

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**Herbivoria em *Bauhinia rufa* (Leguminosae: Caesalpinioideae) em
fragmentos de cerrado**

Marília Monteiro Quinalha

Orientadora: Prof^a. Dra. Elza Guimarães

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas no Instituto de
Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” –
Campus de Botucatu.

Botucatu - SP
2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÊC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO - CRB 8/7500

Quinalha, Marília Monteiro.

Herbivoria em *Bauhinia rufa* (Leguminosae: Caesalpinioideae) em fragmentos de cerrado / Marília Monteiro Quinalha. - Botucatu, 2014

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Profa. Elza Guimarães

Capes: 20300000

1. *Bauhinia*. 2. Herbivoria. 3. Leguminosa. 4. Ecologia do cerrado.

Palavras-chave: *Bauhinia rufa*; cerrado; defesas químicas e estruturais; fragmentação; herbivoria.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso segue o modelo de Artigo Científico, o qual obedece às normas para submissão de trabalhos da seguinte revista de divulgação da área: Brazilian Journal of Biology.

Herbivory of *Bauhinia rufa* (Leguminosae : Caesalpinioideae) in fragments of cerrado

Quinalha, MM.¹ and Guimarães, E.¹

¹Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Distrito de Rubião Júnior, s/nº, CEP: 18608-000, Botucatu, São Paulo Brasil.

(With 3 Figures)

Abstract

Herbivory is the basal link among the trophic chains and therefore has great importance in the energy flow in the ecosystems. However, the ecological interactions have been changed due to the process of fragmentation that has occurred in the cerrado. Thus, our objective was to evaluate the herbivory and the presence of possible constituents of defense in leaves of *Bauhinia rufa* in two cerrado fragments of different sizes . We evaluated in both of them species richness and abundance of herbivores as well absolute herbivory (n = 25 plants / fragment) . Through histochemical tests and scanning electron microscopy we verified the constituents of defense. The difference between the herbivory in the fragments was not statistically significant (t = -1.387 , p = 0.166) . However , we found a higher abundance of morphotypes of herbivores in the smaller fragment. We detected chemical and physical constituents that may confer protection to the plant at all stages of leaf development. Although several publications have indicated that small fragments have a higher susceptibility to changes, our study revealed no effect of fragment size on the absolute herbivory, suggesting that there are other factors acting more strongly and maintaining this type of interaction in these ecosystems.

Keywords: herbivory, chemical and structural defenses, fragmentation, *Bauhinia rufa*, cerrado

Herbivoria em *Bauhinia rufa* (Leguminosae: Caesalpinioideae) em fragmentos de cerrado

A herbivoria representa o elo basal entre as cadeias tróficas e, portanto, exerce grande importância no fluxo de energia nos ecossistemas. Porém, com o processo de fragmentação que vem ocorrendo no cerrado, interações ecológicas estão sendo alteradas. Assim, nosso objetivo foi avaliar a herbivoria e a presença de possíveis constituintes de defesa em folhas de *Bauhinia rufa* em dois fragmentos de cerrado de distintos tamanhos. Em ambos avaliamos a riqueza e abundância de herbívoros, bem como a herbivoria absoluta (n=25 plantas/fragmento). Através de testes histoquímicos e microscopia eletrônica de varredura verificamos os constituintes de defesas. A herbivoria não diferiu estatisticamente entre os fragmentos (t= -1,387, p= 0,166). Entretanto, encontramos maior abundância de morfotipos de herbívoros no fragmento menor. Detectamos constituintes químicos e físicos, que podem conferir proteção à planta, em todos os estádios de desenvolvimento da folha. Embora diversas publicações indiquem que fragmentos pequenos apresentam maior susceptibilidade a alterações, nosso estudo não revelou efeito do tamanho do fragmento sobre a herbivoria absoluta e componentes de defesa das plantas, sugerindo que há outros fatores que atuam mais fortemente mantendo esse tipo de interação nesses ecossistemas.

Palavras-chave: herbivoria, defesas químicas e estruturais, fragmentação, *Bauhinia rufa*, cerrado

¹Autor para correspondência: Elza Guimarães, e-mail: elzaguiaraes.bot@gmail.com.br

1. Introdução

Interações planta-animal são importantes para a dinâmica de um ecossistema, pois elas podem afetar a distribuição e abundância de espécies vegetais e também interferir no fluxo de energia e na dinâmica de nutrientes (Chapin III *et al*, 2002). As interações ecológicas estão presentes em toda parte do planeta e podem ser extremamente variáveis (Del-Claro, 2012), podendo ser mutualistas, quando ambos os organismos são beneficiados, como na polinização, ou antagonistas quando uma das espécies envolvidas é prejudicada, como é o caso da herbivoria.

A herbivoria representa o elo basal entre as cadeias tróficas e, portanto, determina a quantidade de energia disponível para os níveis tróficos superiores (Aguilar, 2009). Os herbívoros, principalmente insetos, consomem em média de 10–20% de toda a produção primária anual nos ecossistemas terrestres, podendo levar a redução do crescimento e/ou do sucesso reprodutivo das plantas (Strong *et al*, 1984). O impacto causado pela herbivoria pode afetar crucialmente o desempenho das plantas podendo influenciar diretamente a captura de carbono através da remoção do tecido fotossintetizante ou induzir a produção de compostos defensivos custosos, ou ainda, provocar a interrupção do movimento de água e nutrientes (Zangerl *et al*, 2002). Porém, a atividade dos herbívoros pode ser variável dependendo das espécies vegetais envolvidas. No cerrado, por exemplo, a perda de área foliar devido ao ataque de herbívoros pode variar de 0,5% a 14% (Morais e Diniz, 2004). No caso das folhas, o estágio de desenvolvimento também pode influenciar as taxas de herbivoria. Folhas jovens podem apresentar maior susceptibilidade ao ataque de herbívoros devido a sua melhor qualidade nutricional (Coley e Kursar, 1996).

Devido à pressão causada pela herbivoria, as plantas, ao longo da história evolutiva, passaram a apresentar inúmeras respostas, dentre as quais podemos destacar o investimento em características de resistência física, como espinhos, tricomas tectores, cristais de oxalato

¹Autor para correspondência: Elza Guimarães, e-mail: elzaguiaraes.bot@gmail.com.br

de cálcio e sílica; e resistência química, como produção de tricomas glandulares e compostos do metabolismo secundário (Trigo *et al*, 2012). O conjunto desses atributos pode proporcionar defesa para planta afetando negativamente o metabolismo dos herbívoros, no caso dos compostos secundários, e reduzir a capacidade de remoção dos tecidos vegetais devido a constituintes físicos presentes na superfície foliar (Marquis, 2012).

Características de resistência estrutural, como resistência foliar ou densidade de tricomas tectores, geralmente são eficazes contra a maioria dos herbívoros, e estas respostas de defesas podem ser induzidas tanto por herbívoros generalistas como especialistas (Traw e Dawson, 2002). Além disso, tricomas glandulares são exemplos de estruturas secretoras que apresentam morfologia e distribuição variáveis e suas secreções têm sido relacionadas tanto com atração quanto com defesa (Ascensão *et al*, 1999). Compostos tóxicos, produzidos por tricomas glandulares, na superfície da folha podem entrar em contato direto com insetos e patógenos proporcionando proteção para a planta (Wagner *et al*, 2004).

A diversidade de compostos secundário descritos em plantas é enorme, e muitos deles podem estar envolvidos em interações planta-inseto, como os alcaloides, terpenos, compostos fenólicos (Harborne, 1993; Trigo *et al*, 2012), proteínas (Mello e Silva- Filho, 2002), entre outros. Porém, alguns mecanismos, como por exemplo, a produção de voláteis, podem ser modificados devido a alterações no ambiente como temperatura, umidade do ar e intensidade de luz. (Gouinguéné e Turlings, 2002). Assim, mudanças nos fatores bióticos e abióticos, como as que ocorrem no processo de fragmentação de áreas de vegetação originalmente contínuas, podem levar a alterações nas interações ecológicas.

Fragmentação de hábitat geralmente é definida como sendo um processo no qual uma extensão de habitat é transformada numa série de pequenas manchas menores que a área total, estabelecendo-se uma matriz, diferente da cobertura original de vegetação, que separa as manchas. Por esta definição, uma paisagem pode ser qualitativamente categorizada como

¹Autor para correspondência: Elza Guimarães, e-mail: elzaguiaraes.bot@gmail.com.br

contínua, contendo hábitat contínuo, ou fragmentada, onde ocorrem manchas menores isoladas (Fahrig, 2003). Portanto, na fragmentação pode haver perda de habitat para diversas espécies (Murcia, 1995) e alterações na dinâmica das interações planta-animal (Aguilar *et al*, 2009), devidas, especialmente, à exposição dos organismos a diferentes condições bióticas e abióticas nas faixas de transição entre o fragmento e a matriz. A esta interação entre dois ecossistemas separados por uma área de transição dá-se o nome de efeito de borda (Murcia, 1995).

Grande parte do cerrado do estado de São Paulo se encontra, atualmente, pulverizada em pequenos remanescentes (Durigan *et al*, 2007). Os efeitos da fragmentação sobre interações antagonistas têm se mostrado variáveis e, embora se espere maiores taxas de herbivoria em fragmentos pequenos, em diversos casos as expectativas não têm se cumprido (Aguilar *et al*, 2009). Assim, novos estudos são necessários para compreender mais amplamente as respostas desses organismos às transformações de habitat, tais como as que vêm ocorrendo no estado de São Paulo nas últimas décadas. Portanto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar e verificar alterações na presença de estruturas de defesas e componentes químicos presentes durante o desenvolvimento das folhas de *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud., avaliar as taxas e o padrão de herbivoria, e a riqueza e abundância de insetos herbívoros em dois fragmentos de cerrado de distintos tamanhos.

2. Material e métodos

2.1. Espécie e área de estudo

Bauhinia rufa pertence à família Leguminosae (Caesalpinioideae), é uma espécie decídua (Santos, 2012), arbustiva ou arvoreta, apresenta folhas coriáceas e curtamente bilobadas, é conhecida popularmente por unha-de-boi ou pata-de-vaca e ocorre em padrão de

distribuição amplo no corredor seco diagonal formado pela caatinga e cerrado (Vaz e Tozzi, 2003).

Mapeamos as populações de *B. rufa* em dois fragmentos de cerrado, um localizado no município de Pratânia - SP, com cerca de 180 ha (22°48' S e 48°44' W) e o outro em Botucatu - SP, com cinco ha (22° 54' S e 48° 30' O).

2.2. *Micromorfologia da folha*

Coletamos amostras de folhas íntegras de *B. rufa*, em cinco plantas, em três estádios de desenvolvimento classificados segundo o comprimento do folíolo, <5mm (rebrota), 10-20mm (fase intermediária) e >50mm (folhas completamente expandidas) e aspectos da textura e coloração, sendo que consideramos os dois primeiros estádios como folhas jovens, para análise em estereomicroscópio e em microscopia eletrônica de varredura. A densidade de tricomas na superfície foliar foi estimada pela quantidade dessas estruturas presentes em uma área de 1mm², nos três estádios de desenvolvimento da folha.

2.3. *Testes histoquímicos*

Tratamos secções transversais da porção mediana dos folíolos, dos três estádios de desenvolvimento, com solução aquosa de cloreto férrico III a 10% para marcação de compostos fenólicos (Johansen, 1940), solução de azul mercúrio de bromofenol para detecção de proteínas (Mazia *et al*, 1953) e reagente de Wagner para detecção de alcaloides (Furr e Mahlberg, 1981).

2.4. *Herbivoria*

Em cada fragmento sorteamos e marcamos 25 plantas, coletamos as duas primeiras folhas, completamente expandidas, dos ápices de quatro ramos posicionados nas direções

¹Autor para correspondência: Elza Guimarães, e-mail: elzaguimaraes.bot@gmail.com.br

correspondentes aos pontos cardeais ($n = 8$ folhas/ planta), totalizando 200 folhas por fragmento. Estimamos a herbivoria total pela análise visual e determinação, com o uso de escalas, da porcentagem da área foliar removida por herbívoros em cada folha. Para determinação da herbivoria em folhas jovens, consideramos o padrão de herbivoria simétrico presente nos dois lobos da folha, partindo do princípio que estes se encontravam unidos no início do desenvolvimento, e para as folhas completamente expandidas, consideramos o padrão assimétrico presente em apenas um dos lobos da folha.

Para comparação da herbivoria entre os fragmentos aplicamos o teste t de Student.

2.5. Riqueza de herbívoros

O levantamento dos herbívoros foi feito por meio de observações focais, fotografias e filmagem, durante o período noturno e diurno. Em 2013 realizamos 45h30min de observação em Botucatu-SP e 47h em Pratânia-SP, nos meses de janeiro, época em que há predominância de folhas adultas, e de setembro, período de rebrota. Coletamos e fixamos os herbívoros encontrados se alimentando das folhas de *B. rufa* para posterior identificação por especialistas.

2.6. Padrões de herbivoria

Para cada espécie de herbívoro encontrada se alimentando das folhas de *B. rufa*, descrevemos o comportamento.

3. Resultados

A textura das folhas jovens de *B. rufa* é membranácea, e os folíolos se encontram fechados, passando a coriácea e se expandindo ao longo do desenvolvimento. A superfície é papilosa e possui apêndices epidérmicos. Observamos a presença de tricomas tectores simples

¹Autor para correspondência: Elza Guimarães, e-mail: elzaguiaraes.bot@gmail.com.br

e glandulares na face abaxial nos três estádios de desenvolvimento avaliados (Fig. 1A-C). Entretanto, a densidade desses apêndices é maior nos estádios iniciais, diminuindo com a expansão da folha (Tabela 1). A superfície da face adaxial apresenta cristais de cera (Fig. 1D-F), sendo que uma maior quantidade foi verificada no estágio intermediário de desenvolvimento, 10-20mm (Fig. 1E). Os nectários extraflorais (NEFs) (Fig. 2A-B) estão presentes aos pares envolvidos na porção basal das estípulas de *B. rufa*, possuem coloração verde nos primeiros estádios de desenvolvimento das folhas (Fig. 2A) e posteriormente passam a apresentar coloração marrom e aspecto seco. Estas estruturas não são muito evidentes, porém registramos a visita de formigas nos dois primeiros estádios de desenvolvimento das folhas analisados, quando os NEFs ainda apresentam aspecto vigoroso. Também verificamos a presença de proteínas, alcaloides e compostos fenólicos desde os estádios iniciais de desenvolvimento até folhas completamente expandidas.

Tais características do indumento da folha de *B. rufa* foram observadas em plantas de ambos os fragmentos estudados.

Em relação aos danos causados por herbívoros, o fragmento de Pratânia -SP apresentou maior herbivoria absoluta em relação ao fragmento localizado em Botucatu - SP, no entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa ($t = -1,387$; $p = 0,166$). Porém, a herbivoria em folhas jovens foi significativamente maior que em folhas completamente expandidas no fragmento de Botucatu ($t = 3,767$; $p = 0,0002$), o mesmo não ocorreu em Pratânia ($t = 1,510$; $p = 0,131$) (Tabela 2).

Observamos apenas indivíduos pertencentes à ordem Coleoptera se alimentando das folhas completamente expandidas de *B. rufa* nos dois fragmentos. Em Pratânia registramos cinco morfotipos se alimentando durante a noite, entre 22:00 e 23:00 horas, sendo 4 encontrados em janeiro e apenas um morfotipo no mês de setembro. No fragmento de Botucatu, observamos 6 morfotipos se alimentando entre 00:00 e 4:00 horas da manhã no mês

¹Autor para correspondência: Elza Guimarães, e-mail: elzaguiaraes.bot@gmail.com.br

de janeiro. Todos os morfotipos de coleópteros apresentaram o mesmo padrão de remoção de tecidos foliares, da borda para o centro da folha formando reentrâncias (Fig. 3A).

Em Botucatu, no mês de setembro, também observamos 2 morfotipos de lagartas predando as folhas de *B. rufa* nos primeiros estádios de desenvolvimento, quando os folíolos ainda estão fechados, um no período noturno e outro no diurno. Sendo que cada morfotipo apresentou um padrão diferente de herbivoria, da borda para o centro da folha (Fig. 3C), e outro partindo do centro da folha, porção medial, formando uma elipse (Fig. 3B, D), respectivamente. Levando em considerações os padrões de herbivoria encontrados nos diferentes estádios, nossos dados indicam que as folhas de *B. rufa* sofrem ataque de diferentes herbívoros ao longo de seu desenvolvimento, sendo consumidas preferencialmente por lagartas nos primeiros estádios, quando ainda apresentam estrutura membranácea, e posteriormente por coleóptero quando estão completamente expandidas e apresentam textura mais rígida.

Outros padrões menores de herbivoria foram verificados em folhas de *B. rufa*, porém, não conseguimos registrar a ação dos respectivos herbívoros.

4. Discussão

O isolamento de uma extensão de habitat em manchas menores, devido ao processo de fragmentação, expõe os organismos presentes no fragmento a diferentes condições ambientais em consequência da interação com o novo ecossistema circundante (Murcia, 1995). A maior incidência de luz solar ocasionada pelo efeito de borda pode modificar a dinâmica de interações ecológicas e favorecer a atração de insetos herbívoros (Murcia, 1995). Christie e Hochuli (2005), observaram que plantas presentes em pequenos remanescentes de vegetação apresentaram maiores taxas de danos foliares quando comparadas a plantas presentes em manchas contínuas. Porém, trabalhos avaliados anteriormente por Aguila *et. al.* (2009)

mostram que o processo de fragmentação pode desencadear diferentes respostas nos ambientes, podendo aumentar ou diminuir os níveis de herbivoria. Nosso estudo não revelou efeito do tamanho do fragmento sobre as taxas de herbivoria, indicando que há outros fatores que atuam mais fortemente mantendo esse tipo de interação.

O cerrado, quando comparado a outros locais, apresenta menores taxas de herbivoria que podem ser explicadas pela dureza e pelo baixo teor de nitrogênio nas folhas (Morais *et al*, 2004). Além disso, ambos os fragmentos avaliados estão inseridos em uma matriz de monocultura, o fragmento menor encontra-se circundado por uma plantação de eucalipto, enquanto na matriz do maior há predomínio de cana-de-açúcar, uma monocultura em que muitas substâncias químicas são utilizadas para controle de insetos, o que poderia explicar a menor riqueza de morfotipos de coleópteros encontrados nesta área, bem como a ausência de outros insetos herbívoros.

Durante as observações em campo, os únicos herbívoros em atividade em folhas jovens de *B. rufa* foram os morfotipos de lagartas encontrados no fragmento de Botucatu, podendo elucidar a maior herbivoria em folhas jovens nessa área. As lagartas são consideradas os principais herbívoros dos ecossistemas terrestres, e apresentam uma grande variedade de padrões de remoção de tecidos vegetais em termos temporais e espaciais (Morais *et al*, 2004). Segundo Moraes *et al*. (1999), há um pico de abundância de lagartas no início da estação seca, época em que a espécie estudada, *B. rufa*, perde suas folhas, podendo explicar a baixa ocorrência desses animais nos períodos em que fizemos observações.

Embora ocorra constituintes físicos e químicos nas folhas jovens de *B. rufa*, sua textura membranácea, mais flexível e maleável, quando comparada às folhas completamente expandidas, permite que determinados herbívoros, como as lagartas, tenham maior facilidade em remover os tecidos foliares, mas que ao longo do desenvolvimento das folhas, há

produção de outros constituintes que conferem maior resistência, desde modo, podendo explicar a maior herbivoria em folhas jovem.

Apesar dos inúmeros mecanismos de defesas desenvolvidos pelas plantas em resposta a pressão causada pelos herbívoros, estes, também possuem adaptações capazes de quebrar as barreiras impostas pelas espécies vegetais (Mello e Silva-Filho, 2002). Desta maneira, os morfotipos de coleópteros encontrados em atividade nas folhas de *B. rufa* devem possuir aparato bucal especializado capaz de superar as resistências presentes nas folhas completamente expandidas. Há uma grande variedade de mecanismos pelos quais os insetos conseguem ter acesso ao recurso foliar, assim ocasionando diferentes padrões de herbivoria, como os que encontramos nas folhas de *B. rufa*.

Em relação às estruturas secretoras, há muitos relatos que os nectários extraflorais estão envolvidos na proteção da planta. Formigas atraídas pelos recursos provenientes dos NEFs podem atuar na defesa das espécies vegetais contra o ataque de outros herbívoros (Oliveira e Freitas, 2004). A alta incidência de formigas sobre a vegetação do cerrado decorre da grande oferta de alimento na forma de néctar extrafloral, e o comportamento agressivo desses insetos representa um risco para possíveis predadores, assim, as formigas podem atuar como uma defesa biótica das plantas (Oliveira *et al*, 2012). Esses NEFs presentes nas folhas de *B. rufa* podem desempenhar importante papel na defesa dos primeiros estádios da folha, período em que as formigas são encontradas em atividade nos NEFs.

Os tricomas também podem desempenhar diversas funções, dentre as quais se destacam aquelas relacionadas à defesa das plantas, como imobilização ou redução da mobilidade de insetos, proteção da superfície foliar contra ataque e produção de um meio tóxico que inibe a proliferação de microrganismos (Wagner *et al*, 2004). Os tricomas tectores representam uma barreira física, pois dificultam o acesso da epiderme foliar pelo herbívoro, já

os glandulares podem atuar na defesa química, através da secreção dos seus compostos (Barbosa *et al*, 2010).

A complexidade química presente em muitas plantas tem sido relacionada a processos interativos com insetos (Fernandes e Ribeiro, 2000). Muitos compostos vegetais secundários estão envolvidos na defesa das plantas por repelirem insetos herbívoros (Mello e Silva-Filho, 2002). Inúmeras funções são atribuídas aos compostos fenólicos, sendo que uma delas está relacionada à proteção da planta por apresentarem propriedades que causam impalatabilidade (Harborne, 2000). Há evidências que alcaloides são transportados para partes da planta que necessitam de maior proteção durante o desenvolvimento (Harborne, 2000). A síntese e armazenamento de proteínas também podem estar relacionados à defesa da planta, pois muitas proteínas podem apresentar propriedades entomotóxicas (Mello e Silva-Filho, 2002). Assim, os componentes que detectamos nas folhas de *B. rufa* podem estar ligados à proteção dessa espécie em todos os estádios de desenvolvimento.

Os cristais também são descritos como substâncias relacionadas à defesa contra o ataque de herbívoros, plantas danificadas pela herbivoria tendem a aumentar a quantidade dessas estruturas, o acúmulo de sais inorgânicos, sendo o mais comum o oxalato de cálcio, pode diminuir a herbivoria dificultando a ação dos consumidores e, portanto, exercendo importante papel na defesa mecânica de espécies vegetais (Aoyama e Laninas, 2012). Como verificado por Coley e Kursar (1996) e corroborado neste trabalho, folhas jovens estão mais suscetíveis ao ataque de herbívoros, com isso, podemos explicar a maior quantidade de cristais de cera presentes na fase intermediária da folha de *B. rufa*, que podem proporcionar proteção quando os folíolos ainda estão fechados e apresentam textura membranácea.

Todas as estruturas e componentes químicos detectados nas folhas de *B. rufa*, podem estar relacionados à defesa dessa planta, e a presença desses constituintes também não está sendo influenciada pelo tamanho do fragmento.

Este estudo mostrou que a herbivoria, bem como a riqueza e abundância de herbívoros, podem estar sendo mais influenciada por fatores como, a época em que foram feitas as observações e a matriz que o fragmento está inserido do que pelo tamanho do mesmo. E que a espécie *B. rufa* sofre ataque de diferentes herbívoros ao longo de seu desenvolvimento, sendo que uma maior herbivoria ocorre nos estádios iniciais. Além disso, esta espécie apresenta constituintes químicos e físicos de defesas em todos os estádios, e uma proteção biótica no início de seu desenvolvimento quando suas folhas encontram-se mais susceptíveis a herbivoria. No entanto, há insetos que conseguem ultrapassar todas essas barreiras e se alimentar das folhas de *B. rufa*.

5. Referências

- AGUILAR, R., ASHWORTH, L., CAGNOLO, L., JAUSORO, M., QUESADA, M. and GALETTO, L., 2009. Dinamica de Interacciones mutualistas y antagonistas em ambientes fragmentados. In MEDEL, R., AIZEN, AM., AND ZAMORA, R. Ecologia y Evolucion de Interacciones Planta-Animal: Conceptos y Aplicaciones. Editorial Universitaria S.A: Santiago de Chile, p.199-230.
- AOYAMA, EM. and LABINAS, AM., 2012. Características estruturais das plantas contra a herbivoria por insetos. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer: Goiânia, no. 8, p. 386.
- ASCENSÃO, L., MOTA, L. and CASTRO, MM., 1999. Glandular trichomes on the leaves and flowers of *Plectranthus ornatus*: morphology, distribution and histochemistry. Annals of Botany, vol. 84, p. 437-447.
- BARBOSA, JM., GOEDERT, D., DOS SANTOS, MB., LOIOLA, M. and MARTINS, TK., 2010. Tricomas glandulares conferem defesa contra herbivoria em *Clidemia capitellata* (Melastomataceae. Ecologia da Mata Atlântica. Universidade de São Paulo, São Paulo.

- CHAPIN III, FS., MATSON, OA. and MOONEY, H.A., 2002. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. New York. Springer-Verlag, p. 436.
- CHRISTIE, FJ. and HOCHULI, DF., 2005. Elevated levels of herbivory in urban landscapes: are declines in tree health more than an edge effect? Ecology and Society, vol. 10, p. 1-10.
- COLEY, PD. and KURSAR, TA., 1996. Anti-herbivore defenses of young tropical leaves: physiological constraints and ecological tradeoffs. In SMITH, AP., MULKEY, SS. and CHAZDON, RL. Tropical forest plant ecophysiology. New York. Chapman & Hall, p. 305-336.
- DEL-CLARO, K., 2012. Origens e importância das relações plantas-animais para a ecologia e conservação. In DEL-CLARO, K. and TOREZAN-SILINGARDI, HT., 2012. Ecologia das interações plantas-animais. Technical Books, Rio de Janeiro, p. 37-50.
- DURIGAN, G., SIQUEIRA, MF. and FRANCO, GADC., 2007. Threats to the cerrado remnants of the state of São Paulo, Brazil. Scientia agricola., vol. 64, p. 355-363.
- FAHRIG, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics, vol. 34, p. 487-515.
- FERNANDES, GW. and RIBEIRO, SP., 2000. Interações entre insetos e plantas no cerrado: teoria e hipóteses de trabalho. Oecologia Brasiliensis, vol. 8, p. 299-320.
- FURR, M. and MAHLBERG PG., 1981. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. Journal of Natural Products, vol. 44, p. 153-159.
- GOUGHENÉ, SP. and TURLINGS TCJ., 2002: The effects of abiotic factors on induced volatile emissions in corn plants. Plant Physiology, vol. 129, p. 1296–1307.
- HARBORNE, JB., 2000. Plant secondary metabolism. In CRAWLEY, MJ. Plant ecology. Oxford. Blackwell Science, p.133-155.
- JOHANSEN, DA., 1940. Plant microtechnique. New York, McGraw-Hill.

- MARQUIS, 2012. Uma abordagem geral das defesas das plantas contra a ação dos herbívoros. In DEL-CLARO, K. and TOREZAN-SILINGARDI, HT., 2012. Ecologia das interações plantas-animais. Technical Books, Rio de Janeiro, p. 55-66.
- MAZIA, D., BREWER, PA. and ALFERT, M., 1953. The cytochemistry staining and measurement of protein with mercuric bromophenol blue. Biology Bulletin, vol. 104, p. 57-67.
- MELLO, MO. and SILVA-FILHO, MC., 2002. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. Brazilian Journal of Plant Physiology, vol. 14, p. 71-81.
- MORAIS, HC., DINIZ, IR. and SILVA, DMS., 1999. Caterpillar seasonality in a central Brazilian cerrado. Biologia Tropical, vol. 47, p.1025-1033.
- MORAIS, HC. and DINIZ, IR., 2004. Herbívoros e herbivoria no cerrado: lagartas como exemplo. In AGUIAR, LMS. and CAMARGO, AJA. Cerrado ecologia e caracterização. Embrapa Cerrados, Brasília, DF, p. 159-175.
- MURCIA, C., 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. Trends in Ecology and Evolution, vol. 10, p. 58-62.
- OLIVEIRA, PS. and FREITAS, AVL., 2004. Ant-plant-herbivore interactions in the neotropical cerrado savanna. Naturwissenschaften, vol. 91, p. 557-570.
- OLIVEIRA, PS., SENDOYA, SF. and DEL-CLARO, K., 2012. Defesas bióticas contra herbívoros em plantas de cerrado: interações entre formigas, nectários exflorais e insetos trofobiontes. In DEL-CLARO, K. and TOREZAN-SILINGARDI, HT., 2012. Ecologia das interações plantas-animais. Technical Books, Rio de Janeiro, p. 157-165.
- POWER, ME., 1992. Top-down and bottom-up forces in food webs: do plants have primacy? Ecology, vol. 73, p. 733-746.

- SANTO, RA., 2013. Desempenho reprodutivo de *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud (Leguminosae) em remanescentes de cerrado do estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus de Botucatu.
- STRONG, DR., LAWTON, JH. and SOUTHWOOD, TRE., 1984. Insects on plants: community, parttens and mechanisms. Blackwell Scientific, Oxford, p. 320.
- TRIGO, JR., PAREJA, M. and MASSUDA, KF., 2012. O papel das substâncias químicas nas interações entre plantas e insetos herbívoros. In DEL-CLARO, K. and TOREZAN-SILINGARDI, HT., 2012. Ecologia das interações plantas-animais. Technical Books, Rio de Janeiro, p. 37-50.
- TRAW, MB. and DAWSON, TE., 2002. Differential induction of trichomes by three herbivores of black mustard. Oecologia, vol. 131, p. 526-532.
- VAZ, AMSF. and TOZZI, AMGA., 2003. *Bauhinia* ser. Cansenia (Leguminosae Caesalpinioideae) no Brasil. Rodriguésia, vol. 54, p. 55-143.
- WAGNER, GI., WANG, E. and SHEPHERD, W., 2004. New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. Annals of Botany, vol. 93, p. 3-11.
- ZANGERL, AR., HAMILTON, JG., MILLER, TJ., CROFTS, AR, OXBOROUGH, K., BERENBAUM, MR. and DE LUCIA, E.H., 2002. Impact of folivory on photosynthesis is greater than the sum of its holes. Proceedings of the National Academy of Sciences (USA), vol. 99, p. 1088-1091.

Tabela 1 – Média da densidade de tricomas tectores e glandulares por mm² em folhas de *Bauhinia rufa* em diferentes estádios de desenvolvimento em dois fragmentos de cerrado.

	Botucatu-SP		Pratânia –SP	
Estádios	Tector	Glandular	Tector	Glandular
<5mm	452,2	2,78	450	22,23
10-20mm	433,34	5,56	411,12	11,12
>50mm	108,33	5,56	155,56	22,23

Tabela 2 – Herbivoria em folha jovens e adultas em dois fragmentos de cerrado e taxa total entre as áreas.

	Botucatu -SP	Pratânia –SP
Jovens	3,18±5,77*	3,32±6,56
Completamente expandidas	1,43±3,14*	2,38±5,89
Total/Fragmento	4,61±7,01	5,69±8,55

¹Autor para correspondência: Elza Guimarães, e-mail: elzaguimaraes.bot@gmail.com.br

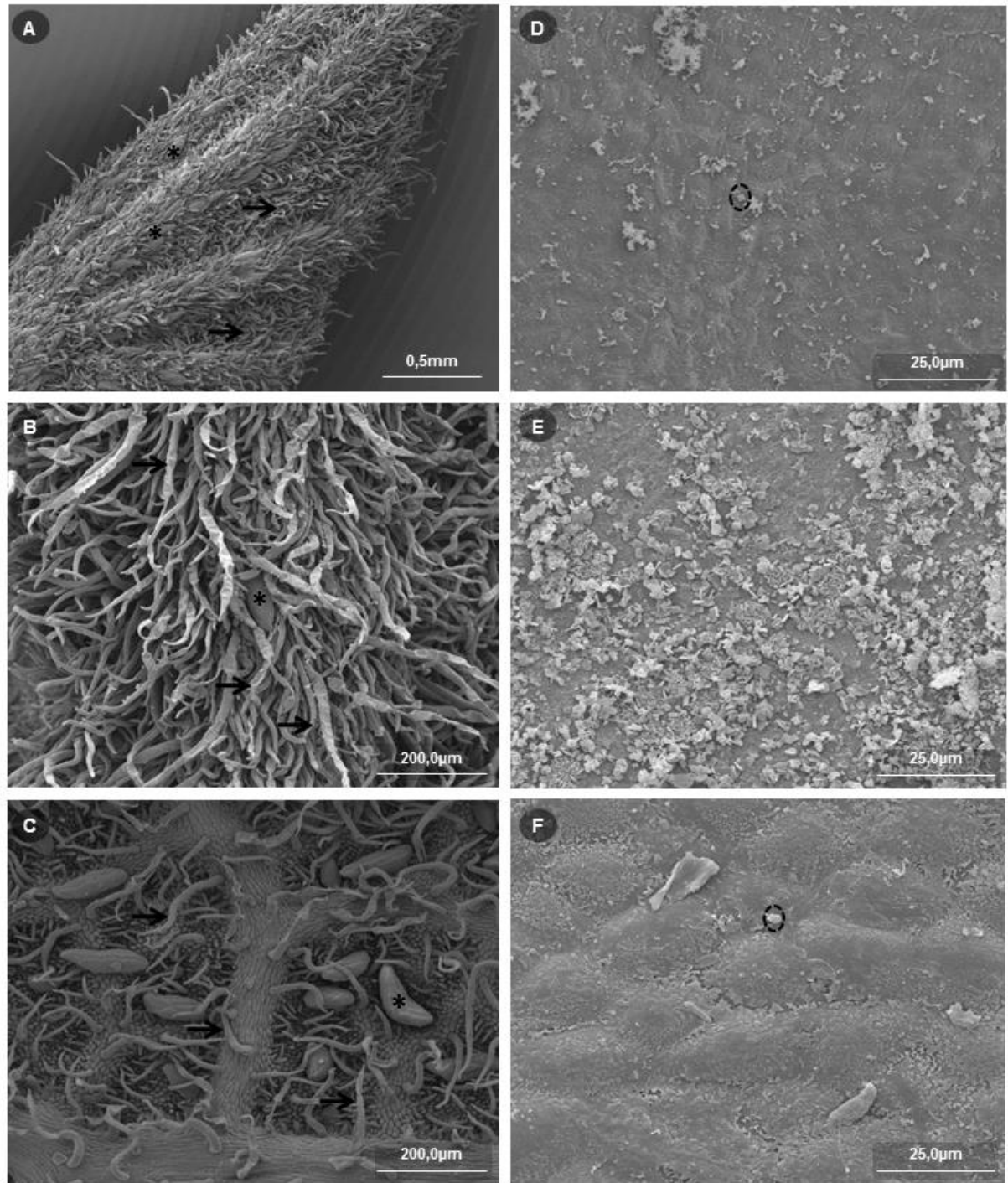


Figura 1: Microscopia eletrônica de varredura de folha de *Bauhinia rufa*. A. Face abaxial de folha no início do estágio de desenvolvimento, <5mm, contendo tricomas glandulares (*) e tectores(→). B. Face abaxial de folha jovem, 10-20mm. C. Face abaxial de folha completamente expandida, <50mm. D. Face adaxial de folha no início do estágio de desenvolvimento, <5mm, contendo cristais de cera (⊙). E. Face adaxial de folha jovem, 10-20mm, contendo grande quantidade de cristais de cera. F. Face adaxial de folha adulta, <50mm.

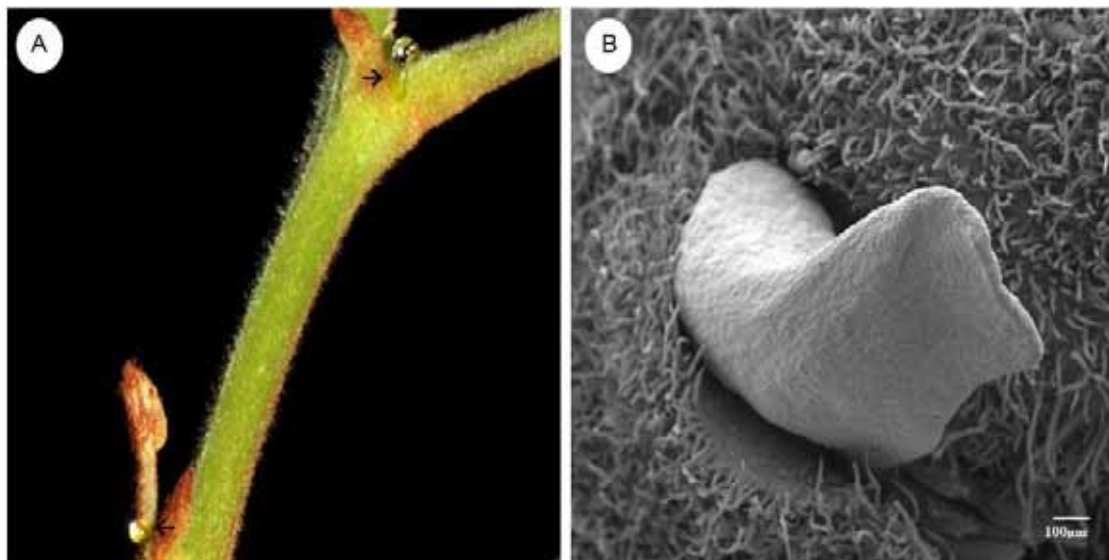


Figura 2: Nectário extrafloral de *Bauhinia rufa*. A. Nectário de folha jovem com aspecto vigoroso e coloração verde. B. Micromorfologia de nectário extrafloral.

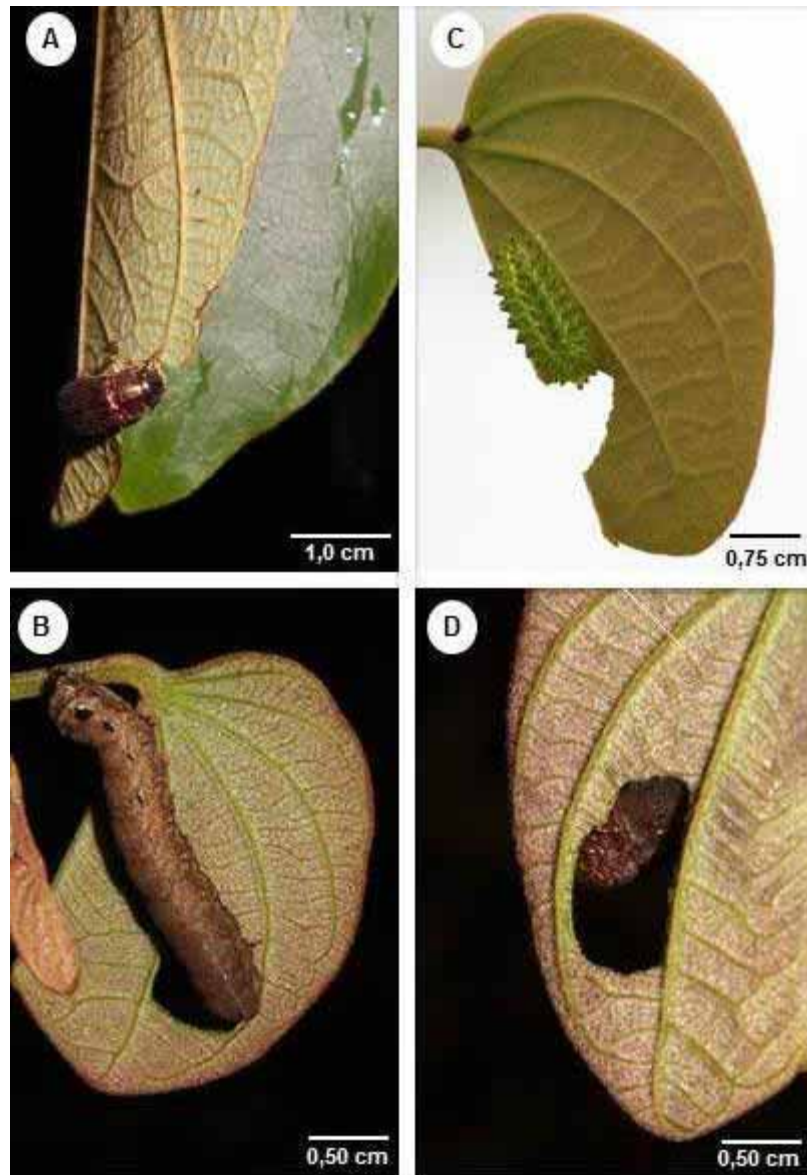


Figura 3: Herbívoros de *Bauhinia rufa*. A. Coleóptero se alimentando de folha completamente expandida. Padrão de remoção da borda para o centro da folha formando reentrâncias. B. Morfotipo2 de lagarta se alimentando de folha jovem. C. Morfotipo1 de lagarta se alimentando de folha jovem. Padrão de remoção da borda para o centro da folha D. Padrão de remoção do morfotipo2 de lagarta, do centro da folha, porção medial, formando uma elipse.