

RESPOSTAS DE PLANTAS JOVENS *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae) À SIMULAÇÃO DE DANOS POR HERBÍVOROS

RESPONSES OF YOUNG PLANTS OF *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae) TO DAMAGES CAUSED BY HERBIVORY SIMULATION

Andréia Oliveira VIEIRA¹; Cecília LOMÔNACO²

1. Graduanda em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia - IB, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 2. Professora, Doutora, IB – UFU, Uberlândia, MG, Brasil. cecilia.lomonaco.paula@gmail.com

RESUMO: Defesas induzidas em plantas são respostas morfológicas ou fisiológicas ativadas pela herbivoria que conferem algum grau de resistência a ataques subseqüentes. Este estudo descreve modificações em *Hymenaea courbaril* L. em resposta ao dano foliar artificial. Plantas jovens (n = 72) de seis plantas-mãe foram distribuídas entre dois grupos: dano artificial e controle. No primeiro par de folhas produzidas pelas plantas de cada grupo, após o tratamento, foram avaliados o número de estômatos, as espessuras do limbo e da nervura central foliares e as concentrações de nitrogênio e proteína. Foram também obtidas as biomassas relativas de raízes e da parte aérea e investigado se havia relação entre o grau de desenvolvimento da planta e a intensidade das respostas induzidas pelo dano. Plantas jovens submetidas ao dano apresentaram folhas com limbos mais espessos, o que pode ser considerado uma defesa induzida porque provavelmente reduz a palatabilidade foliar. Esta modificação induzida esteve associada a um custo energético, refletido na redução da taxa de crescimento da planta e na diminuição das dimensões da nervura foliar central. Variações na habilidade de cada planta responder ao tratamento efetuado indicam diferentes potenciais para a plasticidade fenotípica entre os genótipos estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Dano foliar artificial. Defesa induzida. Plasticidade fenotípica.

INTRODUÇÃO

A herbivoria pode provocar mudanças morfológicas e fisiológicas em uma grande variedade de plantas terrestres, exemplificando o fenômeno da indução de respostas plásticas (AGRAWAL, 1998). As respostas envolvidas na defesa de plantas contra herbívoros, denominadas defesas induzidas, são compreendidas como sendo mecanismos através dos quais as plantas aumentam seu *fitness*, dependendo de estímulos específicos para serem ativados (KARBAN; MYERS, 1989). Dentre os tipos de defesas induzidas já descritos estão o aumento no número de tricomas, que impedem ou dificultam o acesso do inseto ao limbo ou às nervuras foliares (WOODMAN; FERNANDES, 1991; ABDALA-ROBERTS; PARRA-TABLA, 2005), a produção aumentada de compostos químicos tóxicos (HUNTER; SCHULTZ, 1993) e o investimento na dureza ou na produção de folhas (AGRAWAL, 2000; SANCHES et al., 2005).

As respostas plásticas podem diferir entre indivíduos de uma mesma população devido à variabilidade genotípica das características propriamente ditas ou ainda em decorrência das diferentes habilidades individuais na produção de ajustes às pressões do ambiente (THOMPSON, 1994; VAN-DAM et al., 1999). Respostas induzidas permitem que a planta reaja de forma rápida às

mudanças ambientais (DUDLEY; SCHMIT, 1996) e, por causa disto, acredita-se que a defesa induzida seja mais comum em plantas que sofrem esporadicamente pressões seletivas imprevisíveis de herbívoros (SCHLICHTING, 1986). Nestas circunstâncias, as defesas induzidas podem ser mais efetivas em resposta à ação de herbívoros e patógenos do que as adaptações genéticas ao longo das gerações (KINGSOLVER, 1995).

A investigação de respostas induzidas por herbivoria pode auxiliar a compreensão dos processos adaptativos de plantas, principalmente daqueles com funções defensivas. Além disto, também pode ter grande aplicabilidade na agricultura, nos processos de melhoramento de condições de cultivos (GONÇALVES et al., 2012, OLIVEIRA et al., 2012).

O Cerrado é um bioma com grande complexidade vegetacional (MARES, 1986) e com condições ambientais bastante heterogêneas. Apesar disso, poucos estudos sobre respostas induzidas foram realizados em plantas deste bioma, pois a maior parte das investigações sobre esse tema foi conduzida em ambientes sob condições controladas e com plantas anuais cultivadas (WOODMAN; FERNANDES, 1991; TRAW; DAWSON, 2002). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar modificações morfológicas e fisiológicas em plantas jovens de *Hymenaea courbaril* L.

(Fabaceae) em resposta ao dano foliar artificial, simulador de herbivoria.

MATERIAL E MÉTODOS

Planta Estudada. *Hymenaea courbaril*, conhecida popularmente como jatobá, jataí, jataí-amarelo, jataí-peba, jataí-vermelho, jitaí, farinha, jataíba, burandã, imbiúva, jatobá-miúdo, jatobá da caatinga, ocorre desde o sul do México até grande parte da América do Sul, incluindo o Brasil e a Bolívia. No Brasil, foi registrada nas regiões norte e sudeste. A árvore atinge, geralmente, 30-45 m de altura com diâmetro à altura do peito de até 2 m. O sistema radicular é, geralmente, grande e superficial. As folhas são pecioladas, bifoliadas e com disposição alterna; os folíolos são subsésseis, com disposição oposta; a lâmina é lustrosa, glabra e coriácea; a nervura central é proeminente e as secundárias são planas na face abaxial. O fruto é uma vagem indeiscente, lenhosa, glabra, oblonga a cilíndrica, que mede 8-15 cm de comprimento (MELO; MENDES, 2005). Sua madeira é empregada na construção civil, para acabamentos internos e fabricação de móveis. Seus frutos contêm uma farinha comestível e muito nutritiva, consumida tanto pelo homem como pelos animais silvestres. Possui propriedades medicinais e é indicada no tratamento de asma, blenorragia, bronquite, cólica e coqueluche (LORENZI, 2002).

Coleta, Cultivo e Caracterização das Plantas

As sementes foram obtidas em agosto e setembro de 2005 de seis plantas (plantas-mãe) de uma floresta estacional semidecidual, localizada na bacia do rio Araguari, na porção oeste do estado de Minas Gerais, entre os municípios de Araguari, Indianópolis e Uberlândia (18°42'S e 48°27'O).

Para a obtenção de plantas jovens, as sementes coletadas foram escarificadas e semeadas, em novembro de 2009, em bandejas de poliestireno expandido com 72 células, preenchidas com Plantimax® e vermiculita super fina, na proporção de 1:1, e alocadas em estufa semi aberta. De cada planta-mãe foram consideradas 12 plantas jovens, com o protófilo (primeira folha da planta) e o primeiro metáfilo (primeiras folhas definitivas da plântula) em início de desenvolvimento. Essas plântulas foram distribuídas aleatoriamente entre tratamento e controle, resultando em duas amostras de 36 plântulas, correspondentes a seis plântulas de cada planta-mãe em cada amostra.

No início do experimento, as plantas jovens foram mensuradas quanto à altura dos hipocótilos (parte do caule da plântula situada entre o ponto de

inserção dos cotilédones e aquele em que tem início a radícula) e dos epicótilos (parte do caule da planta acima da inserção dos cotilédones). O comprimento e a largura do protófilo foram também aferidos com uso de paquímetro digital. Estas medidas foram obtidas para que fosse investigada, posteriormente ao tratamento, a relação entre o grau de desenvolvimento inicial da planta e a intensidade das respostas induzidas pelo dano artificial.

Indução de Respostas ao Dano Artificial

O experimento foi realizado de janeiro a maio de 2009. No controle, as plantas não sofreram nenhuma lesão, enquanto no tratamento de dano artificial, foram feitas nos protófilos das plantas jovens 12 lesões imitando o dano por herbivoria, perfazendo 16,2 cm² (cerca de 20% da área foliar total) com o auxílio de um perfurador de papel. Além disto, estas plantas tiveram o primeiro metáfilo removido manualmente.

As respostas ao tratamento de dano artificial foram verificadas nas primeiras folhas produzidas após a lesão provocada artificialmente (i.e. no segundo metáfilo). No grupo controle, entretanto, foram consideradas as folhas do primeiro metáfilo. Para possibilitar a comparação das variáveis coletadas entre tratamento e controle, as folhas de ambos os grupos foram colhidas para serem analisadas apenas ao atingirem cerca de 5 cm², tamanho considerado suficiente para permitir as análises pretendidas. Uma transparência graduada com pontos 0,5 cm equidistantes foi colocada sobre as folhas e o número de pontos a ela sobrepostos foi contado para a estimativa da área foliar. O tempo necessário para que as folhas atingissem essa área determinada também foi verificado.

Nessas folhas também foram mensurados o número de estômatos nas faces abaxial e adaxial e a espessura foliar na borda do limbo e na nervura central. O número e a localização dos estômatos foram aferidos utilizando a impressão foliar da epiderme feita a partir de um molde confeccionado com o uso de esmalte incolor (Laboriau et al. 1961). O molde foi elaborado tomando-se a região mediana do folíolo e o número médio de estômatos foi calculado utilizando-se a contagem de três campos por folha. A espessura foliar foi avaliada por meio de cortes transversais feitos à mão livre na nervura central e na borda foliar (parte mais fina do limbo), observados ao microscópio, utilizando-se também paquímetro digital para as medições.

Foi também avaliada em cada planta jovem, 90 dias após o início dos experimentos, a biomassa relativa das raízes e da parte aérea. Para a análise da biomassa relativa, as plantas foram retiradas das

bandejas de germinação, lavadas e tiveram suas raízes e parte aérea separadas. Ambas as partes foram pesadas em balança analítica antes e após sua secagem em estufa, a 70°C, por 24 horas. Nas amostras secas da parte aérea, as folhas e o caule foram separados para pesagem. A biomassa relativa foi obtida dividindo-se o valor das biomassas das raízes e partes aéreas pela biomassa total da planta.

Respostas fisiológicas foram avaliadas por meio das concentrações de nitrogênio e proteína total foliares, feitas no Laboratório de Nutrição Animal da UFU, segundo a metodologia de Kjeldahl (CBAA, 2009), que consiste na digestão da amostra com ácido sulfúrico concentrado em presença de catalizador e posterior destilação em meio alcalino e titulação em ácido padronizado.

Análise Estatística

Todas as variáveis obtidas foram comparadas entre tratamentos e genótipos (plantas-mãe), utilizando-se a ANOVA para dois fatores, com exceção do número médio de estômatos na face adaxial, que não apresentou homoscedasticidade nas amostras. Para esta variável, comparações entre tratamento e controle e entre genótipos, foram feitos respectivamente com o uso dos testes de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis. Foram realizadas correlações entre as medidas tomadas inicialmente nas plantas jovens (comprimento do hipocótilo e epicótilo e comprimento e largura do protófilo) e as variáveis obtidas nas plantas após o tratamento de

dano artificial, utilizando-se o teste de correlação de Pearson e efetuando-se a correção de Bonferroni no cálculo das probabilidades. Comparações múltiplas foram realizadas com uso do teste de Tukey (ZAR, 1984).

RESULTADOS

Respostas Morfológicas ao Tratamento de Indução

O tempo necessário para que as folhas atingissem 5 cm² diferiu entre as plantas do controle (cerca de 45 dias) e do tratamento de dano artificial (cerca de 60 dias). Todas as plantas do controle (n = 36) tiveram folhas produzidas, mas, no tratamento de dano artificial, apenas oito plantas jovens de quatro plantas-mãe apresentaram o segundo metáfilo (n = 8) após 60 dias. Por causa disto, somente foram consideradas no controle as 24 plantas jovens advindas destas quatro plantas mãe para a análise das respostas plásticas.

As plantas das diferentes plantas-mãe (genótipos) não apresentaram diferenças significativas no número de estômatos na face abaxial ($F = 2,268$; $P = 0,106$; $n_{\text{controle}} = 24$ e $n_{\text{tratamento}} = 8$), nem houve diferenças entre tratamentos ($F = 2,915$; $P = 0,101$). Porém, houve significativa interação entre esses dois fatores ($F = 3,034$; $P = 0,049$), mostrando que cada genótipo teve um comportamento distinto em resposta ao dano provocado artificialmente (Figura 1).

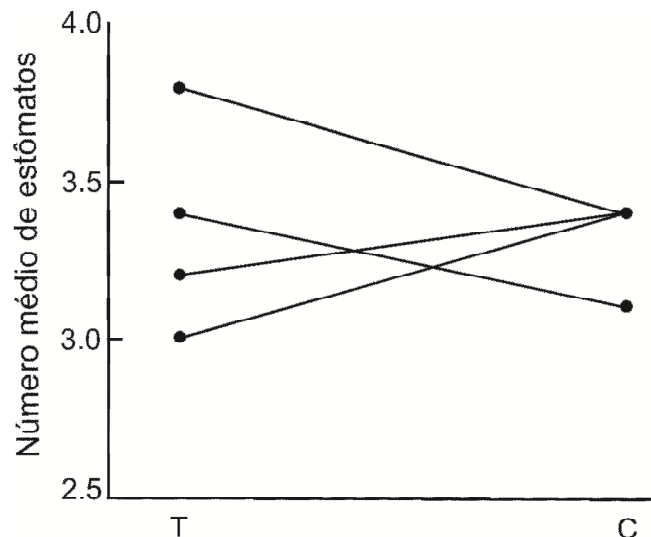


Figura 1. Norma de reação do número médio de estômatos na face abaxial de folhas de plantas jovens dos diferentes genótipos de *Hymenaea courbaril* no controle (C) e no tratamento de dano artificial (T).

O número médio de estômatos na face adaxial também não diferiu entre tratamentos ($U = 133,000$; $P = 0,738$; $n_{\text{controle}} = 24$ e $n_{\text{tratamento}} = 8$), nem entre as plantas nos diferentes genótipos de plantas-

mãe ($H = 5,688$; $P = 0,338$). O grupo submetido ao dano artificial apresentou maior variação no número médio de estômatos na face abaxial do que o grupo controle ($F = 4,085$; $P = 0,792$) (Figura 2).

As espessuras da nervura central foliar e da borda do limbo diferiram entre os tratamentos ($F = 27,421$; $P < 0,001$ e $F = 20,236$; $p < 0,001$, respectivamente; $n_{\text{controle}} = 24$ e $n_{\text{tratamento}} = 8$), porém, não houve diferença entre os genótipos ($F = 0,409$; $P = 0,748$ e $F = 0,614$; $P = 0,613$, respectivamente),

nem interação entre esses fatores ($F = 2,060$; $p = 0,132$ e $F = 0,340$; $p = 0,797$ respectivamente). Deste modo, plantas que receberam o tratamento de dano artificial apresentaram folhas com nervuras centrais de menor diâmetro, mas com limbos mais espessos (Figura 2).

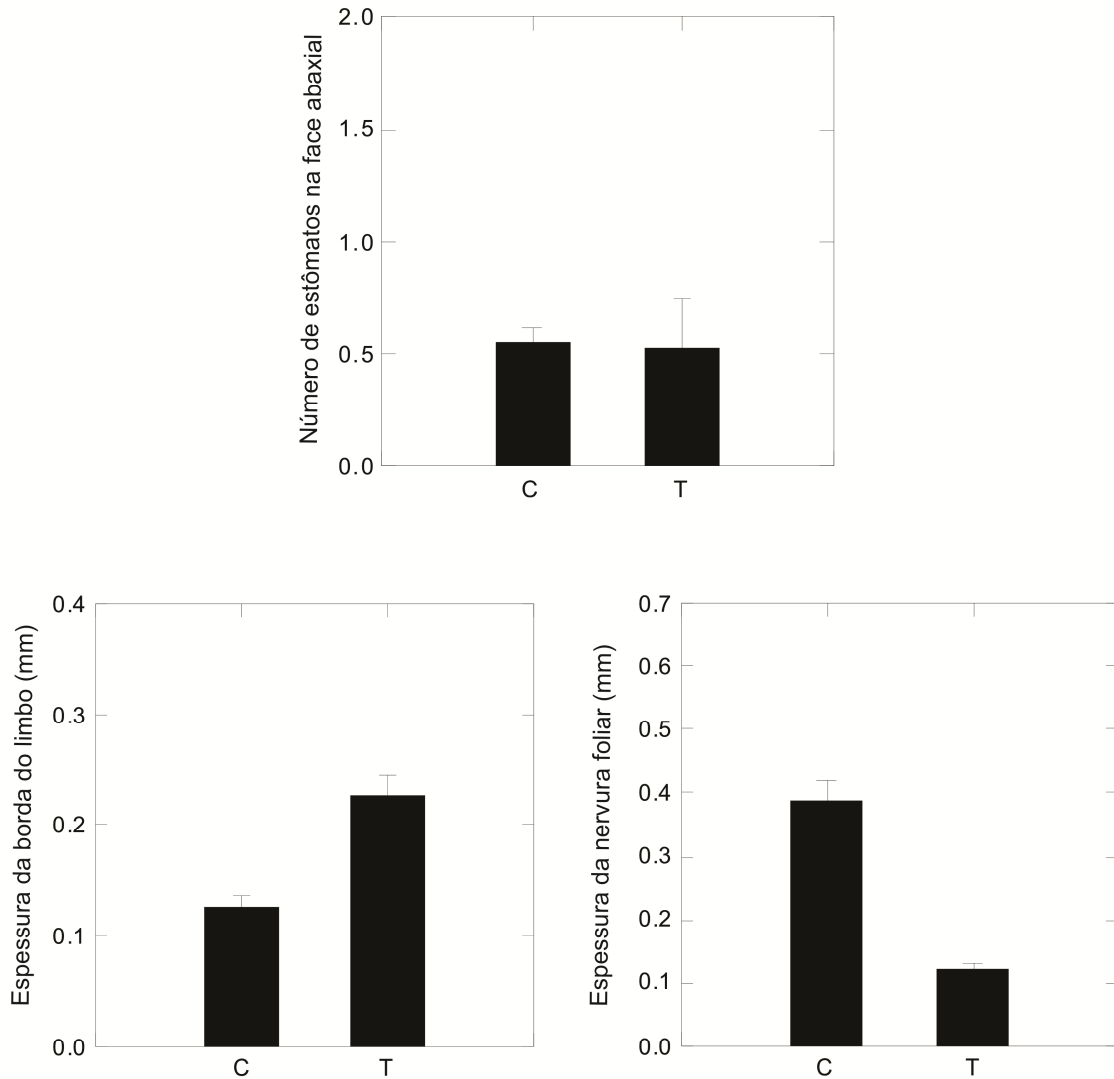


Figura 2. Número médio (\pm erro padrão) de estômatos na face adaxial, espessuras da borda do limbo e da nervura central foliar de plantas jovens de *Hymenaea courbaril* no controle (C) e no tratamento de dano artificial (T).

As biomassas relativas úmidas e secas de raiz e da parte aérea não diferiram entre os tratamentos ($F = 2,422$; $P = 0,125$ para raiz úmida, $F = 0,106$; $P = 0,746$ para parte aérea úmida, $F = 1,169$; $P = 0,284$ para raiz seca e $F = 1,847$; $P = 0,180$ para folhas secas e $F = 3,651$ e $P = 0,061$ para caule seco; $n_{\text{controle}} = 35$ e $n_{\text{tratamento}} = 32$ para todas as variáveis) (Figura 3).

As biomassas da raiz úmida ($F = 5,555$; $P < 0,001$), parte aérea úmida ($F = 14,825$; $P < 0,001$), raiz seca ($F = 3,380$; $P = 0,010$) e folha seca ($F = 2,987$; $P = 0,019$) diferiram significativamente entre os genótipos ($n_{\text{controle}} = 35$ e $n_{\text{tratamento}} = 32$ para todas as variáveis). A figura 4 mostra o resultado das comparações múltiplas feitas com uso de teste de Tukey, indicando não haver padrão similar de variação para as diferentes biomassas analisadas.

Apenas a biomassa do caule seco não apresentou diferenças significativas entre os genótipos ($F = 2,038; P = 0,087$).

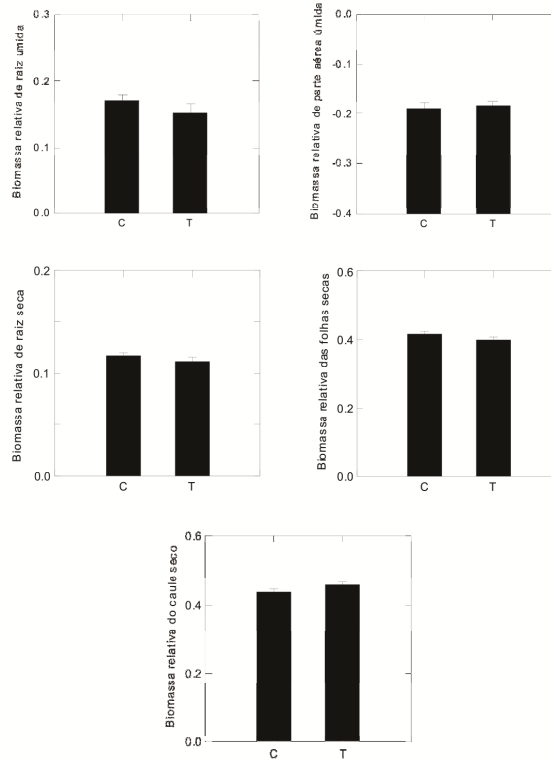


Figura 3. Biomassas relativas úmidas (\pm erro padrão) de raízes e partes aéreas e biomassas relativas secas (\pm erro padrão) de raízes, folhas e caules de plantas jovens de *Hymenaea courbaril* no controle (C) e no tratamento de dano artificial (T).

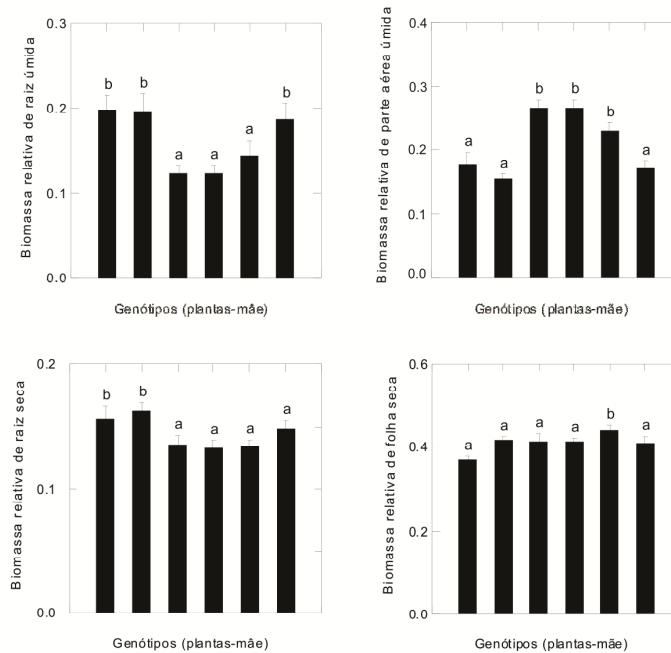


Figura 4. Biomassas relativas úmidas (\pm erro padrão) de raiz e parte aérea e biomassas secas (\pm erro padrão) de raiz e folha de plantas jovens de *Hymenaea courbaril* nos diferentes genótipos. Barras marcadas com letras iguais não diferem estatisticamente ($p > 0,05$) de acordo com o teste de comparações múltiplas de Tukey.

Respostas Fisiológicas ao Tratamento de Indução

Não foram detectadas diferenças nas concentrações de nitrogênio e proteína total foliares entre os tratamentos ($F = 4,091$; $P = 0,052$ e $F = 4,122$; $P = 0,051$, respectivamente; $n_{\text{controle}} = 36$ e $n_{\text{tratamento}} = 11$); porém, estas diferiram entre os

genótipos ($F = 20,390$; $P < 0,001$ e $F = 20,504$; $P < 0,001$, respectivamente). A significativa interação entre esses fatores ($F = 27,104$; $P < 0,001$ e $F = 27,273$; $P < 0,001$, respectivamente), indicou resposta diferenciada das plantas jovens ao tratamento efetuado (Figura 5).

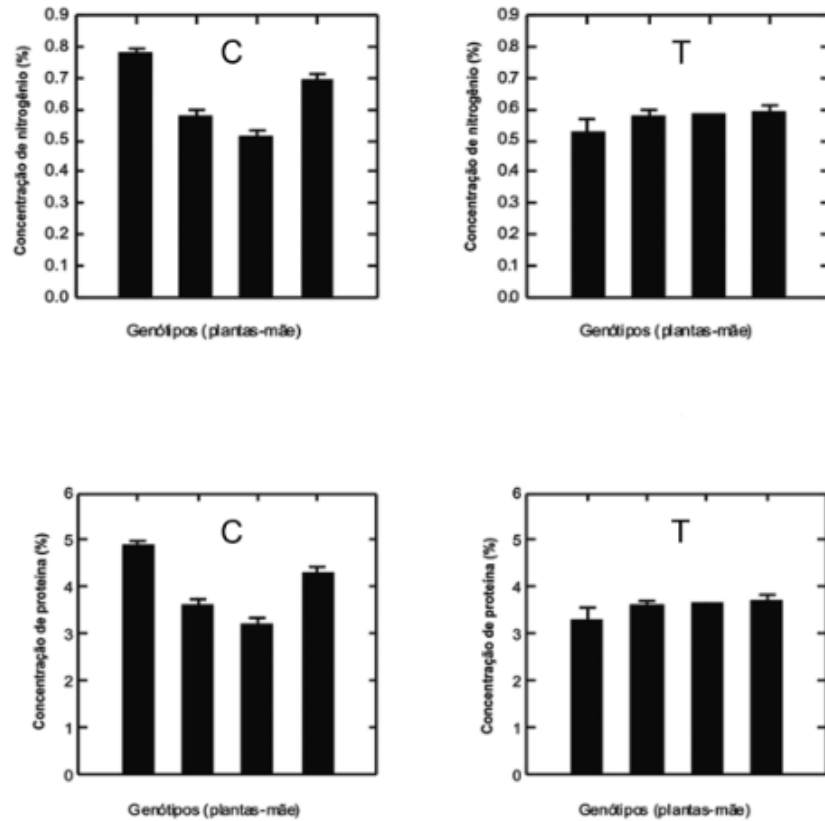


Figura 5. Concentrações (\pm erro padrão) de nitrogênio e proteínas nas folhas dos diferentes genótipos de *Hymenaea courbaril* no controle (C) e no tratamento de dano artificial (T).

Correlações entre as medidas dos comprimentos do hipocótilo, epicótilo e largura e comprimento do protófilo das plantas jovens com as variáveis analisadas após o tratamento não foram significativas (todas com $P > 0,05$), indicando que o tamanho ou grau de desenvolvimento inicial da planta jovem não se correlacionou com a intensidade da resposta ao tratamento.

DISCUSSÃO

Custos do dano artificial foram notados em *Hymenaea courbaril*, pois plantas submetidas ao tratamento levaram mais tempo para produzir folhas com 5 cm^2 de área ou nem chegaram a produzi-las. Além disto, ocorreu alteração na estruturação morfo-anatômica das folhas, uma vez que as plantas submetidas ao dano apresentaram folhas com

nervura central mais estreitas e limbos foliares mais espessos. O investimento na dureza da folha pode dificultar a ação de herbívoros ou reduzir seu interesse por estas estruturas, constituindo-se assim num tipo de resistência induzida (KARBAN; MYERS, 1989; AGRAWAL, 2000).

Segundo Sanches et al. (2005), o aumento da espessura foliar está diretamente relacionado à maior quantidade de carbono, que pode ser transformado em compostos para proteger as folhas do ataques dos herbívoros. Por outro lado, Kohi et al. (2010) verificaram que plantas *Colophospermum mopane* submetidas à herbivoria artificial apresentavam nervuras foliares com diâmetros menores, porém produziram folhas com maiores concentrações de taninos.

A redução do diâmetro da nervura foliar pode ter sido uma forma de compensação (*trade-off*)

ao maior investimento na dureza do limbo da folha. Como a nervura foliar principal contém os vasos condutores da planta (xilema e floema), a redução no seu diâmetro pode ter implicações negativas sobre os processos de trocas gasosas e taxas fotossintéticas (DUSSOURD; EISNER, 1987; DELANEY; HIGLEY, 2006), o que também sugere a ocorrência de custos adicionais para as modificações no limbo foliar.

A ideia de que a planta realiza importantes ajustes na sua fisiologia e/ou morfologia em resposta ao dano provocado é também corroborada pelo fato da maioria das plantas submetidas ao tratamento terem demandado mais tempo para desenvolver o segundo metáfilo. O atraso na produção destas folhas pode gerar consequências negativas para a plântula que ainda se encontra em fase de crescimento, dada a redução nas taxas de fotossíntese.

Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas no número de estômatos entre controle e tratamento de dano artificial, as análises indicaram um componente genético de variação no número de estômatos da face abaxial, considerando as distintas respostas nos genótipos das plantas-mãe ao tratamento de indução por dano artificial.

Apesar da alocação de biomassa não ter diferido entre o controle e o tratamento de dano artificial, outros trabalhos já haviam verificado respostas plásticas induzidas pelo dano para essa característica. Agrawal (2000), em seus experimentos com *Lepidium virginicum* descreveu a redução na biomassa da raiz e aumento na biomassa da parte aérea quando em alta densidade de cultivo, suspeitando que mudanças na alocação de biomassa em resposta ao dano podem ser mais facilmente detectadas em ambientes com maior competição por luz e nutrientes.

As alterações morfológicas descritas não foram acompanhadas por respostas fisiológicas nas

variáveis analisadas, visto que as concentrações de nitrogênio e proteína total não foram afetadas pelo dano artificial. Traw e Dawson (2002) em seu trabalho com *Brassica nigra*, após o dano, também não obtiveram respostas com relação ao aumento da concentração de nitrogênio. Apesar disto, como ocorrido com o número de estômatos, foram detectadas diferentes intensidades de respostas ao dano em decorrência das diferentes formas de interação dos componentes genéticos com os tratamentos efetuados. Por outro lado, Karban e Baldwin (1997) notaram que a concentração de nitrogênio foliar diminuiu após o ataque de herbívoros, podendo ser um traço de resistência induzida. Slansky e Feeny (1977) e Mattson (1980) também relataram ser o nitrogênio um fator limitante ao crescimento de herbívoros.

CONCLUSÕES

Modificações morfológicas nas folhas de *Hymenaea coubaril* podem ocorrer como uma resposta induzida à herbivoria, possivelmente acarretando redução da palatabilidade das folhas.

A plasticidade observada ao tratamento de dano artificial esteve associada a um custo energético, refletido na redução da taxa de crescimento da planta jovem e na redução das dimensões da nervura foliar principal. Também foram detectadas variações na habilidade de cada planta jovem responder ao tratamento efetuado, o que indica variabilidade na capacidade plástica dos diferentes genótipos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Dra Marli A. Ranal, pela cessão das plântulas e da casa de vegetação; ao técnico Hugnei dos Santos, pelas análises foliares; aos colegas de laboratório, pela ajuda na realização dos experimentos e à FAPEMIG, pela concessão da bolsa de IC.

ABSTRACT: Induced plant defenses are morphological or physiological responses activated through herbivory that confer some degree of resistance to subsequent attacks. This study describes modifications in young plants of *Hymenaea courbaril* L. in response to artificial leaf damage. Young plants (n = 72) from six mother-plants were distributed among two groups: control and artificial damage. In the first pair of leaves produced by the plants in each group after the treatment, we assessed the number of stomata, the leaf lamina and the leaf midrib thickness and the concentrations of nitrogen and protein. We also evaluated the relative biomass of the young plants roots and shoots and investigated whether there was any relationship between the young plant degree of development and the intensity of the induced responses. The plants subjected to damage showed a thicker leaf lamina, that may be considered an induced response due to the leaf palatability probably reduction. This induced modification was associated with an energetic cost, indicated by the reduction of the young plants growth rate and by the decreased of the leaf midrib dimensions. Variability among young plants on the ability to respond to the treatment indicates different phenotypic plasticity potential among the studied genotypes.

KEYWORDS: Artificial leaf damage. Induced defense. Phenotypic plasticity.

REFERÊNCIAS

- ABDALA-ROBERTS, L.; PARRA-TABLA, V. Artificial defoliation induces trichome production in the shrub *Cnidoscolus aconifolius* (Euphorbiaceae). **Biotropica**, Zurich, v. 37, n. 3, p. 251-257, 2005.
- AGRAWAL, A.A. Induced responses to herbivory increased plant performance. **Science**, Washington, v. 279, p. 1201-1202, 1998.
- AGRAWAL, A. A. Benefits and costs of induced plant defense for *Lepidium virginicum* (Brassicaceae). **Ecology**, Washington, v. 81, n. 7, p. 1804-1813, 2000.
- CBA - COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Métodos analíticos**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasília, 2009. 390 p.
- DELANEY, K. J.; HIGLEY, L. G. An insect countermeasure impacts plant physiology: midrib vein cutting, defoliation and leaf photosynthesis. **Plant, Cell and Environment**, New Jersey, v. 29, n. 11, p. 1245-1248, 2006.
- DUDLEY, S. A.; SCHMITT, J. Testing the adaptive plasticity hypothesis: density-dependent selection on manipulated stem length in *Impatiens capensis*. **American Naturalist**, Chicago, v. 147, n. 3, p. 445-465, 1996.
- DUSSOURD, D.E.; EISNER, T. Vein-cutting behavior: insect counterploy to the latex defense of plants. **Science**, Washington, v. 237, p. 98-901, 1987.
- GONÇALVES, E. O. PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. Nutrição de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) submetidas a doses de N, P, K, Ca e Mg. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 219-228, 2012.
- HUNTER, M. D.; SCHULTZ, J. C. Induced plant defenses breached? Phytochemical induction protects an herbivore from disease. **Oecologia**, Zurich, v. 94, n. 2, p. 195-203, 1993.
- KARBAN, R.; MYERS, J. Induced plant responses to herbivory. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 20, n. 1, p. 331-348, 1989.
- KARBAN, R.; BALDWIN, I. T. **Induced responses to herbivory**. University of Chicago Press, Chicago, 1997. 330 p.
- KINGSOLVER, J. G. Fitness consequences of seasonal polyphenism in western white butterflies. **Evolution**, New Jersey, v. 49, n. 5, p. 942-954, 1995.
- KOHI, E. M., DE BOER, W. F.; SLOT, M.; VAN WIEREN, S. E.; FERWEDA, H. J.; GRANT, R. C.; HEITOKONIG, I.M. A.; DE KNEGT, H. J.; KNOX, N.; VAN LANGEVELDE, F.; PEEL, M.; SLOTOW, R.; VAN DER WAAL, C. PRINS, H. H. T. Effects of simulated browsing on growth and leaf chemical properties in *Colophospermum mopane* saplings. **African Journal of Ecology**, New Jersey, v. 48, n. 1, p. 190-196, 2010.
- LABORIAU, L. G.; OLIVEIRA, J. C.; LABORIAU, F. M. L. S. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Veloso. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, p. 348-251, 1961.
- LORENZI, H.. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Plantarum, Nova Odessa, 2002. 290p.

MARES, M. A. Conservation in South America: problems, consequences and solutions. **Science**, Washington, v. 233, p. 734-739, 1986.

MATTSON, W. J. Jr. Herbivory in relation to plant nitrogen content. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 11, n. 1, p. 119-161, 1980.

MELO, M. G. G.; MENDES, A. M. S. **Jatobá *Hymenaea courbaril* L.** Informativo Técnico, Rede de Sementes da Amazônia, 2005. Disponível em: <http://www.rsa.ufam.edu.br:8080/sementes/especies/pdf>. Acessado em: 20 jan. 2009.

OLIVEIRA, J. G. L.; OLIVEIRA, J. T. S.; ABAD, J. J. M.; SILVA, A. G.; FIELDLER, N. C.; VIDAURE, G. B. Parâmetros quantitativos da anatomia da madeira de eucalipto que cresceu em diferentes locais. **Revista Ávore**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 559-567, 2012.

SANCHES, M. C., SILVA Jr, M. B., BARRETO, R. M. F., VIENA, L. M., AMORIM, RIBEIRO, S. P. Estudo comparativo do padrão de herbivoria sobre espécies de árvores com diferentes histórias de vida. In: **Relatórios de projetos desenvolvidos na disciplina NE313 - Tópicos em Ecologia de Campo II (Pesquisa em Dossel) do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, IB, UNICAMP** 2005. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/ne313/2005/>. Acessado em: 10 ago. 2009.

SCHLICHTING, C. D. The evolution phenotypic plasticity in plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 17, n. 1, p. 667-693, 1986.

SLANSKY, F. Jr; FEENY, P. Stabilization of the rate of nitrogen accumulation by larvae of the cabbage butterfly on wild and cultivated food plants. **Ecological Monographs**, v. 47, n. 2, p. 209-228, 1977.

THOMPSON, J. N. **The coevolutionary process**. University of Chicago Press, Chicago, 1994. 383p.

TRAW, M. B.; DAWSON, T. E. Differential induction of trichomes by three herbivores of black mustard. **Oecologia**, Zurich, v. 131, n. 4, p. 526-532, 2002.

VAN DAM, N. M.; HARE, J. D.; ELLE, E. Inheritance and distribution of trichome phenotypes in *Datura wrightii*. **Journal of Heredity**, Oxford, v. 90, n. 1, p. 220-227, 1999.

WOODMAN, R. L.; FERNANDES, G.W. Differential mechanical defense-herbivory, evapotranspiration, and leaf hairs. **Oikos**, Copenhagen, v. 60, n. 1, p. 11-19, 1991.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall, New Jersey, 1984. 718 p.