um *datalogger* em cada uma das plantas em cada dia de observação.

Para avaliar a defesa biótica proporcionada pelas formigas em relação às plantas, foram utilizadas lagartas de *Spodoptera frugiperda* como simuladores de herbivoria. Em cada uma das 20 plantas, para quantificar a abundância de formigas, foi realizada uma contagem de formigas que passavam na planta durante 5 minutos. Em seguida, com auxílio de uma pinça, foram alfinetadas 2 lagartas de *S. frugiperda* nas plantas. Logo após que as lagartas foram alfinetadas, foram cronometrados 15 minutos para a observação da interação de formigas com as lagartas. Cada planta foi observada em dois dias diferentes, com 15 minutos de observação por dia, totalizando 30 minutos de observação por planta.

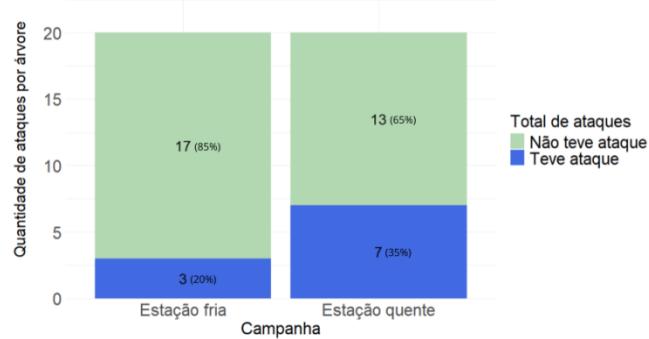
Neste estudo, foi considerado como preditores fixos a temperatura e umidade, a abundância de formigas e período de amostragem, enquanto as plantas foram consideradas como preditor aleatório. Para análise de dados, empregamos Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM), onde utilizamos como variável resposta a abundância de formigas e como variável preditora os fatores abióticos assumindo uma distribuição binomial do erro e a função de ligação “probit”.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas duas campanhas: a primeira, correspondente ao período de maiores temperaturas (24 a 30 graus), que ocorreu entre 14 a 22 de janeiro de 2025. E a segunda, correspondente ao período de menores temperaturas (9 a 19 graus) que ocorreu entre 30 de maio a 7 de junho de 2025. Ao comparar a quantidade de plantas que obtiverem ataques as lagartas por campanha, observou-se que durante a campanha correspondente ao período de maiores temperaturas, houve um aumento no número de plantas que apresentaram ocorrência de ataque às lagartas. (figura 1).

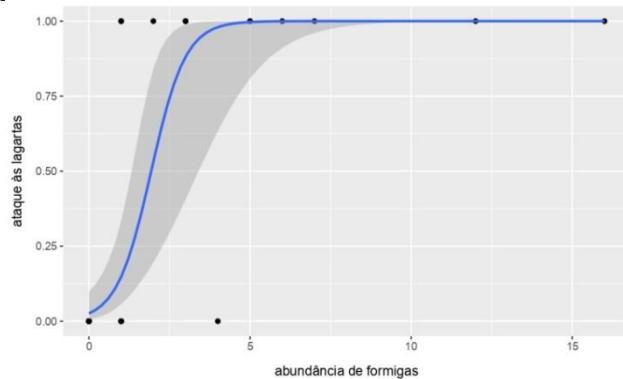
Esse resultado pode ser explicado pelo fato das formigas serem classificadas como ectotérmicas e sendo sensíveis a temperatura (Parr; Bishop, 2022) o que pode influenciar diretamente o seu comportamento e atividades (Hurlbert; Ballantyne; Powell, 2008). Geralmente, a atividade das formigas aumenta conforme o aumento da temperatura, atingindo seu pico na faixa térmica ideal para cada espécie e diminuindo posteriormente devido ao risco de superaquecimento (Cerdá; Retana; Cros, 1998). Dessa forma, em condições de temperaturas muito altas ou muito baixas, o metabolismo, o desempenho e a diversidade de formigas tendem a se aproximar de zero (Hurlbert; Ballantyne; Powell, 2008; Jenkins *et al.*, 2011).

Figura 1 – Quantidade de plantas onde teve ataques por formigas às lagarta de *S. frugiperda*. O eixo y representa a quantidade de plantas amostradas. O eixo x representa as campanhas de amostragem.



Embora o número de árvores atacadas tenha sido na campanha correspondente ao período de maiores temperaturas, as análises exploratórias indicaram que somente a abundância de formigas possuí um efeito significativo sobre o ataque às lagartas ($p=0.001$) (figura 2). Alguns estudos indicam que a própria abundância de formigas independente de outros fatores, é um preditor eficiente na proteção das plantas contra a herbivoria. Os danos causados por herbívoros diminuem consistentemente com o aumento na visitação de formigas na planta (Inouye; Taylor, 1979). O mutualismo formiga-planta não se mantém estável ao longo do tempo, mas flutua em resposta a diferentes fatores, sendo a fenologia vegetal um dos principais fatores responsáveis (Calixto, 2021). As formigas forrageiam nas plantas em busca de alimento, principalmente o néctar secretado pelos NEFs. Esse néctar apresenta variações entre espécies de plantas, sobretudo em relação ao volume, concentração de açúcares e dinâmica temporal de secreção (Nicholson *et al.*, 2007). Essa grande variação nas características dos NEFs influencia diretamente na atração das formigas (Apple; Feener, 2001), influenciando no estabelecimento e consequentemente na abundância de formigas nas plantas (Diaz-Castelazo *et al.*, 2005).

Figura 2 – Relação entre frequência de ataques e abundância de formigas. O eixo y representa o número de ataques registrados. O eixo x representa a abundância de formigas observadas.



4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesse estudo até o momento não indicam que as variáveis ambientais possuem um efeito significativo sobre a abundância de formigas nas plantas, nem sobre a sua eficiência defensiva contra herbívoros. Isso sugere que, pelo menos nas análises iniciais, outros fatores como por exemplo a abundância de formigas, além das variáveis ambientais, podem exercer um papel mais determinante nessas interações planta-formiga-herbívoro. Entretanto, análises mais aprofundadas incorporando todas as variáveis de

interesse e suas interações, ainda são necessárias para explicar de forma mais robusta os mecanismos que moldam essas relações ecológicas.

Contudo, esses resultados preliminares sugerem que o mutualismo defensivo entre as formigas e *M. guianensis* é robusto frente a fatores abióticos variáveis no entorno da planta hospedeira. Outros fatores que afetam colônias e populações locais de formigas podem ser responsáveis por variações na eficiência defensiva contra herbívoros.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPLE, J.; FEENER JR, D. Ant visitation of extrafloral nectaries of *Passiflora*: the effects of nectary attributes and ant behavior on patterns in facultative ant-plant mutualisms. *Oecologia*, v. 127, n. 3, p. 409-416, 2001.
- BEGON, Michael; TOWNSEND, Colin R. **Ecology: from individuals to ecosystems**. John Wiley & Sons, 2021.
- Bronstein, J. L. (1998). The contribution of ant plant protection studies to our understanding of mutualism. *Biotropica*, 30, 150–161.
- CERDÁ, Xim; RETANA, Javier; CROS, S. Critical thermal limits in Mediterranean ant species: trade-off between mortality risk and foraging performance. *Functional Ecology*, v. 12, n. 1, p. 45-55, 1998.
- DIAZ-CASTELAZO, Cecilia et al. Morphological and secretory characterization of extrafloral nectaries in plants of coastal Veracruz, Mexico. *Annals of Botany*, v. 96, n. 7, p. 1175-1189, 2005.
- DO NASCIMENTO, Elynton Alves; DEL-CLARO, Kleber. Ant visitation to extrafloral nectaries decreases herbivory and increases fruit set in *Chamaecrista debilis* (Fabaceae) in a Neotropical savanna. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, v. 205, n. 11, p. 754-756, 2010.
- HEIL, Martin. Nectar: generation, regulation and ecological functions. *Trends in plant science*, v. 16, n. 4, p. 191-200, 2011.
- HOOD, W. GREGORY; TSCHINKEL, WALTER R. Desiccation resistance in arboreal and terrestrial ants. *Physiological Entomology*, v. 15, n. 1, p. 23-35, 1990.
- HURLBERT, Allen H.; BALLANTYNE, Ford; POWELL, Scott. Shaking a leg and hot to trot: the effects of body size and temperature on running speed in ants. *Ecological Entomology*, v. 33, n. 1, 2008.
- INOUE, David W.; TAYLOR JR, Orley R. A temperate region plant-ant-seed predator system: consequences of extra floral nectar secretion by *Helianthella quinquenervis*. *Ecology*, v. 60, n. 1, p. 1-7, 1979.
- JENKINS, Clinton N. et al. Global diversity in light of climate change: the case of ants. *Diversity and Distributions*, v. 17, n. 4, p. 652-662, 2011.
- NALINI, T.; JAYANTHI, R.; SELVAMUTHUKUMARAN, T. Studies on morphology, distribution of EFNS and the association of ants with extra-floral nectaries bearing plants. 2019.
- NICOLSON, Susan W.; NEPI, Massimo; PACINI, Ettore (Ed.). **Nectaries and nectar**. Springer Science & Business Media, 2007.
- PARR, Catherine L.; BISHOP, Tom R. The response of ants to climate change. *Global change biology*, v. 28, n. 10, p. 3188-3205, 2022.
- RICO-GRAY, Victor; OLIVEIRA, Paulo S. **The ecology and evolution of ant-plant interactions**. University of Chicago Press, 2007.
- WOLDA, Henk. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *The Journal of Animal Ecology*, p. 369-381, 1978.