



# PLASTICIDADE FENOTÍPICA EM LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS ENDÊMICAS DE CAMPO RUPESTRE, NO CONTEXTO DA REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS QUARTZÍTICAS

Daniel Negreiros

G. Wilson Fernandes; Fernando A. O. Silveira; Ângelo M. O. Paiva

Ecologia Evolutiva e Biodiversidade/DBG, ICB/Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antonio Carlos 6627, CP 486, 30161 - 970 Belo Horizonte, MG, Brasil. dnapbr@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

Um importante ecossistema conhecido como campo rupestre predomina nas cotas altas da Cadeia do Espinhaço, no sudeste brasileiro. Os campos rupestres ocorrem geralmente em altitudes superiores a 900m, em relevo movimentado, sobre afloramentos rochosos, com solo arenoso, fino ou cascalhento, raso, ácido, pobre em nutrientes e matéria orgânica e com baixa capacidade de retenção de água (Negreiros *et al.*, 2008). Os campos rupestres são reconhecidos por sua grande riqueza em espécies e endemismos (Giulietti *et al.*, 1997). Não obstante sua alta biodiversidade e importância conservacionista, muitas espécies de campo rupestre estão em vias de extinção, em razão da pequena área que ocupam e da forte ação antrópica que vêm sofrendo (Menezes & Giulietti, 2000).

O campo rupestre é um ecossistema extremamente frágil e de baixa resiliência. Uma vez rompido o delicado elo desta vegetação com o ambiente edáfico, parece haver poucas chances de ocorrer uma regeneração espontânea. Ravinas, sulcos e voçorocas resultantes das práticas minerárias podem ser observadas em grande número nesse ecossistema (Menezes & Giulietti, 2000). Na revegetação de áreas degradadas deve ser empregada exclusivamente espécies autóctones. No entanto, estudos enfocando o desenvolvimento de espécies nativas de campo rupestre são ainda inexistentes, o que dificulta enormemente a utilização das mesmas em programas de revegetação em áreas deste ecossistema.

A seleção de espécies adaptadas é uma etapa fundamental quando se busca revegetar uma área degradada (Bradshaw, 2000). A característica central das espécies de plantas adaptadas a ambientes de baixa disponibilidade de recursos, como os campos rupestres, é sua inerente lenta taxa de crescimento, mesmo quando providas com ótimos níveis de suprimentos (Arendt 1997). Tais espécies também tendem a responder relativamente pouco a variações na disponi-

bilidade de recursos, apresentando uma baixa plasticidade fenotípica (Chapin *et al.*, 1986; 1993). Essas características são coletivamente chamadas de “síndrome de resistência ao estresse”.

As leguminosas constituem uma das famílias de plantas mais ricas em espécies nos campos rupestres (Giulietti *et al.*, 1997). Diversos trabalhos têm enfatizado o emprego de leguminosas visando a proteção da superfície do solo, o aumento da capacidade de retenção de água no solo e, principalmente, a melhoria da fertilidade do solo resultante da associação com microrganismos fixadores de nitrogênio. Neste sentido, a importância de estudos envolvendo o desempenho de leguminosas em substratos quartzíticos é indicada tanto pelo generalizado emprego de leguminosas na reabilitação de áreas degradadas, quanto pela representatividade desta família nos campos rupestres.

## OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo a avaliação das respostas de crescimento de quatro espécies de leguminosas a diferentes níveis de fertilidade do substrato. Foi testada a hipótese de que as quatro espécies estudadas apresentam uma baixa plasticidade fenotípica. Plantas de espécies adaptadas a ambientes nutricionalmente pobres tendem a responder relativamente pouco a variações nas condições de fertilidade do substrato em que são crescidas (Bloom *et al.*, 1985; Chapin *et al.*, 1986, 1993). Portanto, espera-se que o desempenho de crescimento e as tendências na partição de biomassa das espécies estudadas apresentem pouca variação em substratos de fertilidade contrastantes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Local de Estudo

O presente estudo foi conduzido em casa de vegetação localizada na Reserva Natural Particular Vellozia (19°16'S, 43°35'W), Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. O clima da região é classificado como mesotérmico, Cwb segundo classificação de Köppen, ocorrendo invernos secos e verões chuvosos, com uma precipitação média anual de 1500mm e temperatura média de 17,4-19,8°C (Galvão & Nimer, 1965). Espécies estudadas

*Collaea cipoensis* Fortunato (Papilionoideae) é um arbusto endêmico da Serra do Cipó, que pode atingir de 2 a 4 m de altura, encontrado em geral em áreas abertas de campo rupestre, próximas a cursos d'água. *Calliandra fasciculata* Benth. var. *bracteosa* (Bentham) Barneby (Mimosoideae), é um arbusto endêmico das cotas altas do norte e centro de Minas Gerais que mede de 0,4 a 2 m de altura e ocorre ao longo da crista da Cadeia do Espinhaço, geralmente em afloramentos rochosos, nas encostas rochosas das margens de riachos. *Chamaecrista ramosa* (Vog.) var. *parvifoliola* (Irwin) Irwin & Barneby (Caesalpinioideae) é um arbusto que atinge 0,3 a 0,8m de altura. Embora possua distribuição ampla, ocorre em áreas montanhosas, principalmente em solos arenosos, em campos pedregosos e afloramentos rochosos de cerrado. *Mimosa foliolosa* Benth. subsp. *pachycarpa* (Bentham) Barneby var. *pachycarpa*. (Mimosoideae) é um arbusto endêmico das elevações da Cadeia do Espinhaço, que atinge de 0,4 a 0,7m de altura. Ocorre em solos arenosos de campo rupestre e nas bordas de afloramentos de arenito. Crescimento de plântulas em substratos com fertilidades contrastantes

Um experimento de crescimento de plantas foi estabelecido em casa de vegetação em dezembro de 2002, para o teste da hipótese. As plantas foram arranjadas em delineamento totalmente casualizado (4 espécies *imes* 2 tratamentos de substratos *imes* 5 repetições) com uma planta por repetição. Os substratos utilizados para o crescimento das plantas foram elaborados para fornecer condições de fertilidade contrastantes. O substrato utilizado no tratamento denominado "infértil" foi obtido em um subsolo arenoso quartzítico, em uma área degradada de 0,2ha de extensão, adjacente ao local de estudo na Serra do Cipó. O solo coletado foi utilizado para o enchimento de sacos de polietileno opacos com capacidade de três litros. O substrato utilizado no tratamento denominado "fértil" foi composto por partes iguais de terra de subsolo, turfeira e um composto orgânico (esterco equino e serragem, 1:1). Para correção de acidez e enriquecimento nutricional, foi adicionado 2 litros de calcáreo dolomítico e 1 litro de NPK (4:14:8) em 360 litros de substrato. O composto resultante foi utilizado para o enchimento dos sacos, como referido anteriormente. Os substratos infértil e fértil apresentaram respectivamente, 0,8 e 11,7% de matéria orgânica; 0,1 e 99,0mg.dm<sup>-3</sup> de P; 9,0 e 306,0 mg.dm<sup>-3</sup> de K; 0,1 e 6,9cmolc.dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 0,01 e 3,6 cmolc.dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 93,9 e 0,0% de saturação de alumínio. A casa de vegetação experimental foi coberta por tela de sombrite que proporcionou 50% de sombreamento. As plantas receberam irrigação por micro aspersão, durante 15 minutos, três vezes ao dia, totalizando 17,5mm de água por dia.

Para a avaliação da velocidade de crescimento, foram feitas medições não destrutivas nas plantas no início e fim do

experimento (três e 52 semanas após o semeio, respectivamente), sendo calculada a taxa de crescimento relativo (TCR) para este intervalo, conforme Hunt (1982). Nessas duas datas foram registrados o comprimento do ramo principal, o diâmetro do coleto e o número total de folhas, em cada planta. Para avaliar o desempenho de crescimento das plantas, ao final do experimento também foram registrados o número total de ramificações e o índice de volume de copa, calculado pelo produto de três medidas perpendiculares entre si (dois eixos horizontais e um vertical). A produção de biomassa de raiz, caule e folhas também foi registrada para cada planta, ao final do experimento. Com esta finalidade, procedeu-se à coleta destrutiva de biomassa, sendo que para a obtenção de raízes, procedeu-se à cuidadosa lavagem das mesmas com água sobre peneira de malha de 2mm, até a remoção completa das partículas de substrato aderidas às raízes. Para avaliação da partição de biomassa entre os órgãos da planta, foram calculados parâmetros derivados dos valores obtidos de biomassa seca dos componentes das plantas (raiz, caule e folhas), conforme Hunt (1982). Para testar a hipótese da baixa plasticidade fenotípica, em cada espécie estudada foram comparados, entre os dois tratamentos de fertilidade, os valores apresentados pelas plantas ao final do experimento nas dimensões alcançadas, na proporção de alocação de biomassa e nas taxas de crescimento relativo. A maioria das variáveis amostradas não apresentou distribuição normal, tendo sido utilizado o teste não paramétrico de Mann - Whitney para comparações entre tratamentos em cada espécie (Conover, 1980).

## RESULTADOS

Vários atributos medidos em plantas de um ano de idade de *Co. cipoensis* foram significativamente menores sob as condições do tratamento infértil em relação ao fértil. Os valores médios apresentados por esta espécie, expressos como a razão entre os dois tratamentos (infértil/fértil) foram: diâmetro do coleto (0,6); índice de volume de copa (0,1); número de folhas (0,3); número de ramificações (0,3); biomassa seca total (0,3); biomassa seca foliar (0,4); biomassa seca caulinar (0,2); biomassa seca radicular (0,4); razão de massa caulinar (0,8); TCR em diâmetro do coleto (0,8) e TCR em número de folhas (0,7). Não houve diferença significativa entre os tratamentos no comprimento do ramo principal, na razão raiz/ramo, na alocação de biomassa para as raízes e folhas, e nas taxas de crescimento relativo em comprimento do ramo.

As plantas de *Ca. fasciculata* apresentaram em vários atributos medidos, valores significativamente menores no tratamento infértil em relação ao fértil. A razão entre as médias dos tratamentos infértil/fértil foi: comprimento do ramo (0,6); diâmetro do coleto (0,5); índice de volume de copa (0,1); número de folhas (0,4); biomassa seca total (0,2); biomassa seca foliar (0,2); biomassa seca caulinar (0,2); biomassa seca radicular (0,2); TCR em diâmetro do coleto (0,6) e TCR em número de folhas (0,7). Por outro lado, não apresentaram variações entre os tratamentos, no número de ramificações, nas proporções de biomassa alocada para raízes, caules e folhas, bem como na taxa de crescimento relativo em comprimento de ramo.

De maneira geral, as condições contrastantes de fertilidade do substrato não afetaram o desenvolvimento das plantas de *Ch. ramosa*. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos em nenhuma variável alométrica medida e nas taxas de crescimento relativo em diâmetro do coleto e número de folhas. Por outro lado, houve diferenças significativas nos parâmetros de partição de biomassa, sendo a razão entre as médias dos tratamentos infértil / fértil de: razão raiz / ramo (1,6); razão de massa radicular (1,4); razão de massa caulinar (0,8); razão de massa foliar (1,3). Além disso, esta espécie apresentou no tratamento infértil uma maior taxa de crescimento relativo em comprimento do ramo (razão infértil/fértil de 1,2).

As plantas de *M. foliolosa* apresentaram reduções significativas em alguns atributos medidos no tratamento infértil. Nesses atributos, a razão entre as médias dos tratamentos infértil/fértil foi: comprimento do ramo (0,6); diâmetro do coleto (0,7); biomassa seca caulinar (0,2) e razão de massa caulinar (0,5). Por outro lado, esta espécie alocou mais biomassa para as folhas (razão infértil/fértil de 1,7). Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos no volume de copa, no número de folhas, nas biomassas secas de raízes e folhas, na razão raiz/ramo, na razão de massa radicular e nas taxas de crescimento relativo.

As duas espécies normalmente associadas a cursos d'água (*Co. cipoensis* e *Ca. fasciculata*) demonstraram maior sensibilidade à qualidade nutricional do substrato, visto que atingiram tamanhos e biomassas consideravelmente inferiores no substrato infértil. Por outro lado, entre as duas espécies com ocorrência em locais mais xéricos, *Ch. ramosa* mostrou - se insensível às condições de fertilidade do substrato, não apresentando variação significativa entre os tratamentos na maioria dos atributos medidos. A fertilidade do substrato influenciou parcialmente a performance de *M. foliolosa*, tendo sido observada no tratamento infértil em geral uma redução significativa apenas nos atributos relacionados ao caule.

Embora seja caracterizado por um solo extremamente oligotrófico, a maioria das espécies lenhosas nativas do cerrado sensu stricto são capazes de responder positivamente à correção de acidez e fertilização do solo, tanto em condições de campo quanto em casa de vegetação (Haridasan, 2000). Todavia, pelo menos em relação à flora de campo rupestre, tal insensibilidade à fertilidade do solo pode ocorrer em algumas espécies, como constatado no presente estudo de maneira evidente em *Ch. ramosa*.

Tendo em vista as características extremamente adversas do substrato infértil, a simples sobrevivência e crescimento das plantas nestas condições já são indicativos de uma razoável capacidade de resistência a estresses nutricionais. Portanto, há indicações de que as espécies testadas neste trabalho são potencialmente aptas a comporem programas de revegetação com fins de reabilitação de áreas quartzíticas degradadas.

Há indicações de que as espécies de distribuição restrita apresentem vantagem competitiva apenas dentro dos limites de seu habitat (de Lange & Norton, 2004). Analogamente, a pobreza nutricional do solo tende a favorecer apenas as espécies adaptadas a estresse nutricional (Morghana

& Seastedt, 1999). Embora algumas espécies endêmicas tenham mostrado melhor performance no substrato mais fértil, um solo relativamente rico em condições de campo seria provavelmente desvantajoso para as mesmas, visto que espécies alóctones competitivas ou ruderais facilmente iriam sobrepujá - las rapidamente em produtividade e número de descendentes. Em geral, a flora associada a solos quartzíticos (ácidos e pobres) apresenta maior riqueza em espécies e endemismos que áreas adjacentes de maior fertilidade (Matthews *et al.*, 1993) e o aumento artificial da fertilidade do solo geralmente tem como consequência a redução da diversidade de espécies (Gough & Marrs, 1990). Portanto, é argumentado aqui que na revegetação de áreas quartzíticas degradadas, a correção da acidez e a fertilização do solo deva ser feita de forma controlada e apenas minimamente, de modo a deixar a área a ser revegetada com características químicas semelhantes às naturalmente encontradas nos solos de campo rupestre. Dessa forma, contrariando a prática tradicional de restauração de áreas degradadas, a manutenção das condições edáficas adversas nas áreas a serem revegetadas serviria como uma forma de prevenção contra a colonização destas áreas por espécies invasoras alóctones. Uma alternativa para a reabilitação destas áreas seria a revegetação das mesmas através do transplante de mudas de espécies nativas produzidas em viveiros. Leguminosas plantadas desta forma poderiam atuar como plantas - berçário, facilitando o processo de recolonização por outras espécies através da melhoria das condições edáficas físicas, químicas e biológicas (Temperton *et al.*, 2007).

## CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que embora a baixa plasticidade fenotípica possa não ser uma característica tipicamente exibida pelas espécies de plantas dos campos rupestres, há indicações de que pelo menos parte de sua flora apresente este aspecto da síndrome de resistência ao estresse. Em um senso absoluto, nenhuma espécie apresentou variações entre os tratamentos em todos os atributos amostrados, do mesmo modo que nenhuma apresentou performances idênticas nas duas condições de fertilidade. Porém, tendo em vista a enorme diferença entre as propriedades dos substratos, seriam esperadas performances muito distintas no desempenho de crescimento de *Ch. ramosa* e *M. foliolosa*. Portanto, a hipótese que prediz uma baixa resposta a variações na fertilidade do solo foi aceita apenas para *Ch. ramosa* e *M. foliolosa*, pois foram as espécies que apresentaram a menor plasticidade fenotípica.

Diante do quadro da crescente fragmentação das áreas de campo rupestre ocasionada pela expansão descontrolada do turismo, especulação imobiliária e construção de estradas, torna - se urgente o estabelecimento de estratégias que conciliem a necessidade de revegetação das áreas degradadas com a manutenção da integridade florística do campo rupestre.

(Agradecimentos a C. Lousada e M.N.A. Pereira pelo apoio no campo e laboratório, a J.R. Pirani pela identificação das espécies, e à CAPES, CNPq (309633/2007 - 9, 476178/2008 - 8) e FAPEMIG (CRA 583/03, 697/06, EDT - 465/07,

APQ - 01278/08) pelo apoio financeiro em todas etapas do trabalho).

## REFERÊNCIAS

- Arendt, J.D. Adaptive intrinsic growth rates: an integration across taxa. *Quart. Rev. Biol.*, 72: 149 - 177, 1997.
- Bloom, A.J., Chapin, F.S.III, Mooney, H.A. Resource limitation in plants-an economic analogy. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 16: 363 - 392, 1985.
- Bradshaw, A.D. The use of natural processes in reclamation-advantages and difficulties. *Landsc. Urban Plann.*, 51: 89 - 100, 2000.
- Chapin, F.S.III, Vitousek, P.M., Van Cleve, K. The nature of nutrient limitation in plant communities. *Am. Nat.*, 127: 48 - 58, 1986.
- Chapin, F.S.III, Autumn, K., Pugnaire, F. Evolution of suites of traits in response to environmental stress. *Am. Nat.*, 142(supp.): S78 - S92, 1993.
- Conover, W.J. *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley & Sons, New York, 1980, 493p.
- de Lange, P.J., Norton, D.A. The ecology and conservation of *Kunzea sinclairii* (Myrtaceae), a naturally rare plant of rhyolitic rock outcrops. *Biol. Conserv.*, 117: 49 - 59, 2004.
- Galvão, M.V., Nimer, E. Clima. In: IBGE (ed.). *Geografia do Brasil - Grande Região Leste*. IBGE, Rio de Janeiro, 1965, p.91 - 139.
- Giulietti, A.M., Pirani, J.R., Harley, R.M. Espinhaço range region, eastern Brazil. In: Davis, S.D.; Heywood, V.H.; Herrera - MacBryde, O.; Villa - Lobos, J.; Hamilton, A.C. (eds.). *Centres of Plant Diversity: A Guide and Strategy for their Conservation*. Vol.3, WWF/IUCN, Cambridge, 1997, p.397 - 404.
- Gough, M.W., Marrs, R.H. A comparison of soil fertility between semi - natural and agricultural plant communities: implications for the creation of species - rich grassland on abandoned agricultural land. *Biol. Conserv.*, 51: 83 - 96, 1990.
- Haridasan, M. Nutrição mineral das plantas nativas do cerrado: grupos funcionais. In: Cavalcanti, T.B.; Walter, B.T.M. (eds.). *Tópicos Atuais em Botânica*. SBB/Embrapa. Brasília, 2000, p.159 - 164.
- Hunt R. *Plant Growth Curves. The Functional Approach to Plant Growth Analysis*. Edward Arnold, London, 1982, 248p.
- Matthews, W.S., van Wyk, A.E., Bredenkamp, G.J. Endemic flora of the north - eastern Transvaal Escarpment, South Africa. *Biol. Conserv.*, 63: 83 - 94, 1993.
- Menezes, N.L., Giulietti, A.M. Campos rupestres. In: Mendonça M.P.; Lins L.V. (eds.). *Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais*. Fundação Biodiversitas, Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2000, p.65 - 73.
- Morghan, K.J.R., Seastedt, T.R. Effects of soil nitrogen reduction on nonnative plants in restored grasslands. *Restor. Ecol.*, 7: 51 - 55, 1999.
- Negreiros D., Moraes M.L.B., Fernandes G.W. Caracterização da fertilidade dos solos de quatro espécies de leguminosas de campos rupestres, Serra do Cipó, MG, Brasil. *J. Soil Sc. Plant Nut.*, 8: 30 - 39, 2008.
- Temperton, V.M., Mwangi, P.N., Scherer - Lorenzen, M., Schmid, B., Buchmann, N. Positive interactions between nitrogen fixing legumes and four different neighbouring species in a biodiversity experiment. *Oecologia*, 151: 190 - 205, 2007.