

INFLUÊNCIA DE FATORES EDÁFICOS NA PRODUÇÃO DE FENÓIS TOTAIS E TANINOS DE DUAS ESPÉCIES DE BARBATIMÃO (*Stryphnodendron* sp.)¹

Tamiel Khan Baiocchi Jacobson², José Garcia³, Suzana da Costa Santos⁴, João Batista Duarte³, João Gaspar Farias³ e Huberto José Kliemann⁴

ABSTRACT

INFLUENCE OF EDAPHIC FACTORS IN TOTAL PHENOLS AND TANNINS YIELD OF TWO BARBATIMÃO SPECIES (*Stryphnodendron* sp.)

This study evaluated the influence of edaphic factors on total phenols and tannins yield of two species of barbatimão (*S. adstringens* and *S. polyphyllum*). Data were collected in four "cerrado" locations in Goiás State, Brazil, during the dry (July 2001) and rainy season (February 2002). *S. adstringens* specimens (trees) were sampled in the municipalities of Rio Verde, Bela Vista de Goiás and Silvânia, and specimens of *S. polyphyllum* were sampled in Rio Verde, Bela Vista de Goiás and Abadia de Goiás; five specimens were collected from each county, totaling thirty specimens. The collected material consisted of one bark sample per specimen and season, and soil samples at two depths (0-20 cm and 20-40 cm) in the dry season. Bark total phenols and tannins were determined by Hagerman & Butler method, and soil analyses followed the current methods recommended by Embrapa. Data was statistically analyzed by principal component analysis. It was showed that low chemical fertility soils were associated with the highest total phenols and tannins, particularly for *S. polyphyllum*. Higher yields of these metabolic products were observed in the rainy season. In the dry season, sandy soils were positively correlated with total phenols and tannins yields, while soil aluminum saturation was more correlated with total phenols and tannins in the rainy season.

KEY WORDS: medicinal herb, cerrado, tannin, phenol.

RESUMO

Neste estudo avaliou-se a influência de fatores edáficos sobre a produção de fenóis totais e taninos em duas espécies de barbatimão (*S. adstringens* e *S. polyphyllum*). Os dados foram coletados em quatro localidades da região de cerrado, em Goiás, nas estações seca (julho de 2001) e chuvosa (fevereiro de 2002). Foram amostrados indivíduos (árvores) de *S. adstringens* nos municípios de Rio Verde, Bela Vista de Goiás e Silvânia, e indivíduos de *S. polyphyllum*, em Rio Verde, Bela Vista de Goiás e Abadia de Goiás; cinco de cada município, totalizando trinta indivíduos. O material coletado constou de uma amostra de casca por espécime e estação, e amostras de solo tomadas em duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm), na estação seca. Fenóis totais e taninos na casca foram determinados pelo método de Hagerman & Butler, e as análises do solo, segundo o método atualmente preconizado pela Embrapa. Os dados foram tratados estatisticamente por análise de componentes principais. Observou-se que solos com baixa fertilidade química estão associados com maiores níveis de fenóis totais e taninos, mormente para *S. polyphyllum*. Maiores produções desses metabólitos foram observadas no período chuvoso. A produção de fenóis totais e taninos, na estação seca, esteve positivamente correlacionada à textura arenosa dos solos; enquanto, na estação chuvosa, mostrou-se mais associada com a saturação por alumínio no solo.

PALAVRAS-CHAVE: planta medicinal, cerrado, taninos, fenóis

INTRODUÇÃO

A biodiversidade e o potencial econômico do cerrado brasileiro, desde 1886, já eram descritos em inventários (Bertran 1994, citado por Almeida *et al.* 1998), testemunhando a sua riqueza em plantas produtoras de frutos alimentares, resinas, óleos, gomas, aromas, tintas, cordoaria, lixas, substâncias

tóxicas, têxteis, forragem, ornamentação e tanagem. O potencial medicinal também é salientado, podendo-se citar a espécie *Stryphnodendron adstringens*, com propriedades tanífera e medicinal (Almeida *et al.* 1998). Conhecido popularmente como barbatimão verdadeiro, sua planta caracteriza-se por ser uma árvore de pequeno porte, de casca grossa e rugosa (Lorenzi 1998). É uma espécie típica do cerrado e,

1. Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Goiás.

Trabalho recebido em mar./2004 e aceito para publicação em jul./2005 (registro nº 582).

2. Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de Brasília. CEP 70910-900. E-mail: tamiel@unb.br

3. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, CEP74001-970, Goiânia, GO. E-mails: jogar@agro.ufg.br; jbduarte@agro.ufg.br; jgfarias@agro.ufg.br

4. Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás. E-mail: suzana@quimica.ufg.br

de longa data, vem sendo utilizada como planta medicinal pelas populações de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, sendo, por isso, inscrita na Farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil (1959). Outras espécies da mesma família também são conhecidas pelo nome vulgar de barbatimão, dentre essas algumas também são utilizadas em fitoterapia, tais como *Stryphnodendron polyphyllum*, *Dimorphandra mollis* e *D. gardineriana* (Corrêa 1978).

A espécie, de nome popular barbatimão, é classificada na divisão Angiospermae, classe Magnoliopsidae, ordem Fabales, família Leguminosae, sub-família Mimosoideae, gênero *Stryphnodendron*. O gênero é praticamente exclusivo da América do Sul, tendo já sido identificadas 25 espécies. Todas são encontradas no Brasil, distribuindo-se amplamente nos estados da Bahia, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Tocantins (Almeida *et al.* 1998). Segundo Felfili *et al.* (1999), o gênero tem distribuição desde o Pará, passando pelo Planalto Central, até Minas Gerais e São Paulo.

Dentre as espécies do gênero *Stryphnodendron* destacam-se *S. adstringens* (Mart.), *S. angustum* (Benth.), *S. floribundum* (Benth.), *S. coriaceum* (Benth.), *S. guyanensis* (Benth.), *S. microstachyum*, *S. obovatum* (Benth.), *S. polyphyllum* (Mart.), sendo todas conhecidas popularmente como barbatimão (Rizzini & Mors 1976, Pereira 1992, Almeida *et al.* 1998).

As atividades farmacológicas do barbatimão estão diretamente ligadas aos teores de taninos condensados, que variam de 20% a 50% dos compostos presentes na planta (Corrêa 1978). Em decorrência desses altos teores, a planta é também empregada na indústria do couro e na fabricação de tinta de escrever. Isso demonstra a importância da espécie, não só no campo da fitoterapia, mas também como fonte de taninos para o abastecimento de curtumes e fornecimento de matéria corante para indústrias de tintas (Rizzini & Mors 1976).

Esta pesquisa objetivou estudar a influência de fatores edáficos na variação do teor de fenóis totais e taninos, em duas espécies de barbatimão. A determinação dos teores de taninos produzidos nas épocas seca (julho) e chuvosa (fevereiro), em quatro locais da região, fornece elementos para a indicação da espécie, das condições edafoclimáticas e do local e época mais propícios à coleta e obtenção de uma melhor matéria-prima quanto aos teores de princípios ativos de interesse. Isso dá subsídios para uma coleta

sustentável de material biológico extraído da natureza, o que atenuaria, em particular, a crescente predação às espécies de barbatimão via exploração irracional de cascas dessas árvores para a fabricação de fitofármacos.

MATERIAL E MÉTODOS

Coletou-se material de dez indivíduos (árvores), sendo cinco da espécie *Stryphnodendron polyphyllum* e cinco de *S. adstringens*, na zona rural do município de Rio Verde, Estado de Goiás, numa área de cerrado strictu sensu em que predomina solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo. Outros dez indivíduos foram amostrados na área peri-urbana do município de Bela Vista de Goiás (cinco da espécie *S. polyphyllum* e cinco de *S. adstringens*), onde predominam solos do tipo Latossolo Vermelho-Escuro. Cinco outros indivíduos da espécie *S. adstringens* foram amostrados na Floresta Nacional de Silvânia (área de proteção ambiental – IBAMA, Silvânia, GO), onde se observou a ocorrência de solo Laterítico Concrecionário. Além disso, mais cinco indivíduos da espécie *S. polyphyllum* foram amostrados em uma propriedade rural do município de Abadia de Goiás, onde predomina Latossolo Vermelho-Escuro. Assim, totalizaram-se trinta indivíduos amostrados, que foram georeferenciados com o auxílio de um aparelho GPS – *Global Position System* (Tabela 1).

A coleta de material ocorreu em duas épocas, seca (de 14 a 20 de julho de 2001) e chuvosa (de 21 a 25 de fevereiro de 2002). Na primeira época (seca), retiraram-se uma amostra da casca do caule de cada árvore (a partir de 1,0 m do nível solo) e duas amostras de solo, tomadas nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm. As amostras de solo foram coletadas na projeção da copa da árvore, a 1,0 m de distância do seu tronco. Na época chuvosa, foram obtidas somente as amostras individuais da casca das árvores. Dessa forma, o material analisado totalizou sessenta amostras de solo (trinta em cada profundidade) e sessenta amostras de casca (trinta em cada época).

Nas análises laboratoriais das amostras de solo, foram determinados Ca+Mg, Al, P, K, os micronutrientes (Zn, Cu, Fe e Mn), pH em água, matéria orgânica, além da textura do solo (porcentagens de areia e argila). Também foram calculadas a soma de bases, a CTC do solo e a saturação por alumínio. Os métodos de análise basearam-se no padrão definido pela Embrapa (1999).

Tabela 1. Localização geográfica das árvores (indivíduos) de barbatimão (*Stryphnodendron* sp.), avaliadas quanto aos teores de fenóis totais e taninos, em duas épocas, na região do cerrado do Estado de Goiás (2001/2002).

Identificação do indivíduo ¹	Latitude (NS)	Longitude (EW)	Altitude (m)	Identificação do indivíduo ¹	Latitude (NS)	Longitude (EW)	Altitude (m)
RV_Sa1	17°53'76"	50°58'61"	719	BV_Sa1	16°58'53,4"	48°55'43,4"	838
RV_Sa2	17°53'75"	50°58'64"	722	BV_Sa2	16°58'51,8"	48°55'43,3"	826
RV_Sa3	17°53'75"	50°58'65"	721	BV_Sa3	16°58'55,8"	48°55'53,3"	827
RV_Sa4	17°53'73"	50°58'66"	720	BV_Sa4	16°58'59,4"	48°55'52,7"	834
RV_Sa5	17°53'71"	50°58'69"	724	BV_Sa5	16°59'01,8"	48°55'55,6"	849
RV_Sp1	17°53'85"	50°58'50"	720	BV_Sp1	16°58'41,3"	48°55'37,7"	827
RV_Sp2	17°53'86"	50°58'51"	719	BV_Sp2	16°58'44"	48°55'37,8"	835
RV_Sp3	17°53'84"	50°58'51"	720	BV_Sp3	16°58'49,5"	48°55'46,6"	838
RV_Sp4	17°53'85"	50°58'52"	721	BV_Sp4	16°58'55,5"	48°55'52,1"	832
RV_Sp5	17°53'81"	50°58'54"	724	BV_Sp5	16°59'01,8"	48°55'55,6"	849
SV_Sa1	16°37'59,9"	48°39'55,1"	825	AB_Sp1	16°45'32,4"	49°25'06,5"	860
SV_Sa2	16°37'59,4"	48°39'55,1"	819	AB_Sp2	16°45'33,9"	49°25'07,3"	859
SV_Sa3	16°38'02"	48°09'52,5"	828	AB_Sp3	16°45'31,4"	49°25'0,12"	859
SV_Sa4	16°38'02,5"	48°39'52,6"	827	AB_Sp4	16°45'28,5"	49°24'59,4"	840
SV_Sa5	16°38'02,3"	48°39'52,6"	830	AB_Sp5	16°45'29,3"	49°24'58"	849

¹- A identificação indica a localidade (RV: Rio Verde; SV: Silvânia; BV: Bela Vista; AB: Abadia de Goiás), a espécie (Sp: *Stryphnodendron polyphyllum*; e Sa: *adstringens*) e o número do indivíduo avaliado na localidade.

Nas etapas de extração e doseamento, as cascas foram secas em estufa de ventilação forçada, a 40°C por 48 horas, e trituradas em moinho de facas, com granulação de 30 mesh. Amostras de 5,0 g de cascas foram submetidas à extração com agitação e renovação de solvente (3 x 50 mL de solução acetona/água 1:1, trinta minutos cada). A acetona dos extratos foi evaporada sob vácuo a 35°C, obtendo-se os extratos brutos aquosos, que foram congelados em dedo-frio a -60°C, sendo depois liofilizados. Os extratos liofilizados foram analisados por ensaios colorimétricos para quantificar fenóis totais e precipitação de proteínas.

No ensaio para doseamento de fenóis totais (FT), os extratos liofilizados foram doseados pelo método de Hagerman & Butler (1978), via complexação com cloreto férrico e produção de coloração medida a 510 nm. A curva padrão foi feita com ácido tânico nas diluições 0,2 mg.mL⁻¹, 0,4 mg.mL⁻¹, 0,6 mg.mL⁻¹, 0,8 mg.mL⁻¹ e 1,0 mg.mL⁻¹. O coeficiente de correlação foi de r = 0,99948, para os ensaios da época de baixa pluviosidade (seca), e r = 0,99641, para os doseamentos da época de alta pluviosidade (chuvosa).

No ensaio para precipitação de proteínas e determinação de taninos (PP), os extratos secos foram submetidos ao ensaio de precipitação de proteínas, também pelo método de Hagerman & Butler (1978). Nesse método, apenas os taninos são quantificados, pois estes complexam com a albumina bovina sérica, sendo separados dos outros fenóis por centrifugação. Ao precipitado adiciona-se cloreto férrico, que produz uma coloração medida a 510 nm. A curva padrão também foi feita com ácido tânico,

nas diluições 0,2 mg.mL⁻¹, 0,3 mg.mL⁻¹, 0,4 mg.mL⁻¹, 0,5 mg.mL⁻¹, 0,6 mg.mL⁻¹ e 0,8 mg.mL⁻¹. O coeficiente de correlação para as épocas seca e chuvosa foram, respectivamente, r = 0,9792 e r = 0,9995.

A concentração de ácido tânico no extrato (X), expressa em mg.mL⁻¹, foi calculada a partir da equação: $X = (Y-A)/B$, em que Y é a leitura de absorbância medida a 510 nm, num espectrofotômetro de ultra-violeta visível (Beckman, DU-70), e A e B são os parâmetros da referida equação (reta de coeficiente angular igual 1/B e intercepto igual a A/B), calculados a partir das curvas-padrão de concentrações de ácido tânico para cada ensaio. De posse dessas concentrações, a concentração de fenóis totais na casca seca, em mg.g⁻¹, foi calculada pela relação:

$$\frac{[\text{concentração ácido tânico na casca (mg.ml}^{-1}\text{)].[\text{peso do extrato seco (g)].10}}{[\text{peso da casca seca (g)]}$$

De modo similar, a concentração de taninos na casca seca, também expressa em mg.g⁻¹, foi calculada a partir de:

$$\frac{[\text{concentração ácido tânico na casca (mg.ml}^{-1}\text{)].[\text{peso do extrato seco (g)].10}}{[\text{peso da casca seca (g)].1,30}$$

As determinações laboratoriais, incluindo-se os dados de doseamento de fenóis totais e taninos, nas épocas seca (FTS, PPS) e chuvosa (FTC, PPC), mais os de quinze atributos químicos e físicos de solo, foram organizadas numa matriz multivariada de dados, com trinta indivíduos (plantas) e dezenove variáveis ($X_{30 \times 19}$). Para o tratamento estatístico desses dados (investigação acerca da similaridade entre indivíduos ou da associação entre variáveis e entre indivíduos e

variáveis), utilizou-se a análise de componentes principais (ACP).

A análise foi aplicada aos dados originais (não standardizados), assumindo-se os produtos metabólicos da planta (FTS, FTC, PPS e PPC), expressos mg.g^{-1} , como variáveis ativas, e as demais (atributos do solo) como variáveis ilustrativas. Nessa abordagem, apenas as primeiras variáveis são consideradas para o cálculo de autovalores e autovetores associados à matriz de covariâncias de **X** (matriz de dados), e da conseqüente decomposição da variabilidade presente nos dados, em componentes principais. As outras apenas são representadas nos chamados planos principais, determinados pelas variáveis ativas, para fins de estudo de associações entre si e, sobretudo, com as variáveis ativas (Droesbeke & Fine 1995, Nagpal 1999). Para a implementação computacional dessa análise utilizou-se o sistema estatístico SPAD.N – *Système Portable d'Analyse des Données Numériques* (Cisia 1994).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores paramétricos estimados para a equação $X = (Y - A)/B$, utilizada para o cálculo das concentrações de ácido tânico (mg.mL^{-1}) no extrato, foram: *i*) para fenóis totais, $A = -0,06505$ e $B = 2,17953$, na época seca, e $A = 0,03419$ e $B = 2,004$, na época chuvosa; e *ii*) para precipitação de proteínas, $A = -0,23132$ e $B = 1,50976$ (época seca), e $A = -0,33544$ e $B = 1,8932$ (época chuvosa). De posse desses resultados, determinaram-se as concentrações de fenóis totais e de taninos na casca seca (mg.g^{-1}), cujos valores médios, máximos, mínimos e desvios-padrão, para as duas espécies, nas épocas seca e chuvosa, são mostrados na Tabela 2.

A análise desses resultados indica, primeiramente, que a produção de fenóis totais e taninos é maior na espécie *Stryphnodendron polyphyllum*. Isso permite elucidar a divergência entre a farmacopéia estrangeira, que indica *S. polyphyllum* como a espécie preferencial, por possuir maiores teores de tanino na casca (Corrêa 1978), e a farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil (1959), que cita o barbatimão da folha larga (*S. adstringens*) como a espécie ideal. Em Goiás, as pessoas do interior do estado, de fato, apontam *S. polyphyllum* como o "verdadeiro barbatimão", conferindo-lhe preferência em relação a *S. adstringens*.

A superioridade da produção de fenóis totais e de taninos pela espécie *S. polyphyllum* pode ser constatada observando-se os valores médios, mínimos e máximos (Tabela 2), sendo que os valores máximos foram encontrados em época de alta pluviosidade. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Santos *et al.* (2002), que também constataram superioridade de *S. polyphyllum* em relação a *S. adstringens*, quanto ao teor de taninos (ensaio de precipitação de proteínas).

A avaliação dos autovalores da matriz de covariância dos dados mostrou que 90,17% da variação observada puderam ser representados no espaço definido pelos dois primeiros componentes principais (eixos 1 e 2, da Figura 1). Isso implica na possibilidade de descrever a variabilidade dos dados e as possíveis associações entre indivíduos, entre variáveis e entre indivíduos e variáveis em apenas dois eixos principais. O primeiro deles explicou 53,5% da variação e esteve relacionado, sobretudo, com as características químicas ligadas à fertilidade do solo (Figura 1, Tabela 3). Já o segundo eixo, que explicou 36,7% da variação total, esteve mais relacionado às características texturais do solo e à pluviosidade.

Tabela 2. Concentrações de fenóis totais e taninos, em base de peso seco, em duas espécies de barbatimão (*Stryphnodendron* sp.), nas épocas seca e chuvosa, em Goiás (2001/2002)

Espécie	época seca				época chuvosa			
	média ¹	máxima	mínima	desvio padrão	média ¹	máxima	mínima	desvio padrão
----- fenóis totais (mg.g^{-1}) -----								
<i>S. adstringens</i>	2,17 (100%)	2,72	1,38	0,39	1,87 (100%)	3,26	0,93	0,60
<i>S. polyphyllum</i>	2,26 (100%)	3,34	1,50	0,50	2,05 (100%)	3,59	1,07	0,71
----- taninos (mg.g^{-1}) -----								
<i>S. adstringens</i>	1,65 (76%)	2,27	0,96	0,34	1,65 (88%)	2,66	0,89	0,47
<i>S. polyphyllum</i>	1,77 (78%)	2,67	1,25	0,40	1,75 (85%)	2,73	0,98	0,45

¹ - Valores entre parênteses referem-se à porcentagem de taninos dentro do grupo dos fenóis totais, tomados em relação à produção média desses fenóis.

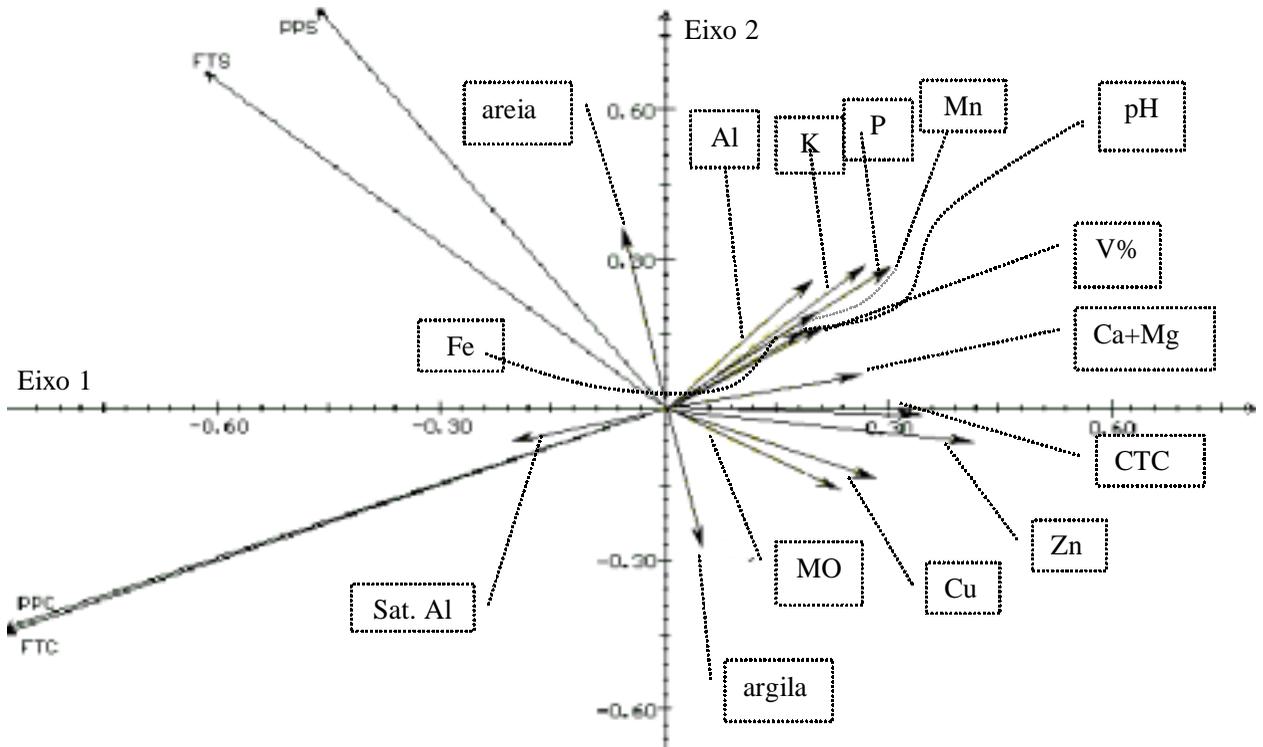


Figura 1. Representação gráfica da análise de componentes principais (ACP), com os dois primeiros eixos explicando 90,2% da variação total observada (eixo 1: 53,5% e eixo 2: 36,7%), para metabólitos da planta de barbatimão, tomados em duas épocas (PPS e PPC: produção de taninos nas épocas seca e chuvosa, respectivamente; FT8 e FTC: produção de fenóis totais nas épocas seca e chuvosa, respectivamente) e características químicas (macro e micro nutrientes, MO%: matéria orgânica; V%: saturação por bases; Sat. Al: saturação por alumínio; CTC: capacidade de troca de cátions) e físicas de solos de quatro localidades na região do cerrado do Estado de Goiás

Embora dados pluviométricos não tenham sido incluídos nesta pesquisa, observa-se que, além da dicotomia "areia" (no quadrante superior esquerdo do gráfico) e "argila" (no quadrante inferior direito), evidencia-se uma separação nítida entre as estações seca e chuvosa, com respeito à produção dos metabólitos avaliados – variáveis PPS e FT8, na parte superior esquerda do gráfico, contra PPC e FTC na sua parte inferior.

Numa análise mais detalhada dessa representação gráfica, constata-se ainda que as características

edáficas, com exceção da saturação por alumínio no solo, em geral, relacionaram-se inversamente com a produção de fenóis totais e taninos (setas ou vetores em posições opostas no gráfico), tanto na época seca, quanto na época chuvosa. Nota-se que as variáveis relacionadas à planta (FT e PP) posicionam-se fortemente à esquerda da origem do sistema de coordenadas, contrariamente às variáveis do solo. Observa-se ainda que, no período chuvoso, a correlação entre fenóis totais (FTC) e taninos (PPC) tende à unidade (vetores praticamente colineares e

Tabela 3. Resultados das análises química e física (textura) de amostras de solo coletadas em quatro localidades da região de cerrado, no Estado de Goiás (2001/2002).

Local	Ca + Mg	Al	CTC	K	P	MO	pH	saturação por bases	saturação por Al	Zn	Cu	Fe	Mn	argila	areia
	cmol _c .dm ⁻³	cmol _c .dm ⁻³	cmol _c .dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	(%)		(V%)	(%)	mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	(%)	(%)
Rio Verde	0,2	0,4	4,7	24,5	1,1	3,5	5,1	4,8	64,2	2,2	4,1	65,0	13,1	51,0	33,3
Silvânia	0,3	1,0	6,0	91,2	2,1	4,0	5,2	8,6	67,3	2,4	2,4	202,2	61,0	35,2	50,2
Bela Vista de Goiás	0,3	0,5	4,9	34,1	0,8	3,5	5,1	8,3	56,0	0,4	3,0	108	15,5	42,8	41,0
Abadia de Goiás	0,6	0,3	3,5	48,4	1,5	1,9	5,3	21,5	33,9	0,5	1,3	197	14,8	32,6	56,2

na mesma direção). Já na época seca (FTS e PPS), essa associação positiva continua existindo, porém, em menor intensidade.

Observa-se também que, apesar da associação bastante forte entre as produções dos metabólitos avaliados (FT e PP), dentro de cada época, essas produções mostraram-se praticamente independentes, isto é, não correlacionadas, de uma estação para a outra. Estatisticamente isso é revelado pelas direções quase perpendiculares (ortogonais) entre os pares dos vetores FTS/PPS e dos vetores FTC/PPC (Figura 1). Assim, na época seca, a produção dos fenóis totais e taninos mostrou-se associada principalmente à granulometria do solo (uma característica de natureza física), como se pode constatar pela correlação positiva desses metabólitos com a porcentagem de areia e, inversamente, com as porcentagens de argila e de matéria orgânica no solo. Isso sugere uma relação possivelmente direta entre a produção dos metabólitos e fatores relacionados, sobretudo, à deficiência hídrica. Por outro lado, sob condições de suprimento regular de água (época chuvosa), essa produção associou-se principalmente a fatores ligados a restrições edáficas de natureza química. Assim, FTC e PPC correlacionaram-se positivamente com a saturação por alumínio no solo e, inversamente, com pH, saturação por bases (V%), Ca+Mg e CTC do solo.

Os resultados sugerem, ainda, que na época chuvosa houve um aumento na concentração de taninos dentro do grupo dos fenóis; isto é, na estação chuvosa, mais de 85% dos fenóis totais foram constituídos de taninos, enquanto na época seca essa porcentagem não ultrapassou 78% (Tabela 2). Isso corrobora os resultados obtidos por Santos *et al.* (2000), que também constataram maiores teores de fenóis totais e taninos em épocas de alta pluviosidade. Segundo esses autores, nestas épocas ocorre um aumento de microorganismos e patógenos fitófagos, o que acarreta o aumento dos níveis de defesa endógena das plantas. E, sabidamente, muitos desses metabólitos secundários em plantas estão relacionados à sua função de defesa contra predadores, sejam eles herbívoros ou patógenos (Waterman & Mckey 1989). A esse respeito, Feeny (1970) constatou mudanças sazonais na textura e na composição química em folhas de *Quercus robur*, espécie dominante nas florestas decíduas européias que é predada por mais de duzentas espécies de lepidópteros, as quais concentram a sua alimentação na época da primavera. Assim, o autor observou que o conteúdo de taninos foliares é maior na época de maior

predação pelas larvas, e que os taninos foliares têm uma função de defesa da planta contra patógenos e herbívoros.

CONCLUSÕES

1. As duas espécies de barbatimão, *Stryphnodendron adstringens* e *S. polyphyllum*, têm maiores produções de fenóis totais e taninos na época chuvosa do ano.
2. A espécie *S. polyphyllum* é superior à *S. adstringens* na produção de fenóis totais e taninos, tanto nos meses secos, quanto nos meses chuvosos do ano.
3. Na época seca, a produção desses metabólitos correlaciona-se positivamente com solos arenosos, de baixo teor de argila e com pequena porcentagem de matéria orgânica. Já na época chuvosa, correlaciona-se diretamente com a saturação por alumínio no solo e, inversamente, com pH, saturação por bases, Ca + Mg e CTC do solo.
4. Em geral, solos de baixa fertilidade química proporcionam maiores níveis de fenóis totais e taninos, nas duas espécies estudadas.

REFERÊNCIAS

- Almeida, S. P., C. E. B. Proença, S. M. Sano & J. F. Ribeiro. 1998. Cerrado, espécies vegetais úteis. Embrapa - CPAC, Planaltina. 464 p.
- Cisia. Centre International de Statistique et d'Informatique Appliquées. 1994. SPAD.N – Système Portable d'Analyse des Données Numériques. Versión 2.5. Saint-Mandé, France.
- Corrêa, M. P. 1978. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. 6. ed. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro. 1926-1978. Vol. B 1. 590 p.
- Costa, A. F. 1994. Farmacognosia. 5. ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. Vol. 1. 950 p.
- Droesbeke, J. J. & J. Fine. 1995. Analisis en componentes principales. In Seminario de capacitación de docentes, 2. Universidad Central de Venezuela / Université Libre de Bruxelles.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Embrapa, Brasília. 370 p.
- Farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil. 1959. 2. ed. Indústria Gráfica Siqueira, São Paulo. 126 p.

- Feeny, P. 1970. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of sprig feeding by winter moth caterpillar. *Ecology*, 51 (4): 565-581.
- Felfili, J. M., M. C. S. Junior, B. J. Dias & A. V. Resende. 1999. Estudo fenológico de *Stripnodendron adstringens* (Mart.) Coville, no cerrado sensu stricto da fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 22 (1): 83-90.
- Hagerman, A. E. & L. G. Butler. 1978. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. *Journal of agricultural food and chemistry*, 26: 809-812.
- Lorenzi, H. 1998. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Plantarum, Nova Odessa. Vol. 1. 368 p.
- Marques, L. C. 1998. Boas práticas de fabricação de fitoterápicos. Racine, São Paulo. 47 p.
- Panizza, S. 1997. Plantas que curam: cheiro de mato. 25. ed. Ibrasa, São Paulo. 279 p.
- Nagpal, P. S. Guide to advanced data analysis: Using IDAMS software. Unesco. Division of information and informatics. Disponível em: <<http://www.unesco.org/webworld/idams/advguide>>. Acesso em: 24 jul. 2003.
- Pereira, C. A. 1992. Plantas tóxicas e intoxicações na veterinária. Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 279 p.
- Rizzini, C. T. & W. B. Mors. 1976. Botânica econômica brasileira. Edusp, São Paulo. 227 p.
- Santos, S. C., F. Batista, R. L. Santos, F. W. Costa, P. H. Ferri, D. H. Ferreira & J. C. Seraphin. 2000. Seasonal variations in tannins of *Stryphnodendron adstringens* and *S. polyphyllum*. In IUPAC – International Symposium on the Chemistry of Natural Products, 22. UFSCar, São Carlos. set., 2000. Available on: <<http://www.dq.ufscar.br/IUPAC/poster/tuesday.html>>.
- Santos, S. C., F. W. Costa, J. P. Ribeiro, D. O. Guimarães, P. H. Ferri, H. D. Ferreira & J. C. Seraphin. 2002. Tannin composition of barbatimão species. *Fitoterapia*, 73: 292-299.
- Waterman, P. G. & D. McKey. 1989. Herbivory and secondary compounds in rain forest plants. p. 513-535. In: H. Lieth, & M. J. A. Werger. Tropical rain forest ecosystems. Elsevier Science, Amsterdam. 714 p.