



# EFEITOS DA HERBIVORIA E DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE *SOLANUM LYCOCARPUM* ST. HIL. (SOLANACEAE)

P.B. Vasconcelo

C.L. Paula; H.L. Vasconcelos

Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Rua Ceará s/n, Jardim Umarama, Uberlândia, 38400902, pedro-braunger@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

Dos tipos de variações ambientais que as plantas tipicamente experimentam, a alteração nos níveis de umidade e temperatura são provavelmente as mais críticas para a sua sobrevivência e reprodução (14; 18). Isso é importante para plantas que crescem em habitats sazonalmente áridos, como o Cerrado, onde extremos de disponibilidade de água e temperatura são comuns (10; 21).

Como as forças bióticas seletivas que atuam nas defesas das plantas podem variar espacialmente (17; 24; 25), as defesas das plantas, especificamente presença e abundância de tricomas, podem ser alteradas de acordo com tais variações (12; 27). Defesas induzidas têm sido postuladas como um mecanismo pelo qual as plantas reduzem o custo das defesas, porque essas defesas não são produzidas na ausência de herbivoria (13).

As plantas podem desenvolver diversas estratégias de defesa em resposta as variações do ambiente e a herbivoria. Seja através da produção de tricomas, variação na área foliar, variação de espinhos, entre outros (1; 2; 19; 26).

A produção de tricomas é uma estratégia defensiva porque os pêlos podem formar uma barreira mecânica que impede os insetos herbívoros de efetivamente se moverem e se alimentarem (15; 23). Além disso, algumas plantas possuem também tricomas glandulares com células excretoras que podem produzir compostos repelentes voláteis (5) ou substâncias pegajosas (23).

Os tricomas protegem também as plantas contra o estresse hídrico (11; 20) e o superaquecimento, diminuindo a absorção de luz (6) e aumentar a camada limite da folha (formando uma camada de ar estagnada em sua superfície), diminuindo a perda de água por evapotranspiração.

No Cerrado, que é a maior e mais diversa extensão de savanas do mundo, diversas espécies de plantas produzem tricomas. Uma dessas é a *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) de porte arbustivo, distribuído em todo o cerrado brasileiro, cujo fruto constitui fonte alimentar durante todo o ano para mamíferos deste ambiente (3; 16).

Esta espécie pode ser útil na recuperação de áreas degradadas, pois a produção de mudas é facilmente obtida através dos frutos que possuem grandes quantidades de sementes (22). Além disso, a germinação de sementes é rápida, com alta taxa de emergência de plântulas (28).

Uma vez que o Cerrado é um bioma que possui periodicidade pluviométrica muito acentuada, aonde a intensa luminosidade e falta de água são característicos, espera-se que estruturas, como os tricomas, que ajudam a diminuir o impacto desses fatores sejam de extrema importância para a sobrevivência das plantas. Porém, pouco se conhece sobre a importância das defesas induzidas para as plantas desse Bioma tão ameaçado.

Diversos estudos mostraram que os tricomas e outras estruturas das plantas podem ter o seu desenvolvimento ou produção induzido e que a perda foliar por herbivoria ou o estresse hídrico pode atuar como um ativador desta produção (1; 2; 19; 26). Porém, pouco se conhece sobre a importância das defesas induzidas para as plantas do Cerrado, um bioma tão ameaçado (29). Assim, espera-se que estudos como esse ajudem a compreender melhor como as plantas reagem aos estímulos externos.

## OBJETIVOS

Este estudo teve por objetivo geral verificar se *Solanum lycocarpum* responde ao estresse hídrico e à herbivoria. Os objetivos específicos foram: determinar se a planta produz mais tricomas e espinhos foliares e/ou reduz a sua área foliar em resposta à escassez de água ou ação dos herbívoros; determinar se a planta modifica a alocação de biomassa radicular e aérea em resposta ao dano foliar causado por herbívoros e ao estresse provocado pela desidratação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em um jardim experimental, no município de Uberlândia, iniciado em novembro de 2007 e concluído em fevereiro de 2009. O clima da região é do

tipo Aw megatérmico, com duas estações bem definidas. A estação seca é um pouco mais fria e dura de três a quatro meses (junho a setembro), podendo apresentar geadas eventuais. A estação chuvosa apresenta temperaturas mais altas (podendo exceder 35 °C), quando ocorre metade da precipitação anual (ca. 1600 mm/ano), durante os meses de novembro, dezembro e janeiro.

A planta selecionada para o estudo foi a espécie conhecida popularmente como “lobeira” *Solanum lycocarpum*, pelo fácil acesso aos seus frutos e por ser bastante abundante na região, além de possuir em suas folhas os dois tipos de tricomas foliares, os glandulares e os não - glandulares.

As “lobeiras” possuem folhas simples alternas de 14 - 22 cm de comprimento por 6 - 10 de largura, pecioladas, de margens onduladas, com tricomas glandulares e não - glandulares em ambas as faces, providas de espinhos. Fruto baga globosa, cor verde, de 8 - 15 cm de diâmetro, com polpa carnosa e succulenta. Ocorrem principalmente nos cerrados do Brasil Central.

Frutos de *Solanum lycocarpum* foram coletados e suas sementes retiradas e plantadas em uma prancha de isopor. Dentre as sementes que germinaram 48 foram selecionadas para serem transplantadas para vasos plásticos de 18 litros. Os vasos foram arranjados de modo a formar quatro fileiras de 12 vasos, sendo que cada fileira foi submetida a um tipo de tratamento.

Foi estabelecido um experimento combinando a ação de dois fatores: estresse hídrico (com dois níveis) e herbivoria (com dois níveis), resultando na aplicação de quatro tratamentos: com estresse hídrico e com herbivoria, com estresse hídrico e sem herbivoria, sem estresse hídrico e com herbivoria e por fim sem estresse hídrico e com herbivoria.

As plantas regadas receberam água todos os dias. Já as plantas submetidas ao estresse hídrico recebiam água em quantidade suficiente apenas para a manutenção de sua turgidez, o que, de acordo com as nossas observações, ocorria a cada quatro dias.

O tratamento de dano por herbívoros foi simulado artificialmente. Para isto, foram cortadas 75% da área foliar de todas as folhas de cada planta sem danificar a nervura central, de acordo com o observado na herbivoria natural.

Quatro meses após o início dos tratamentos, foram feitas as seguintes medidas nas plantas experimentais: número de folhas produzidas no período, densidade de tricomas não - glandulares, comprimento e largura das folhas, densidade e número de espinhos encontrados em cada folha.

Para a contagem do número de espinhos foram registradas as quantidades encontradas nas nervuras centrais de ambas as faces foliares. A densidade de espinhos foi calculada dividindo - se a quantidade encontrada pelo comprimento da folha.

Para a contagem dos tricomas foliares, foi utilizado um perfurador de papel para extrair discos foliares equivalentes a um centímetro quadrado. Em laboratório, os discos foliares foram analisados com o auxílio de uma lupa, para a contagem do número de tricomas não - glandulares nas regiões abaxiais e adaxiais. Seis meses após o início dos experimentos foram realizadas novas contagens de espinhos e tricomas não - glandulares.

Antes de finalizar os experimentos, as plantas tiveram as suas alturas (distância do ponto mais alto da planta ao solo) medidas. Em seguida foram retiradas dos vasos para a determinação das biomassas radiculares e aéreas secas. Para isso, a parte radicular foi lavada e todo o material biológico foi mantido em estufa por três dias para eliminar toda a água armazenada.

Para verificar o efeito da água e do dano foliar sobre a produção de tricomas e na determinação da área foliar foram feitos testes de Kruskal Wallis comparando controles e tratamentos, utilizando ainda o teste de Tukey - type realizar as comparações múltiplas. A análise do efeito dos tratamentos sobre a altura, densidade de espinhos e biomassas radiculares e aéreas foi feita com uso de ANOVA para dois fatores.

## RESULTADOS

Os testes de Kruskal - Wallis indicaram que os tratamentos de estresse hídrico tiveram efeitos no comprimento ( $H = 19.654$ ;  $P < 0.001$ ) e largura ( $H = 13.681$ ;  $P = 0.003$ ) das folhas, aumentando o seu tamanho. A produção de folhas menores pelas plantas estressadas hídricamente era esperado, pois constitui uma estratégia adaptativa para maximizar a obtenção de nutrientes pela planta (4).

Os danos por herbívoros também influenciaram o comprimento ( $H = 19.654$ ;  $P < 0.001$ ) e a largura ( $H = 13.681$ ;  $P = 0.0003$ ) das folhas. As plantas que sofreram dano foliar produziram folhas com área significativamente maior das que as que não foram danificadas.

As folhas das plantas que sofreram estresse hídrico mas não foram submetidas à herbivoria apresentaram larguras e comprimentos menores que as folhas dos outros tratamentos. Isto parece indicar que a presença de água o dano foliar intensificam o desenvolvimento das folhas.

Os tricomas não - glandulares foram encontrados em maior número na face inferior das folhas do que na superior. Porém, a resposta aos tratamentos foi a mesma em ambas as faces, pois tanto os tricomas não - glandulares da face adaxial ( $H = 78.206$ ;  $P < 0.001$ ) quanto os da face abaxial ( $H = 69.316$ ;  $P < 0.001$ ), diminuíram na ausência de água. Assim, as plantas que recebiam água produziram significativamente mais tricomas do que as plantas submetidas ao estresse hídrico. Isso sugere que a ausência de água pode intensificar os efeitos da herbivoria, por induzir a redução de tricomas em ambas às faces das folhas, úteis à defesa da planta.

Como os tricomas não - glandulares criam uma camada de proteção foliar que reflete os raios solares incidentes (7; 8; 9), poderiam servir para aumentar a área de sombreamento da folha, evitando uma maior perda de água.

A herbivoria provavelmente não tem efeito direto na produção de tricomas não - glandulares, porque provavelmente eles não estão relacionados somente à defesa de herbívoros, mas, sobretudo à redução na perda de água.

Por outro lado, os tricomas glandulares também encontrados em *Solanum lycocarpum*, por possuírem compostos químicos (5) ou substâncias pegajosas (23) podem também repelir herbívoros. Porém, tais tricomas não puderam ser contabilizados por serem muito pequenos.

Os espinhos ocorreram com uma média de 19.185 por folha. A densidade de espinhos não diferiu significativamente em resposta à herbivoria ( $F = 3.884$ ;  $P = 0.051$ ). Não se sabe muito bem qual a função destes espinhos em um ambiente como o Cerrado, que é desprovido de grandes herbívoros, a não ser que os lobos - guarás, usuais predadores de frutos das lobeiras, consumam também porções foliares.

A densidade de espinhos foi significativamente maior nas plantas que não receberam água ( $F = 5.688$ ;  $P = 0.019$ ). Isso talvez ocorra porque, na ausência de água, a planta se porta como se estivesse na estação seca, época em que o consumo de folhas pelos lobos - guarás seria maior dada a ausência de frutos na planta. Além disso, os espinhos tendem a ser uma estrutura de defesa opcional da planta.

A altura das plantas variou de acordo com o esperado. As plantas que recebiam água tiveram uma altura maior ( $F = 8.781$ ;  $P = 0.005$ ) e as que sofreram danos foliares se desenvolveram menos ( $F = 5.812$ ;  $P = 0.021$ ). Portanto, a falta de nutrientes e os constantes danos na planta diminuem significativamente a eficiência de seu desenvolvimento e conversão de energia em biomassa.

A biomassa aérea não diferiu entre os tratamentos ( $F = 3.737$ ;  $P = 0.060$ ). A não diferenciação da biomassa aérea pode estar associada ao fato do caule ter mostrado pequena variação entre os tratamentos, ao contrário das folhas que diferiram bastante em resposta aos fatores testados. Por outro lado, a grande variabilidade dentro dos tratamentos certamente contribuiu para que diferenças não fossem detectadas.

De acordo com a ANOVA ( $F = 6.072$ ;  $P = 0.018$ ), o efeito da herbivoria reduz o efeito da hidratação no ganho da biomassa radicular. Seguindo o mesmo argumento utilizado anteriormente, pode-se supor que a resposta da biomassa radicular aos tratamentos é a de que sem a hidratação e com o ataque às suas folhas, as raízes tendem a se atrofiar (2).

## CONCLUSÃO

De acordo com este estudo, *Solanum lycocarpum* responde morfológicamente à indução por herbivoria e estresse hídrico. O comprimento e a largura de folhas tendem a aumentar em situações hídricas favoráveis ou após o ataque de herbívoros. Por outro lado, a altura das plantas e a biomassa radicular tendem a diminuir em situações de falta de água e dano foliar. A variação de espinhos nas folhas precisa ser mais bem investigada, pois, ainda não é possível descrever com clareza sua resposta aos fatores bióticos e abióticos.

Os dados sugerem ainda que as “lobeiras” produzem menos tricomas não - glandulares na escassez de água, evidenciando que estas estruturas podem não ter grande papel preventivo contra a desidratação, como inicialmente suposto. Sugere-se que trabalhos com tricomas glandulares sejam realizados para investigar a efetividade de seu papel defensivo contra herbívoros. Outra possibilidade de investigação seria a de considerar tratamentos em que plantas fossem protegidas da ação direta do sol para melhor compreensão da funcionalidade dos tricomas não - glandulares.

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio nas pesquisas.

## REFERÊNCIAS

1. Agrawal, A.A. Induced responses to herbivory in wild radish: Effects on several herbivores and plant fitness. *Ecology*, v. 80, p. 1713 - 1723, 1999.
2. Agrawal, A.A. Benefits and costs of induced plant defense for *Lepidium virginicum* (Brassicaceae). *Ecology*, v. 81, p. 1804 - 1813, 2000.
3. Dietz, J.M. Ecology and social organization of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*). *Smithsonian Contributions to Zoology*, v. 392, p. 1 - 51, 1984.
4. Dudley, S.A. The response to differing selection on plant physiological traits: evidence for local adaptation. *Evolution*, v. 50, p. 103 - 110, 1996.
5. Duffey, S.S. Plant glandular trichomes: their partial role in defense against insects. In: *Insects and the plant surface*. Juniper, B.; Southwood, R. (eds.) Edward Arnold Publishers: London, 1986. p. 151 - 172.
6. Ehleringer, J. Leaf pubescence: effects on absorptance and photosynthesis in a desert shrub. *Science*, v. 192, p. 376 - 377, 1976.
7. Ehleringer, J.; Mooney, H.A. Leaf pubescence: effects on absorptance and photosynthesis in a desert shrub. *Oecologia*, v. 37, p. 183 - 200, 1978.
8. Ehleringer, J. The influence of water stress and temperature on leaf pubescence development in *Encelia farinosa*. *American Journal of Botany*, v. 69, p. 670 - 675, 1982.
9. Ehleringer, J.; Werk, K.S. Modifications of solar - radiation absorption patterns and implications for carbon gain at the leaf level. In: *On the economy of plant form and function*. Givnish, T.J. (eds.), Cambridge University Press: Cambridge, 1986. p. 57 - 81.
10. Fischer, R.A.; Turner, N.C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. *Annual Review of Plant Physiology*, v. 29, p. 277 - 317, 1978.
11. Gates, D.M. *Biophysical ecology*. Springer, New York, 1980.
12. Hare, J.D.; Elle, E. Geographic variation in the frequencies of trichome phenotypes of *Datura wrightii* and correlations with annual water deficit. *Madrono*, v. 48, p. 33 - 37, 2001.
13. Karban, R.; Baldwin, I.T. *Induced responses to herbivory*. University of Chicago Press: Chicago, Illinois, 1997. p. 319.
14. Lambers H.; Lambers H.; Pons, T. *Plant physiological ecology*. 1st ed. Springer, New York, 1998.
15. Levin, D.A. The role of trichome in plant defense. *Quarterly Review of Biology*, v. 48, p. 3 - 15, 1973.
16. Lorenzi, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. v. 2, 2a ed. Editora Plantarum, Nova Odessa, 1998.
17. Marquis, R.J. The selective impact of herbivores. In: *Plant resistance to herbivores and pathogens, ecology, evolution and genetics* Fritz, R.S.; Simms, E. L. (eds.), University of Chicago Press: Chicago, Illinois, 1992. p. 301 - 325.

18. Nobel, P. *Physiochemical and environmental Plant physiology*. 3a ed. Academic Press: San Diego, California, 2005.
19. Pullin, A.S.; Gilbert, J.E. The stinging nettle, *Urtica dioica*, increases trichome density after herbivore and mechanical damage. *Oikos*, v. 54, p. 275 - 280, 1989.
20. Schuepp, P.H. Tansley review no. 59 Leaf boundary - layers. *New Phytologist*, v. 125, p. 477 - 507, 1993.
21. Schwinning, S.; Sala, O.E.; Loik, M.E.; Ehleringer, J.R. Thresholds, memory, and seasonality: understanding pulse dynamics in arid/semi - arid ecosystems. *Oecologia*, v. 141, p. 191 - 193, 2004.
22. Silva, J.A.; Silva, D.B.; Junqueira, N.T.V.; Andrade, L.R.M. *Frutas nativas do cerrado*. Embrapa, Planaltina, 1994.
23. Stipanovic, R.D. Function and chemistry of plant trichomes and glands in insect resistance. In: *Plant resistance to insects*. Hedin, P.A (eds.), American Chemical Society: Washington, 1983. p. 69 - 100.
24. Thompson, J.N. *The coevolutionary process*. University of Chicago Press: Chicago, Illinois, 1994. p.376
25. Thompson, J.N. Evaluating the dynamics of coevolution among geographically structured populations. *Ecology*, v. 78, p. 1619 - 1623, 1997.
26. Traw, M.B.; Dawson, T.E. Differential induction of trichomes by three herbivores of Black Mustard. *Oecologia*, v. 131, p. 526 - 532, 2002.
27. Van Dam, N.M.; Hare, J.D.; Elle, E. Inheritance and distribution of trichome phenotypes in *Datura wrightii*. *Journal of Heredity*, v. 90, p. 220 - 227, 1999.
28. Vidal, M.C.; Stacciarini - seraphin, E.; Câmara, H.H.L.L. Crescimento de plântulas de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (lobeira) em casa de vegetação. *Acta Botanica Brasílica*, v. 13, p. 271 - 275, 1999.
29. WWF - Brasil. *Expansão agrícola e perda da biodiversidade no cerrado: origens históricas e o papel do comércio internacional*. WWF Brasil, Brasília, 2000.