



**Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Instituto de Ciências Exatas e da Natureza
Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas**

GABRIEL DA COSTA NOGUEIRA

**INTERAÇÃO ENTRE FORMIGAS E NECTÁRIOS EXTRAFLORAIS DE
CYNOPHALLA FLEXUOSA (L.) J. PRESL (CAPPARACEAE) NA CAATINGA
NO MACIÇO DO BATURITÉ, CEARÁ**

REDENÇÃO-CEARÁ

2021



**Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Instituto de Ciências Exatas e da Natureza
Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas**

GABRIEL DA COSTA NOGUEIRA

**INTERAÇÃO ENTRE FORMIGAS E NECTÁRIOS EXTRAFLORAIS DE
CYNOPHALLA FLEXUOSA (L.) J. PRESL (CAPPARACEAE) NA CAATINGA
NO MACIÇO DO BATURITÉ, CEARÁ**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Graduação
em Ciências Biológicas da UNILAB,
como requisito parcial para obtenção
de título de Licenciado em Ciências
Biológicas.

ORIENTADOR: ROBERTH FAGUNDES DE SOUZA

REDENÇÃO-CEARÁ

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Nogueira, Gabriel da Costa.

N778i

Interação entre formigas e nectários extraflorais de *Cynophalla flexuosa* l. J. Presl capparaceae na caatinga no Maciço do Baturité, ceará / Gabriel da Costa Nogueira. - Redenção, 2021.
22f: il.

Monografia - Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2021.

Orientador: Prof.º Dr.º Roberth Fagundes de Souza.

1. *Camponotus arboreus*. 2. Herbivoria. 3. Mutualismo. 4. Néctar. I. Título

CE/UF/BSCA

CDD 581

Gabriel da Costa Nogueira

**INTERAÇÃO ENTRE FORMIGAS E NECTÁRIOS EXTRAFLORAIS DE
CYNOPHALLA FLEXUOSA (L.) J. PRESL (CAPPARACEAE) NA CAATINGA
NO MACIÇO DO BATURITÉ, CEARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas.

Local: Sala virtual (meet.google.com/fxx-nkwf-phh)

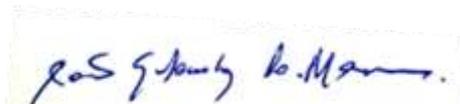
Data de aprovação: 12/04/2021

Banca Examinadora:



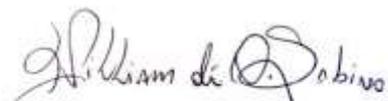
Prof. Dr. Roberth Fagundes de Souza (Orientador)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Ciências Biológicas – ICEN/UNILAB



Prof. Dr. João Gutemberg Leite Moraes (Membro Titular)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Agronomia – IDR/UNILAB



Prof. Dr. William de Oliveira Sabino (Membro Titular)

Instituto Tecnológico da Vale

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por todas as oportunidades de crescimento adquiridas na minha vida.

Ao meu professor e orientador Roberth Fagundes, pelas oportunidades e confiança depositada em meu trabalho. Muito obrigado, por tudo!

A UNILAB, aos professores, pelo apoio dado durante minha longa trajetória.

Todas as pessoas do meu grupo de pesquisa (INTERZOA), em especial o João Lucas, que me aturou durante esse longo tempo em nossas longas e divertidas viagens dentro do ônibus, irritando todo mundo. Não posso esquecer da minha parceira de campo, Byanca Cavalcante, obrigado pelo apoio e disposição a me ajudar.

À toda a minha família e amigos.

RESUMO

As interações entre organismos vêm ganhando mais destaque e atenção de pesquisadores. Relações interespecíficas, como predação, mutualismo, são fundamentais para o funcionamento do ecossistema. Os insetos constituem um dos organismos que possuem uma das maiores diversidades, abundância e biomassa animal. Desempenham muitas funções como detritívoros, predadores e herbívoros. As plantas possuem recursos alimentícios que potencializam a visita de insetos, como nectários extraflorais. Tais mecanismos atrativos, podem servir para interações entre insetos. O presente estudo teve como objetivo descrever as interações entre formigas e a planta *Cynophalla flexuosa* no bioma caatinga, no Maciço de Baturité. Para tanto, foram realizados três experimentos: avaliação da secreção do néctar extrafloral, inventário das formigas que coletam néctar extrafloral, e teste da proteção da planta contra herbivoria foliar pelas formigas coletoras de néctar. Os NEFs de *C. flexuosa* foram visitados por 77 formigas, sendo *Camponotus arboreus* a espécie mais abundante, forrageando em 45% das plantas. A remoção experimental dos NEFs resultou em um aumento da taxa de herbivoria em relação com as plantas com os NEFs retidos. Apesar da variação entre plantas, a concentração média de néctar foi de 26%. Nosso estudo traz uma nova interação entre formigas e plantas *C. flexuosa* na Caatinga no Ceará. Isso contribui para o conhecimento da biodiversidade e suas aplicações para o Maciço de Baturité.

PALAVRAS-CHAVE: *Camponotus arboreus*. Herbivoria. Mutualismo.

Néctar.

ABSTRACT

The interactions between organisms gaining more prominence and research attention. Interspecific relationships, such as predation, mutualism, are fundamental to the functioning of the ecosystem. Insects are defined as one of the organisms that have one of the greatest diversity, abundance and animal biomass. They perform many functions as detritivores, predators and herbivores. The plants have food resources that enhance the visitation of insects, such as extrafloral nectaries. Such attractive mechanisms can be used for interactions between insects. The present study aimed to describe the interactions between ants and the *Cynophalla flexuosa* plant in the caatinga biome, in the Baturité Massif. To this end, three experiments were carried out: evaluation of the secretion of extrafloral nectar, inventory of ants that collect extrafloral nectar, and test of plant protection against leaf herbivory by nectar collecting ants. The EFN of *C. flexuosa* were by 77 ants, *Camponotus arboreus* being a more abundant species, foraging in 45% of the plants. The experimental removal of EFN resulted in an increase in the rate of herbivory in relation to plants with retained EFN. Despite the variation between plants, the average nectar concentration was 26%. Our study brings a new interaction between ants and *C. flexuosa* plants in the Caatinga in Ceará. This contributes to the knowledge of biodiversity and its applications for the Baturité Massif.

KEYWORDS: *Camponotus arboreus*. *Herbivory*. *Mutualism*. *Nectar*.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
DESENVOLVIMENTO	1
<i>Referencial Teórico</i>	2
<i>Hipóteses ou Objetivos</i>	3
METODOLOGIA	4
<i>Formigas</i>	4
Nectários extraflorais.....	4
<i>Defesa das plantas</i>	5
<i>Análise de dados</i>	5
RESULTADOS	6
DISCUSSÃO	9
CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11

1 INTRODUÇÃO

Interação formiga-planta com nectários é uma das relações mais bem estudadas em diferentes biomas. Algumas plantas possuem glândulas produtoras de néctar que atraem formigas. Como consequência, as formigas podem proteger as plantas contra as ações de herbívoros. Essa relação pode ser desvantajosa para herbívoros que visitam essas plantas. Por conta das suas especificidades, a Caatinga apresenta características únicas, como: alta radiação solar, alta temperatura anual, baixas taxas de umidade relativa e precipitações. Por conta disso, se mostra um ótimo campo de pesquisa, em especial as interações entre as formigas e o feijão-bravo, que necessita de estudos para reconhecer os benefícios dessa interação.

O bioma caatinga apresenta poucos estudos de interações formiga-planta, quando comparamos, por exemplo, com o cerrado. Além disso, a caatinga apresenta características que pode alterar a dinâmica dessas interações. O clima quente, por exemplo, pode interferir na visitação dos insetos como também afetar o desenvolvimento das plantas. Diante disso, há vários mecanismos nas plantas para aumentar taxa de sobrevivência. Para isso, muitas vezes necessitam de interações com as formigas. O presente trabalho é importante para entender a estrutura e dinâmica da biodiversidade na Caatinga do Maciço de Baturité.

O estudo se justifica dado a importância de entender as interações entre as formigas e o feijão-bravo que compõe a diversidade do Maciço, além de fornecer estudos para o reconhecimento científico da região. Por ser uma região que se utiliza da agricultura, essa pesquisa pode fornecer dados para o controle de pragas agrícolas, por exemplo. Desta maneira, o presente estudo tem como objetivo descrever as interações entre formigas e a planta *Cynophalla flexuosa* no bioma caatinga. Tendo como hipótese, verificar se a presença dos nectários possibilita a ocorrência da interação e a proteção da planta pelas formigas contra herbivoria.

Para tanto, foram realizados três experimentos em áreas de Caatinga. Em um ponto, será realizado um experimento manipulativo e outro natural, para verificar a taxa de herbivoria. No outro, será testado a produção de néctar. Esperamos encontrar um resultado benéfico para a planta, pois a mesma gasta recursos na produção de néctar para atrair insetos, ou seja, as formigas protegem as plantas contra a ação de herbívoros em troca de néctar.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

A abundância de formigas sobre a vegetação tem sido explicada pela predominância de espécies que atuam em associação com as plantas por conta de seus recursos líquidos fornecidos (TOBIN, 1991). Algumas espécies vegetais possuem estruturas glandulares produtoras de néctar, chamadas de nectários extraflorais (NEFs) (KOPTUR, 1992). Essas estruturas favorecem uma relação entre formiga-planta, onde plantas com nectários produzem corpúsculos nutritivos para atrair formigas, sendo uma rica fonte de alimento (BAKER, *et al.* 1978). Muitas espécies utilizam-se de vários mecanismos para aumentar sua taxa de sobrevivência, para isso, muitas vezes necessitam de interações com outras espécies, contribuindo para um ecossistema terrestre bem equilibrado (BRONSTEIN *et al.* 2006). Pesquisas mostram que o mutualismo ocorrente entre plantas e insetos evoluíram em relação aos benefícios ofertados às plantas pelos insetos que forrageiam instintivamente em suas superfícies (BRONSTEIN, 1994; BRONSTEIN *et al.*, 2006).

A interação entre formiga e planta é uma das relações mais bem estudadas e isso inclui vários tipos de mutualismos (DÁTTILO *et al.*, 2009). Elas são meios para compreender o repertório comportamental e melhorar a compreensão das interações (DEL-CLARO, 2004). Para tanto, os nectários são estruturas responsáveis por manter as formigas forrageando pela planta e possivelmente desenvolver uma interação. Diversos autores relatam que a ausência de formigas pode aumentar a intensidade da herbivoria, como também a diminuição na produção de frutos (RICKLEFS, 1996; OLIVEIRA *et al.* 1999). Porém, diversos fatores podem influenciar esses benefícios, como: espécie de formiga, habitat e espécie da planta (DEL-CLARO & SANTOS, 2000). Para tanto, o bioma Caatinga no Maciço do Baturité, no estado do Ceará, apresenta características únicas e uma diversidade de interações que precisam ser compreendidas.

Atualmente, muitos estudos sobre interação entre formiga-planta com NEFs, tem focado no efeito dessa relação na herbivoria foliar (NASCIMENTO & DEL-CLARO, 2010; NAHAS *et al.* 2012). Isso se dá por conta que essa interação é um sistema que está em constante movimento e variação (MELO & SILVA-FILHO, 2002). Além de abranger uma complexa rede de consumo e recurso (DÁTTILO *et al.*, 2013; LANGE *et al.*, 2013). A fim de reduzir danos de herbívoros, evoluíram em plantas diversos mecanismos de proteção (MARQUIS, 1992; FÜRSTENBERG-HÄGG *et al.*, 2013). Em um desses mecanismos, a planta induz outros seres vivos, por exemplo,

as formigas. Essa defesa se dá por uma relação mútua, onde a planta fornece alimento ou moradia, ou os dois, em troca de proteção de possíveis predadores de seus inimigos (RICO-GRAY; OLIVEIRA, 2007). Para isso, a planta disponibiliza uma solução açucarada produzida pelos seus NEFs que atraem as formigas, que como consequência, protege a planta contra herbívoros (BENTLEY, 1977; RICO-GRAY; OLIVEIRA, 2007, FAGUNDES *et al.*, 2017). Por outro lado, há trabalhos que mostram situações onde os visitantes dos nectários não oferecem nenhum tipo de proteção para a planta (NOGUEIRA *et al.* 2012; ALVES-SILVA *et al.* 2014). Essas informações mostram que existem variações complexas na interface formiga-planta-herbívoro.

Para entendermos melhor a interação formiga e planta com NEFs na caatinga, procuramos estudar a *C. flexuosa* (L.) J.Presl, (feijão-bravo). Possui distribuição no Brasil para as regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (COSTA E SILVA, 1995), sendo uma das espécies mais comuns da Caatinga (MORO *et al.* 2014). Pode ser arbusto ou árvore de até 4 m de altura. As folhas são elípticas com base obtusa arredondada e nectários extraflorais axilares. (SOARES NETO *et al.* 2014). O feijão-bravo é comumente utilizado pela população como alimento para caprinos, sombreamento e ornamentação de jardins. Além disso, essa espécie é muito importante na caatinga, pelo fato de durante todo o ano, até mesmo no período da seca, ela permanece com as folhas (FABRICANTE *et al.* 2009).

Relações entre formiga-planta são meios para compreender o repertório comportamental e melhorar a compreensão das interações (Del-Claro, 2004). Muitos autores destacam a importância dessas interações entre formiga-planta, porém, a maioria dos estudos focam o cerrado onde há grande quantidade de plantas com nectários (SILVA; BATES, 2002; DEL-CLARO, 2004; RICO-GRAY; OLIVEIRA, 2007). Portanto, o estudo dessas interações no bioma caatinga se faz necessário para a compreensão da especificidade de novas interações ecológicas.

2.2 HIPÓTESES OU OBJETIVOS

Com o presente trabalho teve-se como objetivo principal descrever as interações entre formigas e a planta *C. flexuosa* no bioma Caatinga, no Maciço de Baturité. Não se tem registros na literatura sobre quais espécies de formigas coletam esse néctar e nem mesmo sobre a influência delas no feijão-bravo. Nessa perspectiva, avaliamos a seguinte hipótese: a presença dos nectários possibilita a ocorrência da interação e a proteção da planta pelas formigas contra herbivoria. Além disso,

esperamos que as formigas protejam as plantas contra a ação de herbívoros, reduzindo a quantidade de danos foliares. Caso não se confirme o mutualismo, qual seria a função desse nectário extrafloral para a planta?

2.3 METODOLOGIA

O estudo foi realizado entre outubro de 2018 e dezembro de 2019 em dois pontos de uma Área de Proteção Ambiental no município de Redenção, no Maciço de Baturité no estado do Ceará. Esses dois pontos estão inseridos na Caatinga, onde possui médias térmicas de (26°-29°C), baixas percentagens de umidade relativa e chuvas irregulares durante todo o ano, com concentrações de chuvas durante três a cinco meses (geralmente de janeiro a maio) e períodos secos mais longos (NIMER 1972, REIS 1976). A primeira área de estudo foi na Fazenda Experimental da Unilab em Piroás, no distrito de Barra Nova (04 ° 14'S e 38 ° 45'W), localizado a 17 km do município de Redenção e a segunda, na trilha do Campus das Auroras, no município de Acarape (04°13 05” S e 38°42’ 46” W).

2.3.1 FORMIGAS

As interações entre formigas e plantas foram realizadas em dois locais, na Fazenda do Piroás e no Campus das Auroras, em dezembro de 2019. Em cada área vasculhamos 100m² em busca das plantas do feijão bravo. Em cada planta encontrada, contabilizamos por três minutos todas as formigas encontradas coletando néctar nos nectários extraflorais. As formigas foram fotografadas, e um indivíduo de cada espécie foi coletado para confirmação de identificação taxonômica. Os espécimes foram tombados e armazenados na Coleção Zoológica do Laboratório de Zoologia da UNILAB.

2.3.2 NECTÁRIOS EXTRAFLORAIS

A relação do nectário extrafloral com a atração de formigas foi avaliada por dois experimentos, secreção de néctar e defesa contra herbivoria. No Campus das Auroras, foram marcadas 20 plantas com semelhante altura (entre 2 e 3m). Em cada planta, foram aleatoriamente selecionados dez galhos e marcados com lacres plásticos numerados. Em cada galho, um NEF foi marcado com um arame encapado e quantificado. Cada NEF marcado foi lavado com água destilada para remover sujeiras e néctar acumulado, e depois cobertos com sacos de voil por 16 horas para

evitar que animais removessem o néctar. Também foi verificado e registrado se o nectário estava ativo, ou seja, se estava secretando néctar e, em caso negativo, outro nectário foi selecionado para marcação. Após isso, o néctar secretado foi coletado com uso de microcapilares graduados e a concentração do açúcar foi medido em um refratômetro de luz (em BRIX, que é a porcentagem de açúcar dado em mg açúcar/mg de solução). Essa medição foi repetida três vezes em quatro dias distribuídos em um mês.

2.3.3 DEFESA DAS PLANTAS

Para medir o efeito do nectário extrafloral na atração de formigas e na defesa da planta por essas formigas atraídas, realizamos um experimento manipulativo. Na Fazenda Piroás, selecionamos 20 plantas de feijão-bravo com semelhante altura e distante três metros entre elas. As plantas foram igualmente divididas em grupo controle e tratamento. No grupo tratamento os NEFs foram removidos com uma lâmina de corte, de modo a causar dano mínimo na planta, e no grupo controle deixados intactos.

Contabilizamos o número de formigas forrageando nas plantas de ambos os grupos, observando por três minutos todas as formigas que coletaram néctar. Essa medição foi repetida três vezes ao dia em quatro dias distribuídos em um mês. Para medir o efeito da herbivoria foram registradas e marcadas, em galhos aleatórios, seis folhas jovens sem danos em cada uma das plantas. Após 60 dias, coletamos as folhas, fotografamos em scanner de mesa e processamos a imagem no software ImageJ[®]. A porcentagem de herbivoria foi calculada pela relação entre a área danificada pela área intacta da folha. Os cálculos foram feitos no programa ImageJ[®], que também forneceu uma média por planta.

2.3.4 ANÁLISE DE DADOS

Para analisar os dados de forma descritiva foram calculadas médias e desvios padrões para variáveis com distribuição Gaussiana, ou medianas e interquartis para variáveis com distribuição de Poisson. Para representar os dados, foram utilizados gráficos de caixa (box-plot) apresentando a mediana, a média e a distância interquartilica. A relação entre a quantidade de nectários extraflorais (variável independente), a concentração do néctar (variável independente) e a quantidade de formigas na planta (variável dependente) foi aplicado um teste de

correlação de Spearman para cada variável independente. O efeito da remoção dos nectários extraflorais (variável independente) foi avaliado pela comparação dos grupos controle (NEFs retidos) e tratamento (NEFs removidos), na quantidade de formigas na planta e na porcentagem de área foliar perdida por herbivoria (variáveis dependentes), foi testado através de um Teste U de Mann-Whitney para cada variável dependente. Todas as medidas descritivas e os gráficos foram construídos no programa Excel Mobile® (Microsoft Office) e todas os testes estatísticos foram realizados no programa Analystat® (AppsOutOfTheBox), ambos gratuitos para Android.

2.4 RESULTADOS

O feijão-bravo foi encontrado em ambas as áreas, sendo 28 plantas na Fazenda Piroás (em 100m²) e 24 plantas no Campus Auroras (em 100m²). No total foram observadas 77 operárias de oito espécies de formigas coletando néctar, 55 operárias nas plantas da Fazenda (6 espécies) e 22 nas plantas do Campus (2 espécies). No geral, foram 6 ± 4 formigas (média \pm desvio) coletando néctar por planta. A quantidade de formigas coletando néctar variou entre as plantas, mas, no geral, 3 ± 2 formigas forragearam em cada galho do feijão-bravo. *Camponotus arboreus* (57 formigas) foi a espécie mais abundante em todas as plantas da Fazenda (73% das formigas) e do Campus (77%). As demais espécies foram *Camponotus crassus* (2 formigas), *Pseudomyrmex gracillis* (1) e mais duas espécies de *Pseudomyrmex* (3), e três espécies de *Cephalotes* (14).

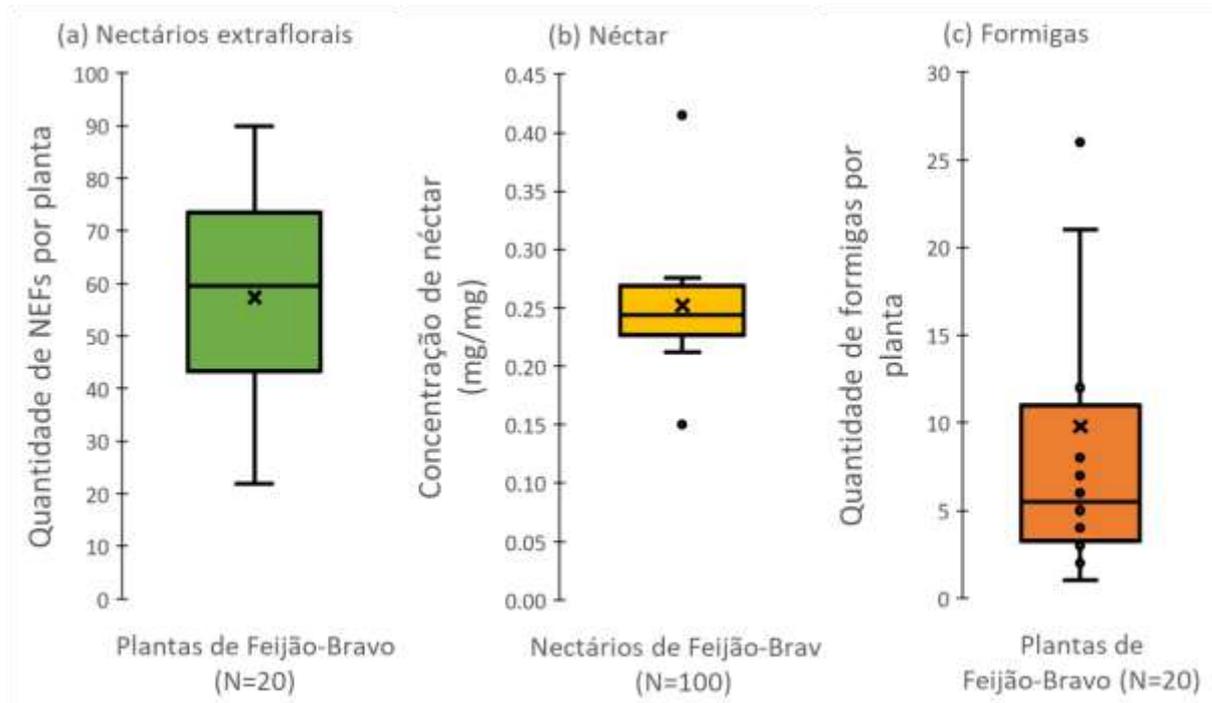
Figura 1 — Nectários extraflorais da *Cynophalla flexuosa*. A seta aponta para o seu nectário. Barra de escala: 1 cm.



Foto: Gabriel da Costa Nogueira (2021)

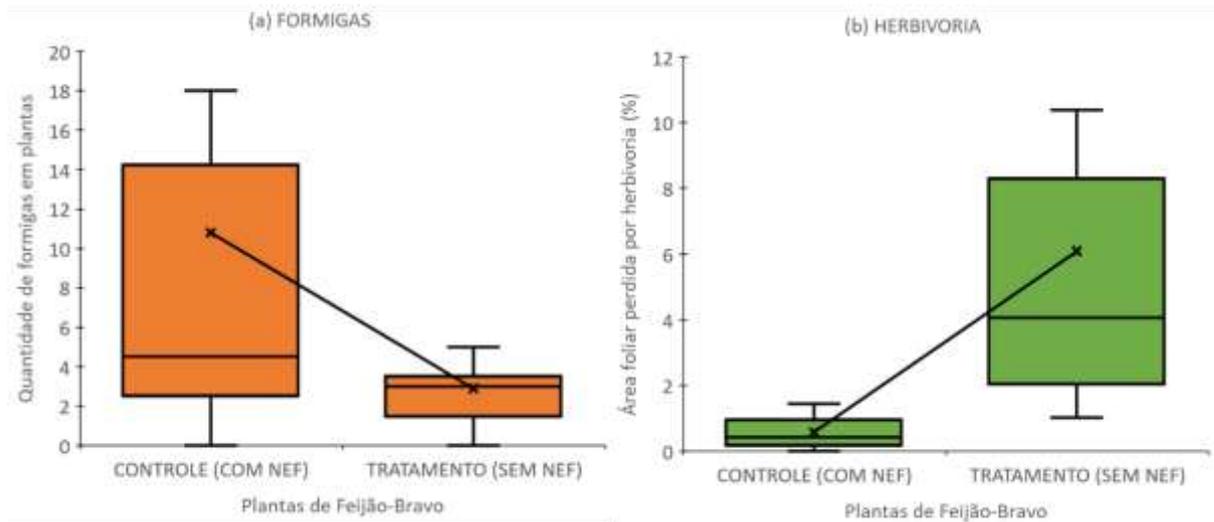
As plantas de feijão-bravo possuem média 58 ± 20 nectários extraflorais por planta (média \pm desvio padrão) (Figura 2a). Mas, no geral, apenas 13 plantas apresentaram atividade do nectário extrafloral, e nessas, em média 2 ± 1 nectários por galho estão ativos. Apenas 10 plantas secretaram néctar suficiente para ser coletado e medido. O néctar medido apresentou concentração média de açúcares por nectário de $0,25 \pm 0,7$ de BRIX (mg soluto/ mg de solução) (Figura 2b). Não houve relação entre a quantidade de formigas na planta (Figura 2c) e a quantidade de nectários por planta (Correlação de Spearman: $r_s = 0.06$, $p = 0.8$), ou a quantidade de nectários ativos por planta ($r_s = 0.4$, $p = 0.2$), tampouco a concentração de açúcares no néctar ($r_s = 0.3$; $p = 0.4$).

Figura 2 — Quantidade de nectários extraflorais (a), concentração do néctar (b) e quantidade de formigas (c) em plantas de Feijão-Bravo.



A quantidade de formigas forrageando nas plantas não diferiu entre o grupo tratamento, sem nectários, e o grupo controle, com nectários (teste-U: $U = 32$, $df = 9,4$, $p = 0.18$), sendo em mediana 3 (2-5) formigas em plantas sem NEF e 5 (3-14) formigas em plantas com NEFs (Figura 3a). Porém, notamos variação em algumas espécies importantes. *C. arboreus* quase abandonou as plantas com NEFs removidos (11) em comparação com plantas com NEFs retidos (89), enquanto que a formiga *C. crassus* forrageou de forma semelhante em plantas com os NEFs removidos (14) em comparação com plantas com os NEFs retidos (12), e as demais formigas foram muito pouco abundantes. No total foram observadas 268 formigas nesse experimento.

Figura 3 — Respostas ao experimento de remoção de nectários extraflorais. Menos quantidade de formigas forrageando em plantas sem NEFs (a), e maior quantidade de herbivoria em plantas com NEFs (b).



A remoção experimental dos NEFs resultou em uma maior quantidade de herbivoria foliar em plantas do grupo tratamento, sem nectários. Os danos por perda de área foliar foram oito vezes maiores em plantas com NEFs removidos [mediana(interquartil)= 4(2-8) % em comparação com plantas com NEFs retidos [0.5(0.2-0.9) %] (teste-U: $U= 2$, $p = 0.0003$) (Figura 3b).

2.5 DISCUSSÃO

O néctar do feijão-bravo atrai formigas para planta e essas formigas permanecem patrulhando toda a planta, além disso, protege a planta contra a ação de herbívoros. Com respeito as espécies de formigas, a *C. arboreus* se mostrou uma espécie importante, por conta de sua abundância na planta. Em contrapartida, *C. crassus* continuou a forragear a planta independente da oferta de néctar. Esses resultados confirmam a nossa hipótese, de que formigas estão sendo atraídas pelo néctar e realmente estão fornecendo proteção à planta. Assim, podemos afirmar que as formigas protegem o feijão-bravo contra herbivoria em troca de néctar como alimento, portanto, um mutualismo.

Apesar de não haver diferença estatística na quantidade de formigas entre plantas com e sem NEF, notamos uma tendência de menor média para plantas sem NEFs causada, principalmente, pela redução na quantidade de formigas *C. arboreus*. A manutenção das demais formigas, que aparecem em menor abundância, pode ter dificultado a detecção da diferença. Como *C. arboreus* é a formiga mais abundante

nas plantas com nectários, foi vista inúmeras vezes em NEFs, e apresentou comportamentos agressivos. Mesmo sem alteração no número total de formigas, a redução de *C. arboreus* pode ter efeitos negativos na defesa da planta, resultando na maior herbivoria observada em plantas sem NEF e, também, com poucas *C. arboreus*. Assim, é importante que novos estudos avaliem o papel de cada espécie de formiga nessa interação, a fim de verificar a importância relativa de *C. arboreus* para a defesa do feijão bravo e o papel do NEF no estabelecimento dessa relação.

A secreção de néctar não foi possível em todos os nectários, aparentemente se deu por conta que as plantas estavam em período reprodutivo, ou seja, estavam direcionando a produção de néctar para a região floral. Nessas regiões, foi observado formigas, sendo que isso poderia afetar a visitação de polinizadores (DEL-CLARO *et al.* 2016). Além disso, uma outra estratégia utilizada pela planta é concentrar a produção de néctar em locais onde é mais suscetível o ataque de herbívoros, como por exemplo, as folhas mais jovens (EDWARDS *et al.* 2007). Muitos NEFs estavam inativos, sendo que isso é outra estratégia de defesa utilizada pelas folhas mais velhas, onde as mesmas são esclerificadas, tendo como consequência a inativação dos NEFs (LÜTTGE, 1997). Além disso, apenas 10 plantas secretaram néctar suficiente para ser coletado e medido.

Corroborando com a nossa previsão, as formigas protegem as plantas contra a ação de herbívoros, reduzindo a quantidade de danos foliares. Vários trabalhos têm mostrado que a presença de formigas em plantas com NEFs tem gerado um efeito positivo, diminuindo a taxa de ataques de herbívoros (RICO-GRAY E OLIVEIRA, 2007; ROSUMEK *et al.*, 2009;). E os NEFs desempenham um papel importante nessa interação (LANGE *et al.*, 2013). Isso mostra que a atração de formigas depende da presença de NEFs, e se os mesmos, estão ativos ou não (BAKER-MÉIO & MARQUIS, 2012). Além disso, *C. arboreus* é considerada uma boa defensora de plantas contra herbivoria e comumente encontrada em plantas com nectários extraflorais (FAGUNDES *et al.* 2017). Esse tipo de interação é um exemplo clássico de mutualismo e facilmente encontrado na literatura (DEL-CLARO, 2004; RICO-GRAY E OLIVEIRA, 2007).

Nossos resultados comprovam que a presença de nectários extraflorais cria mutualismo com formigas, gerando benefícios para ambas, como foi mostrado na redução da herbivoria, tendo como espécie significativa, *C. arboreus*. Logo, os NEFs têm implicações importantes na evolução de plantas, pois modificou toda a estrutura

foliar na criação dessas estruturas produtoras de néctar e, possivelmente, influenciou na evolução das formigas, que se especializaram na alimentação de néctar.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo traz pela primeira vez a interação entre formigas e plantas *C. flexuosa*, na caatinga no Ceará. Isso aumenta o conhecimento de interações para o Maciço de Baturité, trazendo mais reconhecimento e valorização científica para a região do semiárido. Nos dois pontos estudados, a composição das formigas foi diferente, mas ambas possuíam *C. aboreus* como mais abundante, portanto, uma espécie importante para plantas portadoras de NEFs. Nós esperamos que novos estudos possam investigar os efeitos de cada espécie de formiga no sucesso reprodutivo do feijão-bravo, podendo até identificar possíveis agentes de controle biológico. Isso se faz necessário para verificar que fatores influenciam a produtividade da *C. flexuosa*. O presente trabalho foi resultado de uma iniciação científica de dois anos como voluntário, e isso teve uma contribuição importante para minha formação e desenvolvimento profissional, portanto, espero que logo possa ser publicado como artigo científico em revista especializada.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES-SILVA, E.; BACHTOLD, A.; BARÔNIO, G. J.; TOREZAN-SILINGARDI H. M.; DEL-CLARO, K. **Ant-herbivore interactions in an extrafloral nectaried plant: are ants good plant guards against curculionid beetles?** Journal Natural History, v. 1, p. 1-11, 2014.
- BAKER, H.G, P.A. OPLER & I. BAKER, 1978. **A comparison of the amino acid complets of floral and extrafloral nectars.** Botanical Gazette, 139:322-332.
- BAKER-MÉIO, B., AND R. J. MARQUIS. 2012. **Context-dependent benefits from ant-plant mutualism in three sympatric varieties of *Chamaecrista desvauxii*.** J. Ecol. 100: 242– 252.
- BENTLEY B.L (1977). **Extrafloral nectaries and protection by pugnacious bodyguards.** Annu Rev Ecol Syst 8: 407-427
- BRONSTEIN, J.L., 1994. **Our current understanding of mutualism.** The Quarterly Review of Biology, 69: 31-51.
- BRONSTEIN, J. L. ALARCÓN R. & GEBER M. 2006. **The Evolution of plant-insect mutualisms.** New Phytologist
- COSTA E SILVA M.B. 1995. **Estudos taxonômicos sobre o gênero *Capparis* L. (Capparaceae Juss.) em Pernambuco.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

- DÁTTILO, W.; MARQUES, E. C.; FALCÃO, J. C. F.; MOREIRA, D. D. O. **Interações Mutualísticas entre Formigas e Plantas**. EntomoBrasilis 2 (2): 32-36. 2009.
- DÁTTILO, W.; GUIMARÃES, P. R.; IZZO, T. J. **Spatial structure of ant-plant mutualistic networks**. Oikos, v. 122, p. 1643–1648, 2013.
- DEL-CLARO, K. **Multitrophic relationships, conditional mutualisms and the study of interaction biodiversity in tropical savannas**. Neotropical Entomology, v. 33, n. 6, p. 665-672, 2004.
- DEL-CLARO, K., RICO-GRAY, V., TOREZAN-SILINGARDI, H. M., ALVES-SILVA, E., FAGUNDES, R., LANGE, D., ... & RODRIGUEZ-MORALES, D. (2016). **Loss and gains in ant-plant interactions mediated by extrafloral nectar: fidelity, cheats, and lies**. *Insectes Sociaux*, 63(2), 207-221.
- DEL-CLARO, K. & J.C. SANTOS, 2000. **A função de nectários extraflorais em plantas do cerrado**. In: Cavalcanti, T.B. (Ed). Tópicos atuais em botânica. Brasília, Embrapa, ed. 400p
- EDWARDS, D.P.; R. ARAUCO; M. HASSAL; W.J. SUTHERLAND; K. CHAMBERLAIN; L.J. WADHAMS & D.W. YU. 2007. **Protection in ant-plant mutualism: na adaptation or a sensory trap?** Animal Behavior, 74:377-385.
- FABRICANTE J.R, ANDRADE L.A, OLIVEIRA L.S.B (2009) **Fenologia de Capparis flexuosa L. (Capparaceae) no Cariri Paraibano**. Revista Brasileira Ciência Agrária, 4(2): 133-139.
- FAGUNDES R, DÁTTILO W, RIBEIRO SP, RICO-GRAY V, JORDANO P, DEL-CLARO K. 2017. **Differences among ant species in plant protection are related to production of extrafloral nectar and degree of leaf herbivory**. Biol J Linn Soc. 122:71–83
- FÜRSTENBERG-HÄGG, J.; ZAGROBELNY, M.; BAK, S. **Plant Defense against Insect Herbivores**. International Journal of Molecular Sciences, Switzerland, v. 14, n.5, p. 10242-10297, 2013.
- KOPTUR, S. 1992. **Extrafloral nectary-mediated interaction between insects and plants**. Pp 81-129. In: E. Bernays (ed), Insect-Plant Interactions. CRC Press, Boca Raton.
- LANGE, D.; DÁTTILO, W.; DEL-CLARO, K. **Influence of extrafloral nectary phenology on ant-plant mutualistic networks in a neotropical savanna**. Ecological Entomology., v. 38, p. 463–469, 2013.
- LÜTTGE, U. 1997. **Physiological ecology of tropical plants**. Springer-Verlag, Berlim.
- MARQUIS, R. J. **Selective impact of herbivores**. In: Fritz, R. S.; Simms, E. L. (Eds.). Ecology and Plant Resistences to Herbivores and Pathogens. Chicago, University of Chicago Press, p. 301-325, 1992.
- MELO, M. O.; SILVA-FILHO, M. C. **Plant-insect interaction: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms**. Brazilian Journal of Plant Physiology, v. 14, p. 71-81, 2002.

- MORO, M.F.; NIC LUGHADHA, E.; FILER, D.L.; ARAÚJO, F.S. & MARTINS, F.R. 2014a. **A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys.** *Phytotaxa*, 160:1-118.
- NAHAS, L., GONZAGA, M. O., DEL-CLARO, K., 2012. **Intraguild interactions between ants and spiders reduce herbivory: an extrafloral nectaried tree of tropical savanna.** *Biotropica*, 44: 498-505
- NASCIMENTO, E. A., DEL-CLARO, K., 2010. **Ant visitation to extrafloral nectaries decreases herbivory and increases fruit set in *Chamaecrista debilis* (Fabaceae) in a Neotropical savanna.** *FLORA*, 205: 754-756.
- NIMER, E. (1972) **Climatologia da Região Nordeste do Brasil: introdução à climatologia Dinâmica.** *R. Bras. Geog.* 34:3-51.
- NOGUEIRA, A.; GUIMARAES, E.; MACHADO, S. R.; LOHMANN, L. G. **Do extrafloral nectaries present a defensive role against herbivores in two species of the family Bignoniaceae in a Neotropical savanna?** *Plant Ecology*, v. 213, p. 289–301, 2012.
- OLIVEIRA, P.S., V. RICO-GRAY, C. DÍAZ-CASTELAZO & C. CASTILHOGUEVARA, 1999. **Interaction between ants, extrafloral nectaries and insect herbivores in Neotropical coastal and dunes: herbivore deterrence by visiting ants increases fruit set in *Opintia stricta* (Cactacea).** *Functional Ecology*, 13: 623-631
- RASHBROOK, V.K.; S.G. COMPTON & J.H. LAWTON. 1992. **Antherbivore interactions: reasons for the absence of benefits to a fern with foliar nectaries.** *Ecology*. 73(6): 2167 – 2174
- REIS, A. C. 1976. **Clima da caatinga.** *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 48: 325-335
- RICO-GRAY, V.; OLIVEIRA, P. S. **The ecology and evolution of ant-plant interactions.** The University of Chicago Press, Chicago, 2007. 331 pp.
- ROSUMEK, F. B., SILVEIRA, F. A. O., NEVES, F. S., BARBOSA, N. P., DINIZ, L., OKI, Y., PEZZINI, F., FERNANDES, G. W., CORNELISSEN. T., 2009. **Ants on plants: a meta-analysis of the role of ants as plant biotic defenses.** *Oecologia*, 160: 537-549.
- SILVA, J.M.C.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. **Caatinga. The largest tropical dry forest region in South America.** Springer, Berlin. 2018.
- SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. **Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot the Cerrado, which includes both forest and savanna habitats, is the second largest South American biome, and among the most threatened on the continent.** *BioScience*, v. 52, n. 3, p. 225-234, 2002.
- SOARES NETO, R.L et al. **Flora do Ceará, Brasil: Capparaceae.** *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 65, n. 3, pág. 671-684, setembro de 2014.
- REIS, A. C. S. (1976) **Clima da caatinga.** *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 48: 325-335

RICKLEFS, R.E. 1996. **A economia da natureza**. 3ª ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 470p.

TOBIN, J.E. 1991. **A Neotropical rainforest canopy, ant Community: some ecological considerations**. Pp. 536-538. *In*: C.R. Huxley & D.F. Cutler (eds.). *Ant-Plant Interactions*. Oxford University Press, Oxford. 301p.