

FORRAGEAMENTO DE OPERÁRIAS DE *Atta laevigata* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) SOB EFEITO DE *Canavalia ensiformis* (L.) DC (FABACEAE)

Pedro Henrique Charpinel Giestas ¹
Fabrícia Gonçalves Lacerda ²
Giulianna Rondineli Carmassi ³

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar, em campo, o comportamento de forrageamento de ninhos de *Atta laevigata*, referente ao fluxo de operárias nas trilhas e ao consumo foliar de *Mangifera indica* antes e após o plantio de *Canavalia ensiformis* próximo aos olheiros dos ninhos. Os experimentos foram realizados no município de Alegre, ES. Para esse estudo, foram utilizadas três colônias da referida cortadeira, sendo os experimentos sobre o fluxo de operárias e consumo foliar, repetidos 10 vezes, cada, antes do plantio e 10 vezes, cada, após o plantio. Os dados foram analisados por meio do Teste de Tukey a 5% de significância. Constatou-se que houve diferença significativa ($p < 0,0001$) em relação ao fluxo de operárias nas trilhas, de modo que as médias de operárias que saíam para forragear, as médias das operárias que retornavam para a colônia sem carga foliar e as médias de operárias que retornavam para a colônia portando carga foliar foram maiores antes do plantio comparadas às médias obtidas para essas atividades após o plantio. Constatou-se também que o consumo médio de folhas de *M. indica* foi significativamente maior antes do plantio ($p = 0,0026$). Portanto, o plantio de *C. ensiformis* próximo ao monte de terra solta dos ninhos influenciou o forrageamento de *A. laevigata* de forma negativa.

Palavras-chave: comportamento; consumo foliar; formigas-cortadeiras; planta inseticida; praga.

FORAGING OF *Atta laevigata* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) WITH THE EFFECT OF *Canavalia ensiformis* (L.) DC (FABACEAE)

ABSTRACT: The objective of the present work was to evaluate, in the field, the foraging behavior of *Atta laevigata* nests, related to the worker flow in the trails and the leaf consumption of *Mangifera indica* before and after the planting of *Canavalia ensiformis* near the nest hole. The tests were carried out in Alegre, ES. For this study, three colonies of the referred leaf-cutting ant were used, and the experiments on worker flow and leaf consumption, repeated 10 times each before planting and 10 times each after planting. Data were analyzed by Tukey test at 5% significance. It was found that there was a significant difference ($p < 0.0001$) in relation to the flow of workers on the trails, so that the average workers leaving to forage, the average workers returning to the colony without leaf load and the average of workers returning to the colony with leaf load were higher before planting compared to the averages obtained for these activities after planting. It was also found that the average consumption of *M. indica* leaves was significantly higher before planting ($p = 0.0026$). Therefore, the cultivation of *C. ensiformis* near the nest hole had a negatively influence on the foraging of *A. laevigata*.

Key words: behavior; leaf consumption; leaf-cutting ants; insecticide plant; pest.

¹ Mestrando em Agroquímica - Universidade Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre, E-mail: pedrin_giestas@hotmail.com

² Profa. Dra. - Universidade Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre. Autor para correspondência – Alto Universitário, sn, Guararema, Alegre, ES, 29500-000. E-mail: lacerdafg@gmail.com

³ Profa. Dra. - Universidade São Carlos, Campus Lagoa do Sino. E-mail: giulianna.rondineli@gmail.com

INTRODUÇÃO

As formigas-cortadeiras são consideradas uma das principais pragas de cultivos agrícolas e florestais, uma vez que causam muitos prejuízos devido à grande quantidade cortada de vegetais. São consideradas pragas severas, pois apresentam atividade de forrageamento praticamente durante todo o ano, demandando vigilância constante por parte dos produtores. As folhas, bem como outras partes cortadas das plantas, são levadas pelas operárias para o interior do ninho para cultivar um fungo simbiote do qual elas se alimentam (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990). Essa associação entre as formigas-cortadeiras e seu jardim de fungo é uma relação de mutualismo que se originou entre 45 e 65 milhões de anos (MÜELLER et al., 2001).

Os gêneros de formigas-cortadeiras que constroem os maiores ninhos são *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns). As colônias de *Atta* sp. podem possuir milhões de operárias e os prejuízos causados por elas são estimados em bilhões de dólares (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990). Há vários métodos de controle de formigas-cortadeiras e, dentre eles, o mais utilizado tem sido o controle químico (ZANETTI et al., 2014). As formas mais eficientes desse tipo de controle são a termonebulização e as iscas granuladas tóxicas, sendo essas últimas uma opção mais econômica (DELLA LUCIA, 2011). Entretanto, devido aos efeitos danosos causados ao ambiente pelos agrotóxicos, nos últimos anos, tem havido um aumento das pesquisas com o objetivo de buscar formas alternativas de controle dessas pragas (BUENO e BUENO, 2011; DELLA LUCIA et al., 2014).

Apesar das formigas-cortadeiras cortarem um grande número de espécies vegetais, algumas plantas mostram-se resistentes ao ataque das cortadeiras. Tal resistência pode ser devido às características físicas inerentes a certas plantas como dureza das folhas ou tricomas (CALIXTO et al., 2015; CARLOS et al., 2018; CHERRETT, 1972; HOWARD, 1988;). Já outras plantas escapam do ataque das formigas devido a compostos secundários tóxicos, produzidos pelo próprio vegetal, que o protegem contra a herbivoria (HUBBEL e WIEMER, 1983; TEREZAN et al., 2010).

Tem sido significativa a busca por compostos de origem vegetal com atividade inseticida para o controle de formigas-cortadeiras (GOMES et al., 2016). Recentemente, estudos fitoquímicos sobre *Esenbeckia pumila* demonstraram a presença de flavonoides e triterpenos cujos extratos brutos e frações das folhas mostraram-se tóxicos para *Atta sexdens rubropilosa* (DUARTE et al. 2019). Bioensaios realizados com folhas de *Virola sebifera* revelaram alta atividade inseticida e fungicida em colônias de *A. sexdens rubropilosa* (BICALHO et al., 2012). Outras plantas com propriedades inseticidas têm sido consideradas promissoras para o controle de formigas-cortadeiras como *Sesamum indicum*, *Cedrela fissilis*, *Azadirachta indica*, *Ricinus communis*, *Ipomoea batatas* e a leguminosa *Canavalia ensiformis*, vulgarmente conhecida como feijão-de-porco, sendo amplamente distribuída na região tropical (BUENO e BUENO, 2011).

Em estudos realizados por Hebling et al. (2000), ninhos de *Atta sexdens* tratados com *C. ensiformis* sofreram um decréscimo significativo no volume do jardim de fungo, além da alta mortalidade de operárias. A resistência dessa planta a ataques de insetos é devido à presença de metabólitos secundários como a canavanina, um aminoácido não proteico (ROSENTHAL e DAHLMAN, 1986) e também às ureases que são entomotóxicas (STANISÇUASKI e CARLINI, 2012). Já a propriedade fungicida encontrada nessa leguminosa é também devido às ureases (LÓPEZ, 2012) e ainda a ácidos graxos (MONTEIRO et al., 1998).

No município de Alegre, Espírito Santo, uma prática utilizada para controlar formigas-cortadeiras, sem defensivos agrícolas químicos, é o plantio de *C. ensiformis* próximo ao monte de terra solta dos formigueiros. Há relatos de agricultores, que utilizam essa técnica, que ocorre a paralisação da atividade dos ninhos e muitos destes acabam morrendo. Apesar dos efeitos

maléficos comprovados de *C. ensiformis* sobre as colônias de cortadeiras, os trabalhos existentes na literatura ainda não mostraram a queda no forrageamento devido ao plantio próximo ao murundu, mas sim a partir do fornecimento exclusivo dessa planta aos ninhos. Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar, em campo, o comportamento de forrageamento de *Atta laevigata*, referente ao fluxo de operárias nas trilhas e ao consumo foliar, antes e após o plantio de *C. ensiformis* próximo aos olheiros dos ninhos. Essa espécie de cortadeira, conhecida popularmente como saúva-cabeça-de-vidro, está distribuída em todas as regiões do Brasil (DELLA LUCIA et al., 1993).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas, em campo, três colônias de *A. laevigata* no município de Alegre, ES, que apresentavam forrageamento ativo, não estando, portanto, sob efeito de nenhuma substância com propriedade inseticida. Os testes foram realizados nos horários em que a atividade dos ninhos era intensa e tal período compreendeu o horário entre 15:30 e 16 horas.

Para verificar o fluxo de operárias na trilha de forrageamento, foram observadas, em cada colônia, quantas operárias saíam do olheiro de forrageamento, quantas retornavam ao olheiro, portando fragmentos de folhas de plantas existentes normalmente nas proximidades das colônias e quantas operárias retornavam ao olheiro sem carga foliar. Cada observação teve uma duração de 30 minutos. Esse experimento referente ao fluxo de operárias foi repetido 10 vezes antes do plantio de *C. ensiformis*.

Quanto ao experimento de consumo foliar foram fornecidas cinco gramas de folhas de *Mangifera indica* para cada ninho, próximo à trilha de forrageamento, sendo esta uma planta normalmente cortada pelas formigas. Foram colocadas, ainda, cinco gramas de folhas dessa planta no mesmo ambiente, mas em um local inacessível para as formigas, com o objetivo de medir a perda de água das folhas durante o experimento. Após 30 minutos do oferecimento das folhas para as formigas, os fragmentos remanescentes foram recolhidos e pesados, bem como as folhas utilizadas para verificar a perda de água. Foi feita, então, a subtração entre a massa das folhas utilizadas para a correção da perda de água e a massa dos fragmentos de folhas deixados pelas formigas, obtendo-se desta forma, o consumo foliar real pelas operárias. Tal metodologia para medição do consumo foliar está de acordo Antunes e Della Lucia, (1999). Os experimentos de consumo foliar foram repetidos 10 vezes antes do plantio de *C. ensiformis* próximo ao monte de terra solta dos ninhos.

Após o término dos referidos experimentos, cerca de 20 sementes de *C. ensiformis* foram plantadas próximas ao olheiro de forrageamento de cada ninho. Após trinta dias do plantio, foi avaliado se as plantas influenciaram a atividade de forrageamento das colônias por meio dos mesmos experimentos mencionados anteriormente, utilizando-se o mesmo número de repetições.

Para a análise dos dados, utilizou-se o teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que o fluxo de operárias na trilha de forrageamento foi significativamente maior antes do plantio de *C. ensiformis* próximo aos ninhos ($p < 0,0001$),

sendo que as médias das operárias que saíram para forragear antes do plantio (Figura 1) foram significativamente maiores do que as médias do número de operárias que saíram para forragear depois do plantio (Figura 2). Também as médias de operárias que retornaram ao ninho, trazendo ou não fragmentos foliares, foram significativamente maiores antes do plantio quando comparadas às médias após o plantio (Figuras 1 e 2).

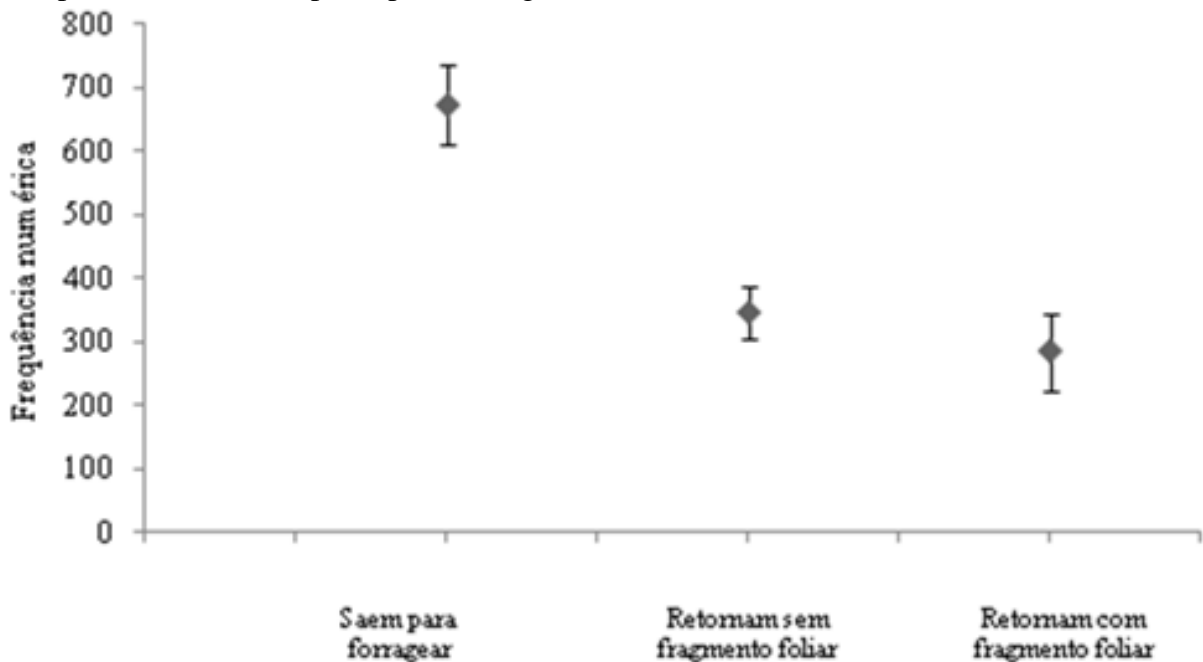


FIGURA 1. Médias do número de operárias presentes na trilha de forrageamento (operárias que saem para forragear, operárias que retornam ao ninho sem e com carga foliar) antes do plantio de *C. ensiformis*.

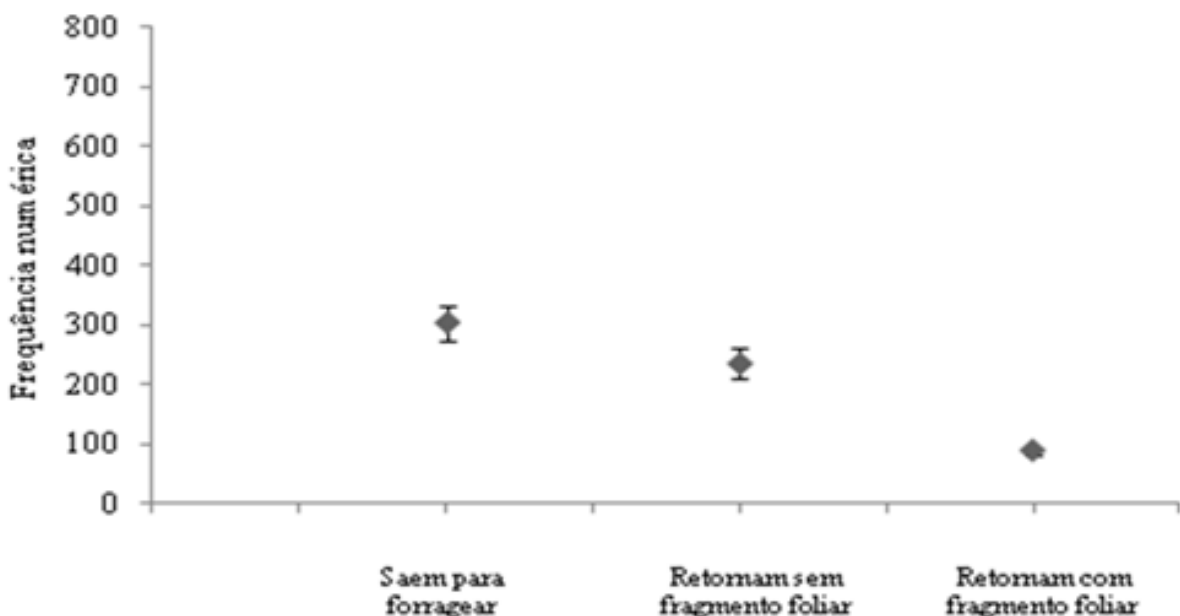


FIGURA 2. Médias do número de operárias presentes na trilha de forrageamento (operárias que saem para forragear, operárias que retornam ao ninho sem e com carga foliar) após o plantio de *C. ensiformis*.

Em relação ao consumo foliar de *M. indica*, constatou-se que o mesmo foi significativamente maior antes do plantio de *C. ensiformis* ($p=0,0026$) como ilustrado na Figura 3. Portanto, *C. ensiformis* aparentemente influenciou de forma negativa o forrageamento de operárias de *A. laevigata* de modo geral.

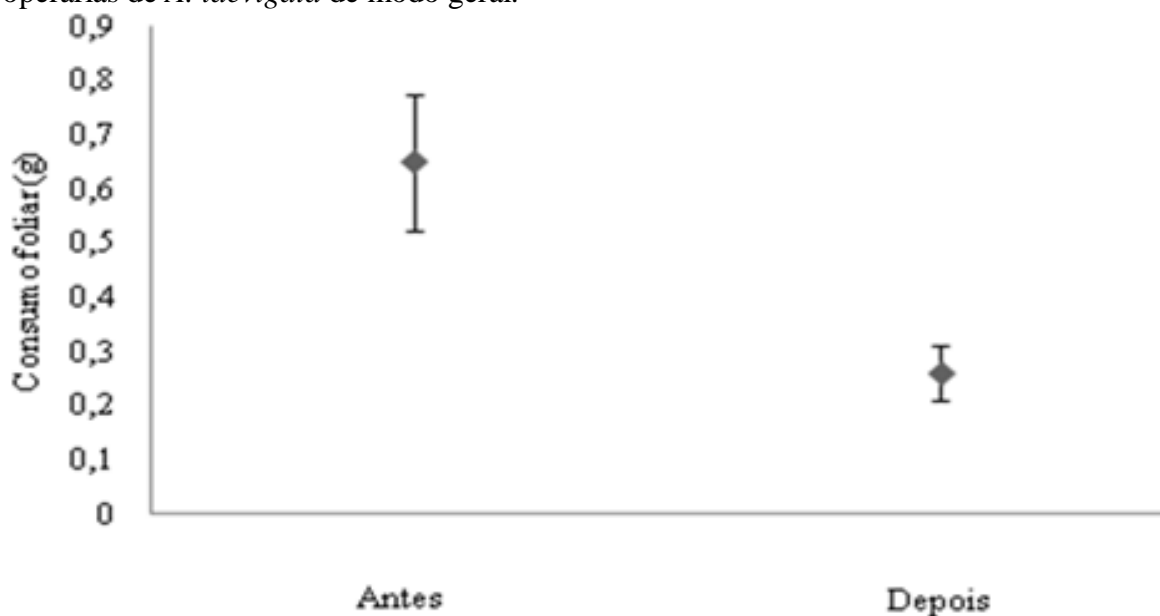


FIGURA 3. Consumo foliar médio, em gramas, de *M. indica* por *A. laevigata* antes e após o plantio de *C. ensiformis* ($P = 0,0026$)

Em virtude do grande número de espécies vegetais cortados pelas formigas-cortadeiras, elas são caracterizadas como insetos polípagos. Sua atividade de forrageamento é caracterizada pela exploração do ambiente por parte das operárias em busca de plantas que são cortadas e, posteriormente, transportadas para os ninhos (RIBEIRO e MARINHO, 2011). Sendo assim, um fluxo maior de operárias de *A. laevigata* nas trilhas, como ocorreu antes do plantio de *C. ensiformis*, significa que o forrageamento estava ativo. Como o número de operárias nas trilhas diminuiu significativamente após o plantio, pode-se inferir que os ninhos ficaram debilitados após esse tratamento, provavelmente devido à mortalidade dos indivíduos que foram afetados pelos compostos secundários de *C. ensiformis*.

Plantas que apresentam compostos secundários tóxicos às formigas e ao jardim de fungo normalmente não são selecionadas pelas cortadeiras (ROCKWOOD, 1976). Entretanto, como *C. ensiformis* estava plantada próximo aos olheiros dos ninhos, tal planta representou a primeira opção de forrageamento para as operárias e, provavelmente por isso, as cortadeiras a utilizaram também como substrato para o cultivo do seu fungo simbiote. De fato, as folhas de *C. ensiformis* possuíam marcas de cortes feitos por cortadeiras, o que evidencia que as formigas tenham cortado e levado os fragmentos para o interior do ninho.

Segundo Hölldobler e Wilson (1990), as formigas são orientadas pelo odor liberado pelas plantas o qual representa para elas, pistas olfativas, que são captadas pelas antenas e por pelos sensoriais existentes na superfície do corpo. Sendo assim, os odores são percebidos pelas formigas e, de acordo com informações guardadas em sua memória, que elas possuem a partir de outras experiências, as operárias decidem se cortam ou não o vegetal encontrado. Dessa forma, é provável que operárias de *A. laevigata* do presente estudo não tivessem experimentado antes os efeitos maléficos de *C. ensiformis*, ou não foram capazes de perceber os seus compostos danosos, resultando no corte dessa planta. De todo modo, as formigas-cortadeiras tornam-se mais seletivas em relação às plantas quanto maior for a distância que elas tenham que caminhar até o recurso (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990). Como as mudas de *C.*

ensiformis estavam próximas aos olheiros dos ninhos, esse fato também pode ter contribuído para que as operárias se tornassem menos seletivas e cortassem tal planta.

De acordo com SILVA et al. (2003), no ato do corte, as formigas podem beber a seiva das plantas, sendo que a alimentação das operárias de formigas-cortadeiras é baseada em 50 % de seiva e 50% de fungo. Portanto, é plausível que, no presente estudo, tenha havido a intoxicação das operárias ao realizarem o corte das folhas de *C. ensiformis* e, ao levarem os fragmentos destas para o interior dos ninhos, outras operárias manipularam esse material e o incorporaram ao jardim de fungo, intoxicando tanto as operárias quanto o fungo e causando prejuízos à atividade de forrageamento das colônias. Dessa forma, com a redução do número de operárias vivas dos ninhos, menos operárias saíram para forragear, culminando também com a diminuição do consumo foliar de *M. indica*.

A intoxicação de formigas-cortadeiras e seu fungo simbionte já foi constatada por Hebling et al. (2000) em estudos com *A. sexdens* e por Valderrama-Eslava et al. (2009) em colônias de *Atta cephalotes*. Ambos os trabalhos relatam alta mortalidade das operárias e diminuição do volume do jardim de fungo quando foram fornecidas folhas de *C. ensiformis* para os ninhos. Sendo assim, o presente trabalho corrobora os resultados obtidos por esses autores, de modo que *C. ensiformis* comprovadamente afetou as colônias de *A. laevigata* prejudicando as atividades de forrageamento. Entretanto, os trabalhos anteriores demonstraram que o dano às colônias de formigas-cortadeiras se deu por meio do fornecimento direto das folhas de *C. ensiformis* aos ninhos. No presente trabalho o dano à colônia foi verificado a partir do plantio de *C. ensiformis* próximo aos formigueiros, revelando uma nova forma de inibição da colônia.

Como as colônias do presente estudo tinham outras opções de forrageamento, já que eram colônias de campo, é provável que com o decorrer dos dias, as operárias passassem a utilizar outras plantas para o restabelecimento do estado saudável dos ninhos. De acordo com North et al. (2000), as formigas-cortadeiras ao perceberem que determinada planta transportada para o interior do ninho apresenta algum composto prejudicial ao fungo simbionte, as mesmas retiram os fragmentos de folhas para o exterior da colônia. Entretanto, no presente estudo, não foi verificada a devolução de folhas de *C. ensiformis* pelas formigas.

Outros estudos são necessários para confirmar o quanto danoso para a colônia seria essa técnica de plantio de *C. ensiformis* próximo aos ninhos, se os resultados culminariam com a morte das colônias e qual o tempo necessário para isso. De qualquer forma, o fato de diminuir o forrageamento, é um indício de mau funcionamento dos ninhos. Portanto, associada a essa técnica, poderia ser utilizada alguma outra estratégia de controle de pragas, ainda que seja o controle químico, e assim, aproveitar o fato de a colônia já estar debilitada devido ao efeito de *C. ensiformis*. Nesse caso, talvez menor quantidade de defensivos agrícolas possa ser utilizada, o que já representaria uma vantagem tanto econômica quanto ecológica.

CONCLUSÃO

O plantio de *C. ensiformis* próximo ao monte de terra solta de ninhos de *A. laevigata* influenciou negativamente o forrageamento em relação ao fluxo de operárias nas trilhas e também ao consumo foliar de *M. indica*.

AGRADECIMENTO

Ao Sr. Newton Campos por disponibilizar o espaço, em sua propriedade, para a execução dos experimentos e, ainda, por nos repassar sua experiência relacionada ao manejo de formigas-cortadeiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, E.C.; DELLA LUCIA, T.M.C. Consumo foliar em *Eucalyptus urophylla* por *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel (Hymenoptera: Formicidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 208-211, 1999.
- BICALHO, K.U.; TEREZAN, A.P.; MARTINS, D.C.; FREITAS, T.G.; FERNANDES, J.B.; SILVA, M.F.G.F.; VIEIRA, P.C.; PAGNOCCA, F.C.; BUENO, O.C. Evaluation of the toxicity of *Virola sebifera* crude extracts, fractions and isolated compounds on the nest of leaf-cutting ants. **Psyche**, p. 1-7, 2012.
- BUENO, O.C.; BUENO, F.C. Plantas inseticidas: perspectivas de uso no controle de formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Editor.). **Formigas cortadeiras – da Bioecologia ao Manejo**. Viçosa: Editora UFV, 2011. Cap. 21, p. 359-372.
- CALIXTO, E.S.; LANGE, D.; DEL CLARO, K. Foliar anti-herbivore defenses in *Qualea multiflora* Mart. (Vochysiaceae): Changing strategy according to leaf development. **Flora**, v. 212, p. 19-23, 2015.
- CARLOS, A.A.; MALAQUIAS, K.S.; CONSOLMAGNO, R.C.; SARRIA, A.L.F.; FERNANDES, J.B.; BUENO, O.C. *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae) leaf chemical composition and implications on leaf-cutter ant foraging choice. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 12, p. 361–368, 2018.
- CHERRETT, J.M. Some factors involved in the selection of vegetable substrate by *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) in tropical rain forest. **Journal of Animal Ecology**, v. 41, n. 1, p. 647-660, 1972.
- DELLA LUCIA, T. M. C. **Formigas-cortadeiras - da Bioecologia ao Manejo**. Viçosa: Editora UFV, 2011. 421p.
- DELLA LUCIA, T.M.C.; GANDRA, L.C.; GUEDES, R.N.C. Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges. **Pest Management Science**, v. 70, p. 14-23, 2014.
- DUARTE, G.K.G.F.; MENEZES, A.C.S.; NAVES, P.L.F.; BUENO, O.C.; SANTOS, R.G.; SILVA JUNIOR, W.N. Toxicity of *Esenbeckia pumila* Pohl (Rutaceae) on *Artemia salina* and *Atta sexdens rubropilosa*. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 1, 2019.
- GOMES, M.C.A.R., PAULA, V.F.; MOREIRA, A.A.; CASTELLANI, M.A.; MACEDO, G.E.L. Toxicity of plant extracts from Bahia, Brazil, to *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) workers. **Sociobiology**, v. 63, n. 2, p. 770-776, 2016.
- HEBLING, M. J. A.; BUENO, O. C.; PAGNOCCA, F. C.; SILVA, O. A.; MAROTI, P. S. Toxic effects of *Canavalia ensiformis* L. (Leguminosae) on laboratory colonies of *Atta sexdens* L. (Hym., Formicidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 124, p. 33-35, 2000.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 733p.
- HOWARD, J.J. Leafcutting ant diet selection: relative influence of leaf chemistry and physical features. **Ecology**, v. 69, n. 1, p. 250-260, 1988.

HUBBEL, S. P.; WIEMER, D. F. Host plant selection by an Attine ant. In: Jaisson, P. (Editor). **Social Insects in the Tropics**. Paris: University of Paris Press, 1983. p. 133-154.

LÓPEZ, R.E.S. *Canavalia ensiformis* (L.) DC (Fabaceae). **Revista Fitos**, v. 7, n. 3, p. 146-154, 2012.

MONTEIRO, M. R.; TORKOMIAN, V. L. V.; PAGNOCCA, F. C.; VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B.; SILVA, M. F. G. F. Activity of extracts and fatty acids of *Canavalia ensiformis* (Leguminosae) against the symbiotic fungus of the leaf-cutting ants *Atta sexdens*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 70, n. 4, p. 733-736, 1998.

MÜELLER, U. G; SCHULTZ, T. R.; CURRIE, C. R.; ADAMS, R. M. M.; MALLOCH, D. The origin of the attine ant-fungus mutualism. **Quartely Review of Biology**, v. 76, n. 2, p. 169-197, 2001.

NORTH, R. D.; HOWSE, P. E.; JACKSON, C. W. Agonistic behavior on the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* elicited by caryophyllene. **Journal of Insect Behavior**, v. 13, n. 1, p. 1-13, 2000.

RIBEIRO, M.M.R.; MARINHO, C.G.S. Seleção e forrageamento em formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Editor). **Formigas cortadeiras – da Bioecologia ao Manejo**, Viçosa: Editora UFV, 2011. Cap. 11, p. 189-203.

ROCKWOOD, L.L. Plant selection and foraging patterns in two species of leaf-cutting ants (*Atta*). **Ecology**, v. 57, n. 1, p. 48-61, 1976.

ROSENTHAL, G.A.; DAHLMAN, D.L. L-canavanine and protein synthesis in the tobacco hornworm *Manduca sexta*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 83, p. 14-18, 1986.

SILVA, A., BACCI JR., M.; SIQUEIRA, C.G.; BUENO, O.C.; PAGNOCCA, F.C.; HEBLING, M.J.A. Survival of *Atta sexdens* workers on different food sources. **Journal of Insect Physiology**, v. 49, n. 1, p. 307–313, 2003.

STANISÇUASKI, F.; CARLINI, C.R. Plant ureases and related peptides: understanding their entomotoxic properties. **Toxins**, v. 4, p. 55-67, 2012.

TEREZAN, A.P.; ROSSI, R.A.; ALMEIDA, R.N.A.; FREITAS, T.G.; FERNANDES, J.B.; SILVA, M.F.G.F.; VIEIRA, P.C.; BUENO, O.C.; PAGNOCCA, F.C.; PIRANIC, J.R. Activities of extracts and compounds from *Spiranthera odoratissima* St. Hil. (Rutaceae) in leaf-cutting ants and their symbiotic fungus. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, n. 5, p. 882-886, 2010.

VALDERRAMA-ESLAVA, E.I.; MONTOYA LERMA, J.; GIRALDO, C. Enforced herbivory on *Canavalia ensiformis* and *Tithonia diversifolia* and its effects on leaf-cutting ants, *Atta cephalotes*. **Journal of Applied Entomology**, v. 133, p. 689–694, 2009.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J.C.; SANTOS, J.C.; SILVA, W.L.P.; RIBEIRO, G.T.; LEMES, P.G. An overview of integrated management of leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in Brazilian forest plantations. **Forests**, v. 5, p. 439-454, 2014.