

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM ESPÉCIES FLORESTAIS SOB INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA*

Ivo Ribeiro da SILVA**
Antonio Eduardo FURTINI NETO**
Fabiano Ribeiro do VALE**
Nilton CURI**

RESUMO

Em experimento conduzido em condições de casa de vegetação, de janeiro a abril de 1995, estudou-se a influência da adubação potássica sobre a absorção de nutrientes em quatorze espécies florestais de diferentes grupos ecológicos e no milho. Um solo com $0.72 \text{ mmolK}^+/\text{dm}^3$ de solo pelo Mehlich-1 foi utilizado como substrato, no qual, após a calagem, estabeleceram-se os seguintes tratamentos: sem aplicação de potássio (-K) e com aplicação de $84 \text{ mgK}^+/\text{kg}$ de solo. Os demais nutrientes foram convenientemente supridos em ambos os tratamentos. Constatou-se que a adubação potássica aumentou os teores de potássio em todas as espécies estudadas, enquanto as respostas em produção de matéria seca da parte aérea foram bastante diferenciadas entre elas. Os maiores teores de K foram encontrados para o milho e para as espécies climax, teores de K intermediários nas espécies secundárias e menores teores de K no tecido vegetal das espécies pioneiras. Também observou-se que a aplicação de potássio levou a uma maior absorção de nitrogênio no fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) I.&B.) e fósforo no angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.). A aplicação de potássio reduziu a absorção de Ca na cassia carnaval (*Senna spectabilis* (DC) I.&B.) e bico de pato (*Machaerium nictitans* Vell. Benth.), enquanto a absorção de magnésio foi menor no angico amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.), cassia carnaval (*Senna spectabilis* (DC) I.&B.), cassia verrugosa (*Senna multijuga* (L.C. Rich) I.&B.), ipê mirim (*Stenolobium stans* (Jun.) Seem.), bico de pato (*Machaerium nictitans* Vell. Benth.) e fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) I.&B.), sem contudo reduzir a produção. Nas espécies climax, apenas os teores de potássio na parte aérea foram afetados pela adubação potássica.

Palavras-chave: absorção de nutrientes; adubação potássica; espécies florestais nativas.

ABSTRACT

It was studied the influence of the potassium fertilizer on nutrient uptake by fourteen native tree species and *Zea mays* L.; in a greenhouse experiment, carried out from January to April 1995. A soil with $0.72 \text{ mmolK}^+/\text{dm}^3$ of soil by Mehlich-1 was used as substrate. After being limed, the treatments were established as follow: without K application and with application of $84 \text{ mgK}^+/\text{kg}$ soil. The other nutrients were conveniently supplied in both treatments. The potassium fertilization increased K concentration in the shoot of all studied species, whereas the responses in shoot dry matter production were very distinct among them. Higher potassium concentration in the shoot were found for *Zea mays* L. and climax species, intermediate values for secondary species and lower K concentration in the vegetal tissue of pioneer species. Adding potassium increased nitrogen uptake by fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) I.&B.) and phosphorus by angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.). An antagonistic effect among K, Ca and Mg decreased calcium uptake by cassia carnaval (*Senna spectabilis* (DC) I. & B) and bico de pato (*Machaerium nictitans* Vell. Benth.), and decreased magnesium uptake by angico amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.), cassia carnaval (*Senna spectabilis* (DC) I.&B.), cassia verrugosa (*Senna multijuga* (L.C. Rich) I.&B.), ipê mirim (*Stenolobium stans* (Jun.) Seem.), bico de pato (*Machaerium nictitans* Vell. Benth.) and fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) I.&B.), however, the shoot dry matter productions was not reduced. In the climax species only K shoot concentration was changed by the potassium fertilization.

Key words: nutrient uptake; potassium fertilizer; native forest species.

(*) Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao CPGSNP-DCS-UFLA, Lavras-MG, trabalho financiado pela CEMIG e FAPEMIG. Aceito para publicação em setembro de 1996.

(**) UFLA, Departamento de Ciência do Solo, Caixa Postal 37, 37200-000, Lavras, MG, Brasil. (Bolsista do CNPq)

1 INTRODUÇÃO

O potássio não é apenas um dos nutrientes mais absorvidos pelas plantas, mas é também aquele com maior diversidade de funções nos processos metabólicos. No desempenho dessas funções ele interage com muitos outros nutrientes e constituintes vegetais (DIBB & THOMPSON, 1985), podendo resultar em um aumento ou redução da absorção de outros elementos (USHERWOOD, 1982).

A aplicação de potássio no solo pode reduzir a fixação de NH_4^+ (TISDALE *et al.*, 1993), pois eles possuem raios iônicos semelhantes. No entanto, a adubação potássica pode também reduzir a absorção de NH_4^+ pelas plantas, pois esses dois íons, K^+ e NH_4^+ competem pelos mesmos sítios do carregador durante o processo de absorção (EPSTEIN, 1975) ou pelo gradiente de potencial elétrico, como força motora do influxo de cátions (VALE *et al.*, 1987; VALE *et al.*, 1988). Por outro lado, AJAYI *et al.* (1970) sugerem efeito complementar entre esse dois íons no processo de absorção.

As interações entre potássio e fósforo são menos freqüentemente observadas (DALIPARTHY *et al.*, 1994). Contudo, ADRIANO *et al.* (1971) observaram que o potássio favoreceu a absorção de P em plantas de milho. ADAPETU & AKAPA (1977) também reportam que a absorção de fósforo por plantas de caupi foi marcadamente reduzida sob condições de deficiência de potássio. Pode também ocorrer um efeito negativo do aumento da concentração de potássio sobre a absorção de teores de fósforo pelas plantas (EGILLA & DAVIES JÚNIOR, 1995).

Existem evidências que o cálcio e o magnésio, cátions dominantes na nutrição de plantas, apresentam uma inibição competitiva na absorção do potássio em várias espécies vegetais. SHUKLA & MUKHI (1979) relatam a existência de um antagonismo na absorção do K com Ca e Mg em plantas de milho. EGILLA & DAVIES JÚNIOR (1995) encontraram que, com a elevação da concentração de potássio na solução, ocorreu um decréscimo nos teores de Ca e Mg no tecido vegetal de hibiscus. Efeito competitivo na absorção de K pelo Ca e Mg tem sido relatado nas espécies nativas *Hymenaea courbaryl* L. var. *stilbocarpa* (Haynea) Lee et Lang, *Copaifera langsdorffii* Desf., e

Peltophorum dubium (Spreng) Taub. (DUBOC, 1994). Também RENÓ (1994), trabalhando com espécies florestais pertencentes à diferentes grupos ecológicos, observou uma competição entre esses íons durante a absorção, sem contudo afetar o crescimento das plantas.

Estudos sobre a influência da adubação potássica sobre a absorção dos demais nutrientes estão disponíveis para várias culturas. No entanto, trabalhos abordando estes efeitos em espécies florestais nativas ainda são bastante escassos. O presente experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da disponibilidade de potássio no solo sobre a absorção de nutrientes por quatorze espécies florestais na fase inicial de crescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de janeiro à abril de 1995, em condições de casa de vegetação, no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras-UFLA.

O material de solo utilizado foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade de um Cambissolo Álico, situado no município de Nazareno-MG, na região sob influência da represa de Itutinga Camargos-CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais). O solo foi seco ao ar, passado em peneira de 5 mm, e acondicionado em colunas de PVC de 1,5 dm³ com 1,35 kg de solo. As colunas foram revestidas com sacos de polietileno para não permitir a lixiviação de nutrientes. A calagem foi aplicada individualmente em cada vaso, seguida de completa homogeneização. Utilizou-se uma mistura de $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ puros para análise na relação 4:1, em quantidade suficiente para atingir pH 6.0. O solo foi então incubado por um período de quinze dias, com umidade correspondente a 60% do volume total de poros (FREIRE *et al.*, 1980).

Os tratamentos consistiram de aplicação de 84 mg K^+ /kg de solo ou sem aplicação de potássio. Todos os vasos receberam uma adubação de plantio constituída por 30 mgN/kg, 100 mgP/kg e 34.4 mgS/kg de solo na forma de sais p.a. Os micronutrientes foram fornecidos nas seguintes doses: B- 0,8 mg/kg, Mn- 3,6 mg/kg; Cu- 1,3 mg/kg; Fe- 1,5 mg/kg; Mo- 0,15 mg/kg e Zn- 4,0 mg/kg. Após a aplicação dos tratamentos o solo foi novamente incubado por quinze dias. Passado esse

período, coletaram-se amostras para caracterização química (VETTORI, 1969, modificado por EMBRAPA, 1979) e física (CAMARGO *et al.*, 1986), cujos resultados se encontram na TABELA 1. Durante o período de condução do

experimento, foram aplicados em cobertura 100 mgN/kg de solo, na forma de NH_4NO_3 , sendo a primeira aplicação aos 40 dias após a emergência, e as demais em intervalos de 20 dias.

TABELA 1 - Características químicas e físicas do solo após a aplicação dos tratamentos.

Tratamento	pH H ₂ O	P mg/kg	K ——	Ca mmol/dm ³	Mg ——	H+Al ——	mat.org. ——	areia ——	silte g/kg	argila ——
Sem potássio	6.2	28.0	0.72	28.0	9.0	15.0	16.0	620	150	230
Com potássio	6.3	26.0	2.86	25.0	10.0	15.0	16.0	620	150	230

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, arranjado num fatorial 15 x 2 (15 espécies vegetais e 2 níveis de potássio), com 6 repetições, totalizando 180 parcelas. As espécies florestais utilizadas, bem como suas características se encontram na TABELA 2. As sementes das plantas, quando recomendado, foram submetidas à quebra de dormência conforme DAVIDE &

FARIA (1995), sendo então plantadas diretamente nos vasos de cultivo. Quinze dias após a germinação procedeu-se o desbaste, deixando apenas uma planta por vaso. No decorrer do período experimental, a umidade do solo foi mantida em 60% do volume total de poros, através de pesagens periódicas, completando-se com água desmineralizada o volume de água evapotranspirado.

TABELA 2 - Características das espécies utilizadas.

Nome comum	Nome científico	Grupo ecológico	Família
Angico amarelo	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taub.	Pioneira (P)	Leguminosae
Cassia carnaval	<i>Senna spectabilis</i> (DC) I.&B.	Pioneira (P)	Leguminosae
Cassia verrugosa	<i>Senna multijuga</i> (L.C. Rich) I.&B.	Pioneira (P)	Leguminosae
Ipê mirim	<i>Stenolobium stans</i> (Jun.) Seem.	Pioneira (P)	Bignonaceae
Jacarandá mimoso	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don.	Pioneira (P)	Bignonaceae
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Pioneira (P)	Sterculiaceae
Trema	<i>Trema micrantha</i> Bloom	Pioneira (P)	Ulmaceae
Angico vermelho	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Secundária (S)	Leguminosae
Bico de pato	<i>Machaerium nictitans</i> Vell. Benth.	Secundária (S)	Leguminosae
Cedro	<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	Secundária (S)	Meliaceae
Fedegoso	<i>Senna macranthera</i> (Collad.) I.&B.	Secundária (S)	Leguminosae
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Clímax (C)	Leguminosae
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.(Hayne) Lee et Lang	Clímax (C)	Leguminosae
Pau pereira	<i>Platycianus regnelli</i> Benth.	Clímax (C)	Leguminosae
Milho	<i>Zea maiz</i> L.	Anual (A)	Gramineae

As plantas foram colhidas aos 100 dias após a emergência, sendo então separadas em parte aérea e raiz. O material colhido, após ser seco em estufa à temperatura de 70°C até peso constante, foi pesado e moído. Posteriormente, efetuou-se a digestão nítrico-perclórica, determinando-se nos extratos, o P colorimetricamente pelo método da vitamina C; o K por fotometria de chama; os teores de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. A determinação do N total, após digestão sulfúrica, foi feita pelo método de Kjeldahl (BREMNER & MULVANEY, 1982).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos alteraram de maneira distinta a produção de matéria seca da parte aérea em função da espécie e grupo ecológico (TABELA 3), o que também foi observado para o teor e o conteúdo de nutrientes na parte aérea das plantas (TABELAS 4 e 5). Para todas as espécies, a omissão de potássio acarretou redução de teores e conteúdos desse nutriente nas raízes e parte aérea, porém a magnitude dos feitos foi bastante diferenciada, em função da espécie e grupo ecológico. Quando o potássio não foi aplicado, as maiores reduções nos teores médios de K na parte aérea ocorreram no grupo das espécies pioneiras, seguido pelo grupo das espécies secundárias e clímax, atingindo reduções de 170.0, 105.0 e 57.0%, respectivamente (TABELA 4). Os menores teores de potássio observados ao se omitir o nutriente, acompanham as reduções observadas na produção de matéria seca da parte aérea (TABELA 3), que foi em média 30.0, 34.0 e 10.4%, para o grupo das espécies pioneiras, secundárias e clímax, respectivamente. Ainda, sob condições de baixa disponibilidade de K no solo, os teores médios de K na parte aérea são menores nas espécies pioneiras, mais elevados nas espécies clímax e com valores intermediários nas espécies secundárias (TABELA 4). O milho apresentou os maiores teores de K na parte aérea (TABELA 4), mesmo com elevada produção de matéria seca (TABELA 3), o que está em concordância com os dados de MENGEL (1989), que estabelece que culturas com alto potencial produtivo requerem uma elevada concentração de K no tecido vegetal, enquanto espécies florestais necessitam de teores relativamente menores. Este

comportamento não indica que essas últimas sejam mais eficientes em utilizar esse nutriente para produção de matéria seca. Embora maiores quantidades de K tenham sido absorvidas pelas espécies pioneiras em comparação às espécies clímax (TABELA 5), a maior produção de biomassa das primeiras se deve provavelmente às diferenças no uso dos nutrientes.

Pode-se inferir também, que mesmo em condições de baixa disponibilidade de K no solo, as espécies clímax são capazes de absorver e acumular potássio na parte aérea, mantendo este nutriente em teores mais elevados em comparação com aqueles das espécies dos demais grupos ecológicos. Um aspecto a ser considerado, diz respeito à baixa taxa de crescimento das espécies clímax, mesmo em ambiente com suprimento adequado de nutrientes (LAMBERS & POORTER, 1992), em função de adaptação ecológica dessas espécies.

O maior incremento no teor médio de potássio da parte aérea no grupo das plantas pioneiras quando da aplicação de K, pode também ser devido a uma maior taxa de absorção em função do aumento da demanda criada pela parte aérea, uma vez que o crescimento das plantas deste grupo foi mais acentuado (TABELA 3). Parece haver um mecanismo de "feedback" entre a parte aérea e as raízes das plantas. Quando o teor de K na parte aérea é reduzido em função do crescimento, esta envia um sinal às raízes para que ocorra um aumento do fluxo de entrada de potássio (CLAASSEN & BARBER, 1976).

Apesar da observação de que o grupo das espécies clímax apresenta, em média, teores de K mais elevados em relação ao grupo das espécies pioneiras e secundárias (TABELA 4), em virtude do menor crescimento, as quantidades de K acumuladas pelas espécies clímax são bastante pequenas (TABELA 5). Esse comportamento indica que, apesar destas espécies apresentarem menor conversão do potássio absorvido em biomassa, elas apresentam baixas taxas de crescimento, o que confere uma menor demanda para esse nutriente. Estas espécies seriam, portanto, menos prováveis de exaurir as reservas de nutrientes no solo (CHAPIN III, 1980; LAMBERS & POORTER, 1992), embora deva ser também considerado que o comportamento das espécies é distinto no estágio adulto.

TABELA 3 - Produção de matéria seca da parte aérea em função da espécie vegetal e da aplicação de potássio⁽¹⁾.

Espécie	Grupo Ecológico	Matéria seca da parte aérea	
		+K	-K
		g/vaso	
Angico amarelo	Pioneira	9.82a	7.88b
Cassia carnaval	Pioneira	7.61a	7.15a
Cassia verrugosa	Pioneira	9.90a	8.01b
Ipê mirim	Pioneira	10.58a	8.24b
Jacarandá mimoso	Pioneira	6.19a	4.63b
Mutambo	Pioneira	12.20a	8.23b
Trema	Pioneira	12.86a	9.13b
<u>Média</u>		<u>9.88</u>	<u>7.61</u>
Angico vermelho	Secundária	5.12a	4.63a
Bico de pato	Secundária	4.77a	4.75a
Cedro	Secundária	8.26a	3.96b
Fedegoso	Secundária	9.94a	7.78b
<u>Média</u>		<u>7.02</u>	<u>5.28</u>
Copaíba	Climax	0.77a	0.85a
Jatobá	Climax	3.70a	3.46a
Pau pereira	Climax	4.70a	4.01a
<u>Média</u>		<u>3.06</u>	<u>2.77</u>
Milho	Anual	10.05a	6.48b

(1) +K: tratamento com adubação potássica; -K: tratamento sem adubação potássica.
Médias seguidas pela mesma letra no sentido das linhas não diferem entre si (Tukey 5%).

TABELA 4 - Teores médios de macronutrientes na parte aérea das espécies florestais e do milho em função da aplicação de potássio⁽¹⁾.

Espécies	N		P		K		Ca		Mg	
	+K	-K	+K	-K	+K	-K	+K	-K	+K	-K
	mg/Kg									
Ang. Amarelo	21.4b	28.0a	1.7a	1.8a	6.8a	2.6b	17.0a	21.4a	2.3b	3.9a
Cas. Carnaval	27.6a	25.9a	2.0a	2.6a	10.9a	3.9b	27.3b	40.3a	2.4b	4.6a
Cas. Verrugosa	22.2a	21.9a	1.9a	2.2a	9.5a	3.2b	39.0b	51.5a	2.5b	4.4a
Ipê mirim	20.0a	23.1a	1.9a	2.5a	4.8a	1.8b	18.8a	21.6a	3.5b	5.9a
Jacar. Mimoso	24.3a	21.2a	1.9a	1.6a	6.1a	2.9b	16.4a	20.8a	5.0b	5.7a
Mutambo	15.9b	25.9a	1.8b	2.9a	5.4a	1.8b	35.9b	44.9a	7.0a	5.4a
Trema	16.5b	22.5a	2.4b	3.5a	5.4a	2.0b	47.0b	57.4a	5.1a	5.1a
<u>Média</u>	<u>21.13</u>	<u>24.07</u>	<u>1.9</u>	<u>2.4</u>	<u>7.0</u>	<u>2.6</u>	<u>28.8</u>	<u>36.8</u>	<u>4.0</u>	<u>5.0</u>
Ang. Vermelho	29.2b	33.8a	1.6a	1.1b	7.8a	2.4b	15.7b	23.8a	2.0b	3.2a
Bico de pato	28.6a	28.7a	1.5a	1.5a	9.7a	6.4b	31.7b	57.4a	3.6b	5.8a
Cedro	28.1a	24.6a	1.8a	1.3a	9.2a	4.1b	28.1b	61.9a	4.0b	5.9a
Fedegoso	28.8a	19.4b	2.0a	2.5a	5.1a	2.7b	44.2b	65.3a	2.4b	5.9a
<u>Média</u>	<u>28.7</u>	<u>26.6</u>	<u>1.7</u>	<u>1.6</u>	<u>8.0</u>	<u>3.9</u>	<u>29.9</u>	<u>52.1</u>	<u>3.0</u>	<u>5.2</u>
Copaíba	21.8a	21.2a	1.6a	1.4a	10.0a	7.9b	19.0a	20.6a	3.3b	4.2a
Jatobá	18.1a	21.0a	1.1a	1.3a	5.2a	3.4b	13.0a	19.9a	1.8a	1.8a
Pau pereira	38.8a	35.0a	1.0a	1.4a	9.5a	4.4b	49.6a	55.5a	3.0b	3.7a
<u>Média</u>	<u>26.2</u>	<u>25.7</u>	<u>1.2</u>	<u>1.4</u>	<u>8.2</u>	<u>5.2</u>	<u>27.2</u>	<u>32.0</u>	<u>2.7</u>	<u>3.2</u>
Milho	30.6a	28.8a	2.0a	2.6a	12.4a	4.9b	18.0a	23.9a	6.0a	5.4a
CV (%)	16.3		15.4		14.7		16.7		13.1	

(1) +K: com adubação potássica; -K: sem adubação potássica.

Médias seguidas pela mesma letra no sentido das linhas, dentro do mesmo parâmetro, não diferem entre si (Tukey 5%).

TABELA 5 - Conteúdo de macronutrientes da parte aérea de espécies florestais nativas e do milho em função da adubação potássica⁽¹⁾.

Espécie	Grupo Ecológico	N		P		K		Ca		Mg	
		+K	-K	+K	-K	+K	-K	+K	-K	+K	-K
mg./planta											
Angico amarelo	P	206.5a	219.8a	16.8a	13.8a	66.4a	20.0b	165.7a	166.7a	22.1b	30.8a
Cassia carnaval	P	210.3a	185.5a	15.3a	18.5a	81.9a	27.9a	206.6b	289.0a	18.4b	33.2a
Cassia verrugosa	P	220.9a	114.5b	19.2a	17.5a	94.6a	26.0b	391.0a	411.2a	25.1b	34.6a
Ipê mirim	P	207.7a	191.1a	19.8a	20.5a	51.2a	14.5b	197.5a	173.0a	37.4b	48.4a
Jacarandá mimoso	P	152.5a	96.6b	12.1a	7.6b	38.0a	13.3b	103.0a	96.6a	31.5a	26.3a
Mutambo	P	193.6a	216.6a	22.1a	24.3a	66.4a	15.0b	439.6a	365.1a	65.9a	33.1b
Trema	P	213.8a	205.9a	31.1a	32.3a	69.4a	18.2b	607.5a	496.6b	66.8a	46.7b
Angico vermelho	S	151.2a	157.7a	8.41a	4.91b	39.9a	10.7b	121.6a	72.8a	9.1a	16.1a
Bico de pato	S	136.3a	137.4a	7.29a	7.27a	45.7a	30.4b	151.4b	272.6a	17.1b	27.5a
Cedro	S	230.6a	93.6b	14.8a	5.16b	75.3a	16.1b	229.6a	256.2a	32.4a	23.6b
Fedegoso	S	288.9a	150.6b	19.7a	19.5a	50.7a	21.0b	442.1a	511.9a	24.8b	45.6a
Copaíba	C	16.6a	18.0a	1.23a	1.18a	8.00a	6.7a	14.5a	17.4a	2.5a	3.6a
Jatobá	C	66.6a	70.1a	4.2a	4.6a	19.0a	11.8a	47.8a	58.5a	6.4a	6.4a
Pau pereira	C	182.0a	143.3a	4.8a	5.7a	44.4a	17.7b	228.8a	225.2a	13.7a	14.8a
Milho	A	306.7a	184.9b	20.4a	17.2a	125a	31.2b	180.9a	152.7a	60.5a	35.3b
CV (%)		24.3	24.6	21.4	28.2	22.8					

(1) +K: com adubação potássica; -K: sem adubação potássica.

Médias seguidas pela mesma letra no sentido das linhas, dentro do mesmo parâmetro, não diferem entre si (Tukey 5%).

A adubação potássica também aumentou significativamente a absorção de nitrogênio apenas para o fedegoso, o qual apresenta maior teor e conteúdo de N na parte aérea (TABELAS 4 e 5). O incremento nos teores de nitrogênio devido a um efeito complementar do K na absorção dos íons NH_4^+ também foi observado por AJAYI *et al.* (1970). Um aumento nos teores de nitrogênio nas plantas de fedegoso também poderia ocorrer devido à fixação biológica (FRANCO, 1984), mas nas condições desse estudo, esta não deve ser considerada, visto que não se constatou a presença de nódulos nesta leguminosa. De maneira contrastante, no angico amarelo, angico vermelho, mutambo e trema houve uma redução nos teores de N com a adubação potássica, o que é um indicativo de estar ocorrendo um efeito de "diluição" (JARREL & BEVERLY, 1981), devido ao maior crescimento das plantas nessas condições (TABELA 3).

O fósforo foi o macronutriente da parte aérea com menor alteração em função da adição de K no solo. No caso onde houve aplicação de potássio, trema e mutambo sofreram uma redução nos teores de P, o que está relacionado com um "efeito de diluição", em função do grande crescimento da parte aérea dessas espécies em resposta à adubação potássica (TABELA 3). Por outro lado, observou-se um aumento significativo no teor e conteúdo de P do angico vermelho no tratamento onde se procedeu a aplicação de K (TABELAS 4 e 5), demonstrando ter havido um aumento substancial na absorção desse nutriente. Interações entre o K e o P tem sido menos freqüentemente observadas (DALIPARTHY *et al.*, 1994), pois as quantidades de fósforo acumuladas pelas plantas são relativamente pequenas quando comparadas com as quantidades dos demais nutrientes. ADEPTU & AKAPA (1977) reportam um efeito positivo do potássio na absorção de fósforo em plantas de caupi, e atribuem esse comportamento à existência de sítios de absorção nas raízes que são especificamente ativados pelo potássio. Fatores como morfologia e atividade fisiológica radicular ou outras interações a nível rizosférico podem estar ditando esse comportamento (CARADUS, 1990).

A adição de K ao solo alterou significativamente os teores de cálcio e magnésio da parte aérea das espécies pioneiras e secundárias. A elevação dos teores de K do solo acarretou numa

redução dos teores de cálcio da cassia carnaval, cassia verrugosa, mutambo e trema (espécies pioneiras) e ainda do angico vermelho, bico de pato, cedro e fedegoso (espécies secundárias) (TABELAS 4 e 5). Nessas condições, cassia carnaval e bico de pato apresentam conteúdos de Ca significativamente menores, que aliados àqueles da cassia verrugosa, cedro e fedegoso, sugerem a ocorrência de inibição competitiva entre o cálcio e o potássio durante o processo de absorção, conforme também indicado por MARSCHNER (1986). Comportamento semelhante é observado em relação ao magnésio no angico amarelo, cassia carnaval, cassia verrugosa, ipê mirim, bico de pato e fedegoso, porém em nenhuma das situações a redução na absorção desses nutrientes em função da aplicação de potássio, foi suficiente para reduzir a produção (TABELA 3). De maneira oposta, os menores teores de Ca na trema e mutambo parecem estar relacionados com a maior produção de matéria seca da parte aérea, uma vez que o conteúdo de cálcio aumentou na presença da adubação potássica, porém significativamente diferente apenas na trema. Com exceção desta última espécie, menores teores de magnésio associados a conteúdos superiores também foram observados na mutambo, cedro e milho (TABELAS 3 e 4). Já para as espécies clímax, a absorção de cálcio e magnésio não foi influenciada de maneira significativa pela aplicação de K. Efeito competitivo do potássio com cálcio e magnésio tem sido relatado em *Araucaria angustifolia* (SIMÃO & COUTO, 1973), *Acacia mangium* (DIAS *et al.* 1991), *Hybiscus rosa-sinensis* (EGILLA & DAVIES JUNIOR, 1995), em jatobá, copaíba e angico amarelo (DUBOC, 1994), e em várias espécies florestais nativas (RENÓ, 1994). SHUKLA & MUKHI (1979) ressaltam que o antagonismo entre esses íons é de natureza fisiológica, podendo este ocorrer não apenas durante o processo de absorção, mas também na posterior translocação das raízes para a parte aérea.

Os resultados aqui obtidos mostram que em espécies como a trema e mutambo, que possuem um sistema radicular bem desenvolvido (SILVA *et al.*, 1995), a aquisição de cálcio e magnésio é menos influenciada pelo potássio, mesmo havendo uma competição entre eles durante a absorção. Nesse processo podem ainda estar envolvidos os efeitos da capacidade

de troca de cátions das raízes (TISDALE *et al.*, 1993), fazendo com que espécies com maior CTC sejam mais eficientes em absorver os cátions divalentes. Assim, cálcio e magnésio são preferencialmente absorvidos em relação ao potássio. De fato, (VALE *et al.*, 1995) constataram que a trema possui uma CTC radicular das mais elevadas entre as espécies estudadas.

4 CONCLUSÕES

a) A aquisição de nutrientes nas espécies clímax foi menos influenciada pela adubação potássica do que nas espécies pioneiras e secundárias;

b) a aplicação de potássio aumentou os teores de potássio da parte aérea de todas as espécies estudadas, no entanto, as respostas em produção de matéria seca foram bastante distintas entre espécies e grupo ecológico. Esta prática também levou a um aumento da absorção de nitrogênio no fedegoso e de fósforo no angico vermelho;

c) a adição de potássio reduziu a absorção de cálcio na cassia carnaval e bico de pato, e também levou a uma redução na absorção de magnésio no angico amarelo, cassia carnaval, cassia verrugosa, ipê mirim, bico de pato e fedegoso, sem contudo reduzir a produção de matéria seca da parte aérea; e

d) trema e mutambo demonstraram uma elevada capacidade de aquisição de cálcio e magnésio, mesmo quando da realização da adubação potássica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEPTU, J. A. & AKAPA, L. K. 1977. Root growth and nutrient uptake characteristics of some cowpea varieties. *Agronomy Journal*, Madison, 69(6):940-943.
- ADRIANO, D. C.; PAULSEN, G. M.; MURPHY, L. S. 1971. Phosphorus-iron and phosphorus-zinc relationships in corn (*Zea mays* L.) seedlings as affected by mineral nutrition. *Agronomy Journal*, Madison, 63(1):36-39.
- AJAYI, O.; MAYNARD, D. N.; BARDER, A. V. 1970. The effect of potassium on ammonium nutrition of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Agronomy Journal*, Madison, 62(6):818-821.
- BREMNER, J. M. & MULVANEY, C. S. 1982. Nitrogen total. In: PAGE, A. L. (ed.) *Methods of soil analysis; chemical and microbiological properties*. 2.ed. Madison, ASA/SSSA. cap. 31. p. 595-624.
- CAMARGO, O. A. *et al.* 1986. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas*. Campinas, IAC. 94p.
- CARADUS, J. R. 1990. Mechanism improving nutrient use by crop and herbage legumes. In: DUNCAN, R. R. & BALIGAR, V. C. *Crops as enhancers of nutrient use*. New York, Academic Press. p. 253-311.
- CHAPIN III, F. S. 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology Systematics*, Palo Alto, 11:233-260.
- CLAASSEN, N. & BARBER, S. A. 1976. Simulation model for nutrient uptake from soil by a growing plant root system. *Agronomy Journal*, Madison, 68(6):961-964.
- DALIPARTHY, J.; BARKER, A. V.; MONDAL, S. S. 1994. Potassium fractions with other nutrients: a review focusing on the tropics. *Journal of Plant Nutrition*, New York, 17(11):1859-1886.
- DAVIDE, A. C. & FARIA, J. M. R. 1995. *Index Semminum do Laboratório de Sementes Florestais do DCF-UFPA*. Belo Horizonte, CEMIG. 20p.
- DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H. & BRIENZA JUNIOR, S. 1991. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd: 2. Resposta a nitrogênio e a potássio. *Revista Árvore*, Viçosa, 15(1):11-22.
- DIBB, D. W. & THOMPSON, J. R. 1985. Interaction of potassium with other nutrients. In: MUNSON, R. D. *Potassium in Agriculture*. Madison, ASA/CSSA/SSSA. cap. 22 p. 515-543.
- DUBOC, E. 1994. *Requerimentos nutricionais de espécies florestais nativas: Hymenaea courbaryl L. var. stilbocarpa (Haynee) Lee et Lang (jatobá), Copaifera langsdorffii Desf. (óleo copaíba) e Peltophorum dubium (Spreng) Taub. (canafistula)*. Lavras, ESAL. 68p. (Dissertação de Mestrado)
- EGILLA, J. N. & DAVIES JUNIOR, F. T. 1995. Response of *Hybiscus rosa-sinensis* L. to varying levels of potassium fertilization: growth, gas exchange and mineral element

- concentration. *Journal of Plant Nutrition*, New York, 18(9):1765-1783.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. 1979. *Manual de métodos de análise do solo*. Rio de Janeiro. n.p.
- EPSTEIN, E. 1975. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Rio de Janeiro, EDUSP. 341p.
- FRANCO, A. A. 1984. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 19:253-261.
- FREIRE, J. C. *et al.* 1980. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação à níveis de água em solos da região de Lavras-MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 4(5):5-8.
- JARREL, W. M. & BEVERLY, R. B. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*. New York, 34:197-224.
- LAMBERS, H. & POORTER, H. 1992. Inherent variations in growth rate between higher plants: A search for physiological causes and ecological consequences. *Advances in Ecological Research*, San Diego, 23:188-261.
- MARSCHNER, H. 1986. *Mineral nutrition of higher plants*. 4.ed. San Diego, Academic Press. 674p.
- MENGEL, K. 1989. Experimental approaches in different crop species. In: COLLOQUIUM OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, 21, Louvain-la-Neuve, 1989. *Proceedings...* Bern, International Potash Institute. p.67-76.
- RENÓ, N. B. 1994. *Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies nativas no sudeste brasileiro*. Lavras, ESAL. 62p. (Dissertação de Mestrado)
- SHUKLA, U. C. & MUKHI, A. K. 1979. Sodium, potassium and zinc relationship in corn. *Agronomy Journal*, Madison, 71(2):235-237.
- SILVA, I. R. da *et al.* 1995. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. (no prelo)
- SIMÃO, J. W. & COUTO, H. T. Z. 1973. Efeito da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze) cultivado em vaso. *IPEF*, Piracicaba, 4(7):3-40.
- TISDALE, S. L. *et al.* 1993. *Soil fertility and fertilizers*. New York, Macmillan. 634p.
- USHERWOOD, N. R. 1982. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T. *et al.* *O potássio na agricultura brasileira*. Londrina, 1982. *Anais...* Piracicaba, Potafós. p. 227-247.
- VALE, F. R.; JACKSON, W. A. & VOLK, R. J. 1987. Potassium influx into maize root system: influence of root potassium concentration and ambient ammonium. *Plant Physiology*, Maryland, 84(3):1416-1420.
- _____. 1988. Simultaneous influx of ammonium and potassium into maize roots: kinetics and interactions. *Planta*, Berlin, 173(3):424-431.
- VALE, F. R. *et al.* 1995. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. (no prelo)
- VETTORI, L. 1969. *Métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 24p. (Boletim Técnico, 7)