

RELATO DE EXPERIÊNCIA: A APRENDIZAGEM SOBRE INTERAÇÕES MUTUALÍSTICAS FORMIGA-PLANTA NA INICIAÇÃO CIENTÍFICA

EXPERIENCE REPORT: LEARNING ABOUT ANT-PLANT MUTUALISTIC INTERACTIONS IN SCIENTIFIC INITIATION

Ingrid Samile Monte Santos¹, Janaira Pereira da Rocha¹, Jardeson Kennedy Moraes de Souza¹, Queren-hapuque Rodrigues de Luna¹, Patrícia Nakayama Miranda²
E-mail: ingridsamilesantos@gmail.com; janairaprocha@gmail.com; jardesonk379@gmail.com; querenluna@gmail.com; patricia.miranda@ifac.edu.br

¹Discente do Instituto Federal do Acre; ²Docente do Instituto Federal do Acre

Artigo submetido em 05/2021 e aceito em 07/2021

Resumo

A iniciação científica é uma interessante oportunidade de aprendizagem durante graduação, pois possibilita o aprofundamento do conhecimento e aproxima a teoria da prática profissional. Este trabalho teve como objetivo apresentar a percepção de alunos e professora do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Acre sobre a iniciação científica. O relato de experiência apresentado foi baseado em encontros de estudo sobre interações formiga-planta, que culminaram em um texto de divulgação científica sobre o tema. O grupo adotou as seguintes metodologias nestes encontros: apresentações de seminários acadêmicos, discussões teóricas baseadas na leitura de artigos científicos e elaboração de texto com linguagem científica. Considerando o contexto da pandemia do novo coronavírus, os encontros foram realizados através de vídeo conferência na plataforma *Google Meet*. De acordo com a percepção do grupo, os principais resultados alcançados em termos de aprendizagem foram: o aprofundamento do conhecimento, o aprimoramento da escrita e da fala e o amadurecimento profissional. Estes encontros resultaram na produção de um texto de divulgação sobre aspectos ecológicos de interações mutualísticas entre formigas e plantas, interações estas que proporcionam para as plantas o benefício da polinização, dispersão de sementes e proteção contra herbivoria. O tema trabalhado demonstrou-se bastante interessante para atividades de iniciação científica, pois permite o contato com aspectos teóricos e aplicados da ecologia. Com este trabalho concluímos que a iniciação científica é uma excelente oportunidade na formação profissional. Portanto, as instituições de ensino devem buscar ampliar estas ações junto aos estudantes.

Palavras-chave: Formigas. Graduação. Interações. Pesquisa. Plantas.

Abstract

Scientific initiation is an interesting learning opportunity during undergraduate course, since it enables the deepening of knowledge and brings theory closer to professional practice. This work aimed to present the perception of students and teacher of the Licentiate Degree in Biological Sciences of Instituto Federal do Acre about scientific initiation. The experience report presented was based on study meetings about ant-plant interactions, which culminated in a text for

scientific dissemination. The group adopted the following methodologies in these meetings: academic seminar presentations, theoretical discussions based on reading scientific papers and writing text with scientific language. Considering the context of the new coronavirus pandemic, the meetings were held via video conference on the Google Meet platform. According to the perception of the group, the main results achieved in terms of learning were: the deepening of knowledge, the improvement of writing and speech and professional maturity. These meetings resulted in the production of a dissemination text about ecological aspects of mutualistic interactions between ants and plants. These interactions provide plants with the benefit of pollination, seed dispersal and protection against herbivory. We conclude that scientific initiation is an excellent opportunity in professional training, and therefore, educational institutions should increasingly expand these actions with students.

Keywords: Ants. Undergraduate. Interactions. Research. Plants.

1 INTRODUÇÃO

A iniciação científica é uma estratégia significativa de integração entre a teoria e a prática educativa (MASSI; QUEIROZ, 2010). Este conceito foi construído nas universidades brasileiras como atividade realizada durante a graduação (MASSI; QUEIROZ, 2010), que tem como objetivo iniciar o estudante na ciência e dar a ele a oportunidade de vivenciar um projeto de pesquisa elaborado e desenvolvido sob a orientação de um docente (SIMÃO; MATIAS, 1996).

Embora estas ações sejam estimuladas através do pagamento de bolsas, muitos estudantes acabam se inserindo nos projetos de pesquisa voluntariamente (SOUSA *et al.*, 2021), pela oportunidade de se aprofundarem em temas específicos. O aprofundamento do conhecimento é possibilitado principalmente pela leitura de artigos científicos na área de interesse, sendo esta prática importante também para o aprimoramento de habilidades como escrita (POSSANI, 2006) e fala (BORLOT *et al.*, 2018), essenciais para uma atuação profissional satisfatória.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo apresentar a percepção de alunos e professora do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Acre sobre a iniciação científica. O relato de experiência apresentado foi baseado em encontros de estudo sobre interações formiga-planta, que culminaram na elaboração de um texto de divulgação científica sobre o tema.

2 METODOLOGIA

Nós desenvolvemos este trabalho, ao longo de quatro meses, em uma equipe constituída por quatro estudantes de iniciação científica (uma bolsista e três voluntários) do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Acre e uma docente da área, coordenadora do projeto de pesquisa intitulado “Redes de interações formiga-planta mediadas por nectários extraflorais na APA do Amapá, Acre, Brasil.

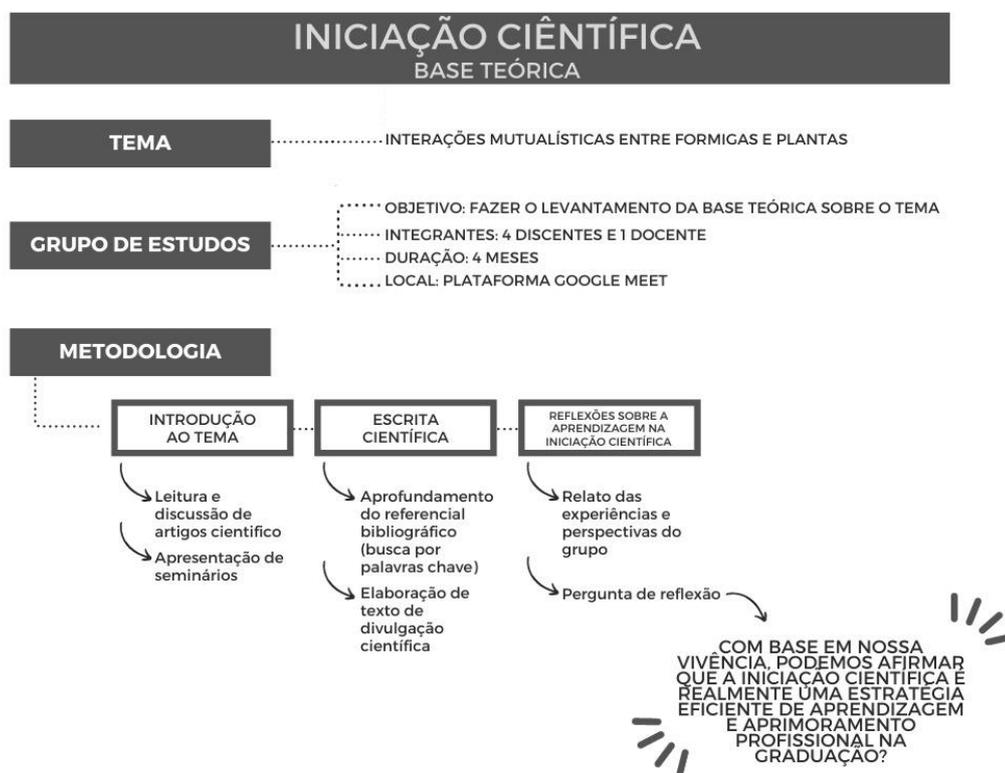
Para trabalharmos a base teórica sobre interações mutualísticas formiga-planta, tema principal do projeto acima citado, nós nos revezamos na apresentação de seminários de artigos científicos sobre os seguintes temas: diversidade de formigas, dispersão de sementes por formigas, polinização por formigas e defesa contra herbivoria. Optamos por esta metodologia, pois os seminários científicos na academia possibilitam ao estudante o aprofundamento em um conhecimento específico, o aprimoramento da escrita científica dentro das normas da Associação Brasileira de Normas e Técnicas — ABNT (POSSANI, 2006) e da oratória (BORLOT *et al.*, 2018). Realizamos estes seminários e discussões sobre outros artigos lidos, através de vídeo conferência na plataforma *Google Meet*, devido ao contexto da pandemia do novo coronavírus no Brasil.

Dando continuidade às atividades do grupo, iniciamos o processo de elaboração de um texto de divulgação científica sobre interações mutualísticas formiga-planta. O objetivo desta tarefa foi exercitar nossa habilidade de escrita científica e divulgar para a comunidade, informações gerais sobre estas associações ecológicas fundamentais para dinâmica dos ecossistemas. Nós utilizamos os artigos científicos apresentados nos seminários como ponto de partida para elaboração deste produto, uma vez que a leitura de um artigo conduz a leitura de muitos outros. Também realizamos pesquisas na plataforma “Google Acadêmico”, utilizando palavras chaves como: interações formiga-planta (ant-plant interactions); dispersão de sementes por formigas (seed dispersal by ants); polinização por formigas (pollination by ants); interações formiga-planta mediadas por nectários extraflorais (ant-plant interactions mediated by extrafloral nectaries) e interações formiga-planta

mediadas por domácias (ant-plant interactions mediated by domatia). Cada integrante do grupo ficou responsável por escrever uma parte no texto, mais especificamente, sobre uma categoria de interação ecológica.

Após todos estes encontros de estudo e após a finalização do texto de divulgação científica que será apresentado nos resultados deste trabalho, nós nos reunimos virtualmente para refletirmos sobre a seguinte pergunta: Com base em nossa vivência, podemos afirmar que a iniciação científica é realmente uma estratégia eficiente de aprendizagem e aprimoramento profissional na graduação? Durante este último encontro, todos nós relatamos nossas experiências e percepções individuais, as quais foram sintetizadas e analisadas pelo grupo. O desenho metodológico do presente trabalho encontra-se na figura 1.

Figura 1: Desenho metodológico dos estudos realizados por grupo de iniciação científica composto por estudantes e docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFAC, sobre o tema “interações mutualísticas entre formigas e plantas”.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PERCEPÇÃO SOBRE A INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Alunos

Para nós, alunos de iniciação científica, todos estes estudos estão sendo bastante satisfatórios no que diz respeito ao aprofundamento do conhecimento, e ao desenvolvimento de habilidades fundamentais para atuação no ensino e na pesquisa. O tema “interações ecológicas” é trabalhado nas disciplinas Ecologia I e Ecologia II, porém de maneira mais geral e conceitual. A partir de nossos estudos, percebemos com maior detalhe a diversidade de formas de interação entre formigas e plantas, e como estas interações são importantes para o funcionamento do ecossistema.

Esta experiência nos deixou ainda mais instigados para a execução da parte prática do projeto, pois acreditamos que a experiência de campo será muito mais proveitosa agora que temos uma base teórica sobre o assunto. Além disso, a partir dos conhecimentos adquiridos e da experiência que viveremos em campo, sairemos mais capacitados para o ambiente da sala de aula, visto que somos alunos de Licenciatura. Acreditamos também que a visão analítica proporcionada pelas ações de pesquisa, com a consequente maior apropriação do conhecimento, nos deixará mais seguros enquanto profissionais. Finalmente, sobre as habilidades trabalhadas podemos mencionar a escrita, a oralidade e a construção de apresentações.

Professora/orientadora

Enquanto professora e orientadora, percebi nos alunos um amadurecimento significativo em termos de conhecimento e de postura profissional. Nas aulas, eles conseguem falar e escrever com mais propriedade sobre os conceitos ecológicos. Embora tenham estudado artigos científicos específicos sobre interações mutualísticas formiga-planta, muitos dos conceitos abordados aplicam-se a outros temas da ecologia e de outras áreas da biologia.

Finalmente, ressaltar também o desenvolvimento da habilidade de escrita científica dentro das normas da ABNT, como vocês poderão constatar pelo texto de divulgação científica construído por nossa equipe e apresentado a seguir.

3.2 TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: INTERAÇÕES MUTUALÍSTICAS FORMIGA-PLANTA

As formigas

As formigas são animais dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres. Elas pertencem a família Formicidae, com 16.073 espécies descritas (MOREAU; BELL, 2013). Estima-se que elas representam de 10 a 25% do total da biomassa animal dos ecossistemas terrestres (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990), o que equivale a aproximadamente quatro vezes a porcentagem de vertebrados (LASALLE; GAULD, 1993).

Em relação à diversidade, o Brasil é uma das regiões do mundo que mais abriga formigas (SCHMIDT *et al.*, 2020), principalmente devido ao clima equatorial. Dentre os biomas brasileiros, a Amazônia, com certeza, contribui fortemente com a riqueza de formigas do país (MIRANDA *et al.*, 2012; OLIVEIRA; SCHMIDT, 2019; TORRES *et al.*, 2020), sendo necessário ainda um grande esforço de amostragem, para se conseguir registrar com maior precisão toda essa diversidade. Levantamentos de formigas no estado do Acre, por exemplo, passaram a acontecer de maneira mais frequente somente nas duas últimas décadas (OLIVEIRA *et al.*, 2009; MIRANDA *et al.*, 2012; SCHMIDT *et al.*, 2020).

Estes organismos são frequentemente estudados a partir de uma abordagem ecológica, devido às importantes funções que exercem no ecossistema (BROWN Jr., 1989). Por exemplo, participam da pedogênese, contribuindo com o enriquecimento e a aeração do solo (FARJI-BRENER; ILLES, 2000) e podem agir no controle de insetos herbívoros (RAUPP *et al.*, 2020). São também utilizados como bioindicadores de impactos antrópicos e como agentes da recuperação de ambientes degradados (PHILPOTT *et al.*, 2010, MIRANDA *et al.*, 2017, ZINA *et al.*, 2021).

Ainda sobre suas funções ecológicas, as formigas são também bastante conhecidas na ciência pelas interações mutualísticas que apresentam com plantas. Vale ressaltar que interações mutualísticas são aquelas que proporcionam benefícios a ambos os parceiros da associação (BEGON *et al.*, 1996). No caso das formigas, os principais exemplos destas associações são as que proporcionam para as plantas o benefício da polinização (DELNEVO *et al.*, 2020), dispersão de sementes (LEAL *et al.*, 2007, MILLER *et al.*, 2020), e proteção contra herbivoria (BRASCHLER; BAUER, 2005).

Polinização por formigas

A polinização das plantas é um fator essencial para o equilíbrio do ecossistema, pois permite a dispersão dos gametas masculinos destes organismos (PINHEIRO, 2014). Pode ser realizada pelo vento e também por animais como abelhas, beija-flores e morcegos. Ao coletarem o néctar das folhas, os animais tocam nas estruturas reprodutivas masculinas das plantas e acabam com muitos grãos de pólen aderidos aos seus corpos (BARTH, 1992). Ao se deslocarem para as flores de outra planta, possibilitam a fecundação cruzada.

Dentre os animais, os insetos são responsáveis pela polinização de aproximadamente 80% das plantas (THOMANN *et al.*, 2013), sendo as abelhas bastante frequentes na prestação deste serviço ecológico (POTTS *et al.*, 2016). Já as formigas não são muito conhecidas devido à polinização (ROSTÁS *et al.*, 2018). De acordo com estudos publicados, a baixa frequência de formigas como polinizadores está possivelmente relacionada aos seguintes fatores: pequeno tamanho, geralmente menor que as estruturas reprodutivas das flores; comportamento agressivo e de autolimpeza (GALEN, 1983; JUNKER *et al.*, 2007) e produção de secreção antimicrobiana, que pode ter efeito negativo sobre a viabilidade do pólen (CLAESSENS; SEIFERT, 2017).

No entanto, nos últimos anos tem se tornado mais frequentes os registros de formigas polinizadoras (DEL-CLARO *et al.*, 2019; DELNEVO *et al.*, 2020). Delnevo *et al.* (2020) observaram que para a planta *Conospermum undulatum* e outras espécies pertencentes ao mesmo gênero, aproximadamente 80% dos grãos de pólen que tiveram contato com formigas germinaram adequadamente. No cerrado brasileiro, Del-Claro *et al.* (2019)

observaram uma relação entre a produção de sementes de *Paepalanthus lundii* (Eriocaulaceae) e visitas de formigas. A espécie de formiga *Camponotus crassus* foi o visitante floral mais frequente e o polinizador mais eficaz para esta espécie de planta, quando comparado com outros insetos voadores. Estes estudos indicam que não devemos desprezar o serviço das formigas como polinizadoras, sendo este um interessante tema a ser estudado.

Dispersão de sementes por formigas

A dispersão de sementes é outro fenômeno de grande importância para as plantas, pois possibilita a redução nas taxas de competição inter e intraespecífica entre plântulas embaixo da planta-mãe (MOHAMMED *et al.*, 2018). Os animais são conhecidos como agentes dispersores, sendo a efetividade da dispersão, em termos de probabilidade de colheita das sementes, distância de dispersão, locais de deposição e condição das sementes dispersa, bastante variante entre os diferentes grupos (ZWOLAK; SIH, 2020). Dentre os animais, as formigas são conhecidas por este serviço, que no caso específico delas, é denominado mirmecocoria (MARQUES, 2006). Estima-se que as sementes de mais de 11.000 espécies de Angiospermas podem ser dispersas por estes organismos (LENGYEL *et al.*, 2010).

Muitas destas espécies apresentam em suas sementes um corpo gorduroso denominado elaiossomo, rico em nitrogênio e lipídeos que serve para alimentação e como ajuda no transporte pelas formigas (FISCHER *et al.*, 2008). No formigueiro esse elaiossomo é retirado e usado como alimento. Posteriormente elas descartam estas sementes neste solo enriquecido em nutrientes (CHISANGA *et al.*, 2017) e com propriedades físicas que favorecem a germinação, tais como maior porosidade e infiltração (WANG *et al.*, 1995). Leal *et al.* (2007) estudando dispersão de sementes por formigas na caatinga brasileira, detectaram um aumento na taxa de germinação de sementes cujos elaiossomos foram removidos por formigas e um aumento na taxa de crescimento de plântulas em solos de formigueiro.

Os arilos, estruturas presentes em algumas sementes, também apresentam valor nutricional sendo, portanto, atrativos para formigas (GOMEZ *et al.*, 2005). As sementes de *Siparuna guianensis* são primariamente dispersas por aves que se alimentam de seus frutos, e secundariamente por

formigas atraídas por seus arilos (GONÇALVES *et al.*, 2015). De acordo com Magalhães *et al.* (2018), a dispersão desta espécie no solo parece ser principalmente realizada por formigas, uma vez que não foram encontradas diferenças na taxa de dispersão entre amostras de sementes com gaiolas (sem acesso a aves e com acesso a formigas) e sem gaiolas (acesso a aves e formigas). Além disso, maiores quantidades de mudas foram encontradas em locais com formigueiros que em locais sem formigueiros, evidenciando a influência destes insetos na distribuição destas plantas.

Proteção contra herbivoria

Algumas espécies de formigas protegem certas plantas contra herbivoria ao se abrigarem em estruturas denominadas domácias (CHAMBERLAIN; HOLLAND, 2009). Estas estruturas se localizam na face abaxial das folhas de algumas espécies de plantas e podem ser tufo de pelos ou cavidades localizados nas junções entre a nervura principal e as nervuras secundárias (BARROS, 1961). Estas espécies são conhecidas como mirmecófitas, justamente devido à presença frequente de formigas abrigadas nestas estruturas (MICHELANGELI, 2005). Espécies com domácias ocorrem em gêneros como *Acacia* (Fabaceae), *Cecropia* (Urticaceae), *Leonardoxa* (Fabaceae), *Piper* (Piperaceae), *Macaranga* (Euphorbiaceae) e *Tococa* (Melastomataceae) (DAVIDSON; MCKEY, 1993; HEIL; MCKEY, 2003; RICO-GRAY; OLIVEIRA, 2007).

Ao construir seus ninhos nas domácias, as formigas defendem seu hospedeiro contra organismos herbívoros, através de comportamento agressivo (OLIVEIRA *et al.*, 1987). De acordo com Chamberlain e Holland (2009), a presença de formigas em plantas com domácias resulta na redução da herbivoria e aumento no desempenho das plantas. Esta eficiência na proteção possivelmente esteja relacionada ao caráter especialista da interação, com forte fidelidade entre os parceiros envolvidos (BRONSTEIN *et al.*, 2006).

Este serviço de proteção contra herbivoria também pode ser prestado por formigas que se alimentam em nectários extraflorais presentes em algumas espécies de plantas (KOPTUR *et al.*, 2010). Nectários extraflorais são glândulas e/ou tecido especializados em secretar substância nutritiva compostas por açúcares, aminoácidos e proteínas (ELIAS, 1983). Podem estar

localizados em estruturas vegetativas como pecíolo, lâmina, margem da folha e estípulas (KOPTUR, 1992), e em estruturas reprodutivas como botões, cálice, eixo da inflorescência e pedúnculos de flores e frutos (RICO-GRAY; THIEN, 1989; RICO-GRAY, 1993; RICO-GRAY *et al.*, 2004). O néctar produzido nestas glândulas não apresenta relação com o processo de polinização (KOPTUR, 1992). De acordo com Weber e Keeler (2013), um total de 3.941 espécies de plantas com nectários extraflorais já foram descritas.

As formigas que se associam com plantas através de nectários extraflorais são principalmente generalistas, sendo estas associações consideradas facultativas (LANGE *et al.*, 2013; DÁTTILO *et al.*, 2014). Desta forma, o sucesso da proteção pode variar em função das espécies de formigas e plantas associadas, uma vez que as espécies de formigas diferem quanto ao nível de agressividade (DEL-CLARO; SANTOS, 2000), e as espécies de plantas diferem em relação ao volume de néctar produzido (DÍAZ-CASTELAZO *et al.*, 2005).

Embora estas interações mediadas por nectários extraflorais não apresentem uma forte fidelidade entre os parceiros envolvidos, estudos evidenciam uma contribuição significativa das formigas na redução da herbivoria em plantas hospedeiras (PEREIRA *et al.*, 2020). Para as formigas, a inclusão de néctar extrafloral em suas dietas resulta em impactos positivos e significativos na sobrevivência, crescimento e reprodução (LACH *et al.*, 2009; BYK; DEL-CLARO, 2011).

Aqui finalizamos a apresentação destas informações gerais sobre interações mutualísticas formiga-planta, mais informados sobre a diversidade envolvida e convencidos da importância destas interações para o ecossistema, devido aos serviços ecológicos prestados.

4 CONCLUSÕES

A partir desta experiência pudemos concluir que a iniciação científica é uma excelente oportunidade na formação profissional, pois o desenvolvimento de uma pesquisa coloca o estudante em contato com conhecimento mais especializado. O tema escolhido, interações mutualísticas entre formigas e plantas, demonstrou-se bastante interessante para atividades de iniciação científica, uma vez que permite o contato com aspectos teóricos e aplicados da

ecologia, inerentes a dinâmica dos ecossistemas. Sugerimos como metodologias de estudo para construção da base teórica dos estudantes a leitura de artigos científicos, a apresentação de seminários e a elaboração de textos científicos. Finalmente, recomendamos a ampliação do número de grupos de pesquisa em nível de iniciação científica no ensino superior, devido sua eficácia na formação profissional.

REFERÊNCIAS

- BARROS, M. A. A. **Domácias nas Angiospermas: variações na forma e na localização.** Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, v.18, p.131-146, 1961.
- BARTH, F. G. **Insects and flowers: the biology of a partnership.** Princeton University Press, 1992, 309p.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities.** Blackwell Science, Oxford, 1996.
- BORLOT, W. de A.; ROCHA, L. DOS R.; SANTOS, C. V.; LIMA PAULO, M. S.; DRUMOND, L. C. P. **A importância da oratória para os seminários dos alunos da fisioterapia: um relato de experiência.** Revista Redeunida, v. 5, n. 10, 2018.
- BRASCHLER, B.; BAUER, B. **Experimental small-scale grassland fragmentation alters competitive interactions among ant species.** Oecologia, v. 143, p. 291–300, 2005.
- BRONSTEIN, J. I.; ALARCÓN, R.; GEBER, M. **The evolution of plant- insect mutualism.** New Phytologist, v. 172, p. 412–428, 2006.
- BROWN Jr, K. S. 1989. **Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators** (p. 350-404). In: COLLINS, N. M.; THOMAS, J. A. (Editores). **The conservation of insects and their habitats.** San Diego: Academic Press, 1989, 450p.
- BYK, J.; DEL-CLARO K. **Ant–plant interaction in the Neotropical savanna: direct beneficial effects of extrafloral nectar on ant colony fitness.** Population Ecology, v. 53, p. 327–332, 2011.
- CHAMBERLAIN, S. A.; HOLLAND, J. N. **Quantitative synthesis of context dependency in ant–plant protection mutualisms.** Ecology, v. 90, n. 9, p. 2384–2392, 2009.
- CHISANGA, K.; NDAKIDEMI, P. A.; MBEGA, E.; KOMAKECH, H. **The potential of anthill soils in agriculture production in Africa: A review.** International Journal of Biosciences, v. 11, n. 5, p. 357–377, 2017.

CLAESSENS, J.; SEIFERT, B. **Significant ant pollination in two orchid species in the Alps as adaptation to the climate of the alpine zone?**

Tuexenia, v. 37, p. 363–374, 2017.

DÁTTILO, W.; FAGUNDES, R.; GURKA, C. A. Q.; SILVA, M. S. A.; VIEIRA, M. C. L.; IZZO, T. J.; DÍAZ-CASTELAZO, C.; DEL-CLARO, K.; RICO-GRAY, V. **Individual-Based Ant-Plant Networks: Diurnal-Nocturnal Structure and Species-Area Relationship.** Plos One, v. 9, n. 6, e99838, 2014.

DAVIDSON, D. W.; MCKEY, D. **Ant-plant symbioses: Stalking the chuyachaqui.** Trends in ecology & evolution, v. 8, n. 9, p. 326–32, 1993.

DEL-CLARO, K.; SANTOS, J. C. **A função de nectários extraflorais em plantas do cerrado.** In: Cavalcanti, T. B. (Editor). Tópicos atuais em botânica. Brasília, Embrapa, 2000, 400p.

DEL-CLARO, K.; RODRIGUEZ-MORALES, D.; CALIXTO, E. S.; MARTINS, A. S.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. **Ant pollination of *Paepalanthus lundii* (Eriocaulaceae) in Brazilian savanna.** Annals of Botany, v. 123, p. 1159–1165, 2019.

DELNEVO, N.; VAN ETTEN, E.; CLEMENTE, N.; FOGU, L.; PARAVANI, E.; BYRNE, M.; STOCK, W. D. **Pollen adaptation to ant pollination: a case study from the Proteaceae.** Annals of Botany, v. 126, p. 377–386, 2020.

DÍAZ-CASTELAZO, C.; RICO-GRAY, V.; ORTEGA, F.; ÁNGELES, G. **Morphological and secretory characterization of Extrafloral nectaries in plants of coastal Veracruz, Mexico.** Annals of Botany, v. 96, p. 1175–1189, 2005.

ELIAS, T. S. **Extrafloral nectaries: Their structure and ditribution.** In: BENTLEY, B.; ELIAS, T. S. **The biology of nectaries.** Columbia University Press. New York, 1983, 259 p.

FARJI-BRENER, A. G.; ILLES, A. E. **Do leaf-cutting ant nests make “bottom-up” gaps in neotropical rain forests?: a critical review of the evidence.** Ecology Letters, v. 3, p. 219–227, 2000.

FISCHER, R. C.; RICHTER, A.; HADACEK, F.; MAYER, V. **Chemical differences between seeds and elaiosomes indicate an adaptation to nutritional needs of ants.** Oecologia, v. 155, p. 539–547, 2008.

GALEN, C. **The effects of nectar thieving ants on seedset in floral scent morphs of *Polemonium viscosum*.** Oikos, v. 41, p. 245–249, 1983.

GOMEZ, C.; ESPADALER, X. **Ant behaviour and seed morphology: a missing link of myrmecochory.** Oecologia, v. 146, p. 244–246, 2005.

GONÇALVES, V. F.; SILVA, A. M.; BAESSE, C. Q.; MELO, C. **Frugivory and potential of birds as dispersers of *Siparuna guianensis***. Brazilian Journal of Biology, v. 75, n. 2, p. 300–304, 2015.

HEIL, M.; MCKEY, D. **Protective ant-plant interactions as model systems in ecological and evolutionary research**. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, v. 34, n. 1, p. 425–553, 2003.

HOLLOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants**. The Belknap Press of Harvard University. Press Cambridge, Massachusetts, 1990.

JUNKER, R.; CHUNG, A. Y. C.; BLÜTHGEN, N. **Interaction between flowers, ants and pollinators: additional evidence for floral repellence against ants**. Ecological Research, v. 22, p. 665–670, 2007.

KOPTUR, S. **Extrafloral nectary-mediated interactions between insects and plants**. In: BERNAYS, E. (Editor). Insect–Plant Interactions, vol. IV. Boca Raton Press, FL, USA, p.81–129, 1992.

KOPTUR, S.; PASCALE, W.; OLIVE, S. **Ants and plants with extrafloral nectaries in fire successional habitats on Andros (Bahamas)**. Florida Entomologist, v. 93, p. 89–99, 2010.

LACH, L.; HOBBS, E. R.; MAJER E. J. D. **Herbivory-induced extrafloral nectar increases native and invasive ant worker survival**. Population Ecology, v. 51, p. 237–243, 2009.

LANGE, D.; DÉTTILO, W.; DEL-CLARO, K. **Influence of extrafloral nectary phenology on ant–plant mutualistic networks in a neotropical savana**. Ecological Entomology, v. 38, p. 463–469, 2013.

LASALLE, J.; GAULD, I. D. **Hymenoptera: Their diversity, and their impact on the diversity of other organisms**. In: LASALLE, J.; GAULD, I. D. (Editores). Hymenoptera and biodiversity. Wallingford: C.A.B International, 1993, 348p.

LEAL, I. R.; WIRTH, R.; TABARELLI, M. **Seed Dispersal by Ants in the Semi-arid Caatinga of North-east Brazil**. Annals of Botany, v. 99: p. 885–894, 2007.

LENGYEL, S.; GOVE, A. D.; LATIMER, A. M.; MAJER, J. D.; DUNN, R. R. **Convergent evolution of seed dispersal by ants, and phylogeny and biogeography in flowering plants: a global survey**. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, v. 12, p. 43–55, 2010.

MAGALHÃES, V. B.; ESPÍRITO SANTO, N. B. SALLES, L. F. P.; SOARES JR., H.; OLIVEIRA, P. **Secondary seed dispersal by ants in Neotropical cerrado savanna: species-specific effects on seeds and seedlings of *Siparuna guianensis* (Siparunaceae)**. Ecological Entomology, v. 43, p. 665–674, 2018.

MARQUES, E. C. **Dispersão de sementes de *Buchenavia capitata* Eichl. (Combretaceae) no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife-PE.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacherelado em Ciências Ambientais) - Centro de Ciências Biológicas. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006, 63p.

MASSI, L.; QUEIROZ, S. L. **Estudo sobre iniciação científica no Brasil.** Cadernos de Pesquisa, v. 40, n. 139, p. 173–197, 2010.

MICHELANGELI, F. A. **Tococa (Melastomataceae).** New York: New York Botanical Garden Press, 2005.

MILLER, C. N.; WHITEHEAD, S. R.; KWIT, C. **Effects of seed morphology and elaiosomes chemical composition on attractiveness of five *Trillium* species to seed-dispersing ants.** Ecology and Ecolution, v. 10, p. 2860–2873, 2020.

MIRANDA, P. N.; OLIVEIRA, M. A.; BACCARO, E. F.; DELABIE, J. H. C. **Check list of ground-dwelling ants (Hymenoptera: Formicidae) of the eastern Acre, Amazon, Brazil.** Check List, v. 8, n. 4, p. 722–730, 2012.

MIRANDA, P.; BACCARO, F. B.; MORATO, E. F.; OLIVEIRA, M. A.; DELABIE, J. H. C. **Limited effects of low-intensity forest management on ant assemblages in southwestern Amazonian forests.** Biodiversity and Conservation, v. 26, p. 2435–2451, 2017.

MOHAMMED, M. M. A.; LANDI, P.; MINOARIVELO, H. O. **Frugivory and seed dispersal: Extended bi-stable persistence and reduced clustering of plants.** Ecological Modelling, v. 380, p. 31–39, 2018.

MOREAU, C. S.; BELL, C. D. **Testing the museum versus cradle tropical biological diversity hypothesis: phylogeny, diversification, and ancestral biogeographic range evolution of the ants.** Evolution, v. 67, n. 8, p. 2240–2257, 2013.

OLIVEIRA, P. S.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CINTRA, R. **Ant foraging on ant-inhabited *Triplaris* (Polygonaceae) in Western Brazil: a field experiment using live termite-baits.** Journal of Tropical Ecology, v. 3, p.193–200, 1987.

OLIVEIRA, A. B. DA S.; SCHMIDT, F. A. **Ant assemblages of Brazil nut trees *Bertholletia excels* in forest and pasture habitats in the Southwestern Brazilian Amazon.** Biodiversity and Conservation, v. 28, p. 329–344, 2019.

OLIVEIRA, M. A.; DELLA LUCIA, T. M. C.; MARINHO, C. G. S.; DELABIE, J. H. C.; MORATO, E. F. **Ant (Hymenoptera: Formicidae) Diversity in an Area of the Amazon Forest in Acre, Brazil.** Sociobiology, v. 54, p.1–25, 2009.

PEREIRA, C. C.; BOAVENTURA, M. G.; DE CASTRO, G. C.; CORNELISSEN, T. **Are extrafloral nectaries efficient against herbivores? Herbivory and**

plant defenses in contrasting tropical species. Journal of Plant Ecology, v.13, p. 423–430, 2020.

PHILPOTT, S. M.; PERFECTO, I.; ARMBRECHT I.; PARR, C. L. **Ant diversity and function in disturbed and changing habitats.** In: LACH, L.; PARR, C. L.; ABBOTT, K. L. (Editores). *Ant Ecology*, Oxford: Oxford, 2010, 429p.

PINHEIRO, F. Polinização por engodo. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (Editores). **Biologia da Polinização**, Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014, 527p.

POSSANI, I. de. F. P. **Seminários de pesquisa: um relato de experiência na graduação.** *Pensamento & Realidade*, v. 18, p. 126–133, 2006.

POTTS, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.; NGO, H. T.; AIZEN, M. A.; BIESMEIJER, J. C.; BREEZE, T. D.; DICKS, L. V.; GARIBALDI, L. A.; ROSEMARY, H.; SETTELE, J.; VANBERGEN, A. J. **Safeguarding pollinators and their values to human well-being.** *Nature*, v. 540, p. 220–229, 2016.

RAUPP, P. P.; GONÇALVES, R. V.; CALIXTO, E. S.; ANJOS, D. V. **Contrasting effects of herbivore damage type on extrafloral nectar production and ant attendance.** *Acta oecologica*, v. 108, p. 1–7, 2020.

RICO-GRAY, V. **Use of plant-derived food resources by ants in the dry tropical lowlands of coastal Veracruz, Mexico.** *Biotropica*, v. 25, p. 301–135, 1993.

RICO-GRAY, V.; THIEN, L. B. **Effect of different ant species on reproductive fitness of *Schomburgkia tibicinis* (Orchidaceae).** *Oecologia*, v. 81, p. 487–489, 1989.

RICO-GRAY, V.; OLIVEIRA, P. S. **The ecology and evolution of ant–plant interactions.** University of Chicago Press, Chicago, 2007.

RICO-GRAY, V.; OLIVEIRA, P. S.; PARRA-TABLA, M.; CUAUTLE, M.; DÍAZ-CASTELAZO, C. **Ant–plant interactions: their seasonal variation and effects on plant fitness.** In: MARTÍNEZ, M. L.; PSUTY, N. (Editores). **Ecological Studies: Coastal Dunes, Ecology and Conservation**, Springer-Verlag, Berlin, v. 171. p.221–239, 2004.

ROSTÁS, M.; BOLLMANN, F.; SAVILLE, D.; RIEDEL, M. **Ants contribute to pollination but not to reproduction in a rare calcareous grassland forb.** *PeerJ*, v. 6, e4369, 2018.

SCHMIDT, F.; COSTA, M.; MARTELLO, F.; DE OLIVEIRA, A.; MENEZES, A.; FONTENELE, L.; MORATO, E.; OLIVEIRA, M. **Estudos de diversidade de formigas no Acre: o que sabemos e o que devemos fazer para saber mais?** *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais*, v. 15, n. 1, p. 113–134, 2020.

SIMÃO, L. M.; MATIAS, L. (coordenadores) **O Papel da iniciação científica para a formação em pesquisa na pós-graduação.** In: Anais do Simpósio de pesquisa e intercâmbio científico da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Psicologia, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Anppep, v. 6, p.111–113, 1996.

SOUSA, D. F.; VASCONCELOS FILHO, J. I. F. **Iniciação científica como parte integrante da formação dos estudantes do curso de ciências biológicas.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 76–81, 2021.

THOMANN, M.; IMBERT, E.; DEVAUX, C.; CHEPTOU, P.O. **Flowering plants under global pollinator decline.** Trends in Plant Science, v. 18, p. 353–359, 2013.

TORRES, M. T.; SOUZA, J. L. P.; BACCARO, F. B. **Distribution of epigeic and hypogeic ants (Hymenoptera: Formicidae) in ombrophilous forests in the Brazilian Amazon.** Sociobiology, v. 67, n. 2, p. 186–200, 2020.

WANG, D.; MCSWEENEY, K., LOWERY, B., NORMAN, J. M. **Nest structure of ant *Lasius neoniger* Emery and its implications to soil modification.** Geoderma, v. 66, p. 259–272, 1995.

WEBER, M. G.; KEELER, K. H. **The phylogenetic distribution of extrafloral nectaries in plants.** Annals of Botany, v. 111, p. 1251–1261, 2013.

ZINA, V.; ORDELX, M.; FRANCO, J. C.; FERREIRA, M. T.; FERNANDES, M. R. **Ants as Bioindicators of Riparian Ecological Health in Catalanian Rivers. Forests,** v. 12, p. 625, 2021.

ZWOLAK, R.; SIH, A. **Animal personalities and seed dispersal: A conceptual review.** Functional Ecology, v. 34, n. 7, p. 1294-1310, 2020.