

Perfil nutricional de espécies lenhosas de duas florestas semidecíduas em Uberlândia, MG

MUNDAYATAN HARIDASAN¹ e GLEIN M. ARAÚJO^{2,3}

(recebido: 12 de fevereiro de 2004; aceito: 13 de janeiro de 2005)

ABSTRACT – (Nutritional status of woody species of two semideciduous forests in Uberlândia, MG). The objective of this study was to determine the influence of soil fertility on the mineral nutrition and distribution of native species in two semideciduous forests at the Experimental Farm at Gloria (FEG) and the Ecological Station at Panga (EEP) in Uberlândia, MG. Leaf samples were collected from two to four individuals with a minimum circumference of 10 cm at 1,30 m height of all species within 50 contiguous plots of 10 m × 10 m in each forest. Soil samples were analyzed from the A1 e A3 horizons of each plot of both areas. The soil of EEP showed lower acidity, higher availability of Ca and lower availability of Al, Fe, Zn and Cu. The availability of Mn was lower in the A3 horizon and higher in the A1 horizon at EEP. The foliar concentrations of Ca e K were higher at EEP which reflected the higher levels in soil. There were no differences in the concentrations of P, Mg, Fe, Cu and Zn. The N concentrations were higher among species occurring exclusively at FEG. The Mn concentrations were lower at EEP, reflecting the effect of pH on its absorption. Thus the occurrence of some species exclusively at EEP seemed to be associated with their ability to absorb K and Mg from soils with high Ca availability.

Key words - aluminum accumulators, calcicoles, foliar nutrient concentrations, soil fertility, tropical forests

RESUMO – (Perfil nutricional de espécies lenhosas de duas florestas semidecíduas em Uberlândia, MG). O estudo teve como objetivo determinar a influência da fertilidade sobre nutrição mineral e distribuição das espécies nativas em duas florestas semidecíduas na Fazenda Experimental de Glória (FEG) e Estação Ecológica do Panga (EEP) em Uberlândia, MG. Foram amostradas de duas a quatro árvores, com circunferência mínima de 10 cm, a altura de 1,30 m do solo, de todas as espécies encontradas em 50 parcelas contíguas de 10 m × 10 m, em cada floresta. Foram analisadas amostras de solo dos horizontes A1 e A3 de cada parcela nas duas florestas. O solo da EEP apresentou menor acidez, associada à maior disponibilidade de Ca e menor disponibilidade de Al, Fe, Zn e Cu. A disponibilidade Mn foi menor no horizonte A3 e maior no A1 na EEP. As concentrações foliares de Ca e K foram maiores nas espécies da EEP. As diferenças no teor de Ca refletiram a maior disponibilidade do nutriente no solo. Não houve diferenças nas concentrações foliares de P e Mg. O teor médio de N foi maior na floresta FEG do que na EEP, apenas em espécies exclusivas. As concentrações de Mn foram menores na EEP, refletindo a influência do pH na absorção deste nutriente. Assim, a ocorrência de espécies presentes exclusivamente na EEP pode estar associada à capacidade de absorver K e Mg de solos com altos teores de Ca.

Palavras-chave - acumuladoras de alumínio, calcícolas, concentração foliar de nutrientes, fertilidade do solo, floresta tropical

Introdução

A caracterização de uma comunidade vegetal quanto à nutrição mineral e às suas interações com características do solo pode ser feita utilizando-se a análise foliar. Essa técnica, no entanto, constitui um dos grandes desafios da Ecologia Vegetal. Sabe-se que as espécies apresentam diferenças entre si quanto ao teor de nutrientes foliares, mesmo em ambientes edáficos praticamente iguais (Haridasan 1987, 2000), mas, mesmo assim, podem refletir a disponibilidade de nutrientes e

as características dos solos sobre os quais se encontram (Haridasan & Araújo 1988, Haridasan 2001). A maioria dos trabalhos sobre teor de mineral foliar, em espécies vegetais, foi realizada em florestas de latitudes médias, dentre os quais os de Guha & Mitchell (1966), Chapin III (1980) e Ricklefs & Mathew (1982) serviram de exemplo para estudos na região tropical.

Na América Tropical, maior número de estudos relaciona-se à ciclagem de nutrientes, sendo realizados, principalmente, na Região Amazônica (Klinge & Rodrigues 1968, Golley *et al.* 1978, 1980, Golley 1986). Nesses estudos, foram analisadas amostras compostas de folheto, não permitindo conhecer a contribuição de cada espécie na ciclagem de nutrientes. Aqueles que analisaram o teor de nutrientes em folhas adultas de espécies arbóreas foram os de Tanner (1977) na Jamaica e de Montes & Medina (1977), Sobrado & Medina (1980) e Medina *et al.* (1990) na Venezuela.

1. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Caixa Postal 04457, 70904-970 Brasília, DF, Brasil.
2. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, 38400-902 Uberlândia, MG, Brasil.
3. Autor para correspondência: glein@ufu.br

No Brasil, a maior parte das análises da concentração de nutrientes nas folhas de comunidades vegetais nativas foi feita em cerrados, com ênfase em espécies lenhosas acumuladoras de Al (Haridasan 1982, 1987, Araújo & Haridasan 1988). Os mais recentes (Haridasan 2000, Lilienfein *et al.* 2001) continuam desvendando o intrigante comportamento das espécies quanto à nutrição mineral nos cerrados e em comunidades vegetais florestais dessa região (Marimon *et al.* 2001). Os cerrados, assim como as florestas, estão sofrendo rápida transformação e é inegável a necessidade de maiores informações sobre as condições nutricionais de suas espécies, em diferentes tipos de solos.

A hipótese deste trabalho foi que as duas comunidades arbóreas, ocorrendo em solos originários de calcário e arenito, com diferentes níveis de cálcio e acidez, apresentariam perfis nutricionais distintos. O estudo teve como objetivo determinar a disponibilidade de nutrientes nos solos e as concentrações destes nas folhas em espécies nativas em duas florestas, uma na Fazenda Experimental de Glória (FEG) e outra na Estação Experimental de Panga (EEP), Uberlândia, MG, contribuindo, assim, para melhor entendimento da distribuição das espécies nativas em diferentes solos.

Material e métodos

O estudo foi realizado em duas florestas semidecíduas, uma na Estação Ecológica do Panga (EEP) e outra na Fazenda Experimental da Glória (FEG), ambas pertencentes à Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais. A EEP (19°10' S e 48°23' W) possui uma área de 409,5 ha (39 ha de floresta) e localiza-se na parte Sul do Município de Uberlândia, a 35 km do centro da cidade (Schivani & Araújo 1989). A FEG (18°57' S e 48°12' W) situa-se a 12 km do centro de Uberlândia e possui área de 685 ha. A maior parte da fazenda destina-se a atividades agropastoris, tendo uma reserva de floresta com cerca de 30 ha. Araújo & Haridasan (1997) encontraram 93 espécies arbóreas na EEP e 96 espécies na FEG (38 comuns às duas áreas) em um levantamento fitossociológico em 50 parcelas de 10 m × 10 m em cada floresta. Indivíduos lenhosos com circunferência a 1,30 m do solo \varnothing_{10} cm foram amostrados. A floresta da EEP apresentou uma densidade de 2.202 indivíduos ha⁻¹ com área basal de 23,8 m².ha⁻¹ e a floresta da FEG 1.632 indivíduos com 28 m².ha⁻¹.

Grande parte do Triângulo Mineiro possui clima tropical de savana, com inverno seco e verão chuvoso, sendo a temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C. As áreas mais elevadas da região são caracterizadas pelos climas tipo Cwb e Cwa. A precipitação pluviométrica anual varia de 1.400

a 1.700 mm e as temperaturas médias máximas de 27 a 30 °C. O Município de Uberlândia possui clima tipo Cwb na parte Norte e Cwa na parte Sul, porém o mais típico dos climas do Município é o Aw (Embrapa 1982).

O Latossolo Vermelho Escuro, associado às áreas geológicas do grupo Bauru, formação Adamantina, predomina no Triângulo Mineiro e no Município de Uberlândia (Embrapa 1982), sendo de moderado a fortemente ácido. Em áreas mais restritas, são encontrados solos eutróficos, com saturação de bases entre 50% e 65%, e desenvolvidos a partir de materiais originados do arenito do grupo Bauru, formação Marília, com cimento calcífero (Embrapa 1982).

Para a avaliação da fertilidade dos solos, foram retiradas amostras compostas de cada uma das 50 parcelas, estabelecidas para levantamento fitossociológico de cada floresta (Araújo & Haridasan 1997). As coletas foram realizadas nas profundidades de 0 a 8 cm e 8 a 65 cm na EEP, e de 0 a 7 cm e de 7 a 24 cm na FEG, correspondendo aos horizontes A1 e A3, nos dois solos. As amostras foram secas ao ar e passadas por uma peneira com malha de 2 mm. A textura do solo foi determinada pelo método de Bouyoucos (Kiehl 1979). O pH foi medido em água e KCl, 1M. Os teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis foram determinados no extrato de KCl, 1M e os outros nutrientes (P, K¹⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, Zn²⁺ e Cu²⁺) no extrato de Mehlich (H₂SO₄, 0,0125M + HCl 0,05M) (Allen 1974). O Al foi obtido por titulação com NaOH, 0,025M. O teor de P foi determinado por colorimetria, utilizando-se o molibdato de amônia, a 660 nm. Os teores dos demais elementos foram medidos em espectrofotometria de absorção atômica ou emissão de chama.

Todas as 93 espécies da EEP e 96 da FEG, encontradas no levantamento de Araújo & Haridasan (1997), foram amostradas para análise do teor de nutrientes nas folhas. Foram coletadas folhas adultas, sem lesões ou sinais de ataques de insetos, de dois a quatro indivíduos de cada espécie na segunda quinzena do mês de março de 1990, no final da estação chuvosa. Logo após a coleta, as folhas foram lavadas com água destilada e secas em estufa a 70 °C. As amostras secas foram moídas em moinho tipo Wiley e acondicionadas em sacos plásticos.

O teor de N nas folhas foi determinado utilizando-se o método de Kjeldahl (Allen 1974). Para se obter o teor de P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu e Al as amostras de folhas foram digeridas, utilizando-se mistura triácida (ácidos nítrico, sulfúrico e perclórico), na proporção de 10:1:2 (Allen 1974). O teor de P no extrato de folhas foi determinado por colorimetria, a 410 nm, utilizando-se vanadomolibdato de amônia. As concentrações dos demais nutrientes foram obtidas por espectrofotometria de absorção atômica ou emissão de chama (Allen 1974). As análises de folhas e solos foram realizadas no Laboratório de Solos, do Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília.

Foi utilizada análise de variância, para testar diferenças entre solos e comunidades vegetais, e teste de Duncan a 5% de probabilidade, para comparação de médias.

Resultados

Fertilidade dos solos – A principal diferença entre os solos das duas florestas reside no maior teor de Ca disponível na EEP, nos dois horizontes, associado à menor acidez (figura 1). O solo da EEP, com 76 ± 8 % de saturação de bases no horizonte A1 e 49 ± 10 % no A3, é um solo eutrófico, enquanto o da FEG, com saturação de bases de 29 ± 11 % no horizonte A1 e $7,4 \pm 3,0$ % no A3, é distrófico. Acompanhando estas propriedades, a saturação de Al foi menor no solo da EEP ($0,78 \pm 0,49$ % no A1 e $7,48 \pm 4,91$ % no A3), em comparação com o solo da FEG ($26,3 \pm 14,2$ % no A1 e $63,9 \pm 11,8$ % no A3). A disponibilidade de Mg e K foi baixa nos dois solos e não houve diferenças na disponibilidade de P. Apenas com o Mn, houve uma inversão nas diferenças entre os horizontes A1 e A3. O

horizonte A1 no solo da EEP apresentou maior teor de Mn do que A1 da FEG, enquanto no horizonte A3, o solo da EEP apresentou menor teor do que a FEG (figura 1). Teor de minerais nas folhas – Os teores médios de nutrientes foliares, nas 38 espécies comuns, encontram-se na figura 2. Esses dados permitem avaliar as diferenças nas concentrações foliares entre os locais, eliminando-se prováveis variações interespecíficas. Na figura 3, a comparação está restrita às espécies que ocorrem exclusivamente em cada uma das áreas (55 na EEP 58 na FEG). Essa comparação permite avaliar o perfil nutricional das duas comunidades, visando discutir aspectos como: adaptação e distribuição de espécies nativas em diferentes solos.

As espécies comuns e as exclusivas, em geral, responderam de maneira semelhante à disponibilidade de nutrientes no solo e à acidez. Não houve diferenças

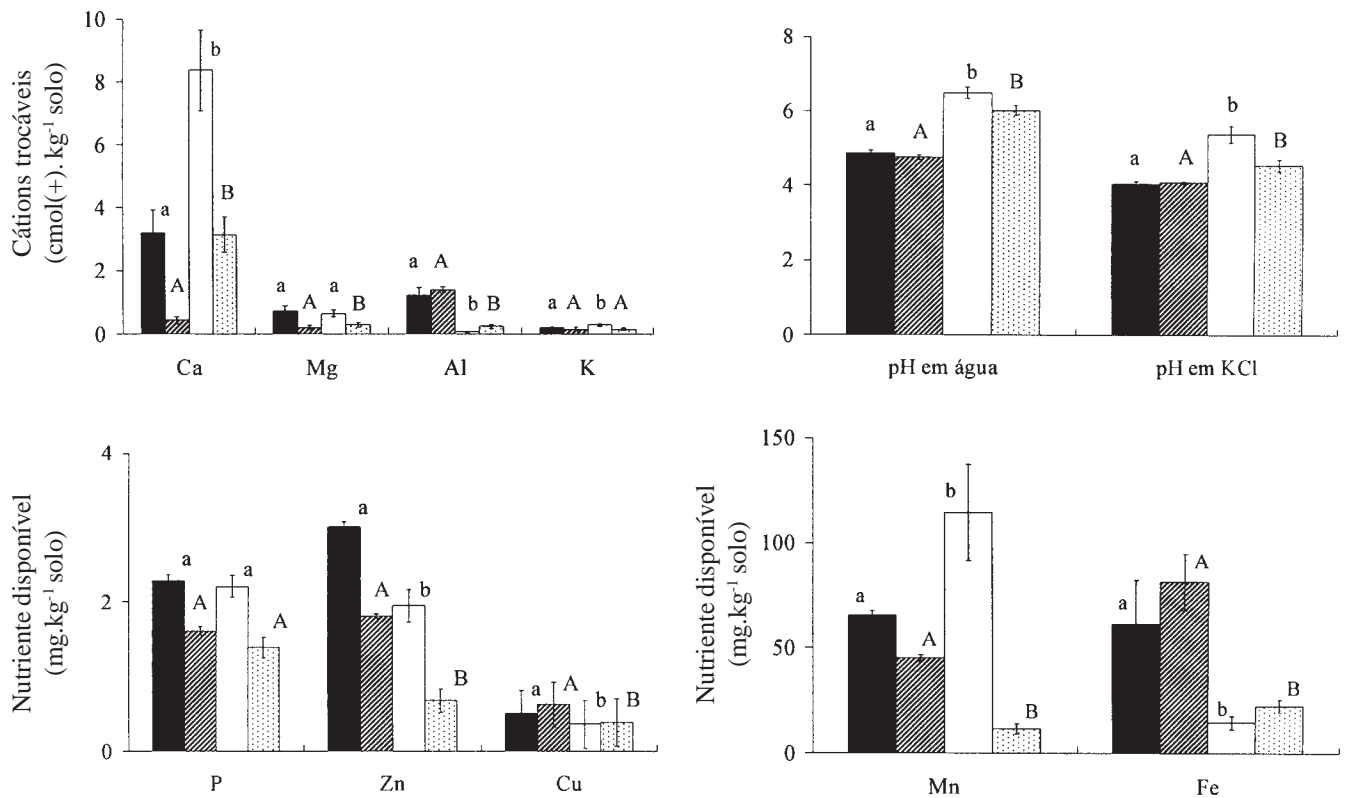


Figura 1. Propriedades dos solos (média e desvio padrão) nos horizontes A1 e A3, da floresta semidecídua da Fazenda Experimental de Glória e da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. Médias para o mesmo elemento para as duas florestas (minúsculas para o horizonte A1 e maiúsculas para o horizonte A3) não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ■ = A1 - Fazenda Experimental de Glória; ▨ = A3 - Fazenda Experimental de Glória; □ = A1 - Estação Ecológica do Panga; ▩ = A3 - Estação Ecológica do Panga.

Figure 1. Properties of A1 and A3 horizons of the soils (mean and standard deviation) of semideciduous forests of the Experimental Farm at Glória and the Ecological Station at Panga in Uberlândia, MG. Means for the same nutrient for the two forests followed by the same letter (lowercase for the A1 horizon and uppercase for the A3 horizon) do not differ between themselves as judged by the Duncan's test at 5% probability level. ■ = A1 - Experimental Station of Glória; ▨ = A3 - Experimental Station at Glória; □ = A1 - Ecological Station at Panga; ▩ = A3 - Ecological Station at Panga.

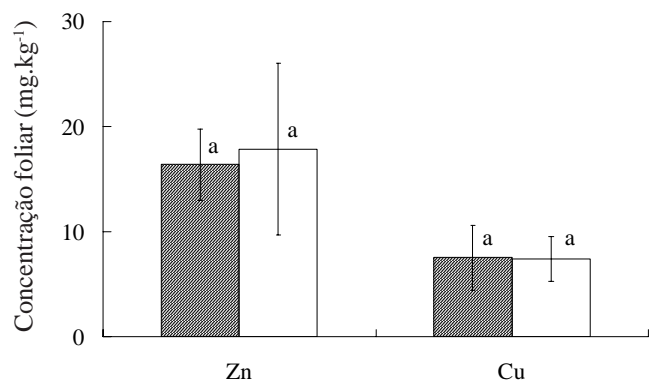
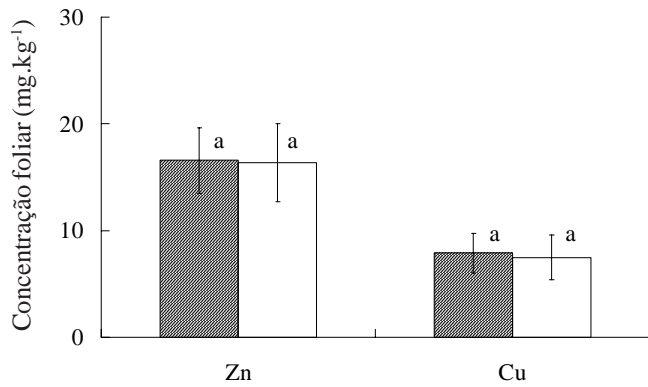
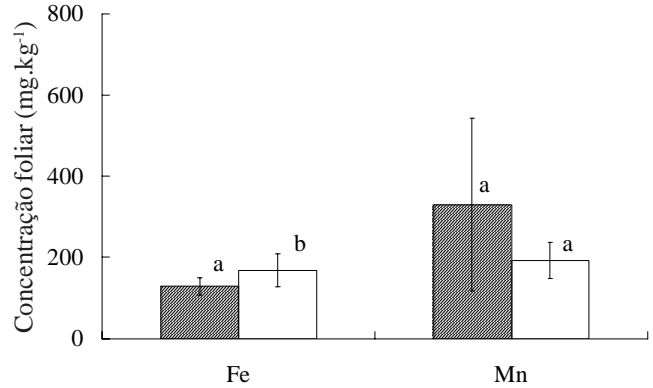
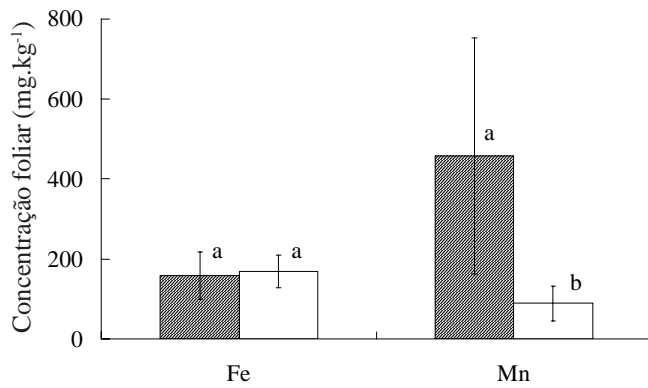
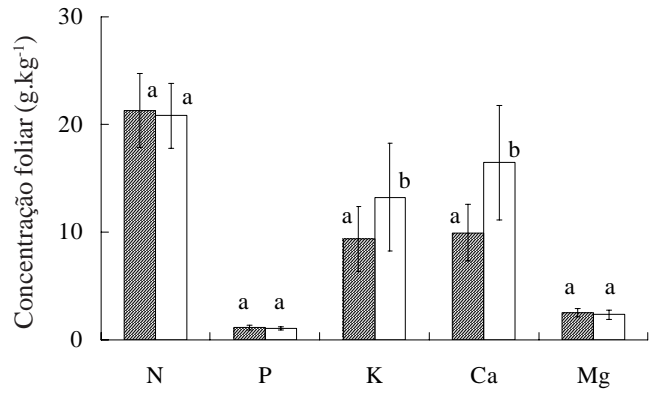
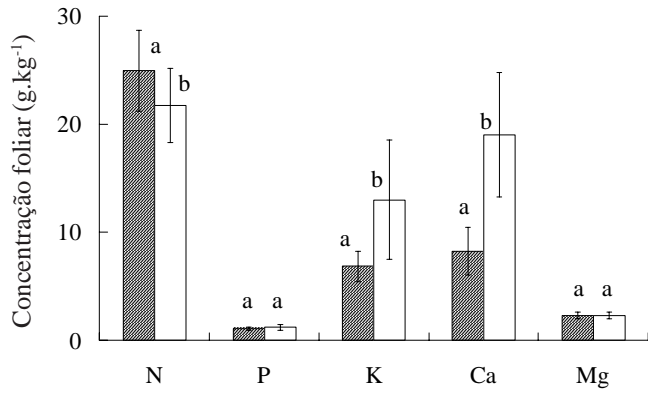


Figura 2. Concentrações foliares de nutrientes (média e desvio padrão) em espécies arbóreas comuns da floresta semidecídua da Fazenda Experimental de Glória (▨) e da Estação Ecológica do Panga (□), Uberlândia, MG. Médias para o mesmo nutriente com mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Figure 2. Foliar nutrient concentrations (mean and standard deviation) in the tree species, which are common to both semideciduous forests of the Experimental Farm at Glória (▨) and the Ecological Station at Panga (□) in Uberlândia, MG. Means for the same nutrient followed by the same case letter do not differ between themselves as judged by the Duncan's test at 5% probability level.

Figura 3. Concentrações foliares de nutrientes (média e desvio padrão) em espécies arbóreas exclusivas da floresta semidecídua da Fazenda Experimental de Glória (▨) e da Estação Ecológica do Panga (□), Uberlândia, MG. Médias para o mesmo nutriente com mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Figure 3. Foliar nutrient concentrations (mean and standard deviation) in the tree species which are exclusive to each semideciduous forest of the Experimental Farm at Glória (▨) and the Ecological Station at Panga (□) in Uberlândia, MG. Means for the same nutrient followed by the same case letter do not differ between themselves as judged by the Duncan's test at 5% probability level.

significativas nas concentrações foliares de P e Mg entre as duas comunidades, refletindo a similaridade entre os dois solos em relação a esses nutrientes. As diferenças maiores e mais consistentes foram nos teores de Ca e K, sendo maiores as concentrações nas espécies das comunidades da EEP (figuras 2, 3). Na FEG, 95% delas tiveram concentrações de Ca entre 6,3 e 14,8 g.kg⁻¹, enquanto que na EEP em 30% das espécies foram detectados teores maiores. As mais ricas em Ca na FEG, *Celtis iguanae* (Jacq.) Sargent, *Maclura tinctoria* D. Don ex Steud., *Miconia* sp. e *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze, tiveram teores de 23,8 a 32,7 g.kg⁻¹. Concentrações acima de 44 g.kg⁻¹ foram determinadas em *Celtis iguanae* (Jacq.) Sargent, *Dendropanax cuneatum* (DC.) Decne & Planch., *Eugenia stricta* Pranch. ex Bronq. & Griseb. e *Rhamnidium elaeocarpum* Reisseck, todas da floresta da EEP.

As espécies comuns e exclusivas da EEP apresentaram menores teores de Mn do que da FEG (figuras 2, 3), apesar do solo da floresta da EEP ter maior disponibilidade desse micronutriente no horizonte A1 (figura 1). Variações interespecíficas foram acentuadas entre as espécies da FEG, onde foram encontradas 33 espécies com mais de 300 mg.kg⁻¹ de Mn (tabela 1), com os maiores valores acima de 2.000 mg.kg⁻¹. As variações nas concentrações de outros micronutrientes (Fe, Zn e Cu) foram as menores entre os elementos analisados.

Quanto ao teor de Al nas folhas, 83,7% das espécies das duas florestas tiveram valores de 33 a 132 mg.kg⁻¹. Foram encontradas 9 espécies acumuladoras de Al com teores superiores a 1.000 mg.kg⁻¹, sendo quatro exclusivas da FEG e duas da EEP e três comuns às duas áreas (tabela 2). Os maiores teores foram obtidos em *Coussarea contracta* (Walp.) Müll. Arg. (4.185 mg.kg⁻¹) na FEG e *C. hydrangeaeifolia* Benth. & Hook. (3.650 mg.kg⁻¹) na EEP.

Discussão

O maior teor de Ca no solo eutrófico da EEP é devido à sua origem de arenitos do Grupo Bauru, formação Marília, com cimentação carbonática (Nishiyama 1989). De modo geral, os solos originados de rocha basáltica ou calcária apresentam também maiores teores de Mn (Krauskopf 1972). O solo da FEG é originário de sedimentos cenozóicos. Solos desta origem no Município de Uberlândia são geralmente distróficos e suportam florestas (Embrapa 1982, Araújo *et al.* 1997, Guimarães *et al.* 2001). Assim, os dois locais escolhidos para comparação de perfil nutricional de

florestas representam condições edáficas distintas. A presença de florestas em solos eutróficos e distróficos e suas divergências em relação à composição florística e fitossociologia na região dos cerrados são bem documentadas na literatura (Ratter *et al.* 1977, 1978 a, b). As diferenças nestes aspectos, entre as duas florestas, foram discutidas em Araújo & Haridasan (1997).

A comparação da fertilidade dos solos é talvez mais simples neste caso do que a comparação do perfil nutricional das duas florestas. Os conceitos de disponibilidade de nutrientes no solo e os efeitos de variação do pH sobre a toxicidade de elementos como Al, Fe e Mn são consensos em relação à agricultura e plantas cultivadas (Marschner 1995). Em geral, as plantas respondem à maior disponibilidade de macronutrientes, sendo as leguminosas uma exceção no caso de nitrogênio. É bem conhecido também que a proporção de cátions K, Ca e Mg no solo influencia a absorção destes pelas plantas. A toxicidade de Al, Fe e Mn às plantas que ocorrem em comunidades nativas pode não ser verificada em solos ácidos e distróficos, uma vez que elas possivelmente sejam adaptadas a esses ambientes, sem prejuízo ao seu crescimento e produção. Por outro lado, isso pode ser um fator que causa a exclusão de algumas espécies de solo ácido.

A comparação dos perfis nutricionais das duas florestas, ao contrário dos solos, necessita uma análise mais cuidadosa, devido às diferenças na composição florística. Esta questão foi abordada por Haridasan & Araújo (1988), quando foram comparados dois cerrados, em solos distrófico e mesotrófico, em relação às concentrações foliares de nutrientes. Ao invés de se comparar os valores médios de todas as espécies, uma alternativa é separar as espécies que ocorrem nas duas comunidades em dois grupos: aquelas que aparecem nos dois locais e aquelas presentes exclusivamente em um dos locais. A justificativa para comparar as espécies comuns é que as diferenças observadas nas concentrações foliares podem ser atribuídas diretamente às diferenças na fertilidade e outros fatores edáficos, eliminando as diferenças intraespecíficas. Por outro lado, uma comparação entre as espécies exclusivas pode apontar diferenças entre as comunidades, quanto à adaptação e à distribuição das espécies nativas aos ambientes específicos. Além disso, pode-se explicar melhor as eventuais diferenças no funcionamento dos dois ecossistemas em relação à nutrição mineral das plantas e à ciclagem de nutrientes.

A diferença nas concentrações foliares de Ca, tanto em espécies comuns como em exclusivas deste estudo,

Tabela 1. Concentração foliar de Mn (mg.kg^{-1}) nas espécies acumuladoras em florestas semidecíduas da Fazenda Experimental de Glória (FEG) e da Estação Ecológica do Panga (EEP) em Uberlândia, MG.

Table 1. Foliar concentration of Mn (mg.kg^{-1}) in accumulator species of semideciduous forests of the Experimental Farm at Glória (FEG) and the Ecological Station at Panga (FEG) in Uberlândia, MG.

Espécies	FEG	EEP
Espécies comuns		
<i>Agonandra brasiliensis</i> Benth. & Hook.	651	130
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	925	384
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	709	452
<i>Cupania vernalis</i> Camb.	1.501	598
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	423	356
<i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc.	468	396
<i>Ouratea castaneaefolia</i> (DC.) Engl.	1.734	698
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	384	122
<i>Rheedia gardneriana</i> Planch. & Triana	897	621
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotz.	503	431
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	1.304	790
Média \pm Desvio padrão	863 \pm 463	452 \pm 213
Espécies exclusivas		
<i>Actinostemon communis</i> Pax	835	
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	883	
<i>Casearia grandiflora</i> Camb.	1.420	
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	2.477	
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	1.349	
<i>Cryptocaria aschersoniana</i> Mez	830	
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	391	
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	490	
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	1.496	
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	1.098	
<i>Machaerium</i> sp.	486	
<i>Maytenus</i> sp.	921	
<i>Myrcia</i> sp.	1.511	
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	923	
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	2.754	
<i>Psidium rufum</i> Mart. ex DC.	351	
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	508	
<i>Siphoneugenia densiflora</i> Berg	831	
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	859	
<i>Sorocea bonplandii</i> Lanj. & Boer	928	
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nicholson	458	
<i>Vitex polygama</i> Cham.	881	
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.		531
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) Macbr.		310
Média \pm Desvio padrão	1.031 \pm 619	420 \pm 156

Tabela 2. Concentração foliar de Al (mg.kg^{-1}) nas espécies acumuladoras em florestas semidecíduas da Fazenda Experimental de Glória (FEG) e da Estação Ecológica do Panga (EEP) em Uberlândia, MG.

Table 2. Foliar concentration of Al (mg.kg^{-1}) in accumulator species of semideciduous forests of the Experimental Farm at Glória (FEG) and the Ecological Station at Panga (EEP) in Uberlândia, MG.

Espécies	FEG	EEP
Espécies comuns		
<i>Faramea cyanea</i> Müll.Arg.	1.902	2.072
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	1.243	2.002
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	3.138	3.459
Média \pm Desvio padrão	1902 \pm 926	2072 \pm 822
Espécies exclusivas		
<i>Callisthene major</i> Mart.	1.200	
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	4.158	
<i>Miconia</i> sp.	2.783	
<i>Qualea jundiahy</i> Warm.	1.813	
<i>Coussarea hydrangeaefolia</i> Benth. & Hook.		3.650
<i>Symplocos platyphylla</i> (Pohl) Benth.		1.268
Média \pm Desvio padrão	2.298 \pm 1.290	2.459 \pm 1.684

reflete diretamente as diferenças na disponibilidade deste elemento no solo. As espécies que ocorrem exclusivamente na EEP, com maior frequência, podem ser consideradas calcícolas e as que ocorrem só na FEG, calcífugas. Um motivo para essa separação pode ser a capacidade das espécies calcícolas da EEP de absorver K e Mg do solo com alto teor de Ca, uma vez que os dois solos apresentam a mesma disponibilidade de K e Mg. Os efeitos antagônicos de altos teores de Ca no solo na absorção de K e Mg são bem documentados na literatura (Marschner 1995).

Hou & Merkle (1950) estudaram 31 espécies de solos fortemente ácidos e de solos ricos em Ca e sugeriram que as calcícolas seriam aquelas que possuíam concentrações entre 15,7 a 22,7 g.kg^{-1} e as calcífugas entre 4,8 a 10,8 g.kg^{-1} . Pelo critério destes autores, 42 espécies da EEP podem ser consideradas calcícolas. Apenas cinco espécies da floresta da FEG, incluindo duas comuns, satisfazem este critério. *Celtis iguanae* (Jacq.) Sargent e *Terminalia brasiliensis* Raddi apresentaram altas concentrações de Ca, nos dois solos. Estas

observações estão de acordo com o relato de Steele (1955), que calcícolas específicas ocorrem em solos ricos em Ca com pH entre 6,5 e 7,0, mas podem ser encontradas também em solos com menor pH. Vale ressaltar a observação de Crawley (1997), que as calcícolas podem não ser plantas com altas necessidades de Ca, mas aquelas que são sensíveis aos fatores como a alta acidez, baixa disponibilidade de outros nutrientes e toxicidade do Al, em solos pobres em Ca. No entanto, este parece não ser o caso das espécies da FEG, já que 78 das 96 espécies da FEG tiveram teores menores de $10,8 \text{ g.kg}^{-1}$ de Ca nas folhas, podendo ser consideradas calcífugas de fato. Embora exista a possibilidade de que as baixas concentrações foliares de Ca simplesmente reflitam os baixos teores de Ca no solo, não há registros de ocorrência de indivíduos destas espécies em solos com altos teores de Ca. Ratter *et al.* (1977, 1978a, b) identificaram várias espécies indicadoras de solos ricos em Ca no Brasil central. *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, *Aspidosperma subincanum* Mart., *Celtis iguanae* (Jacq.) Sargent, *Dilodendron bipinnatum* Radlk., *Guazuma ulmifolia* Lam. e *Lithrea molleoides* (Vell.) Engl. foram encontradas na floresta da EEP e são citadas como calcícolas por Ratter *et al.* (1978 b).

As menores concentrações foliares de Mn, nas espécies comuns às duas florestas e exclusivas à EEP, refletiram a influência da menor acidez do solo, mesmo considerando-se a maior disponibilidade deste elemento no horizonte superficial (A1) na EEP. É interessante notar que os valores médios de Mn nas folhas de espécies da FEG estiveram acima do limite de 300 mg.kg^{-1} , estabelecido para espécies acumuladoras deste elemento por Gauch (1972), apesar de sua disponibilidade no solo ser considerada deficiente (valores inferiores a 50 mg.kg^{-1}) conforme Marschner (1995). Assim, 33 das 96 espécies (22 exclusivas e 11 comuns) da FEG seriam acumuladoras de Mn (tabela 1). Apenas 11 das 93 espécies da EEP seriam classificadas como acumuladoras, sendo 9 dessas espécies comuns a FEG. Assim, são claras as diferentes estratégias entre as plantas nativas para superar a toxicidade de Mn em solos ácidos. Enquanto um terço das espécies da FEG (33 das 96) acumula Mn acima de 300 mg.kg^{-1} até 2.750 mg.kg^{-1} , os outros dois terços evitam a absorção desse elemento em níveis elevados. Por outro lado, apenas duas das 55 espécies exclusivas da EEP foram acumuladoras. As nove espécies que apresentaram elevados teores de Mn, nos dois solos, seriam acumuladoras obrigatórias. Haridasan & Araújo (1988) também verificaram que as espécies de cerrado

em solo mesotrófico limitaram a absorção de Mn em solo com altos teores de Ca, enquanto apresentaram altos teores em solo distrófico mais ácido.

A ocorrência de espécies acumuladoras de Al em cerrado e cerradão foi discutida por Haridasan (1982, 1987) e Haridasan & Araújo (1988). A origem evolutiva desta característica nas plantas superiores e os mecanismos de absorção, translocação e deposição em vários componentes da biomassa estão sendo discutidos na literatura recente (Hodson & Sangster 1999, Ma *et al.* 2001, Watanabe & Osaki 2002, Jansen *et al.* 2002, 2003). Das nove espécies encontradas com concentrações de Al acima de 1.000 mg.kg^{-1} , neste estudo, cinco ocorreram na EEP em solo rico em Ca e baixa saturação de Al, sendo três comuns a FEG. Isso reforça a hipótese anterior de que a distribuição de acumuladoras de Al não está restrita aos solos fortemente ácidos e distróficos (Haridasan & Araújo 1988). Entretanto, as densidades delas nas duas comunidades foram menores do que as de outras espécies acumuladoras encontradas em comunidades vegetais de cerrado (sentido restrito) e cerradão, em solos distróficos no Planalto Central (Haridasan 1987).

Referências bibliográficas

- ALLEN, S.E. 1974. Chemical Analysis of Ecological Materials. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- ARAÚJO, G.M. & HARIDASAN, M. 1988. A comparison of the nutritional status of two forest communities on mesotrophic and dystrophic soils in central Brazil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 19:1075-1089.
- ARAÚJO, G.M. & HARIDASAN, M. 1997. Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas, em Uberlândia, Triângulo Mineiro. Naturalia 22:115-129.
- ARAÚJO, G.M., GUIMARÃES, A.J.M. & NAKAJIMA, J.N. 1997. Fitossociologia de um remanescente de mata mesófila semidecídua urbana, Bosque John Kennedy, Araguari, MG, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 20:67-77.
- CHAPIN III, F.S. 1980. The mineral nutrition of wild plants. Annual Review of Ecology and Systematics 11:233-260.
- CRAWLEY, M.J. 1997. Life history and environment. In Plant Ecology (M.J. Crawley, ed.). Blackwell Science, London, p.73-131.
- EMBRAPA. 1982. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. Boletim Técnico nº 1, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos, Rio de Janeiro.

- GAUCH, H.G. 1972. Inorganic plant nutrition. Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg.
- GOLLEY, F.B. 1986. Chemical plant-soil relationships in tropical forests. *Journal of Tropical Ecology* 2:219-229.
- GOLLEY, F.B., RICHARDSON, T. & CLEMENTS, R.G. 1978. Elemental concentrations in tropical forests and soils of northwestern Colombia. *Biotropica* 10:144-151.
- GOLLEY, F.B., YANTKO, J., RICHARDSON, T. & KLINGE, H. 1980. Biogeochemistry of tropical forests: 1. The frequency distribution and mean concentration of selected elements in a forest near Manaus, Brazilian. *Tropical Ecology* 21:59-70.
- GUHA, M.M. & MITCHELL, R.L. 1966. The trace and major element composition of the leaves of some deciduous trees II. Seasonal changes. *Plant and Soil* 24:90-112.
- GUIMARÃES, A.J.M., CORRÊA, G.F. & ARAÚJO, G.M. 2001. Características da vegetação e do solo em duas comunidades vegetais contíguas no Triângulo Mineiro. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 7:113-127.
- HARIDASAN, M. 1982. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. *Plant and Soil* 65:265-273.
- HARIDASAN, M. 1987. Distribution and mineral nutrition of aluminium-accumulating species in different plant communities of the cerrado region of Central Brazil. *In* La capacidad bioproductiva de sabanas (J.J. San José & R. Montes, eds.). Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, p.309-348.
- HARIDASAN, M. 2000. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12:54-64.
- HARIDASAN, M. 2001. Nutrient cycling as a function of landscape and biotic characteristics in the cerrado of central Brazil. *In* Biogeochemistry of the Amazon basin and its role in a changing world (M.E. McClain, R.L. Victoria & J.E. Richey, eds.). Oxford University Press, New York, p.68-83.
- HARIDASAN, M. & ARAÚJO, G.M. 1988. Aluminium-accumulating species in two forest communities in the cerrado region of central Brazil. *Forest Ecology and Management* 24:15-26.
- HODSON, M.J. & SANGSTER, A.G. 1999. Aluminium/Silicon interactions in conifers. *Journal of Inorganic Biochemistry* 76:89-98.
- HOU, H.Y. & MERKLE, F.G. 1950. Chemical composition of certain calcifugous and calcicole plants. *Soil Science* 69:471-486.
- JANSEN, S., BROADLEY, M., ROBBRECHT, E. & SMETS, E. 2002. Aluminium hyperaccumulation in angiosperms: a review of its phylogenetic significance. *Botanical Review* 68:235-269.
- JANSEN, S., SMETS, E. & HARIDASAN, M. 2003. Aluminum accumulation in flowering plants. *In* McGraw-Hill Yearbook of Science and Technology (D. Blumel & A. Rappaport, eds.). McGraw-Hill, New York, p.11-13.
- KIEHL, E.J. 1979. *Manual de Edafologia*. Editora Agronômica Ceres, São Paulo.
- KLINGE, H. & RODRIGUES, W.A. 1968. Litter production in an area of Amazonian terra firme forest. Part I. Litter fall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. *Amazoniana* 1:287-302.
- KRAUSKOPF, K.B. 1972. Geochemistry of micronutrients. *In* Micronutrients in agriculture (J.J. Mortvedt, P.M. Giordano & W.L. Lindsay, eds.). Soil Science Society of America, Madison, p.7-40.
- LILIENTFEIN, J., WILCKE, W., ZIMMERMANN, R., GERSTBERGER, P., ARAÚJO, G.M. & ZECH, W. 2001. Nutrient storage in soil and biomass of native Brazilian Cerrado. *Journal Plant Nutrition and Soil Science* 164:487-495.
- MA, J.F., RYAN, P.R. & DELHAIZE, E. 2001. Aluminum tolerance in plants and the complexing role of organic acids. *Trends in Plant Science* 6:273-278.
- MARIMON, B.S., FELFILI, J.M. & HARIDASAN, M. 2001. Studies in monodominant forests in eastern Mato Grosso, Brazil: II. A forest in the areões Xavante Indian Reserve. *Edinburgh Journal of Botany* 58:1-15.
- MARSCHNER, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, New York.
- MEDINA, E., GARCIA, V. & CUEVAS, E. 1990. Sclerophylly and oligotrophic environments: relationships between leaf structure, mineral nutrient content, and drought resistance in tropical rain forests of the upper Rio Negro region. *Biotropica* 22:51-64.
- MONTES, R. & MEDINA, E. 1977. Seasonal changes in nutrient of leaves of savanna trees with different ecological behavior. *Geografia y Ecologia Tropical* 4:295-307.
- NISHIYAMA, L. 1989. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. *Sociedade e Natureza* 1:9-16.
- RATTER, J.A., ASKEW, G.D., MONTGOMERY, R.F. & GIFFORD, D.R. 1977. Observações adicionais sobre o cerrado de solos mesotróficos no Brasil Central. *In* IV Simpósio sobre o Cerrado. Edusp, São Paulo, p.306-316.
- RATTER, J.A., ASKEW, G.P., MONTGOMERY, R.F. & GIFFORD, D.R. 1978a. Observation on the vegetation of northeastern Mato Grosso II. Forest and soil of the Rio Suia-Missu area. *Proceedings of the Royal Society, London* 203:191-208.
- RATTER, J.A., FURLEY, P.A., MONTGOMERY, R.F. & GIFFORD, D.R. 1978b. Observations on forests of some mesotrophic soils in Central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 1:47-58.
- RICKLEFS, R.E. & MATHEW, K.K. 1982. Chemical characteristics of the foliage of some deciduous trees in southeastern Ontario. *Canadian Journal of Botany* 60:2037-2045.
- SCHIAVINI, I. & ARAÚJO, G.M. 1989. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica da EEP (Uberlândia). *Sociedade e Natureza* 1:61-66.

- SOBRADO, M.A. & MEDINA, E. 1980. General morphology, anatomical structure, and nutrient content of sclerophyllous leaves of the "Bana" vegetation of Amazonas. *Oecologia* 45:341-345.
- STEELE, B. 1955. Soils pH and base status as factors on the distribution of calcicoles. *Journal of Ecology* 43:120-132.
- TANNER, E.V.J. 1977. Four montane rain forests of Jamaica: a quantitative characterization of floristics, the soils and the foliar mineral levels and a discussion of the interrelations. *Journal of Ecology* 65:883-919.
- WATANABE, T. & OSAKI, M. 2002. Mechanisms of adaptation to high aluminum condition in native plant species growing in acid soils: a review. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33:1247-60.