

# Aspectos nutricionais em *Baccharis concinna* (Asteraceae), espécie endêmica e ameaçada da Serra do Espinhaço, Brasil

Geraldo W. Fernandes<sup>1,2,4</sup>, Luiz H. O. Rodarte<sup>2</sup>, Daniel Negreiros<sup>1</sup> & Augusto C. Franco<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ecologia Evolutiva e Biodiversidade /DBG, ICB/Universidade Federal de Minas Gerais, CP 486, Belo Horizonte, MG, 30161-970.

<sup>2</sup> Planta Tecnologia Ambiental, Rua Martim de Carvalho 549, Belo Horizonte, MG, 30190-120.

<sup>3</sup> Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, caixa postal 04457, Brasília, DF, 70919-970

<sup>4</sup> Autor para correspondência

## Abstract

**Nutritional aspects of *Baccharis concinna* (Asteraceae), a threatened and endemic species of the Espinhaço Mountain Range, Brazil.** The growth and development of a given plant species under its natural environment is highly influenced by the nutrient availability in the soil. Although much is known about the nutritional requirements of agricultural species, the knowledge on the nutritional needs of wild species and their correlation with the available nutrients and physico-chemical properties of the soil is still rudimentary. This knowledge is crucial for the development of conservation and management of species under extinction threats. *Baccharis concinna* Barroso (Asteraceae) is a dioecious shrub, endemic and threatened species originally described for two disjunct areas in the Espinhaço mountains in southeast Brazil. The goal of this study was to describe the physico-chemical properties of the soils in which the plant is found and to perform the first analysis of the nutrient content in the shoot tissues of this species in an attempt to find possible positive correlations between soil and tissue nutrient availability. Six populations of *B. concinna* in Serra do Cipó, MG were studied. At each site we sampled soils and collected shoot samples of three male and three female plants for the nutritional analysis. The soils under *B. concinna* were acid, nutrient poor and with a high content of aluminium. Nutrient content in the soil and in the tissues varied among the populations sampled. No relationship was found between the availability of nutrients in the soil and that in the *B. concinna* tissues. These results indicate that *B. concinna* may be a species without strong nutritional requirements that adapt well on soils with low nutritional quality.

**Keywords:** dioecy, plant development, plant nutrition, plant soil relationship, Serra do Cipó

## Introdução

O desenvolvimento e o desempenho das plantas são profundamente afetados pela disponibilidade e teores de macro e micronutrientes no solo (Denslow et al., 1987; Vitousek et al., 1993). Nas várias expressões de vegetação herbácea das áreas elevadas dos campos de altitude e rupestre do Brasil, a deficiência de nutrientes no solo é uma constante (Ribeiro & Fernandes, 2000; Marques et al., 2002; Benites et al., 2003), podendo estar associada às expressões máximas de toxidez de alumínio e episódicas ou estacionais deficiências de água e oxigênio (Eiten, 1972; Goodland & Ferri, 1979). Os campos rupestres da Serra do Espinhaço são conhecidos por apresentarem solos quase sempre rasos, arenosos e pedregosos, derivados do quartzito, que podem variar em drenagem e conteúdo de húmus sobre distâncias de poucos centímetros (Ribeiro & Fernandes, 2000).

A cobertura vegetal influencia marcadamente os níveis de fertilidade dos solos em ecossistemas naturais (Jordan, 1985; Cuevas & Medina, 1986; Medina & Cuevas, 1989; Hall & Matson, 2003). Por outro lado, os teores de macro e micro-

nutrientes nos tecidos das plantas refletem de inúmeras maneiras as condições do meio biótico e abiótico em que se encontram (Herms & Mattson, 1992). Desta forma, a qualidade nutricional das plantas e sua distribuição sobre o mosaico de solos podem influenciar os elos tróficos seguintes. Por exemplo, a distribuição de galhas de insetos apresenta uma distribuição modelada tanto pela qualidade nutricional da planta quanto por fatores abióticos do ambiente (Fernandes & Price, 1988; 1991; Fernandes et al., 2005).

A fertilidade dos solos pode também influenciar na segregação espacial dos sexos em plantas dióicas (Freeman et al., 1976). Plantas femininas ocupariam habitats mais úmidos e ricos em nutrientes, devido ao maior custo na frutificação, enquanto que plantas masculinas ocupariam habitats relativamente mais xéricos e deficientes em nutrientes, visto que não alocariam energia além da floração (Wallace & Rundel, 1979; Herms & Mattson, 1992). Desta maneira, seria esperado que plantas femininas apresentassem maiores teores de nutrientes do que plantas masculinas.

*Baccharis concinna* Barroso (Asteraceae) é uma espécie dióica, endêmica (Barroso, 1976) e ameaçada da Cadeia do Espinhaço (Mendonça & Lins, 2000), sendo descrita apenas para a Serra do Cipó e Diamantina em Minas Gerais, no sudeste do Brasil. Esta espécie possui de 0,5 a 1 m de altura, é bastante ramificada, com ramos angulosos e muitas glândulas. As folhas possuem um aspecto viscoso devido à alta densidade de

Received: 08.VII.05

Accepted: 10.XII.07

Distributed: 30.IV.08

glândulas; medem de 1 a 2 cm de comprimento e 3 a 6 mm de largura; são obovadas, com ápice denteado (Barroso, 1976). Observações casuais têm mostrado que esta espécie ocorre com frequência em áreas degradadas quartzíticas. Ocorre também em campos limpos circundados por afloramentos rochosos. Embora alguns aspectos da distribuição e genética desta espécie tenham sido abordados (Marques et al., 2002; Gomes et al., 2004), estudos das relações entre *B. concinna* e o ambiente físico das áreas em que elas ocorrem são de fundamental importância na reabilitação, conservação e manejo adequado dessas áreas. No presente trabalho descrevemos pela primeira vez as condições físico-químicas dos solos de ocorrência de *B. concinna* e sua relação com o status nutricional de plantas masculinas e femininas, postulando que os teores de nutrientes nos tecidos dessas plantas responderiam às variações na disponibilidade de nutrientes do solo e que plantas femininas apresentariam maior conteúdo nutricional do que plantas masculinas.

## Material e Métodos

### Local de Estudo

O estudo foi realizado na Serra do Cipó, localizada na porção central do Estado de Minas Gerais, fazendo parte da Cadeia do Espinhaço. A área de estudo apresenta altitudes com cotas variando entre 1000 e 1400 m (19°12'-19°20'S e 43°30'-43°40'W). O clima é do tipo mesotérmico, com invernos secos e verões chuvosos, temperatura média entre 17,4 e 19,8°C e precipitação anual em torno de 1500 mm (Galvão & Nimer, 1965). As amostras de solo e plantas foram coletadas ao longo da rodovia MG 010, entre os quilômetros 103 e 120 (Tabela 1). O relevo das áreas amostradas variou de plano a ondulado e o uso atual das áreas é de reserva de fauna e flora.

### Solos

Durante a estação seca, foi coletada uma amostra de solo na profundidade de 0 a 20 cm, em cinco pontos de cada uma das seis populações de *B. concinna*, totalizando cinco amostras por população. As amostras foram secadas à sombra, e a seguir foram encaminhadas para análise de fertilidade. Para a análise granulométrica foi coletada apenas uma amostra de solo por população.

A análise granulométrica dos solos (frações areia grossa, areia fina, silte e argila) foi realizada conforme EMBRAPA (1997). O pH em água foi medido utilizando-se as proporções 1:2,5 (v/v) de solo:solução. O teor de carbono orgânico foi determinado pelo método de Walkley-Black. Os cátions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  trocáveis foram extraídos por solução de KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup> e determinados no extrato os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  por espectrofotometria de absorção atômica e os teores de  $\text{Al}^{3+}$  por titulação com NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup>, conforme Silva et al. (1999). O teor de P e K foram extraídos por solução Mehlich 1 e determinados por espectrofotometria (Silva et al., 1999). A acidez potencial (H+Al) foi extraída por solução de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> em pH 7,0 e determinada por titulação alcalimétrica do extrato (Silva et al., 1999). O nitrogênio foi extraído por digestão em mistura de  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{NaSO}_4$  e determinado por titulometria com HCl 0,01N (EMBRAPA, 1997). A soma de bases (SB), CTC efetiva (t), saturação de alumínio (m) e saturação de bases (V) foram calculadas, res-

pectivamente, segundo as expressões:  $\text{SB} = (\text{K} + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ ;  $t = \text{SB} + \text{Al}^{3+}$ ;  $m = 100 \cdot \text{Al} / t$ ;  $V = 100 \cdot \text{SB} / \text{SB} + (\text{H} + \text{Al})$  (Alvarez Venegas et al., 1999).

Os valores observados para cada variável foram comparados entre as populações através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, tendo em vista que os dados não apresentaram distribuição normal (Zar, 1984).

### Plantas

Em cada população de *B. concinna* foram coletadas três amostras de plantas masculinas e três amostras de plantas femininas. Cada amostra foi composta de dez ramos selecionados aleatoriamente dentre os ramos em brotação com pelo menos 15 cm de comprimento, coletados em cinco indivíduos do mesmo sexo escolhidos aleatoriamente. As amostras foram secadas em estufa a 50°C durante 48 horas, sendo em seguida pulverizadas e encaminhadas para análise.

As amostras foram analisadas quanto à porcentagem de N, P, K, Mg, C e S. O nitrogênio foi extraído pelo processo de digestão de Kjeldahl. Os teores de P, K, S e Mg foram determinados após digestão nítrico-perclórica das amostras. O fósforo foi determinado por colorimetria, o potássio por fotometria de chama, o enxofre e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica (Sarruge & Haag, 1974).

Os valores dos nutrientes nas amostras de plantas foram comparados entre as populações através do teste de Kruskal-Wallis e entre sexos através do teste de Mann-Whitney tendo em vista que os dados não apresentaram distribuição normal (Zar, 1984). As correlações entre a qualidade nutricional dos solos e dos ramos de *B. concinna* foram analisadas através do teste não-paramétrico de Mann-Whitney e coeficiente de Spearman, tendo em vista que estes também não apresentaram distribuição normal (Zar, 1984).

## Resultados

A classificação pedológica das seis áreas de estudo é apresentada na Tabela 1. As áreas quartzíticas onde foram encontradas populações de *B. concinna* apresentam alta capacidade de drenagem e com solos variando de 20 a mais de 200 cm de profundidade. Os resultados da análise granulométrica das amostras de solos coletados nas seis populações de *B. concinna* revelaram que estes são areno-siltosos (Tabela 2).

Os solos coletados nas áreas de distribuição das populações de *B. concinna* são de baixa fertilidade. Os valores de cálcio, magnésio, fósforo, potássio, SB, CTC, e V podem ser considerados baixos em comparação com classificação dos valores nutricionais dos solos do Estado de Minas Gerais fornecida por Alvarez Venegas et al. (1999) (Tabela 3). Os solos também foram considerados fortemente ácidos, com altos teores de alumínio, altos índices de saturação de alumínio e altos valores de acidez potencial (H + Al). As áreas estudadas diferiram significativamente entre si nos valores de carbono, nitrogênio, fósforo, cálcio, alumínio, H+Al, SB, CTC, V, e saturação de alumínio do solo (Tabela 3). Apenas não foram encontradas diferenças significativas no pH e nos teores de magnésio e potássio entre as populações de *B. concinna* amostradas.

Os teores de nutrientes nos tecidos das plantas masculinas e femininas não variaram significativamente ( $p > 0,05$ ). Desta forma,

**Tabela 1** - Classificação pedológica e caracterização das áreas de ocorrência de seis populações de *B. concinna* na Serra do Cipó, Brasil.

Local	Classificação*	Drenagem**	Profundidade	Vegetação Atual	Relevo	Substrato
Km 103	Areia quartzosa	+++	Acima de 200 cm	Borda ciliar	Plano	Quartzito
Km 104	Cambissolo	+	115 cm	Cerrado	Ondulado	Quartzito
Km 106	Litólico	++	50 cm	Cerrado	Ondulado	Quartzito
Km 115	Areia quartzosa	+++	Acima de 200 cm	Borda ciliar	Suave ondulado	Quartzito
Km 117	Cambissolo	+	30 cm	Campo limpo	Ondulado	Micaxisto e quartzito
Km 120	Litólico	++	20 cm	Campo rupestre	Suave ondulado	Quartzito

\* Segundo Camargo et al. (1996).

\*\* Graus de drenagem: + = bem drenado; ++ = acentuadamente drenado; +++ = excessivamente drenado.

**Tabela 2** - Caracterização granulométrica dos solos de ocorrência de seis populações de *B. concinna* na Serra do Cipó, Brasil.

População	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
	(%)			
Km 103	5,0	49,0	37,0	9,0
Km 104	3,5	58,5	28,0	10,0
Km 106	4,5	60,0	27,5	8,0
Km 115	13,0	43,0	32,0	12,0
Km 117	10,0	19,0	39,5	31,5
Km 120	1,5	60,5	33,0	5,0

**Tabela 3** - Caracterização química dos solos de ocorrência de seis populações de *B. concinna* na Serra do Cipó, Brasil.

	Localização e altitude						Kruskal-Wallis	p
	Km 103 1000m	Km 104 1100m	Km 106 1150m	Km 115 1200m	Km 117 1300m	Km 120 1400m		
pH (H <sub>2</sub> O)	4,58±0,03	4,40±0,12	4,38±0,11	4,16±0,06	4,28±0,13	4,59±0,10	11,01	NS
Carbono (dag kg <sup>-1</sup> )	0,42±0,07	1,53±0,19	1,76±0,28	1,98±0,26	1,66±0,40	0,47±0,05	19,75	0,001
Nitrogênio (dag kg <sup>-1</sup> )	0,03±0,01	0,13±0,02	0,16±0,03	0,17±0,02	0,16±0,04	0,04±0,00	19,34	0,002
Fósforo (mg dm <sup>-3</sup> )	0,95±0,07	1,73±0,16	1,40±0,18	1,24±0,12	1,19±0,14	0,97±0,35	11,89	0,036
Potássio (mg dm <sup>-3</sup> )	30,50±8,66	36,30±5,06	33,10±2,55	22,50±4,23	24,50±4,61	22,60±2,96	6,63	NS
Cálcio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,26±0,06	0,21±0,03	0,37±0,08	0,43±0,01	0,57±0,05	0,44±0,06	18,05	0,003
Magnésio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,16±0,05	0,11±0,01	0,13±0,01	0,11±0,01	0,11±0,01	0,11±0,02	3,21	NS
Alumínio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,42±0,09	1,16±0,07	1,24±0,33	1,59±0,14	2,36±0,73	1,26±0,09	18,36	0,003
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,77±0,46	5,32±0,59	6,39±1,21	5,88±0,60	5,94±1,79	2,20±0,57	16,20	0,006
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,50±0,12	0,43±0,04	0,59±0,10	0,63±0,05	0,74±0,08	0,45±0,03	12,35	0,030
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,90±0,22	1,62±0,12	1,81±0,32	2,22±0,20	3,16±0,74	2,31±0,52	15,95	0,007
V (%)	21,70±2,25	7,41±0,42	9,52±1,70	9,60±0,46	14,90±3,46	25,56±1,84	20,32	0,001
m (%)	48,30±2,77	73,74±1,58	64,62±5,68	71,40±1,25	72,03±4,62	73,13±1,68	15,33	0,009

Valores médios ± erro padrão; n = 5.

**Tabela 4** - Caracterização química do tecido vegetal de seis populações de *B. concinna*, Serra do Cipó, Brasil.

	Localização e altitude						Kruskal-Wallis	p
	Km 103 1000m	Km 104 1100m	Km 106 1150m	Km 115 1200m	Km 117 1300m	Km 120 1400m		
Nitrogênio (%)	0,64±0,06	0,61±0,04	0,82±0,02	0,76±0,03	0,80±0,04	0,75±0,09	13,46	0,019
Fósforo (%)	0,03±0,00	0,05±0,01	0,04±0,00	0,04±0,00	0,05±0,00	0,04±0,01	12,34	0,030
Potássio (%)	1,21±0,08	1,60±0,18	1,22±0,04	1,33±0,03	1,15±0,03	1,08±0,11	15,60	0,008
Magnésio (%)	0,08±0,01	0,08±0,00	0,05±0,00	0,11±0,00	0,09±0,00	0,09±0,00	22,62	0,000
Carbono (%)	42,09±0,62	42,66±0,94	42,90±0,34	43,15±0,47	44,07±1,00	41,02±0,60	7,82	NS
Enxofre (%)	0,08±0,00	0,11±0,00	0,15±0,01	0,10±0,01	0,11±0,00	0,11±0,01	22,72	0,000

Valores médios ± erro padrão; n = 6.

os dados foram agrupados para as considerações sobre variações entre as populações estudadas. Os teores de nitrogênio, fósforo, magnésio, potássio e enxofre diferiram significativamente entre as populações estudadas (Tabela 4). Contudo, os teores de carbono não diferiram significativamente entre as populações estudadas ( $p > 0,05$ ). Nenhuma correlação entre a quantidade de nutrientes no solo e nas plantas foi observada neste estudo.

## Discussão

Os solos de ocorrência de *B. concinna* podem ser considerados como pobres em nutrientes, com alta acidez e altos teores de alumínio. Os dados aqui apresentados corroboram os padrões encontrados para esta espécie em outras quatro populações na Serra do Cipó (Marques et al., 2002). Os solos sob cerrado são normalmente ácidos a fortemente ácidos, em decorrência de baixos valores de soma de bases. Associa-se aos baixos valores de soma de bases a pequena capacidade de troca de cátions e algumas vezes a predominância de cátions ácidos ( $H^+$  e  $Al^{3+}$ ) no complexo coloidal do solo com sérios inconvenientes para retenção de bases (Freitas & Silveira, 1977).

As diferenças significativas que foram observadas entre as populações para os parâmetros químicos dos solos avaliados atribuem-se à grande variação natural que os solos de campo rupestre apresentam (veja Ribeiro & Fernandes, 2000; Marques et al., 2002). Estas variações podem estar relacionadas às características morfológicas, como também a alguns fatores de formação, tais como clima, relevo, profundidade do perfil, drenagem, permeabilidade, pedregosidade e erosão (Ferri, 1977).

Apesar desta variação dos parâmetros químicos entre as populações, em nenhuma delas o solo pode ser considerado fértil, o que reforça as características distróficas de solos quartzíticos de campo rupestre. Ainda, os manuais de comparações de fertilidade dos solos (e.g. Alvarez Venegas et al., 1999) são baseados nos requerimentos de plantas utilizadas na agricultura e não nos de plantas nativas.

Não foram observados reflexos das quantidades de nutrientes no solo com os teores de nutrientes nas plantas. Ainda, esta falta de correlação seria esperada em espécies adaptadas a ambientes pobres. 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 (Chapin et al., 1986, 1993). Estudos experimentais futuros deverão focar detalhadamente a relação entre *B. concinna* e qualidade nutricional dos solos e sua influência na fenologia, crescimento, biomassa e alocação de recursos da planta. Ainda, a ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os teores de nutrientes em plantas femininas e masculinas é intrigante, considerando-se os padrões diferenciais de distribuição de plantas dióicas.

Várias espécies de *Baccharis* podem ser consideradas de sucessão primária e em alguns casos como invasoras. Observações casuais revelaram a presença de espécies de *B. concinna* em áreas degradadas na Serra do Cipó. Plantas consideradas invasoras apresentam de modo geral maiores vantagens competitivas sobre outras espécies, sendo esta tendência relacionada muitas vezes aos teores de nutrientes no solo (Vitousek et al., 1993). *Baccharis concinna* ocorre em solos de baixa fertilidade e com altos teores de alumínio. A toxidez do alumínio é fator limitante para o desenvolvimento de plantas que não apresentem tolerância a este elemento, favorecendo a seleção de espécies menos exigentes (Goodland, 1971). *Baccharis concinna* mostrou tolerância aos altos teores de alumínio no solo das diferentes populações (veja também Marques et al., 2002).

As características apresentadas por *B. concinna* revelaram que a espécie possui potencial para ser indicada em programas de recuperação de áreas degradadas. Dotadas de capacidade de suportar as condições adversas, espécies pioneiras conseguem se desenvolver rapidamente em solos com pouca disponibilidade de água e de nutrientes. O emprego de espécies pioneiras nativas na recuperação de áreas degradadas é de extrema importância, pois áreas a serem recuperadas possuem características únicas que necessitam serem atendidas particularmente.

## Agradecimentos

Agradecemos a F.A.O. Silveira e Q. Garcia pelos comentários nas várias versões deste manuscrito. Este estudo foi financiado pela Planta Tecnologia Ambiental, Volkswagen Foundation (grant no. I/77 310), CNPq (47 9684/2001-4, 304851/2004-3), Fapemig (CRA 388/01, 583/03, 697/06) e Idea Wild Foundation. Este trabalho é dedicado ao Professor A.B. Machado por seus trabalhos científicos e empenho na conservação da biodiversidade na Serra do Cipó, por ocasião da sua aposentadoria.

## Referências

- Alvarez Venegas, V. H. V.; Novais, R. F.; Barros, N. F.; Cantarutti, R. B. & Lopes, A. S. 1999. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G. & Alvarez, V. A. V. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação**. Viçosa, CFSEMG, pp. 25-32.
- Barroso, G. M. 1976. Compositae-subtribo Baccharidinae Hoffman: estudo das espécies ocorrentes no Brasil. **Rodriguésia**, **40**: 3-273.
- Benites, V. M.; Caiafa, A. N.; Mendonça, E. S.; Schaefer, C. E. R. & Ker, J. C. 2003. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Revista Floresta Ambiente**, **10**: 25-46.
- Camargo, N. M.; Klamt, E. & Jaffman, J. H. 1996. **Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Publicações Campinas, 24 pp.
- Chapin, F. S. III, Vitousek, P. M. & Van Cleve, K. 1986. The nature of nutrient limitation in plant communities. **American Naturalist**, **127**: 48-58.
- Chapin, F. S. III, Autumn, K. & Pugnaire, F. 1993. Evolution of suites of traits in response to environmental stress. **American Naturalist**, **142** (supplement): S78-S92.
- Cuevas, E. & Medina, E. 1986. Nutrient dynamics within Amazonian forest ecosystems. 1. Nutrient flux in fine litter fall and efficiency of nutrient utilization. **Oecologia**, **68**: 466-472.
- Denslow, J. S.; Vitousek, P. M. & Schultz, J.C. 1987. Bioassays of nutrient limitation in a tropical rainforest soil. **Oecologia**, **74**: 370-376.
- Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, **38**: 201-341.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 1997. **Manual de métodos e análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA, 212 pp.
- Fernandes, G. W. & Price, P. W. 1988. Biogeographical gradients in galling species richness: test of hypotheses. **Oecologia**, **76**: 161-167.
- Fernandes, G. W. & Price, P. W. 1991. Comparison of tropical and temperate galling species richness: the roles of environmental harshness and plant nutrient status. In: Price, P. W.; Lewinsohn, T. G.; Fernandes, G. W. & Benson, W. W. (Ed.) **Plant animal-interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**. New York, Wiley & Sons, pp. 91-115.
- Fernandes, G. W.; Gonçalves-Alvim, S. & Carneiro, M. A. A. 2005. Habitat-driven effects on the diversity of gall-inducing insects in the Brazilian cerrado. In: Raman, A.; Schaefer, C. W. & Withers, T. M. (Ed.) **Biology, ecology and evolution of gall-inducing arthropods**. Enfield, USA, Science Publishers, pp. 693-708.
- Ferri, G. M. 1977. Ecologia do cerrado. In: Ferri, G. M. (Ed.). **IV Simpósio sobre o Cerrado – Bases para utilização agropecuária**. São Paulo, EDUSP/Itatiaia, pp. 15-36.
- Freeman, D. C.; Klikoff, L. G. & Harper, K. T. 1976. Differential resource utilization by the sexes of dioecious plants. **Science**, **193**: 597-599.
- Freitas, F. G. & Silveira, C. O. 1977. Principais solos sob vegetação de cerrado e sua aptidão agrícola. In: Ferri, M. G. (Ed.) **IV Simpósio sobre o Cerrado – Bases para utilização agropecuária**. São Paulo, EDUSP/Itatiaia, pp. 155-194.
- Galvão, M. V. & Nimer, E. 1965. Clima. In: IBGE (Ed.) **Geografia do Brasil - Grande Região Leste**. Rio de Janeiro, IBGE, pp. 91-139.
- Gomes, V.; Collevatti, R. G.; Silveira, F. A. O. & Fernandes, G. W. 2004. The distribution of genetic variability in *Baccharis concinna* (Asteraceae), an endemic, dioecious and threatened shrub of rupestrian fields of Brazil. **Conservation Genetics**, **5**: 157-165.
- Goodland, R. 1971. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: Ferri, M. G. (Ed.) **III Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo, Edgard Blücher & EDUSP, pp. 44-60.
- Goodland, R. & Ferri, M. G. 1979. **Ecologia do cerrado**. São Paulo, EDUSP/Itatiaia, 193 pp.
- Hall, S. J. & Matson, A. 2003. Nutrient status of tropical rainforests influences soil nutrient dynamics after nitrogen additions. **Ecological Monographs**, **73**: 107-129.
- Herms, D. A. & Mattson, W. J. 1992. The dilemma of plants: to grow or defend. **Quarterly Review of Biology**, **67**: 283-335.
- Jordan, C. F. 1985. **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems**. Chichester, Wiley, 190 pp.
- Marques, A. R.; Fernandes, G. W.; Reis, I. A. & Assunção, R. M. 2002. Distribution of adult male and female *Baccharis concinna* (Asteraceae) in the rupestrian fields of Serra do Cipó, Brazil. **Plant Biology**, **4**: 94-103.
- Medina, E. & Cuevas, E. 1989. Patterns of nutrient accumulation and release in Amazonian forests of the upper Rio Negro basin. In: Proctor, J. (Ed.) **Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems**. Oxford, Blackwell, pp. 217-240.
- Mendonça, M. P. & Lins, L. V. 2000. **Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte, 223 pp.
- Ribeiro, K. T. & Fernandes, G. W. 2000. Patterns of abundance of a narrow endemic species in a tropical and infertile montane habitat. **Plant Ecology**, **147**: 205-218.
- Sarruge, J. R. & Haag, H. P. 1974. **Análise química de plantas**. Piracicaba, ESALQ, USP, 56 pp.
- Silva, F. C.; Eira, P. A.; van Raij, B.; Silva, C. A.; Abreu, C. A.; Gianello, C.; Pérez, D. V.; Quaggio, J. A.; Tedesco, M. J.; Abreu, M. F. & Barreto, W. O. 1999. Análises químicas para a avaliação da fertilidade do solo. In: Silva, F. C. (Ed.) **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília, EMBRAPA, pp. 75-169.
- Vitousek, P. M.; Walken, L. R.; Whiteaker, L. D. & Matson, P. A. 1993. Nutrient limitation to plant growth during primary succession in Hawaii Volcanoes National Park. **Biogeochemistry**, **23**: 197-215.
- Wallace, C. S. & Rundel, P. W. 1979. Sexual dimorphism and resource allocation in male and female shrubs of *Simmondsia chinensis*. **Oecologia**, **44**: 34-39.
- Zar, H. Z. 1984. **Biostatistical analysis**. Second Ed. New Jersey, Englewood Cliffs, 718 pp.