



# ALOCAÇÃO DE RECURSOS E SEUS EFEITOS NA HERBIVORIA EM *COPAIFERA LANGSDORFFII* (FABACEAE)

F. V. Costa

A.C.M. Queiroz; M.L.B. Maia; S.F. Antunes; C.O.R. Leal; R. Reis - Júnior; M. Fagundes

Universidade Estadual de Montes Claros, Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Biologia da Conservação, Av. Ruy Braga S/N, Vila Mauricéia, Campus Universitário Professor Darcy Ribeiro, Montes Claros, MG, Brasil - fecostabio@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Diferenças ecológicas entre espécies são devido às diferentes estratégias de aquisição e alocação de recurso (Westoby *et al.*, 2002). A maioria das espécies vegetais tem similares requerimentos de recursos para a produção de folhas, ramos, raízes e sementes. Entretanto, elas diferem na maneira do uso desses recursos e da realização de três principais funções-reprodução, defesa e crescimento (Bazzaz *et al.*, 1987). Cada uma dessas funções requer um complexo conjunto de recursos que incluem carbono, nitrogênio e fósforo que formam as diferentes estruturas. Variações no investimento de recursos ocorrem entre diferentes estruturas químicas, biomassa de diferentes órgãos e número de estruturas que a planta produz. Essa variação ocorre entre indivíduos ao longo do tempo, dentro e entre populações e, especialmente, entre espécies (Bazzaz *et al.*, 1987).

Quando os recursos são limitados, a planta precisa alocar diferencialmente suas reservas entre diferentes atividades competitivas e processos fisiológicos. Essa alocação diferencial é conhecida como *trade-off* ou demanda conflitante (Saikkonen *et al.*, 1998). Para a reprodução em plantas, a demanda conflitante é relativamente desconhecida (Reekie & Bazzaz 2005). Porém, existem evidências de que o desenvolvimento dos frutos pode diminuir ou até mesmo cessar o crescimento vegetativo da planta, por monopolizar todos os recursos disponíveis (Abrahamson & Caswell 1982).

Sabe-se que o *trade-off* entre o crescimento e a formação de estruturas de defesa em algumas espécies, provocam um desvio de recursos provenientes da produção de área foliar para defesa química (Bjorkman & Anderson 1990). Nesse caso, as plantas deslocam o carbono para a produção de compostos de defesa e apresentam menores taxas de herbivoria. As plantas estão sujeitas à perda de folhas ou biomassa através de processos ecológicos, como a herbivoria (Anten & Ackerly 2001). A herbivoria varia de acordo com a espécie vegetal e pode ocasionar uma perda média de até 30% da produção anual de folhas (Lowman 1992). Conseqüentemente, essa área foliar perdida por herbivoria pode reduzir o crescimento, a reprodução e a sobrevivência

da planta devido à perda de área fotossinteticamente ativa (Karban & Strauss 1993).

Teoricamente, a demanda conflitante na alocação de recursos para o crescimento, defesa e reprodução durante o ciclo de vida podem gerar variações anuais, com efeitos nos níveis tróficos superiores (Pedroni 1993). Um sistema que certamente possui *trade-off* na alocação de recursos são plantas com frutificação supra - anual em massa, pois investem ampla quantidade de energia para garantir o sucesso reprodutivo (Pedroni 1993). Assim, estas plantas provavelmente investem menos no crescimento vegetativo durante o ano de alta produção de frutos. Neste caso, as plantas deslocariam o carbono excedente para a produção de compostos de defesa e apresentariam menores taxas de herbivoria.

*Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae: Caesalpinioideae) é uma espécie arbórea que apresenta frutificação massiva e supra - anual (sensu Newstrom *et al.*, 1994), com anos de intensa produção de frutos, seguidos por anos de pouca ou nenhuma frutificação (Kelly 1994). Essa espécie apresenta a mais rica fauna de insetos galhadores da região neotropical (Costa *et al.*, no prelo) e uma alta diversidade de herbívoros (Almeida *et al.*, 2006). Plantas com esse tipo de frutificação provavelmente possuem uma demanda conflitante entre os diferentes processos fisiológicos, pois investem uma alta quantidade de recurso para garantir o sucesso reprodutivo e, assim, outras características como defesa química e crescimento podem receber um menor investimento em anos de reprodução (Pedroni 1993). Assim, este sistema possibilita o teste de hipóteses sobre alocação diferencial de recursos e seus efeitos nos níveis tróficos superiores.

## OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi testar a hipótese de que a frutificação em massa de *C. langsdorffii* afeta a alocação de recursos para o investimento vegetativo e defesa química e, conseqüentemente, provoca efeitos na herbivoria.

## MATERIAL E MÉTODOS

*Área de estudo:* O estudo foi realizado em uma área de Cerrado sentido restrito (16° 40'26" S e 43° 48'44" W) localizada em Montes Claros, norte do Estado de Minas Gerais. Fisionomicamente, essa área incluída na transição entre os domínios do Cerrado e da Caatinga (Rizzini 1997). O clima local é semi - árido, com estações secas e chuvosas bem definidas. A temperatura média anual é de 23° C e a precipitação é de aproximadamente 1.000 mm/ano, com chuvas concentradas principalmente nos meses de novembro a janeiro (Santos *et al.*, 2007).

*Amostragem:* Em maio de 2008, período que antecede a queda parcial das folhas da planta hospedeira, foram selecionados 35 indivíduos reprodutivos de *C. langsdorffii*. Em cada planta, dez ramos terminais de aproximadamente 30 cm foram coletados para se avaliar os efeitos decorrentes da alocação de recursos. Nesses ramos foram aferidas as seguintes características: concentração de taninos, como um indicativo da defesa química; biomassa vegetativa (ramos e folhas) e crescimento, atributos relacionados ao investimento vegetativo; biomassa reprodutiva (frutos) e número de frutos, indicativos da reprodução e, diversidade de galhas e taxa de herbivoria.

A concentração de taninos foi determinada em três amostras e nove repetições por planta, através da metodologia de difusão radial proposta por Hagerman (1987). Nos ramos coletados, toda a parte lenhosa, folhas e frutos foram separados e utilizados para a determinação do peso seco e biomassa. A riqueza de morfotipos e a abundância de galhas presentes nos mesmos ramos foram determinadas com base nas características morfológicas externas das galhas (morfotipagem). Por fim, a taxa de herbivoria foi determinada através da área foliar perdida em 30 folhas por planta através do software ImageJ.

*Análise dos dados:* Para testar o efeito da frutificação em massa na alocação de recursos para defesa e investimento vegetativo, foram realizadas análises independentes, nas quais as variáveis resposta foram biomassa de ramos, biomassa de folhas, crescimento vegetativo e concentração de taninos e, as variáveis explicativas, número e biomassa de frutos. Para verificar o efeito da concentração de tanino, crescimento e biomassa vegetativa sobre a riqueza e abundância de galhas foram realizadas análises nas quais as variáveis resposta foram riqueza e abundância de galhas e as variáveis explicativas, concentração de taninos, biomassa vegetativa e crescimento. Para verificar o efeito da concentração de taninos, biomassa e crescimento sobre a taxa de herbivoria foi construído um modelo no qual a variável resposta foi taxa de herbivoria e as variáveis explicativas foram concentração de taninos, biomassa vegetativa e crescimento. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R (R Development Core Team 2008). Foram utilizados modelos lineares generalizados (GLM) com a distribuição de erros adequada para cada variável resposta. Os modelos foram comparados com o modelo nulo, e o modelo mínimo adequado foi ajustado com a omissão dos termos não significativos. A adequação dos modelos foi testada através de análises de resíduos (Crawley 2007).

## RESULTADOS

Verificou - se que a riqueza e a abundância das galhas não foram influenciadas pela biomassa vegetativa, crescimento e concentração de taninos ( $p > 0.05$ ). Resultados similares foram observados por Almeida e colaboradores (2006) nos quais o crescimento e a biomassa vegetativa não influenciaram a riqueza e abundância de galhas. Segundo Feeny (1976), a constituição química da planta é um dos principais fatores responsáveis pela limitação na escolha do hospedeiro pelos herbívoros. Porém, para insetos galhadores associados a esse sistema, este fator foi insignificante. Segundo Hartley (1998) os insetos indutores de galhas dificilmente são afetados pela química da planta, pois têm a capacidade de utilizar os compostos de defesa produzidos pelo hospedeiro para sua própria defesa. Dessa forma, sugere - se que os insetos galhadores respondem a características nutricionais das plantas hospedeiras (Fagundes *et al.*, 2005).

Observou - se também que a taxa de herbivoria foi negativamente influenciada pela biomassa ( $p < 0.05$ ), sugerindo que quanto maior a biomassa, menor a herbivoria. Estudos consideram que uma das principais características das plantas que afetam a diversidade de insetos herbívoros, além da defesa química, seriam a qualidade e a disponibilidade de recursos oferecidos (Price 1991). Neste caso, uma alta disponibilidade do recurso poderia anular o efeito da predação, uma vez que, o efeito da herbivoria é mínimo quando comparado a quantidade de recurso disponível.

A frutificação em massa (biomassa e número de frutos) não afetou a alocação de recursos para defesa química (taninos) ( $p > 0.05$ ) e biomassa vegetativa (folhas e ramos) ( $p > 0.05$ ). Entretanto, a frutificação afetou positivamente o crescimento ( $p < 0.05$ ), resultado contrário ao esperado, pois era previsto que o investimento na frutificação desviasse recursos provenientes de atributos vegetativos como crescimento que, conseqüentemente, deveria sofrer um efeito negativo. Como a alocação de recursos para estruturas vegetativas está relacionada ao crescimento da planta, a duração da estação de crescimento termina somente quando ocorre o investimento na reprodução (Bazzaz *et al.*, 1987). Dessa forma, os efeitos decorrentes da reprodução na alocação de recursos provavelmente são tardios e, por isso, o crescimento observado (correspondente ao ano de intensa frutificação) não foi afetado.

## CONCLUSÃO

Nossos resultados indicam que dentro do mesmo ano não existe uma demanda conflitante entre reprodução, defesa e crescimento, como previsto pela hipótese testada. Como *Copaifera langsdorffii* apresenta frutificação supra - anual, sugere - se que variações na alocação de recursos e seus efeitos na herbivoria são processos que só poderão ser estabelecidos se considerarmos variações entre diferentes estações reprodutivas. (Agradecemos à Capes, Fapemig e Unimontes pela concessão de bolsa aos autores e ao Laboratório de Biologia da Conservação pelo apoio técnico e logístico).

## REFERÊNCIAS

- Abrahamson, W.G. & Caswell, H. On the comparative allocation of biomass, energy, and nutrients in plants. *Ecology*. 63: 982 - 991. 1982.
- Almeida, F.V.M.; Santos, J.C.; Silveira, F.A.O.; Fernandes, G. W. Distribution and frequency of galls induced by *Anisodiplosis waltheriae* Maia (Diptera: Cecidomyiidae) on the invasive plant *Waltheria indica* L. (Sterculiaceae). *Neotrop. entomol.* 35(4):435 - 439.2006.
- Almeida, G.I.D.; Leite, G.L.D.; Rocha, S.L.; Machado, M.M.L.; Maldonado, W.C.H. Fenologia e artrópodes de *Copaifera langsdorffii* Desf. no Cerrado. *Rev. Bras. de Plantas Medicinaiis.* 8(2): 64 - 70. 2006.
- Anten, N.P.R. & Ackerly, D.D. A new method of growth analysis for plants that experience periodic losses of leaf mass. *Funct. Ecol.* 15: 804 - 811. 2001.
- Bazzaz, F.A.; Chiariello, N.R.; Coley, P.D.; PItelka, L.F. Allocating resources to reproduction and defense. *BioScience.* 37(1): 58 - 67. 1987.
- Bjorkman, C. & Anderson, D.B. Trade off among antiherbivore defences in a South American blackberry (*Rubus bogotensis*). *Oecologia.* 85: 247 - 249. 1990.
- Costa, F.V.; Fagundes, M.; Neves, F.S. Arquitetura da planta e diversidade de galhas associadas à *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae). (no prelo).
- Crawley, M. J. *The R Book.* John Wiley & Sons. 942p. 2007.
- Fagundes, M.; Neves, F.; Fernandes, G.W. Direct and indirect interactions involving ants, insect herbivores, parasitoids, and the host plant *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae). *Ecol Entomol.* 30: 28 - 35. 2005.
- Feeny, P. Biochemical interaction between plants and insects. *Recent. Adv. Phytochem.* 10: 1 - 36. 1976.
- Hagerman, A. E. Radial diffusion method for determining tannin in plant extracts. *J. Chem. Ecol.* 13: 437 - 449. 1987.
- Hartley, S.E. The chemical composition of plant galls: are levels of nutrients and secondary compounds controlled by the gall - former? *Oecologia.* 113:492 - 501. 1998.
- Karban, R. & Strauss, S.Y. Effects of herbivores on growth and reproduction of their perennial host, *Erigeron glaucus*. *Ecology.* 74: 39 - 46. 1993.
- Kelly, D. The evolutionary ecology of mast seeding. *Trends Ecol. Evol.* 9: 465 - 470. 1994.
- Lowman, M.D. Leaf growth dynamics and herbivory in five species of Australian rain - forest canopy trees. *J. Ecol.* 80: 433-447. 1992.
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W.; Baker, H.G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica.* 26:141 - 159. 1994.
- Pedroni, F. Ecologia da Copaiba (*Copaifera langsdorffii* Desf., Caesalpiniaceae) na Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, SP. Tese de Mestrado em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas, Unicamp. 143p. 1993.
- Price, P. W. The plant vigor hypothesis and herbivore attack. *Oikos.* 62(2): 244 - 251. 1991.
- R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.rproject.org>.
- Reekie, E.G. & Bazzaz, F.A. Reproductive effort in plants: Carbon allocations to reproduction. *Am. Nat.* 129:876 - 896. 1987.
- Rizzini, C. T. Tratado de Fitogeografia do Brasil: Aspectos Ecológicos, Sociológicos Florísticos. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural. 747p. 1997.
- Santos, R.M.; Vieira, F.A.; Fagundes, M.; Nunes, Y.R.F.; Gusmão, E. Riqueza e Similaridade Florística de Oito Remanescentes Florestais no Norte de Minas Gerais. *Rev. Árvore.* 31:135 - 144. 2007.
- Saikkonen, K.; Koivunen, S.; Vuorisalo, T.; Mutikainen, P. Interactive effects of pollination and heavy metals on resource allocation in *Potentilla anserina* L. *Ecology.* 79: 1620 - 1629. 1998.
- Westoby, M.; Falster, D. S.; Moles, A. T.; Veski, P.A.; Wright, I.J. Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. *Annu. Rev. of Ecol. Syst.* 33:125-59. 2002.