

IVO RIBEIRO DA SILVA

**CRESCIMENTO INICIAL, ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES E
EFICIÊNCIA NUTRICIONAL EM ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS
SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das exigências
do Curso de Mestrado em Agronomia, área de
concentração em Solos e Nutrição de Plantas,
para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof. Fabiano Ribeiro do Vale

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

1996

Silva, Ivo Ribeiro da

Crescimento inicial, absorção de macronutrientes e eficiência nutricional em espécies florestais nativas submetidas à adubação potássica / Ivo Ribeiro da Silva. -- Lavras : UFLA, 1996

57 p : il.

Orientador: Fabiano Ribeiro do Vale.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Espécie florestal - Potássio. 2. Estágio sucessional.
3. Eficiência nutricional. 4. Adubação potássica. I. Universidade Federal de Lavras.

II. Título.

CDD-634.9

IVO RIBEIRO DA SILVA

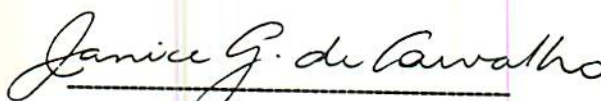
**CRESCIMENTO INICIAL, ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES E
EFICIÊNCIA NUTRICIONAL EM ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS
SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das exigências do
curso de Mestrado em Agronomia, área de
concentração Solos e Nutrição de Plantas para
obtenção do título de "Mestre"

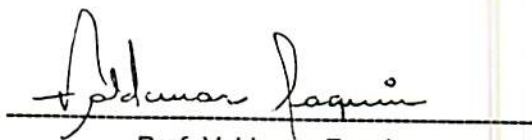
APROVADA EM: 16 de abril de 1996.



Dr. Antonio Eduardo Furtini Neto
-co-orientador-



Prof. Janice Guedes de Carvalho



Prof. Valdemar Faquin
-Presidente-

À Deus, pelos
momentos mais difíceis

OFEREÇO

À minha esposa Marinêz e meu filho Philippe, pelo apoio acima de tudo

DEDICO

Aos meus pais Arlindo e Lindarci e meus irmãos
Júnior, Milton e Francieli, pela confiança em mim
depositada

MEU CARINHO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela oportunidade de realizar o curso e pela concessão da bolsa de estudo.

À Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), pelo suporte financeiro para a execução do trabalho.

Ao Professor Fabiano Ribeiro do Vale, meu orientador e segundo pai, sempre serei grato.

Ao Dr. Antonio Eduardo Furtini Neto pelo apoio incondicional em todas as fases do trabalho, e acima de tudo pela grande amizade.

Aos Professores do Departamento de Ciência do Solo, e em especial aos Professores Nilton Curi e Valdemar Faquin, pelos ensinamentos, amizade e oportunidades oferecidas.

À Prof^a Janice Guedes de Carvalho, pelas sugestões apresentadas.

Aos servidores técnico-administrativos do Departamento de Ciência do Solo, especialmente ao Sr. João Batista Correa e José Roberto pela amizade e apoio durante a realização desse trabalho.

Aos professores Eduardo Meneghel Rando, Thomé, Francisco Mainardes, Cida Valério e Lazineho, da Fundação Faculdade de Agronomia Luiz Meneghel (FFALM), pelo incentivo à continuidade dos estudos.

Ao meu amigo João José, pela convivência diária e solidariedade durante todo o curso. Quantos desafios!

À Adriana, Tereza, Henrique, Luiz Arnaldo, Renato Lara e demais colegas de curso, pela amizade e oportunidade de aprendermos juntos. Sucesso para vocês.

Ao bolsista Fernando, pelo auxílio durante todas as fases do experimento.

Ao meu grande amigo Moacir Romanini, minha eterna gratidão.

Aos parentes e amigos que confiaram em mim.

SUMÁRIO

| | página |
|---|-----------|
| LISTA DE TABELAS..... | iv |
| LISTA DE FIGURAS..... | v |
| RESUMO..... | vi |
| SUMMMARY..... | viii |
| 1- INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| 1.1 Referências Bibliográficas..... | 2 |
| 2- CAPÍTULO I - Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica | |
| Resumo..... | 3 |
| Summary..... | 4 |
| 3.1- Introdução..... | 5 |
| 3.2- Material e Métodos..... | 6 |
| 3.3- Resultados e Discussão..... | 10 |
| 3.4- Conclusões..... | 17 |
| 3.5- Referências Bibliográficas..... | 18 |
| 3- CAPÍTULO II - Absorção de macronutrientes em espécies florestais nativas sob influência da adubação potássica | |
| Resumo..... | 20 |
| Summary..... | 21 |
| 4.1- Introdução..... | 22 |
| 4.2- Material e Métodos..... | 23 |
| 4.3- Resultados e Discussão..... | 26 |
| 4.4- Conclusões..... | 34 |
| 4.5- Referências Bibliográficas..... | 34 |
| 4- CAPÍTULO III - Eficiência nutricional para potássio em espécies florestais nativas | |
| Resumo..... | 37 |
| Summary..... | 38 |
| 5.1- Introdução..... | 39 |
| 5.2- Material e Métodos..... | 40 |
| 5.3- Resultados e Discussão..... | 43 |
| 5.4- Conclusões..... | 50 |
| 5.5- Referências Bibliográficas..... | 51 |
| 5- CONCLUSÕES GERAIS..... | 55 |
| APÊNDICE..... | 56 |

LISTA DE TABELAS

| Tabela | | Página |
|---------------------|--|--------|
| Capítulo I | | |
| 1 | Características químicas e físicas do solo antes e após a aplicação dos tratamentos. | 7 |
| 2 | Características das espécies utilizadas. | 8 |
| 3 | Produção de matéria seca de raízes (msra), parte aérea (mspa), total (msto) e produção relativa de espécies florestais nativas e do milho submetidas à adubação (+K) ou não (-K) com potássio. | 11 |
| 4 | Altura, diâmetro do caule, relação parte aérea/raiz (P/R) e taxa de crescimento em espécies florestais nativas e no milho adubado (+K) ou não (-K) com potássio. | 12 |
| Capítulo II | | |
| 1 | Características químicas e físicas do solo antes e após a aplicação dos tratamentos. | 24 |
| 2 | Características das espécies utilizadas. | 25 |
| 3 | Produção de matéria seca da parte aérea de espécies florestais nativas e do milho, submetidos à adubação (+K) ou não (-K) com potássio. | 27 |
| 4 | Teores de macronutrientes na parte aérea de quatorze espécies florestais nativas e do milho, adubado (+K) ou não (-K) com potássio. | 28 |
| 5 | Conteúdo de macronutrientes da parte aérea de espécies florestais nativas e do milho, adubados (+K) ou não (-K) com potássio. | 29 |
| Capítulo III | | |
| 1 | Características das espécies utilizadas. | 41 |
| 2 | Produção de matéria seca de raízes (msra), matéria seca total (msto) e produção relativa da matéria seca total de espécies florestais nativas e do milho, submetidas à adubação (+K) ou não (-K) com potássio. | 44 |
| 3 | Eficiência de aquisição (EAQ), translocação (ETR) e utilização de potássio (EUT) de espécies florestais nativas e do milho, submetidas à adubação (+K) ou não (-K) com potássio. | 46 |
| 4 | Potássio trocável liberado pelo solo e potássio absorvido para espécies florestais nativas e pelo milho, submetidas à adubação (+K) ou não (-K) com potássio. | 49 |

LISTA DE FIGURAS

Figura

página

Capítulo I

1

Produção relativa de matéria seca total por quinze espécies em função da aplicação de potássio (+K=100%)

16

RESUMO

SILVA, Ivo Ribeiro da **Crescimento inicial, absorção de macronutrientes e eficiência nutricional em espécies florestais nativas submetidas à adubação potássica**. Lavras: UFLA, 1996. 57p. (Dissertação- Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

Conduziu-se um experimento em casa de vegetação no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), objetivando avaliar, na fase de mudas, a resposta ao potássio, absorção de nutrientes e eficiência nutricional para potássio em quatorze espécies florestais nativas pertencentes à diferentes estágios sucessionais e no milho. As espécies estudadas, agrupadas de acordo com o seu grupo sucessional, foram as seguintes: Pioneiras - angico amarelo (*Peltophorum dubium*), cassia carnaval (*Senna spectabilis*), cassia verrugosa (*Senna multijuga*), ipê mirim (*Stenolobium stans*), jacaranda mimoso (*Jacaranda mimosaeifolia*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*) e Trema (*Trema micrantha*); Secundárias - angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*), bico de pato (*Machaerium nictitans*), cedro (*Cedrella fissilis*) e fedegoso (*Senna macranthera*); Clímax - copaíba (*Copaífera langsdorffii*), jatobá (*Hymenae courbaril*) e pau pereira (*Platycianus regnellii*); Anual- milho (*Zea mays* L.). Utilizou-se um solo com $0,72 \text{ mmol}_c \text{ K/dm}^3$ pelo Mehlich-1, estabelecendo-se dois tratamentos: - sem aplicação de potássio (-K) e com aplicação de 84 mgK/kg solo (+K). Em ambos os tratamentos, o solo recebeu calcário e adubação com os demais nutrientes. Os resultados mostraram resposta diferenciada à adubação potássica entre

*Orientador: Prof. Fabiano Ribeiro do Vale; Membros da Banca: Prof. Valdemar Faquin - Presidente, Dr. Antonio Eduardo Furtini Neto, Prof^a Janice Guedes de Carvalho

as espécies e grupos sucessionais. Na fase inicial de crescimento, se o solo não apresentar adequada disponibilidade de potássio, deve-se efetuar o fornecimento deste nutriente para espécies pioneiras e algumas secundárias de rápido crescimento. A absorção de macronutrientes nas espécies clímax foi menos influenciada pela adubação potássica do que nas espécies pioneiras e secundárias. A adição de potássio reduziu a absorção de cálcio e magnésio em algumas espécies, sem contudo reduzir a produção de matéria seca da parte aérea. As espécies pioneiras e secundárias, em comparação com as espécies clímax, foram mais eficientes em adquirir e utilizar o potássio. Algumas espécies florestais foram capazes de se desenvolver sob condições de menor disponibilidade de K, fazendo uso de formas de potássio não trocáveis no solo.

SUMMARY

INITIAL GROWTH, MACRONUTRIENT UPTAKE AND NUTRITIONAL EFFICIENCY IN NATIVE FOREST SPECIES SUBMITTED TO POTASSIUM FERTILIZATION.

An experiment was carried out in greenhouse conditions, in order to evaluate the potassium response, the nutrient uptake and nutritional efficiency for potassium by seedlings of fourteen native tree species belonging to different successional group and corn. The studied species, according to its ecological group were: Pioneer: - *Peltophorum dubium*, *Senna spectabilis*, *Senna multijuga*, *Stenolobium stans*, *Jacaranda mimosaeifolia*, *Guazuma ulmifolia* e *Trema micrantha*; Secondary - *Anadenanthera peregrina*, *Machaerium nictitans*, *Cedrella fissilis* e *Senna macranthera*; Clímax - *Copaifera langsdorffii*, *Hymenae courbaril* e *Platycianus regnelli*, and *Zea mays* L. A soil with 0,72mmol_cK/dm³ soil by Mehlich-1 was used, establishing the following treatments: without potassium (-K) and with application of 84 mgK/kg soil. In both treatments, soil was previously limed and conveniently supplied with other nutrients. The results showed a differential response among species and ecological groups to the potassium fertilization. In the seedlings phase, if the soil dont have a suitable K availability, it must have to do the K application for pioneer and some secondary species that have fast growth rate. The absorption of macronutrients by the clímax species was less affected by the potassium fertilization than in the pioneer and secondary species. The K fertilization reduced calcium and magnesium uptake by some species, but the shoot dry matter production was not affected. The pioneer and secondary species were more efficient in the K acquisition and utilization than the climax ones. Some native forest species were able to growth under low K availability conditions by uptaking nonexchangeable potassium forms from soil.

1 INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas, o Brasil tem apresentado um grande crescimento demográfico e industrial, criando uma demanda crescente por energia, a qual tem sido suprida principalmente pela construção de usinas hidrelétricas. Por se tratar de obras que requerem grandes investimentos, a exploração dessa fonte de energia deve ser realizada por um período o mais prolongado possível. Nesse sentido, um dos principais problemas enfrentados é o assoreamento dos reservatórios por material de solo carregado pela erosão, que reduz o potencial energético das hidrelétricas, além de causar problemas ambientais.

Localizado na bacia do Alto Rio Grande, a hidrelétrica de Itutinga/Camargos (MG) é uma das usinas mais importantes do "sistema CEMIG", sendo responsável pelo suprimento de energia elétrica das regiões Sul e Campos das Vertentes, estado de Minas Gerais. A região sob influência deste reservatório abrange uma área de aproximadamente 200.000ha, sendo constituída principalmente por cambissolos, cujas propriedades físicas e declividade acentuada tem levado à perdas de solos estimadas em até 600t/ha.ano (Giarola, 1994), contribuindo significativamente para a redução da vida útil da repêsa. Essa situação é agravada pelo fato de que na região em questão, a vegetação primitiva encontra-se em estágio avançado de devastação, estando reduzida à apenas 7% da área total (Carniel et al., 1994). Para contornar tal situação, estão sendo conduzidos programas de reflorestamento dessas áreas com espécies florestais nativas, no entanto, entre as dificuldades encontradas, o limitado conhecimento das suas exigências nutricionais, tem se destacado.

Dessa maneira, por se tratar de uma região composta por solos de baixa fertilidade natural (Carniel et al., 1994 e Giarola, 1994), onde o potássio tem se mostrado um nutriente limitante ao crescimento vegetal (Marques et al., 1995 e Faquin et al., 1995), o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os requerimentos para potássio por quatorze espécies florestais nativas pertencentes à diferentes estágios sucessionais, utilizando-se o milho (*Zea mays* L.) para comparação, bem como estudar os mecanismos envolvidos na resposta diferencial dessas espécies à adubação potássica.

1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARNIEL, T.; VALE, F.R. do; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O. **Atividade agrícola e recursos naturais na região sob influência do reservatório da hidrelétrica de Itutinga/Camargos (MG)**. Belo Horizonte: CEMIG, 1994. 65p.
- GIAROLA, N.F.B. **Levantamento pedológico, perdas de solo e aptidão agrícola das terras na região sob influência do reservatório de Itutinga/Camargos (MG)**. Lavras: ESAL, 1994. 223p. (Dissertação de Mestrado - Solos e Nutrição de Plantas)
- MARQUES, J.J.G.S.M.; CURI, N.; FAQUIN, V.; TEIXEIRA, W.G.; EVANGELISTA, A.R.; SANTOS, D.; CARVALHO, M.M. Limitações nutricionais para gramíneas forrageiras em Cambissolo álico da microrregião Campos da Mantiqueira-MG, Brasil. 1. produção de matéria seca e perfilhamento. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 17, n.3, p.12-16, 1995.
- FAQUIN, V.; CURI, N.; MARQUES, J.J.G.S.M.; TEIXEIRA, W.G.; EVANGELISTA, A.R.; SANTOS, D.; CARVALHO, M.M. Limitações nutricionais para gramíneas forrageiras em Cambissolo álico da microrregião Campos da Mantiqueira-MG, Brasil. 2. nutrição em macro e micronutrientes. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 17, n.3, p.17-22, 1995.

CAPÍTULO I

CRESCIMENTO INICIAL DE QUATORZE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO POTÁSSICA

RESUMO - Conduziu-se um experimento em casa de vegetação, objetivando avaliar a resposta ao potássio por quatorze espécies florestais nativas na fase de mudas. As espécies estudadas, agrupadas de acordo com o seu grupo sucessional, foram as seguintes: Pioneiras - angico amarelo (*Peltophorum dubium*), cassia carnaval (*Senna spectabilis*), cassia verrugosa (*Senna multijuga*), ipê mirim (*Stenolobium stans*), jacaranda mimoso (*Jacaranda mimosaeifolia*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*) e trema (*Trema micrantha*); Secundárias - angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*), bico de pato (*Machaerium nictitans*), cedro (*Cedrella fissilis*) e fedegoso (*Senna macranthera*); Clímax - copaíba (*Copaifera langsdorffii*), jatobá (*Hymenae courbaril*) e pau pereira (*Platycianus regnelli*); Anual- milho (*Zea mays* L.) Utilizou-se um solo com $0,72 \text{ mmolc K}^+/\text{dm}^3$ pelo Mehlich-1, estabelecendo-se dois tratamentos: - sem aplicação de potássio (-K) e com aplicação de $84 \text{ mgK}^+/\text{kg}$ solo (+K). Em ambos os tratamentos, o solo recebeu previamente calcário e adubação com os demais nutrientes. Observou-se uma resposta diferenciada à adubação potássica entre as espécies e grupos sucessionais. Com exceção da cassia carnaval (*Senna macranthera*), todas as demais espécies pioneiras tiveram incrementos significativos na produção de matéria seca total com a aplicação de potássio. No grupo das espécies secundárias, apenas o cedro (*Cedrella fissilis*) e o fedegoso (*Senna macranthera*) responderam à aplicação de potássio, enquanto que as espécies clímax não foram responsivas. As espécies pioneiras e secundárias apresentaram um crescimento mais agressivo, relativamente às espécies clímax. Tanto para as espécies pioneiras quanto para as espécies secundárias, as maiores respostas foram encontradas para aquelas com maiores taxas de crescimento.

CHAPTER I

INITIAL GROWTH OF FOURTEEN NATIVE FOREST SPECIES IN RESPONSE TO POTASSIUM FERTILIZATION

SUMMARY - An experiment was carried out in greenhouse conditions, in order to evaluate the potassium response of fourteen native tree species. The studied species, according to its ecological group were: Pioneer: - *Peltophorum dubium*, *Senna spectabilis*, *Senna multijuga*, *Stenolobium stans*, *Jacaranda mimosaeifolia*, *Guazuma ulmifolia* e *Trema micrantha*; Secondary: - *Anadenanthera peregrina*, *Machaerium nictitans*, *Cedrella fissilis* e *Senna macranthera*; Clímax: - *Copaífera langsdorffii*, *Hymenae courbaril* e *Platycianus regnelli*, and *Zea maiys L.* A soil with $0.72\text{mmol}_c\text{K}^+.\text{dm}^{-3}$ soil by Mehlich-1 was used, stablishing the following treatments: without potassium (-K) and with aplication of 84 mgK/kg soil. In both treatments, soil was previously limed and conveniently supplied with other nutrients. Differencial response was observed among species and ecological groups to the potassium fertilization. With exception of cassia carnaval (*S. spectabilis*), in all other pioneer species the total dry matter production was significantly increased with potassium fertilization. In the group of secondary species, only cedro (*C. fissilis*) and fedegoso (*S. macranthera*) were responsive to potassium aplication, while climax species did not. The pionner and secondary species showed a more agressive growth than did the clímax ones. The highest responses were found for pioneer and secondary species with fast growth rate.

1 INTRODUÇÃO

Os avanços obtidos na política ambiental, aliados à conscientização da população em relação aos problemas do meio ambiente, tem levado a uma crescente demanda por espécies florestais nativas. Os plantios tem se destinado principalmente à programas de recuperação e preservação ambiental, pois a atividade humana, constantemente tem causado distúrbios nas áreas remanescentes de vegetação nativa.

Nesses locais fortemente perturbados, a reconstituição da vegetação pode se dar pelo crescimento das árvores remanescentes ou ainda através do plantio de mudas (Larson, 1992). No Brasil, de modo geral, a recomposição das áreas impactadas tem se dado através de novos plantios, o que exige o conhecimento do comportamento das espécies a serem usadas com esta finalidade. Geralmente, os solos a serem reflorestados possuem diferentes características químicas, que associadas ao grande número de espécies florestais nativas, das quais se esperam comportamentos nutricionais distintos (Siqueira et al., 1995), indicando que a obtenção de informações sobre os requerimentos nutricionais e a resposta a adubação dessas espécies é de fundamental importância.

Embora alguns estudos já tenham sido conduzidos nesse sentido, o potássio tem sido um dos nutrientes menos estudados, o que parece estar relacionado com a inconsistência das respostas até então obtidas. Dias, Alvarez e Brienza Júnior (1991) encontraram que a adubação potássica não alterou o crescimento em altura da *Acacia mangium* Willd, porém reduziu a produção de matéria seca desta espécie. Renó (1994), também não observou resposta significativa para potássio em canafístula (*Senna multijuga*), cedro (*Cedrella fissilis*), pau ferro (*Caesalpineia ferrea*) e pau jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), sendo que esta última ainda aumentou a produção de matéria seca quando se omitiu esse nutriente da adubação. Por outro lado, Dias et al. (1992) obtiveram um incremento significativo na produção de matéria seca do taxi branco (*Sclerobium paniculatum*) com a aplicação de potássio. O angico amarelo (*Peltophorum dubium*) respondeu positivamente à adubação, enquanto o copaíba

(*Copaífera langsdorffii*) e o jatobá (*Hymenaeae courbaril* L var. *stilbocarpa*) mostraram-se indiferentes (Duboc, 1994). Em condições de campo, (Lima, 1995) observou que o jacarandá mineiro (*Machaerium villosum*) e o ipê tabaco (*Tabebuia crhysotrich*) sofreram redução significativa no crescimento em função da omissão da adubação potássica.

As respostas até então obtidas nos estudos com potássio, indicam que as espécies florestais nativas respondem de maneira distinta à fertilização com esse nutriente, havendo evidências de que a resposta pode estar ligada ao seu estágio sucessional. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de quatorze espécies florestais nativas de diferentes grupos sucessionais, na fase de mudas, e do milho (*Zea mays* L.), à aplicação de potássio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras-UFLA, utilizando-se amostras de solo coletado na camada superficial (0-20cm) de um cambissolo álico, no município de Nazareno-MG, próximo a repêsa de Camargos-CEMIG.

O material foi secado ao ar, passado em peneira de malha 5mm, e 1,35kg de solo foram acondicionados em vasos, constituídos de colunas de PVC de 25cm de altura e 10cm de diâmetro, revestidos internamente com sacos de polietileno preto, sem perfuração, para não permitir a lixiviação de nutrientes. O material de solo foi incubado com CaCO_3 e MgCO_3 puro para análise, numa relação equivalente Ca:Mg de 4:1. As quantidades de corretivo adicionadas foram calculadas pelo método das curvas de incubação em dosagem que permitisse o solo atingir um pH ao redor de 6.0., sendo adicionado e incorporado individualmente em cada vaso, permanecendo o material de solo incubado por 30 dias com teor de umidade em torno de 60% do volume total de

poros. Após este período, todos os vasos receberam uma adubação básica de plantio de: N-30mg ; P-100mg e S-SO₄⁻²-34,4mg/kg de solo. No tratamento que recebeu adubação potássica, a quantidade aplicada foi de 84mgK/kg de solo. Todos os vasos receberam também uma fertilização com micronutrientes constituída por: B-0,8mg, Mn-3,6mg; Cu-1,3mg; Fe-1,5mg; Mo-0,15mg e Zn-4,0mg/kg de solo (Alvarez, 1974). As soluções com os tratamentos foram aplicadas individualmente, a terra foi uniformemente misturada e novamente incubada por duas semanas. Passado este período, coletaram-se amostras de cada tratamento para análises químicas e físicas, cujas características se encontram na Tabela 1. Para a caracterização utilizou-se a metodologia de Vettori (1969) com modificações da EMBRAPA (1979), e Camargo et al. (1986).

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

| | pH | P | K | Ca | Mg | H+Al | mat org | areia | silte | argila |
|---------------|-----|-------|---------------------------------|------|------|------|----------------|-------|-------|--------|
| Tratamentos | | mg/kg |mmol/dm ³ | | | |g/kg..... | | | |
| solo original | 4,5 | 1,0 | 0,72 | 6,0 | 2,0 | 38,0 | 16,0 | 620 | 150 | 230 |
| 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 material vegetal constituiu-se de 15 espécies, sendo 14 espécies florestais nativas e o milho, utilizado como padrão de comparação. As espécies e seu respectivo grupo ecológico encontram-se na Tabela 2.

O plantio foi realizado através de sementes diretamente nos vasos de cultivo, efetuando-se um desbaste 20 dias após a emergência, deixando-se apenas uma planta por vaso.

TABELA 2. Características das espécies utilizadas.

| Nome comum | Nome científico | Grupo | Família |
|-------------------------------|---|------------|---------------|
| Angico-amarelo | <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taub. | Pioneira | Leguminosae |
| Cássia-carnaval | <i>Senna spectabilis</i> (DC) I.&B. | Pioneira | Leguminosae |
| Cássia-verrugosa | <i>Senna multijuga</i> (L.C. Rich) I.&B. | Pioneira | Leguminosae |
| Ipê-mirim ¹ | <i>Stenolobium stans</i> (Jun.) Seem. | Pioneira | Bignoneaceae |
| Jacarandá-mimoso ² | <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don. | Pioneira | Bignoneaceae |
| Mutamba | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam | Pioneira | Sterculiaceae |
| Trema | <i>Trema micrantha</i> Bloom | Pioneira | Ulmaceae |
| <hr/> | | | |
| Angico-vermelho | <i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg. | Secundária | Leguminosae |
| Bico-de-pato | <i>Machaerium nictitans</i> Vell. Benth. | Secundária | Leguminosae |
| Cedro | <i>Cedrella fissilis</i> Vell. | Secundária | Meliaceae |
| Fedegoso | <i>Senna macranthera</i> (Collad.) I.&B. | Secundária | Leguminosae |
| <hr/> | | | |
| Copaíba | <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | Clímax | Leguminosae |
| Jatobá | <i>Hymenae courbaril</i> L.(HAYNE) LEE ET | Clímax | Leguminosae |
| Pau-pereira | <i>Platycianus regnelli</i> Benth. | Clímax | Leguminosae |
| <hr/> | | | |
| Milho | <i>Zea mays</i> L. | Anual | Gramíneae |

¹- Originário das Ilhas Virgens mas, já asselvajado.

²- Originário da Selva Tucumana boliviana e norte da Argentina mas, é encontrado em florestas nativas do Brasil (Davide e Faria, 1995).

As sementes das plantas, quando recomendado, foram submetidas à quebra de dormência conforme Davide e Faria (1995), sendo então plantadas diretamente nos vasos de cultivo. Aos 20 dias após a emergência efetuou-se um desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso.

Durante a fase de condução do experimento a umidade foi mantida próxima àquela correspondente a 60% da porosidade total, através da pesagem dos vasos (Freire et al., 1980). Nas espécies florestais, foram realizadas quatro adubações de cobertura com 25 mgN/kg de solo, na forma de NH_4NO_3 , sendo a primeira aos 30 dias após a emergência, e as demais a cada intervalo de 20 dias. No milho, realizaram-se apenas duas aplicações, aos 15 e 25 dias após a emergência, utilizando a mesma dose e fonte.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado num fatorial 15X2 (15 espécies vegetais e 2 níveis de potássio), com 6 repetições. As plantas de milho foram colhidas aos 32 dias após a emergência, enquanto as espécies florestais foram colhidas aos 100 dias após a emergência, ocasião em que foram avaliadas a altura das plantas e diâmetro do caule à altura da base. O material vegetal colhido foi separado em raiz e parte aérea, seco em estufa com circulação de ar a 70°C e pesado. Avaliou-se também a produção relativa das espécies, comparando a matéria seca total no tratamento com a aplicação de potássio em relação ao tratamento onde não se aplicou o nutriente, atribuindo-se 100% ao tratamento com aplicação de potássio.

Os dados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância pelo programa SAEG e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fertilização com K afetou o crescimento da parte aérea e do sistema radicular de maneira diferenciada, em função da espécie e do grupo sucessional (Tabelas 3 e 4). Com exceção da cássia carnaval, todas as demais espécies pioneiras apresentaram um incremento significativo na matéria seca da parte aérea e total quando do fornecimento de potássio. Nesse mesmo grupo, a supressão do potássio da adubação de plantio, ocasionou ainda, uma redução da altura das plantas de angico amarelo, cássia carnaval, cássia verrugosa, mutamba e da trema, enquanto que o diâmetro também foi significativamente menor nas plantas de angico amarelo e mutamba (Tabela 4). No milho, à semelhança dessas três últimas espécies, também ocorreu uma redução significativa na matéria seca da parte aérea, altura e diâmetro do caule (Tabelas 3 e 4). Em estudo realizado por Duboc (1994), não foram constatadas diferenças significativas na altura de plantas de angico amarelo (*Peltophorum dubium*) crescendo em solo sem aplicação de potássio, entretanto, foram observadas reduções significativas no diâmetro do caule e matéria seca da parte aérea em relação ao tratamento completo, indicando que, à semelhança dos resultados do presente estudo, as espécies respondem de maneira diferenciada à fertilização com potássio.

Entre as espécies secundárias, apenas o fedegoso e o cedro tiveram um aumento significativo na matéria seca da parte aérea, em função da adubação potássica (Tabela 3). Embora o cedro tenha alcançado um aumento expressivo na produção de matéria seca da parte aérea com o fornecimento de K, tal comportamento não ocorreu com relação ao crescimento em altura. Entretanto este menor crescimento em altura do cedro foi compensado pelo incremento no diâmetro do caule (Tabela 4), demonstrando ser este um melhor parâmetro indicativo da resposta dessa espécie ao K.

Sob condições de maior disponibilidade de potássio no solo, o bico de pato não apresentou resposta em altura e em diâmetro do caule, contrastando com o fedegoso e angico vermelho que mostraram uma redução marcante nesses parâmetros, quando da

TABELA 3. Produção de matéria seca de raízes (msra), parte aérea (mspa), total (msto) e produção relativa de espécies florestais nativas e do milho submetidas à adubação (+K) ou não (-K) com potássio.

| Espécie | msra | | mspa | | msto | | Prod.relat. ⁽¹⁾ % |
|-------------------|-------------|-------|--------|-------|--------|--------|---------------------------------|
| | +K | -K | +K | -K | +K | -K | |
| | g/vaso..... | | | | | | |
| Angico-amarelo | 2,61a | 2,64a | 9,82a | 7,88b | 12,42a | 10,53b | 84,7 |
| Cássia carnaval | 2,62a | 3,10a | 7,61a | 7,15a | 10,23a | 10,22a | 99,9 |
| Cássia verrugosa | 2,43a | 2,63a | 9,90a | 8,01b | 12,33a | 10,64b | 86,3 |
| Ipê mirim | 6,80a | 5,26b | 10,58a | 8,24b | 17,38a | 13,50b | 77,7 |
| Jacarandá mimoso | 2,06a | 1,68a | 6,19a | 4,63b | 8,25a | 6,30b | 75,4 |
| Mutamba | 5,86a | 3,02b | 12,20a | 8,23b | 18,06a | 11,25b | 62,3 |
| Trema | 6,51a | 3,42b | 12,86a | 9,13b | 19,38a | 12,55b | 64,8 |
| Média | 4,13 | 3,11 | 9,88 | 7,61 | 14,02 | 10,71 | 74,4 |
| Angico vermelho | 2,88a | 2,85a | 5,12a | 4,63a | 8,00a | 7,49a | 93,5 |
| Bico de pato | 1,71a | 1,70a | 4,77a | 4,75a | 6,48a | 6,45a | 99,6 |
| Cedro | 3,36a | 1,89b | 8,26a | 3,96b | 11,62a | 5,84b | 50,3 |
| Fedegoso | 2,15a | 1,52a | 9,94a | 7,78b | 12,09a | 9,31b | 77,0 |
| Média | 2,52 | 1,99 | 7,02 | 5,28 | 9,54 | 7,27 | 80,1 |
| Copaíba | 0,68a | 0,69a | 0,77a | 0,85a | 1,44a | 1,54a | 106,8 |
| Jatobá | 2,15a | 1,92a | 3,70a | 3,46a | 5,85a | 5,37a | 91,8 |
| Pau pereira | 2,19a | 1,67a | 4,70a | 4,01a | 6,84a | 5,68a | 83,0 |
| Média | 1,67 | 1,43 | 3,06 | 2,77 | 4,71 | 4,20 | 93,9 |
| Milho | 5,76a | 2,90b | 10,05a | 6,48b | 15,81a | 9,39b | 59,3 |
| DMS espécies (5%) | 1,176 | | 0,8313 | | 2,751 | | |
| CV (%) | 55,0 | | 16,5 | | 14,4 | | 14,2 |

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas, para cada tratamento, diferem entre si (Tukey 5%)

⁽¹⁾ Produção relativa= msto (-K)x100/msto (+K)

TABELA 4. Altura, diâmetro do caule, relação parte aérea/raiz (P/R) e taxa de crescimento em espécies florestais nativas e no milho adubado (+K) ou não (-K) com potássio.

| Espécie | Altura | | Diâmetro | | P/R | | Taxa de cresc. ⁽¹⁾ | |
|-------------------|--------------|-------|-------------|-------|---------------|------|-------------------------------|---------|
| | +K | -K | +K | -K | +K | -K | +K | -K |
| |cm..... | |mm.... | |g/g..... | |mg/dia..... | |
| Angico amarelo | 36,7a | 26,0b | 7,87a | 5,95b | 3,84a | 3,0b | 124,2a | 105,27b |
| Cássia carnaval | 37,7a | 25,2b | 5,73a | 5,65a | 2,96a | 2,3b | 102,3a | 102,17a |
| Cássia verrugosa | 58,3a | 38,8b | 6,75a | 5,73a | 4,11a | 3,1b | 123,3a | 106,38b |
| Ipê mirim | 50,5a | 49,0a | 5,62b | 8,15a | 1,62a | 1,6a | 173,8a | 135,00b |
| Jacarandá mimoso | 29,8a | 22,8a | 4,20a | 3,67a | 3,08a | 2,8a | 83,5a | 63,02b |
| Mutamba | 67,8a | 54,3b | 8,15a | 6,08b | 2,14b | 2,8a | 180,6a | 112,52b |
| Trema | 70,3a | 64,0b | 7,27a | 6,53a | 2,06b | 2,7a | 193,8a | 125,48b |
| Angico vermelho | 61,0a | 46,0b | 3,52a | 3,38a | 1,80a | 1,6a | 80,0a | 74,87a |
| Bico de pato | 50,0a | 44,0a | 3,63a | 3,57a | 2,86a | 2,9a | 64,8a | 64,55a |
| Cedro | 28,3a | 23,8a | 9,95a | 7,25b | 2,45a | 2,1a | 116,2a | 57,43b |
| Fedegoso | 48,8a | 37,8b | 6,42a | 4,20b | 4,63a | 5,2a | 120,9a | 93,05b |
| Copaíba | 12,3a | 12,5a | 2,08a | 1,73a | 1,14a | 1,2a | 14,4a | 15,38a |
| Jatobá | 22,8a | 22,3a | 4,10a | 3,78a | 1,74a | 1,9a | 58,5a | 53,73a |
| Pau pereira | 18,7a | 16,7a | 4,72a | 4,08a | 2,15a | 2,6a | 68,4a | 56,82 a |
| Milho | 38,5a | 29,2b | 16,0a | 11,4b | 1,78b | 2,4a | 493,8a | 293,4b |
| DMS espécies (5%) | 12,362 | | 1,819 | | 0,996 | | 26,947 | |
| CV (%) | 16,5 | | 15,7 | | 19,9 | | 14,1 | |

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas, para cada tratamento, diferem entre si (Tukey 5%)
⁽¹⁾ Taxa de crescimento= mg MSTO/dia

omissão de K na adubação (Tabela 4). Esta observação parece indicar que o bico de pato possui uma elevada capacidade de aquisição de K do solo, ou ainda que esta espécie é mais eficiente em converter esse nutriente em biomassa quando sua disponibilidade é limitada.

Copaíba, jatobá e pau pereira, espécies clímax, não apresentaram resposta a aplicação de K no solo (Tabelas 3 e 4), embora tenham absorvido maior quantidade de potássio quando de sua aplicação (Capítulo II). Pode-se assim, evidenciar, que na fase de mudas, as espécies clímax possuem baixo requerimento para K, ou ainda, se mostraram eficientes em utilizar o nutriente. Duboc (1994) observou que a omissão de potássio da adubação de plantio não reduziu o crescimento em altura e diâmetro, e nem a produção de matéria seca da parte aérea de plantas de jatobá e copaíba, embora este último apresentasse uma tendência de aumento na produção de matéria seca da parte aérea no tratamento sem potássio em relação ao tratamento completo. A ausência de resposta nessas espécies parece estar relacionada com o baixo requerimento de K nesta fase.

O crescimento radicular das espécies também foi alterado em função da adubação potássica, porém em menor magnitude que aquele observado para a parte aérea. Ipê mirim, mutamba e trema, espécies pioneiras, cedro, espécie secundária e milho, mostraram um ganho significativo na produção de raízes, quando da adição de potássio (Tabela 1), fazendo com que nessa condição, ocorresse uma redução nos valores da relação P/R (parte aérea/raízes) dessas espécies (Tabela 4). Por outro lado, nas espécies angico amarelo, cássia carnaval e cássia verrugosa, a omissão do K da adubação é que levou a uma redução na relação parte aérea/raiz, provavelmente, em razão de uma melhor adaptação à menor disponibilidade de potássio. Os mecanismos que levaram a essa adaptação parecem atuar de maneira diferenciada, pois enquanto angico amarelo e cássia verrugosa apresentaram uma redução na relação P/R devido a um menor crescimento da parte aérea (Tabela 3), na cássia carnaval, esta redução foi devido a uma tendência de maior crescimento radicular. Esses resultados estão em consonância com aqueles de Duboc (1994), que não observou efeito significativo da

adubação potássica na produção de matéria seca de raízes de copaíba, jatobá e angico amarelo. Os resultados aqui obtidos também corroboram aqueles de Chapin III (1980) e Clarkson (1985), os quais enfatizam que as espécies pioneiras quando comparadas com espécies de crescimento mais lento, são mais flexíveis na alocação dos fotossintatos para o crescimento radicular quando há uma mudança na disponibilidade de nutrientes, pois algumas espécies pioneiras apresentaram maior produção de raízes no tratamento +K (mutamba, trema, ipê mirim), enquanto todas as espécies secundárias, à exceção do cedro, e todas as espécies clímax não modificaram a produção de raízes quando se alterou a disponibilidade de K no solo, confirmando, assim, a maior flexibilidade na alocação de fotoassimilados pelas espécies desse último grupo ecológico.

A produção total de matéria seca (Tabela 3), confirma as tendências observadas para a matéria seca de raiz e parte aérea. As espécies pioneiras, com exceção da cássia carnaval, atingiram uma maior produção de matéria seca total no solo que recebeu fertilização com potássio (Tabela 3). A ausência de resposta ao K observada na cássia carnaval, provavelmente, está relacionada a um mecanismo mais eficiente de adaptação às condições de menor disponibilidade de K no solo, direcionando maiores quantidades de fotossintatos para o crescimento radicular, e aumentando a capacidade de aquisição do K, que também pode estar associada a uma eficiente utilização deste nutriente, fazendo com que a produção final de biomassa não seja reduzida. Braga et al (1995) não encontraram diferenças significativas na produção total de matéria seca de plantas de *Acacia mangium* Willd, espécie pioneira, crescendo em condições de baixa disponibilidade de K no solo, indicando a baixa exigência dessa espécie nessa fase de crescimento, o que confirma o estabelecido por Dias, Alvarez e Brienza Junior (1991), que também não obtiveram resposta ao potássio para *Acacia mangium* Willd. Dentro do grupo das espécies pioneiras, trema e mutamba foram as espécies mais responsivas ao potássio, atingindo incrementos na matéria seca total de 37.7 e 35.2%, respectivamente, em relação as plantas que não receberam adubação potássica, atingindo um incremento semelhante àquele obtido para o milho, que foi de 40.7% (Tabela 1). Os dados de produção relativa de matéria seca total pelas espécies

florestais nativas e pelo milho, para uma melhor visualização, são também apresentados na Figura 1.

Nas espécies secundárias, as respostas em produção de matéria seca total foram bastante variáveis. A omissão de K na adubação reduziu significativamente o crescimento do cedro e do fedegoso, enquanto a matéria seca total do angico vermelho e bico de pato não foi alterada (Tabela 3 e Figura 1). Essas diferenças de comportamento podem estar relacionadas a diferentes exigências nutricionais ou a distinta capacidade de aquisição desse nutriente por estas espécies. O cedro e o fedegoso, em condições de menor disponibilidade de K apresentam uma menor produção de raízes (Tabela 3), exigindo, portanto, um mecanismo de absorção eficiente para suprir a demanda de potássio. Ainda em relação ao cedro, pode-se inferir que esta seja uma espécie com elevado requerimento para potássio, pois quando esse nutriente foi omitido da adubação, não apenas o crescimento do sistema radicular foi reduzido, mas também a biomassa da parte aérea. A redução de 49.7% na matéria seca total do cedro no tratamento sem adição de K, em relação ao tratamento com potássio foi superior até mesmo àquela observada para o milho (Figura 1), ressaltando a dependência dessa espécie ao fornecimento desse nutriente. Copaíba, jatobá e pau pereira não mostraram nenhum incremento na produção total de matéria seca (Tabela 3), embora tenham absorvido quantidades relativamente elevadas de K quando a sua disponibilidade no solo foi aumentada (Capítulo II), sugerindo um consumo de luxo desse nutriente por estas espécies. A menor eficiência de conversão do K absorvido em matéria seca, e as menores taxas de crescimento destas espécies (Tabela 4) podem explicar este comportamento. Os resultados deste estudo são também confirmados pelas observações de Lambers e Poorter (1992), onde afirmam que espécies pioneiras com uma alta produtividade potencial, quando submetidas a ambiente com baixa concentração de nutrientes, reduzem o crescimento com maior intensidade que espécies com baixa taxa de crescimento. Entretanto, segundo estes autores, mesmo em condições de baixa disponibilidade de nutrientes, espécies pioneiras ainda crescem mais rápido que aquelas espécies de crescimento mais lento

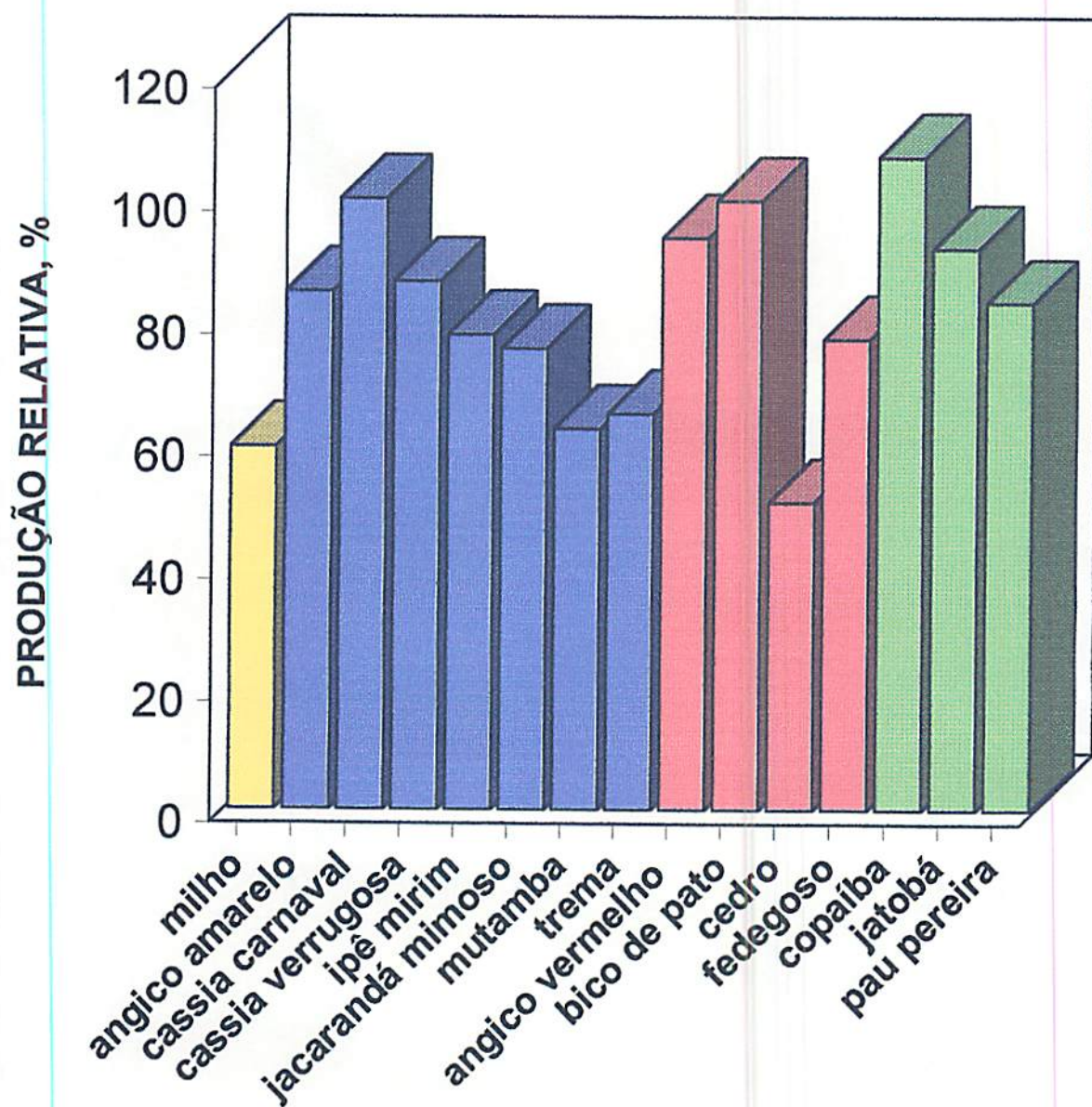
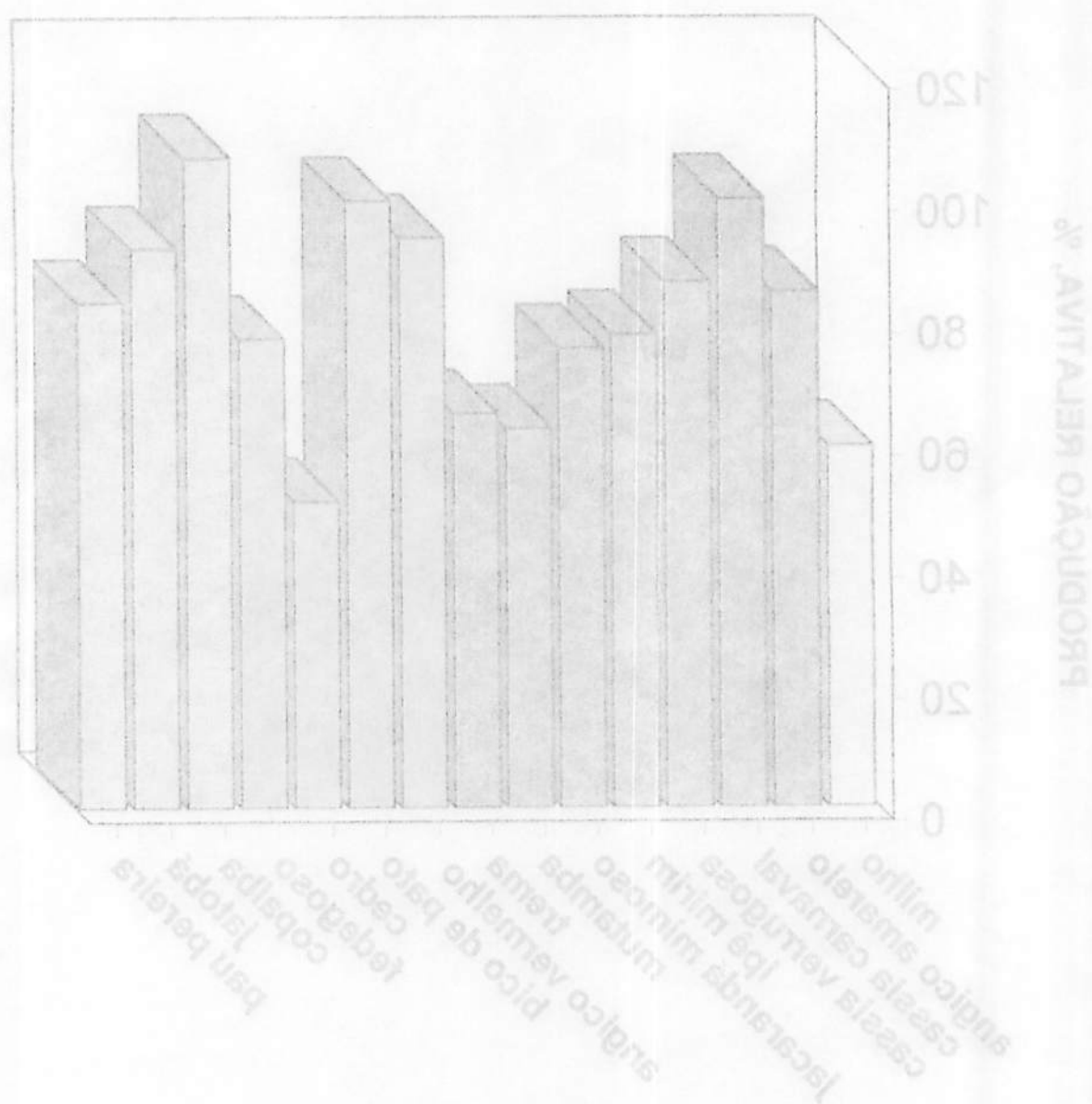


Figura 1. Produção relativa de matéria seca total por quatorze espécies florestais nativas e pelo milho (para cada espécie, +K=100%).



Os dados das tabelas 3 e 4 também demonstram que, de modo geral, nessa fase de crescimento, as espécies pioneiras e secundárias em comparação às espécies clímax, apresentam valores superiores para todos os parâmetros vegetativos avaliados, destacando-se o ipê mirim, trema e mutamba entre as espécies pioneiras, e, cedro e fedegoso entre as espécies secundárias. Estas diferenças no comportamento, provavelmente, estão relacionadas com a maior agressividade de crescimento destas espécies nessa fase, principalmente das espécies pioneiras, pois essa característica, constitui-se um importante fator de adaptação às condições mais adversas do solo, o que faz com que as espécies de rápido crescimento sejam as mais recomendadas para a revegetação e reflorestamento de áreas desprovidas de vegetação (Kageyama et al., 1992).

Os resultados deste trabalho, demonstraram que independente do grupo sucessional, as espécies com maiores taxas de crescimento foram as que mais responderam a adubação potássica. A maioria das espécies avaliadas, embora se desenvolvam em ambientes pobres em nutrientes, apresentam elevadas respostas ao fornecimento de K na fase inicial de crescimento. Esta constatação fica evidenciada, pelo fato das respostas em produção de biomassa serem em alguns casos, superiores àquelas atingidas pelo milho (Tabela 3 e Figura 1), que é uma cultura altamente exigente em potássio (Welch e Flannery, 1985). Assim, pode-se afirmar que na fase inicial de desenvolvimento, nas espécies de crescimento mais rápido a aplicação de potássio se faz necessária, quando o solo não é capaz de suprir eficientemente este nutriente.

4 CONCLUSÕES

As respostas em crescimento à adubação potássica foram distintas entre espécies e grupos sucessionais;

As espécies pioneiras e secundárias, nesta fase de crescimento, mostraram um desenvolvimento vegetativo mais agressivo que as espécies clímax;

Na fase inicial de crescimento, para as espécies pioneiras e algumas secundárias de rápido crescimento, a adubação potássica foi necessária, entretanto, foi desnecessária para as espécies clímax, uma vez que estas não se mostraram responsivas à aplicação do nutriente.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, V.V.H. **Equilíbrio de fósforo e enxofre em dois latossolos do Estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1974. 125p. (Dissertação- Mestrado em Solos e Nutrição de plantas)
- BRAGA, F. de A.; VALE, F.R. do; VENTURIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G., de A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.1, p.18-31, jan./mar. 1995.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.e VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: IAC, 1986. 94p.
- CHAPIN III, F.S. The mineral nutrition of wild plants. **Annual Review of Ecology Systematics**, Palo Alto, v.11, p.233-260, 1980.
- CLARKSON, D.T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, Ilhéus, 1984. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.45-75.
- DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. **Index Semminum do Laboratório de sementes florestais do DCF-UFLA**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995, 20p.
- DIAS, L.E.; ALVAREZ, V.H.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd: 2. Resposta a nitrogênio e a potássio. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.1, p.11-22, jan./abr. 1991.

- DIAS, L.E.; JUCKSH, I.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de Taxi branco (*Sclerobium paniculatum Voguel*): II. Resposta a nitrogênio, potássio e enxofre. *Revista Árvore*, Viçosa, v.16, n.2, p.135-143, maio/ago. 1992
- DUBOC, E. **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, 1994. 68p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-Serviço Nacional de Levantamento e conservação do Solo. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.E. 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, v.4, n.5, p.5-8, jan./abr. 1980.
- KAGEYAMA, P.Y.; FREIXEDAS, V.M.; GERES, W.L.A.; DIAS, J.H.P.; BORGES, A.S. Consórcio de espécies nativas de diferentes estágios sucessionais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2. São Paulo, 1992. *Anais...* São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, São Paulo, 1992. v.2, p. 527-533.
- LAMBERS, H.; POORTER, H. Inherent variations in growth rate between higher plants: A search for fisiological causes and ecological consequences. *Advances in Ecological Research*, San Diego, v.23, 1992. p.188-261.
- LARSON, B.C. Pathways of development in mixed-species stands. In: KELTY, M.J.; LARSON, B.C.; OLIVER, C.D. (eds.) *The ecology and silviculture of mixed-species forests*. Dordrecht: Kluwer academic Publishers, 1992. p.3-10.
- LIMA, H.N. **Crescimento inicial de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação com NPK à campo**. Lavras: UFLA, 1995. 53p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)
- RENÓ, N.B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies nativas no sudeste brasileiro**. Lavras:ESAL, 1994. 62p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de plantas)
- SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R.do; MARTINS, M.M.; MOREIRA, F.M.S. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 28p.
- VETTORI, L. **Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).
- WELCH, L.F.; FLANNERY, R.L. Potassium nutrition of corn. In: MUNSON, R.D. *Potassium in Agriculture*. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1985. p. 647-664.

CAPÍTULO II

ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS SOB INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA

RESUMO: Em experimento conduzido em condições de casa de vegetação, de janeiro à abril de 1995, estudou-se a influência da adubação potássica sobre a absorção de nutrientes em quatorze espécies florestais nativas de diferentes grupos ecológicos e no milho. Um solo com $0,72 \text{ mmolK}^+/\text{kg}$ 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. Em ambos os tratamentos foram aplicados: N- 30mg, P- 100mg; S- SO_4^{2-} - 34,4mg/kg de solo, além de um coquetel de micronutrientes. A absorção de macronutrientes nas espécies clímax foi menos influenciada pela adubação potássica do que nas espécies pioneiras e secundárias. A adubação potássica afetou substancialmente a absorção de macronutrientes pelas espécies florestais nativas e pelo milho, sendo que a absorção de fósforo e nitrogênio foi menos influenciada do que a dos demais macronutrientes. A adição de potássio reduziu a absorção de cálcio e magnésio em algumas espécies, sem contudo reduzir a produção de matéria seca da parte aérea.

CHAPTER II

MACRONUTRIENT UPTAKE IN NATIVE FOREST SPECIES AS INFLUENCED BY POTASSIUM FERTILIZATION

SUMMARY: A greenhouse experiment, carried out from January to April 1995, studied the influence of the potassium fertilizer on nutrient uptake by fourteen native tree species and *Zea mays* L.. A soil with $0,72 \text{ mmolK}^+$ by Mehlich-1 was used as substrate. After being limed, the treatments were established as follows: without K application and with application of $84 \text{ mgK}^+/\text{kg}$ soil. In both treatments it was applied: N- 30mg; P- 100mg; S- SO_4^{2-} - $34,4 \text{ mg}/\text{kg}$ dry soil, besides an application of a micronutrient solution. Absorption of nutrient by climax species was less influenced by the potassium fertilization than in the pioneer and secondary species. The potassium fertilization significantly affected the macronutrient uptake by the native forest species and corn. Phosphorus and nitrogen absorption were less influenced than observed for the other macronutrient. Also, the K application decreased calcium and magnesium uptake by some vegetal species, however the shoot dry matter was not reduced.

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 e Thompson, 1985), podendo resultar em um aumento ou redução da absorção de outros elementos (Usherwood, 1982).

A adubação potássica pode reduzir a absorção de NH_4^+ pelas plantas, pois estes dois íons competem pelos sítios do carregador durante o processo de absorção (Epstein, 1975) ou pelo gradiente de potencial elétrico, como força motora do influxo de cátions (Vale, Jackson e Volk, 1987; Vale, Volk e Jackson, 1988). Por outro lado, Ajayi, Maynard e Barker (1970) sugerem um efeito complementar entre esses dois íons no processo de absorção.

As interações entre potássio e fósforo são menos frequentemente observadas (Daliparthy, Barker e Mondal, 1994). Contudo, Adriano, Paulsen e Murphy (1971) observaram que o potássio favoreceu a absorção de P em plantas de milho. Adapetu e 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 e teores de fósforo pelas plantas (Eguilla e Davies Júnior, 1995).

Existem evidências que o cálcio e o magnésio apresentam uma inibição competitiva na absorção do potássio em várias espécies vegetais. Shukla e Mukhi (1979), relatam a existência de um antagonismo na absorção do K com Ca e Mg em plantas de milho. Egilla e 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 *Hymenocallis courbaryl* L. var. *stilbocarpa* (HAYNEA) LEE ET LANG, *Copaífera 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 são 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 na aquisição de nutrientes em quatorze espécies florestais nativas 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 0-20cm de profundidade de um cambissolo álico situado no município de Nazareno-MG, na região de influência da represa de 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 1,5dm³ com 1,35kg 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 CaCO₃+MgCO₃ puro para análise na relação equivalente de Ca:Mg de 4:1, em quantidade suficiente para atingir pH 6.0. O solo foi então incubado por um período de 30 dias, com umidade correspondente a 60% do volume total de poros (Freire et al., 1980).

Procedeu-se a aplicação dos tratamentos, que consistiram da aplicação de 84mg K⁺/kg de solo ou da ausência da aplicação de potássio. Todos os vasos receberam previamente uma adubação de plantio constituída por 30 mgN, 100 mgP e 34.4 mgS/Kg de solo na forma de sais p.a.. Os micronutrientes foram fornecidos nas seguintes doses: B-0,8mg, Mn-3,6mg; Cu-1,3mg; Fe-1,5mg; Mo-0,15mg e Zn-mg/kg de solo (Alvarez, 1974). Após a aplicação dos tratamentos o solo foi novamente incubado por quinze dias. Passado esse período, coletaram-se amostras para caracterização química (Vettori, 1969 adaptado por EMBRAPA, 1979) e física (Camargo et al., 1986) cujos resultados se encontram na Tabela 1. Durante o período de condução do experimento, nas espécies florestais foram realizadas quatro aplicações de 25 mgN/kg de solo em cobertura na forma de NH₄NO₃, sendo a primeira aplicação aos 30 dias após a emergência, e as demais a intervalos de 20 dias. No milho, foram realizadas duas aplicações de 25 mgN/kg de solo, aos 15 e 25 dias após a emergência, utilizando-se a mesma fonte.

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

| Tratamentos | pH | P mg/kg | Kmmol/dm ³ | Ca | Mg | H+Al | mat orgg/kg..... | areia | silte | argila |
|---------------|-----|------------|--------------------------------------|------|------|------|---------------------------|-------|-------|--------|
| solo original | 4,5 | 1,0 | 0,72 | 6,0 | 2,0 | 38,0 | 16,0 | 620 | 150 | 230 |
| 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 15x2 (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 e Faria (1995), sendo então plantadas diretamente nos

TABELA 2. Características das espécies utilizadas.

| Nome comum | Nome científico | Grupo | Família |
|-------------------------------|---|------------|---------------|
| Angico-amarelo | <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taub. | Pioneira | Leguminosae |
| Cássia-carnaval | <i>Senna spectabilis</i> (DC) I.&B. | Pioneira | Leguminosae |
| Cássia-verrugosa | <i>Senna multijuga</i> (L.C. Rich) I.&B. | Pioneira | Leguminosae |
| Ipê-mirim ¹ | <i>Stenolobium stans</i> (Jun.) Seem. | Pioneira | Bignoneaceae |
| Jacarandá-mimoso ² | <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don. | Pioneira | Bignoneaceae |
| Mutamba | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam | Pioneira | Sterculiaceae |
| Trema | <i>Trema micrantha</i> Bloom | Pioneira | Ulmaceae |
| Angico-vermelho | <i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg. | Secundária | Leguminosae |
| Bico-de-pato | <i>Machaerium nictitans</i> Vell. Benth. | Secundária | Leguminosae |
| Cedro | <i>Cedrella fissilis</i> Vell. | Secundária | Meliaceae |
| Fedegoso | <i>Senna macranthera</i> (Collad.) I.&B. | Secundária | Leguminosae |
| Copaíba | <i>Copaífera langsdorffii</i> Desf. | Clímax | Leguminosae |
| Jatobá | <i>Hymenae courbaril</i> L.(HAYNE) LEE ET | Clímax | Leguminosae |
| Pau-pereira | <i>Platycianus regnelli</i> Benth. | Clímax | Leguminosae |
| Milho | <i>Zea maiz</i> L. | Anual | Gramíneae |

¹- Originário das Ilhas Virgens mas, já asselvajado.

²- Originário da Selva Tucumana boliviana e norte da Argentina mas, é encontrado em florestas nativas do Brasil (Davide e Faria, 1995).

vasos de cultivo. Vinte dias após a germinação procedeu-se ao 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 evapotranspirada.

As plantas das espécies florestais e do milho foram colhidas respectivamente aos 100 e 32 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 (Zaroski e Burau, 1977), determinando-se nos extratos, o P colorimetricamente pelo método da vitamina C (Braga e Defelipo, 1974); o K por fotometria de chama; os teores de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989). A determinação do N total, após digestão sulfúrica, foi feita pelo método de Kjeldahl (Bremner e Mulvaney, 1982).

No cálculo da absorção, considerou-se o teor e acúmulo dos macronutrientes na parte aérea das plantas. Os dados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância pelo programa SAEG e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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 dos nutrientes na parte aérea das plantas (Tabelas 4 e 5). Em todas as espécies, a omissão de potássio acarretou numa redução dos teores e conteúdo desse nutriente na parte aérea, porém a magnitude dos efeitos foi bastante diferenciada, em função da espécie e do grupo ecológico. Quando o potássio não foi aplicado, as maiores reduções nos teores médios de K na parte aérea

TABELA 3. Produção de matéria seca da parte aérea de espécies florestais nativas e do milho, submetidos à adubação (+K) ou não (-K) com potássio.

| 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 |
| Mutamba | Pioneira | 12.20a | 8.23b |
| Trema | Pioneira | 12.86a | 9.13b |
| Média | | 9.88 | 7.61 |
| 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 |
| Média | | 7.02 | 5.28 |
| Copaíba | Clímax | 0.77a | 0.85a |
| Jatobá | Clímax | 3.70a | 3.46a |
| Pau pereira | Clímax | 4.70a | 4.01a |
| Média | | 3.06 | 2.77 |
| Milho | Anual | 10.05a | 6.48b |
| CV (%) | | 16.5 | |

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas, para cada tratamento, diferem entre si (Tukey 5%)

TABELA 4. Teores de macronutrientes na parte aérea de quatorze espécies florestais nativas e do milho, adubado (+K) ou não (-K) com potássio.

| Espécies | N | | P | | K | | Ca | | Mg | |
|------------------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|
| | +K | -K | +K | -K | +K | -K | +K | -K | +K | -K |
|g/Kg..... | | | | | | | | | | |
| Ang. amarelo | 21.4b | 28.0a | 1.7a | 1.8a | 6.8a | 2.6b | 17.0a | 21.4a | 2.3b | 3.9a |
| Cas. camaval | 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 |
| Mutamba | 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 |
| Média | 21.13 | 24.07 | 1.9 | 2.4 | 7.0 | 2.6 | 28.8 | 36.8 | 4.0 | 5.0 |
| 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 |
| Média | 28.7 | 26.6 | 1.7 | 1.6 | 8.0 | 3.9 | 29.9 | 52.1 | 3.0 | 5.2 |
| 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 |
| Média | 26.2 | 25.7 | 1.2 | 1.4 | 8.2 | 5.2 | 27.2 | 32.0 | 2.7 | 3.2 |
| Milho | 30.6a | 28.8a | 2.0a | 2.6a | 12.4a | 4.9b | 18.0a | 23.9a | 6.0a | 5.4a |
| DMS espécie (5%) | 8.02 | | 0.55 | | 1.65 | | 11.04 | | 1.04 | |
| CV (%) | 16.3 | | 15.4 | | 14.7 | | 16.7 | | 13.1 | |

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas, para cada tratamento, diferem entre si (Tukey 5%)

TABELA 5. Conteúdo de macronutrientes da parte aérea de espécies florestais nativas e do milho, adubados (+K) ou não (-K) com potássio.

| Espécies | N | | P | | K | | Ca | | Mg | |
|------------------|-------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| | +K | -K | +K | -K | +K | -K | +K | -K | +K | -K |
| |mg/vaso..... | | | | | | | | | |
| Angico amarelo | 206.5a | 219.8a | 16.8a | 13.8a | 66.4a | 20.0b | 165.7a | 166.7a | 22.1b | 30.8a |
| Cassia carnaval | 210.3a | 185.5a | 15.3a | 18.5a | 81.9a | 27.9b | 206.6b | 289.0a | 18.4b | 33.2a |
| Cassia verrugosa | 220.9a | 114.5b | 19.2a | 17.5a | 94.6a | 26.0b | 391.0a | 411.2a | 25.1b | 34.6a |
| Ipê mirim | 207.7a | 191.1a | 19.8a | 20.5a | 51.2a | 14.5b | 197.5a | 173.0a | 37.4b | 48.4a |
| Jacarand.mimoso | 152.5a | 96.6b | 12.1a | 7.6b | 38.0a | 13.3b | 103.0a | 96.6a | 31.5a | 26.3a |
| Mutamba | 193.6a | 216.6a | 22.1a | 24.3a | 66.4a | 15.0b | 439.6a | 365.1a | 65.9a | 33.1b |
| Trema | 213.8a | 205.9a | 31.1a | 32.3a | 69.4a | 18.2b | 607.5a | 496.6b | 66.8a | 46.7b |
| Angico vermelho | 151.2a | 157.7a | 8.41a | 4.91b | 39.9a | 10.7b | 121.6a | 72.8a | 9.1a | 16.1a |
| Bico de pato | 136.3a | 137.4a | 7.29a | 7.27a | 45.7a | 30.4b | 151.4b | 272.6a | 17.1b | 27.5a |
| Cedro | 230.6a | 93.6b | 14.8a | 5.16b | 75.3a | 16.1b | 229.6a | 256.2a | 32.4a | 23.6b |
| Fedegoso | 288.9a | 150.6b | 19.7a | 19.5a | 50.7a | 21.0b | 442.1a | 511.9a | 24.8b | 45.6a |
| Copaíba | 16.6a | 18.0a | 1.23a | 1.18a | 8.00a | 6.7a | 14.5a | 17.4a | 2.5a | 3.6a |
| Jatobá | 66.6a | 70.1a | 4.2a | 4.6a | 19.0a | 11.8b | 47.8a | 58.5a | 6.4a | 6.4a |
| Pau pereira | 182.0a | 143.3a | 4.8a | 5.7a | 44.4a | 17.7b | 228.8a | 225.2a | 13.7a | 14.8a |
| Milho | 306.7a | 184.9b | 20.4a | 17.2a | 125a | 31.2b | 180.9a | 152.7a | 60.5a | 35.3b |
| DMS espécie (5%) | 79.94 | | 6.77 | | 16.19 | | 130.57 | | 12.79 | |
| CV (%) | 24.3 | | 24.6 | | 21.4 | | 28.2 | | 22.8 | |

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas, para cada tratamento, diferem entre si (Tukey 5%)

ocorreram no grupo das espécies pioneiras, seguido pelo grupo das espécies secundárias e clímax, atingindo na média, reduções de 170,0, 105,0 e 57,0%, respectivamente (Tabela 4). Os menores teores de potássio observados ao se omitir o nutriente, acompanha 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, no entanto, possui 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, o que 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 as espécies clímax (Tabela 5), a maior produção de biomassa das primeiras, faz com que estas espécies apresentem menores teores médios do nutriente (Tabela 4), em função do efeito de diluição (Jarrel e Beverly, 1981).

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 quando comparado com aqueles das espécies dos demais grupos ecológicos. É provável que a menor capacidade de utilização de nutrientes pelas plantas destas espécies seja mais importante do que a sua capacidade de absorção, levando a uma menor produção de material vegetal. Outro aspecto a ser considerado, diz respeito à baixa taxa de crescimento das espécies clímax, mesmo em ambiente com suprimento adequado de nutrientes (Lambers e Poorter, 1992).

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 "feed back" 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 uma mensagem às raízes para que ocorra um aumento do fluxo de entrada de potássio (Claassen e Barber, 1976).

Apesar da observação de que o grupo das espécies clímax, presente 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 e Poorter, 1992).

Quando compara-se as espécies com relação ao teor e conteúdo de potássio na parte aérea (Tabelas 4 e 5), de modo geral, observa-se que entre as espécies pioneiras, cassia carnaval e cassia verrugosa apresentam teor e conteúdo mais elevado do nutriente. No grupo das espécies secundárias, os valores mais elevados para esses parâmetros foram encontrados para o bico de pato e cedro. Já entre as espécies clímax, o teor é mais elevado no copaíba, mas o conteúdo, no entanto, em função da maior produção de matéria seca, é superior no pau pereira.

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). Um aumento nos teores de nitrogênio nas plantas de fedegoso também poderia ocorrer devido a 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, mutamba 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 e 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 solo que recebeu aplicação de potássio, trema e mutamba 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 frequentemente observadas (Daliparthy, Barker e Mondal, 1994), pois as quantidades de fósforo acumuladas pelas plantas são relativamente pequenas quando comparadas com as quantidades dos demais nutrientes. Adeptu e 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. A produção equivalente de raízes pelo angico vermelho nos tratamentos com e sem K (Capítulo I), indica que outros fatores tais 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 cássia carnaval, cassia verrugosa, mutamba 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 mutamba 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 observado na mutamba, 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. Um efeito competitivo do potássio com cálcio e magnésio, tem sido relatado em *Araucária angustifolia* (Simão e Couto, 1973), *Acácia mangium* (Dias, Alvarez e Brienza Junior, 1991), *Hybiscus rosa-sinensis* (Egilla e Davies Junior, 1995), em jatobá, copaíba e angico amarelo (Duboc, 1994), e em várias espécies florestais nativas (Renó, 1994). Shukla e Mukhi (1979), ressaltam que o antagonismo entre esses íons é de natureza fisiológica, podendo 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 mutamba, espécies que possuem um sistema radicular bem desenvolvido (Capítulo I), 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 absorção de macronutrientes nas espécies clímax foi menos influenciada pela adubação potássica do que nas espécies pioneiras e secundárias;

A adubação potássica afetou substancialmente a absorção de macronutrientes pelas espécies florestais nativas e pelo milho, sendo que a absorção de fósforo e nitrogênio foi menos influenciada do que a absorção dos demais macronutrientes;

A adição de potássio reduziu a absorção de cálcio e magnésio em algumas espécies, sem contudo reduzir a produção de matéria seca da parte aérea.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEPTU, J.A.; AKAPA, L.K. Root growth and nutrient uptake characteristics of some cowpea varieties. *Agronomy Journal*, Madison, v.69, n.6, p.940-943, nov./dez. 1977.
- ADRIANO, D.C.; PAULSEN, G.M.; MURPHY, L.S. Phosphorus-iron and Phosphorus-Zinc relationships in corn (*Zea mays* L.) seedlings as affected by mineral nutrition. *Agronomy Journal*, Madison, v.63, n.1, p.36-39, jan./feb. 1971.
- AJAYI, O.; MAYNARD, D.N.; BARDER, A.V. The effect of potassium on ammonium nutrition of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Agronomy Journal*, Madison, v.62, n. 6, p. 818-821, nov./dez. 1970.
- ALVAREZ, V.V.H. **Equilíbrio de fósforo e enxofre em dois latossolos do Estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1974. 125p. (Dissertação- Mestrado em Solos)
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. *Revista Ceres*, Viçosa, v.21, p.73-85, 1974.
- BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen total In: PAGE, A.L.,(ED.). **Methods of Soil Analysis; chemical and microbiological properties**. 2.ed. Madison, ASA/SSSA, 1982. c.31, p.595-624.

- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas.** Campinas: IAC, 1986. 94p.
- CARADUS, J.R. 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, 1990. p.253-311.
- CHAPIN III, F.S. The mineral nutrition of wild plants. **Annual Review of Ecology Systematics**, Palo Alto, v.11, p.233-260, 1980.
- CLAASSEN, N.; BARBER, S.A. Simulation model for nutrient uptake from soil by a growing plant root system. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, n.6, p.961-964, nov./dec. 1976.
- DALIPARTHY, J.; BARKER, A.V.; MONDAL, S.S. Potassium fractions with other nutrients: a review focusing on the tropics. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.17, n.11, p.1859-1886, oct. 1994.
- DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. **Index Seminum do Laboratório de sementes florestais do DCF-UFLA.** Belo Horizonte:CEMIG, 1995. 20p.
- DIAS, L.E.; ALVAREZ, V.H.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd:2. Resposta a nitrogênio e a potássio. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.1, p.11-22, jan./abr. 1991.
- DIBB, D.W.; THOMPSON, J.R. Interaction of potassium with other nutrients. In MUNSON, R.D. **Potassium in Agriculture.** Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1985. c.22, p. 515-543.
- DUBOC, E. **Requerimentos nutricionais de espécies florestais nativas: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (HAYNEE) LEE ET LANG (Jatobá), *Copaifera langsdorffii* DESF., (Óleo copaíba) e *Peltophorum dubium* (SPRENG) TAUB.(Canafistula).** Lavras:ESAL, 1994. 68p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)
- EGILLA, J.N.; DAVIES JUNIOR, F.T. 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. v. 18, n.9, p.1765-1783, sep. 1995.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-Serviço Nacional de Levantamento e conservação do Solo. **Manual de métodos de análise do solo.** Rio de Janeiro, 1979. n.p.

- EPSTEIN, E. **Nutrição Mineral de Plantas: princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: EDUSP, 1975. 341p.
- FRANCO, A.A. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, p.253, jun. 1984.
- FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.E. 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, v.4, n.5, p.5-8, jan./abr. 1980.
- JARREL, W.M.; BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, New York, v.34, p. 197-224, 1981.
- LAMBERS, H.; POORTER, H. Inherent variations in growth rate between higher plants: A search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in Ecological Research**, San Diego, v.23, p.188-261, 1992.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1989. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**, 4.ed., San Diego: Academic Press, 1986. 674p.
- MENGEL, K. Experimental approaches in different crop species. In: COLLOQUIUM OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, 21, Louvain -la Neuve, 1989. **Proceedings...** Bern: International Potash Institute, 1989. p.67-76.
- RENÓ, N.B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies nativas no sudeste brasileiro**. Lavras: ESAL, 1994. 62p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de plantas)
- SHUKLA, U.C.; MUKHI, A.K. Sodium, Potassium and Zinc Relationship in Corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, n.2, mar./apr. 1979.
- SIMÃO, J,W.; COUTO, H.T.Z. Efeito da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná Araucária angustifolia (Bert.) O. Ktze cultivado em vaso. **IPEF**, Piracicaba, v.4, n.7, p.3-40, 1973.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.K.; HAVLIN, J.L. **Soil fertility and fertilizers**. Macmillan: New York, 1993. 634p.
- USHERWOOD, N.R. Interação do potássio com outros íons In: YAMADA, T.; IGUE, T.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N.R. **O Potássio na Agricultura Brasileira**, Londrina, 1982. **Anais...** Piracicaba: Potafós, 1982. p.227-247.

- VALE, F.R.; JACKSON, W.A.; VOLK, R.J. Potassium influx into maize root system: influence of root potassium concentration and ambient ammonium. **Plant Physiology**, Maryland, v.84, n.3, p.1416-1420, July 1987.
- VALE, F.R.; VOLK, R.J.; JACKSON, W.A. Simultaneous influx of ammonium and potassium into maize roots: kinetics and interactions. **Planta**, Berlin, v.173, n.3, p.424-431, Mar. 1988.
- VALE, F.R.do; RENÓ, N.B.; FERNANDES, L.A.; RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 1995. (no prelo)
- VETTORI, L. **Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).
- ZAROSKI, R.J.; BURAU, R.G. A rapid nitric-perchloric acid digestion method for multielement tissue analysis. **Communication Soil Science Plant Analysis**, New York, v.8, n.5, p.425-436, 1977.

CAPÍTULO III

EFICIÊNCIA NUTRICIONAL PARA POTÁSSIO EM ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS

RESUMO: Avaliou-se em condições de casa de vegetação a eficiência de aquisição, translocação e utilização de potássio em quatorze espécies florestais nativas pertencentes à diferentes estágios sucessionais e no milho, na presença e na ausência de adubação potássica. Utilizou-se como substrato um solo com $0,87 \text{ mmol}_c\text{K}^+/\text{kg}$ de solo extraído com NH_4OAc mmol/L , onde foram estabelecidos os seguintes tratamentos: sem adubação potássica (-K) e aplicação de $84 \text{ mgK}^+/\text{kg}$ de solo (+K). Além da calagem prévia, N, P, S e micronutrientes foram aplicados em ambos os tratamentos. Observaram-se diferenças significativas para os índices de eficiência nutricional entre espécies e grupos ecológicos. Entre as espécies pioneiras, angico amarelo, cássia carnaval e cássia verrugosa apresentaram uma elevada eficiência de aquisição e uma eficiência de utilização de K intermediária em relação às demais espécies. Trema e mutamba mostraram-se ineficientes na aquisição do K natural do solo, mas foram eficientes em utilizar o nutriente em ambos os tratamentos. Por outro lado, o bico de pato foi uma das espécies mais eficientes na exploração do K original do solo, porém apresentou menor eficiência de utilização deste nutriente. As espécies clímax apresentaram a mais baixa eficiência de aquisição e utilização do K, acompanhando a sua menor produção de biomassa. O milho, embora tenha sido eficiente em adquirir o K, foi pouco eficiente na sua utilização na presença e na ausência da adubação potássica.

CHAPTER III

NUTRITIONAL EFFICIENCY TO POTASSIUM IN NATIVE FOREST SPECIES

SUMMARY: It was evaluated under greenhouse conditions the efficiency of acquisition, translocation and utilization of potassium by native forest species and *Zea mays* L., in the presence and absence of potassium fertilization. A soil with 0.87 mmol_cK⁺/kg soil by NH₄OAc mmol/L was used as substrate, where the following treatments were established: without K fertilization (-K) and with application of 84mg K⁺/kg soil. In addition to previous liming, N, P, S and micronutrients were applied in both treatments. The nutritional efficiency parameters varied significantly among species and ecological groups. Angico amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.), cássia carnaval (*Senna spectabilis* (DC) I.&B.) e cássia verrugosa (*Senna multijuga* (L.C. Rich) I.&B.) that are pioneer species, showed a high efficiency in the acquisition of the natural soil K, and an intermediate efficiency in the utilization of K in relation to the other species. Trema (*Trema micrantha* Bloom) e mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam) were inefficient in the acquisition of the original soil K, but they were efficient in its utilization in both treatments. On the other hand, bico de pato (*Machaerium nictitans* Vell. Benth.) was one of the most efficient species in the exploitation of the native soil potassium, but showed lower efficiency in its utilization. The clímax species showed the lowest capacity in the acquisition and utilization of K, beside their lower dry matter production. Although being one of the most efficient species in the K acquisition, the *Zea mays* plants were little efficient in its utilization in the presence and absence of the potassium fertilization.

1 INTRODUÇÃO

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de selecionar e melhorar plantas com capacidade de se desenvolverem em solos com baixa disponibilidade de nutrientes, pois muitas vezes a correção destes solos têm sido inviabilizada por restrições de ordem técnica e econômica.

O controle genético da nutrição mineral tem possibilitado a seleção e melhoramento de plantas adaptadas às condições distintas de solo (Gabelman et al., 1986; Caradus, 1990). Contudo, a identificação dos processos bioquímicos, fisiológicos e alterações anatômicas envolvidos nestes mecanismos ainda carecem de elucidação. Na fase inicial, as pesquisas devem averiguar se a eficiência nutricional de determinada espécie ou cultivar está relacionada com os processos ligados com a aquisição do nutriente, sua redistribuição interna, ou com a sua utilização no metabolismo (Duncan e Baligar, 1990).

Entre os nutrientes, o potássio tem recebido considerável atenção, provavelmente devido a sua importância no metabolismo vegetal (Marschner, 1986; Bennet, 1994) ou ainda em função da resposta diferencial das plantas à este nutriente (Oliveira e Mielniczuk, 1978; Gabelman et al., 1986; Mengel e Rahmatullah, 1994). Tal comportamento tem levado os pesquisadores a avaliar as características e mecanismos que levam à distinta habilidade na absorção e utilização do potássio, com ênfase para as grandes culturas (Memon, Sacomani e Glass, 1985; Furlani, Bataglia e Azzini, 1986; Becker e Meurer, 1986; Siddiqi et al., 1987; Liu, Hull e Duff, 1995).

No Brasil, o plantio de espécies florestais tem sido incrementado nos últimos anos, especialmente de espécies nativas, envolvendo principalmente solos menos férteis (Siqueira et al., 1995), que muitas vezes possuem baixa reserva de minerais potássicos (Mielniczuk, 1977; Ritchey, 1982, Lana e Neves, 1994). Apesar da baixa reserva natural do nutriente, determinadas espécies florestais não têm respondido à adubação potássica (Dias, Alvarez e Brienza Junior, 1991, Duboc, 1994; Renó, 1994; Braga et al., 1995; Lima, 1995), sugerindo sua adaptação à baixa disponibilidade desse nutriente como função de um mecanismo eficiente de aquisição e utilização do

potássio. Neste contexto, o entendimento da eficiência nutricional reveste-se de grande importância, pois permitirá a seleção das espécies de acordo com a disponibilidade de K do solo, racionalizando o uso dos fertilizantes potássicos.

O objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência de aquisição, translocação e utilização de potássio por quatorze espécies florestais nativas no sudeste brasileiro, utilizando-se o milho (*Zea mays* L.) como referência.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras-UFLA, no período de janeiro à abril de 1995, utilizando-se como substrato um material de solo proveniente da camada superficial (0-20cm) de um cambissolo álico, textura média, situado na área de influência da represa de Camargos-CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) no município de Nazareno-MG. Após secagem e peneiramento, 1,35 kg de material de solo foi acondicionado em colunas de PVC, revestidas com sacos de polietileno preto, não perfurados, para que não ocorresse lixiviação.

A quantidade de calcário foi calculada com base na curva de incubação efetuada previamente, para se atingir pH igual a 6,0, e aplicada através de uma mistura de CaCO_3 e MgCO_3 p.a na relação equivalente de Ca:Mg de 4:1. O material de solo recebeu ainda uma adubação de plantio nas doses de 30 mgN; 100 mgP ; 34,4 mgS; 0,8 mgB; 3,6 mgMn; 1,3 mgCu; 1,5 mgFe; 0,15 mgMo e 4,0 mgZn/kg de solo (Alvarez, 1974). O potássio foi aplicado na dose de 84mg K/kg. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, arranjado num fatorial 15x2 (presença e ausência de adubação potássica e quinze espécies vegetais), com 6 repetições. As espécies utilizadas e sua classificação ecológica (Budowski, 1965), encontram-se no Tabela 1.

Após quinze dias de incubação, coletaram-se amostras de cada tratamento, onde foram determinados o K trocável pelo NH_4OAc mmol/L pH 7,0 (Mielniczuk, 1978)

TABELA 1. Características das espécies utilizadas.

| Nome comum | Nome científico | Grupo | Família |
|-------------------------------|---|------------|---------------|
| Angico-amarelo | <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taub. | Pioneira | Leguminosae |
| Cássia-carnaval | <i>Senna spectabilis</i> (DC) I.&B. | Pioneira | Leguminosae |
| Cássia-verrugosa | <i>Senna multijuga</i> (L.C. Rich) I.&B. | Pioneira | Leguminosae |
| Ipê-mirim ¹ | <i>Stenolobium stans</i> (Jun.) Seem. | Pioneira | Bignoneaceae |
| Jacarandá-mimoso ² | <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don. | Pioneira | Bignoneaceae |
| Mutamba | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam | Pioneira | Sterculiaceae |
| Trema | <i>Trema micrantha</i> Bloom | Pioneira | Ulmaceae |
| Angico-vermelho | <i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg. | Secundária | Leguminosae |
| Bico-de-pato | <i>Machaerium nictitans</i> Vell. Benth. | Secundária | Leguminosae |
| Cedro | <i>Cedrella fissilis</i> Vell. | Secundária | Meliaceae |
| Fedegoso | <i>Senna macranthera</i> (Collad.) I.&B. | Secundária | Leguminosae |
| Copaíba | <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | Clímax | Leguminosae |
| Jatobá | <i>Hymenae courbaril</i> L.(HAYNE) LEE ET | Clímax | Leguminosae |
| Pau-pereira | <i>Platycianus regnelli</i> Benth. | Clímax | Leguminosae |
| Milho | <i>Zea mays</i> L. | Anual | Gramíneae |

¹- Originário das Ilhas Virgens mas, já asselvajado.

²- Originário da Selva Tucumana boliviana e norte da Argentina mas, é encontrado em florestas nativas do Brasil (Davide e Faria, 1995).

e o K extraível com HNO_3 mol/L à quente por 10 minutos (Knudsen, 1982), apresentando $0,87\text{mmol}_c \text{ K/kg}$ e $2,79\text{mmol}_c \text{ K/kg}$ na forma trocável, respectivamente nos tratamentos sem adubação potássica e com adubação potássica. Em ambos os tratamentos o K não trocável, obtido pela diferença entre o K extraído com HNO_3 e o K trocável, foi de $0,50\text{mmol}_c \text{ K/kg}$ de solo.

O plantio das sementes das espécies vegetais foi efetuado diretamente nos vasos de cultivo, sendo que quando recomendado, as sementes foram previamente submetidas à quebra de dormência conforme metodologia sugerida por Davide e Faria (1995). Decorridos 20 dias após a emergência, realizou-se o desbaste deixando-se apenas uma planta por vaso.

Durante o período experimental a umidade do solo foi mantida em torno de 60% do volume total de poros (Freire et al., 1980), através de pesagem dos vasos e reposição da água evapotranspirada com água desmineralizada. Durante a condução do experimento foram também realizadas quatro adubações nitrogenadas usando como fonte o NH_4NO_3 , perfazendo um total de 100mg N/kg de solo.

As plantas de milho foram colhidas 32 dias após a emergência, e as espécies florestais nativas aos 100 dias após a emergência. O material vegetal, separado em parte aérea e raízes, foi seco em estufa a 70°C até peso constante e pesado, obtendo-se assim a matéria seca da parte aérea (mspa) e raízes (msra). Com estes parâmetros, calculou-se a produção total de matéria seca (msto) pelas espécies. Posteriormente, o material vegetal foi moído e digerido com uma mistura nitro-perclórica, determinando-se o teor de K nos extratos por fotometria de chama (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989). Estes teores foram utilizados para o cálculo do conteúdo de potássio nas plantas nos diferentes tratamentos.

Por ocasião da colheita, amostras de solo foram retiradas para a determinação do K trocável. O K trocável liberado por vaso, foi calculado através da subtração da quantidade de K trocável no início do experimento e da quantidade de K trocável no final do período experimental. Estas quantidades por sua vez, foram obtidas pelo produto entre os teores de K e a quantidade de solo nos vasos (Rosolem, Machado e Ribeiro, 1988).

Os índices de eficiência nutricional foram calculados através das expressões:

Eficiência de Aquisição= conteúdo de K na msto (mg)/K troc.+K não troc. no solo (mg)

Eficiência de translocação= conteúdo de K na mspa (mg)/conteúdo de K na msto (mg)

Eficiência de utilização= msto² (g)/conteúdo de K na msto (mg) (Sididiqi e Glass, 1981)

Os dados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância pelo programa SAEG e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies estudadas, dentro dos distintos grupos ecológicos, comportaram-se diferentemente quando da aplicação da adubação potássica, em relação à produção total de matéria seca (Tabela 2). Os valores de produção relativa de matéria seca total mostram que as maiores respostas foram obtidas para o grupo das espécies pioneiras, seguidas pelos grupos das espécies secundárias e clímax. Estas últimas mostraram-se praticamente indiferentes à aplicação de potássio. As diferenças de comportamento entre espécies e até mesmo entre genótipos de mesma espécie quando submetidas à condições diferenciadas de disponibilidade de potássio, frequentemente tem se correlacionado com habilidades distintas dessas plantas em absorver e/ou utilizar eficientemente esse nutriente (Memon, Sacomani e Glass, 1985; Furlani, Bataglia e Azzini, 1986; Gabelman et al., 1986; Siddiqi et al., 1987).

Algumas espécies florestais apresentaram sensível redução na produção de biomassa total no tratamento sem potássio (Tabela 2), sendo que para o cedro esta redução foi de 50%, superior a redução na produção observada para o milho, que apresenta uma elevada exigência do nutriente (Fornazieri Filho, 1992). Constataram-se diferenças marcantes entre e dentro dos grupos ecológicos na capacidade de

Tabela 2. Produção de matéria seca de raízes (msra), matéria seca total (msto) e produção relativa da matéria seca total de espécies florestais nativas e do milho, submetidas à adubação (+K) ou não (-K) com potássio.

| Espécie | Grupo ecológico | msra | | msto | | produção relativa ⁽¹⁾ |
|------------------|-----------------|------------------|-------------|--------------|--------------|----------------------------------|
| | | +K | -K | +K | -K | |
| | |g/vaso..... | | | | % |
| Angico amarelo | pioneira | 2.61a | 2.64a | 12.42a | 10.53b | 84.7 |
| Cássia canaval | pioneira | 2.62a | 3.10a | 10.23a | 10.22a | 99.9 |
| Cássia verrugosa | pioneira | 2.43a | 2.63a | 12.33a | 10.64b | 86.3 |
| Ipê mirim | pioneira | 6.80a | 5.26b | 17.38a | 13.5b | 77.7 |
| Jacaran. mimoso | pioneira | 2.06a | 1.68a | 8.25a | 6.30b | 75.4 |
| Mutamba | pioneira | 5.86a | 3.02b | 18.06a | 11.25b | 62.3 |
| Trema | pioneira | 6.51a | 3.42b | 19.38a | 12.55b | 64.8 |
| Média | | 4.13 | 3.11 | 14.02 | 10.71 | 74.4 |
| Angico vermelho | secundária | 2.88a | 2.85a | 8.00a | 7.49a | 93.5 |
| Bico de pato | secundária | 1.71a | 1.70a | 6.48a | 6.45a | 99.6 |
| Cedro | secundária | 3.36a | 1.89b | 11.62a | 5.84b | 50.3 |
| Fedegoso | secundária | 2.15a | 1.52a | 12.09a | 9.31b | 77.0 |
| Média | | 2.52 | 1.99 | 9.54 | 7.27 | 80.1 |
| Copaíba | clímax | 0.68a | 0.69a | 1.44a | 1.54a | 106.8 |
| Jatobá | clímax | 2.15a | 1.92a | 5.85a | 5.37a | 91.8 |
| Pau pereira | clímax | 2.19a | 1.67a | 6.84a | 5.68a | 83.0 |
| Média | | 1.67 | 1.43 | 4.71 | 4.2 | 93.9 |
| Milho | anual | 5.76a | 2.90b | 15.81a | 9.39b | 59.3 |
| CV (%) | | 55.0 | | 14.4 | | 14.2 |

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas, para cada tratamento, diferem entre si (Tukey 5%)

⁽¹⁾ Produção relativa = $\frac{\text{msto}(-K) \times 100}{\text{msto}(+K)}$

adquirir, translocar e utilizar o potássio do solo (Tabela 3). O conjunto das espécies pioneiras e secundárias quando comparado com o conjunto das espécies clímax, mostrou-se mais eficiente em adquirir o K natural do solo, bem como aquele aplicado via fertilizante. O grupo das espécies clímax, ao contrário, foi mais eficiente na aquisição de K quando este encontrava-se em menor disponibilidade (tratamento -K). Nos dois tratamentos o milho mostrou uma elevada capacidade de aquisição do K, quando comparado com as demais espécies florestais (Tabela 3). Provavelmente um sistema radicular do tipo fasciculado e mais abundante do milho possibilitou a exploração do potássio de um volume maior de solo.

Os grupos de espécies de diferentes estágios sucessionais comportaram-se similarmente em relação a eficiência de utilização do K (Tabela 3). Os índices de eficiência ainda revelam que as plantas das espécies florestais foram mais eficientes em utilizar o K quando este se encontrava em menor disponibilidade, uma vez que a eficiência de utilização foi maior na ausência da adubação potássica. Resultados semelhantes foram obtidos por Gerloff (1976), Liu, Hull e Duff, (1995), sendo que tal comportamento se deve ao fato do crescimento das plantas no tratamento +K não aumentar na mesma proporção que a concentração de potássio no tecido vegetal (Siddiqi e Glass, 1981). As espécies pioneiras e secundárias, mostraram-se mais eficientes na aquisição e utilização do potássio (Tabela 3), entretanto, apresentaram menor produção relativa quando não se efetuou a fertilização com o nutriente. Este comportamento parece indicar que estas espécies, em comparação com as espécies clímax, apresentam maior exigência nutricional para potássio na fase inicial, ou que o crescimento mais lento das espécies clímax permite seu desenvolvimento apenas com o potássio existente no solo. Uma maior eficiência de absorção e utilização de K por espécies pioneiras e secundárias em relação às espécies clímax também é confirmada em espécies florestais pertencentes à diferentes estágios sucessionais (Gonçalves et al., 1992).

Observou-se que os grupos ecológicos das espécies florestais praticamente não diferiram no tocante a eficiência de translocação do potássio. De modo geral, dentro

Tabela 3. Eficiência de aquisição (EAQ), translocação (ETR) e utilização de potássio (EUT) de espécies florestais nativas e do milho, submetidas à adubação (+K) ou não (-K) com potássio.

| Espécies | EAQ | | ETR | | EUT | |
|------------------|---------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|
| | +K | -K | +K | -K | +K | -K |
| Angico amarelo | 0.45cdA | 0.36bcdeB | 0.84abcA | 0.77cdeB | 2.00cdeB | 4.33bA |
| Cassia canaval | 0.55bcA | 0.49aba | 0.86aA | 0.80bcdA | 1.10efgB | 3.05cdA |
| Cassia verrugosa | 0.61bA | 0.43abcdB | 0.89aA | 0.84abcA | 1.44defgB | 3.68bcA |
| Ipê mirim | 0.55bcA | 0.39bcdeB | 0.54fA | 0.52ghA | 3.29abcB | 6.67aA |
| Jacarandá mimoso | 0.30eA | 0.27ea | 0.72deA | 0.31defB | 1.33defgB | 2.18defgA |
| Mutamba | 0.55bcA | 0.30deB | 0.69deA | 0.70defA | 3.42abB | 5.91aA |
| Trema | 0.53bcA | 0.35cdeB | 0.76bcdA | 0.72deA | 4.14abB | 6.42aA |
| Média | 0.50 | 0.37 | 0.76 | 0.66 | 2.39 | 4.61 |
| Angico vermelho | 0.37deA | 0.30eA | 0.62efA | 0.51hA | 1.00efgB | 2.74cdeA |
| Bico de pato | 0.35deB | 0.53aA | 0.75cdA | 0.80cdA | 0.70fgA | 1.12ghA |
| Cedro | 0.61bA | 0.33deB | 0.72deA | 0.68efA | 1.28defgA | 1.45fghA |
| Fedegoso | 0.34deA | 0.32deA | 0.85aba | 0.90aba | 2.47bcdB | 3.80bcA |
| Média | 0.41 | 0.37 | 0.74 | 0.72 | 1.36 | 2.28 |
| Copaíba | 0.07fB | 0.13fA | 0.70deA | 0.70efA | 0.18gA | 0.25hA |
| Jatobá | 0.17fB | 0.27eA | 0.65deA | 0.62fgA | 1.19efgA | 1.54efgA |
| Pau pereira | 0.36deA | 0.32deA | 0.70deB | 0.77cdeA | 0.75efgA | 1.41fghA |
| Média | 0.20 | 0.24 | 0.68 | 0.70 | 0.71 | 1.07 |
| Milho | 0.77aA | 0.48abcB | 0.93aA | 0.92aA | 1.90defA | 2.61cdefA |
| CV (%) | 17.1 | | 7.24 | | 26.5 | |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula no sentido das linhas e minúscula no sentido das colunas, para cada parâmetro, não diferem entre si (Tukey 5%)

do mesmo estágio sucessional, não se constataram variações na capacidade de translocação de K pelas espécies quando se efetuou o fornecimento do nutriente (Tabela 3), exceção feita para o angico amarelo, angico vermelho e pau pereira, no grupo das espécies pioneiras, secundárias e clímax, respectivamente. Este padrão de resposta indica que as espécies florestais aumentaram a proporção relativa de potássio presente na parte aérea quando se procedeu a adubação potássica. A exemplo do que acontece com outros nutrientes, como o fósforo (Bieleski, 1973), parece que plantas mal supridas com potássio também retêm maior quantidade do nutriente nas raízes ao invés de transportá-lo para a parte aérea, sendo que tal comportamento parece ser mais acentuado nas espécies pioneiras. Ressalta-se que para o milho, não observaram-se diferenças na capacidade de translocação ao se fornecer potássio (Tabela 3).

Todas as espécies apresentaram redução na eficiência de utilização com o aumento da disponibilidade de K. Este decréscimo foi de diferente magnitude entre os grupos ecológicos. No entanto, os grupos de espécies de cada estágio sucessional comportam-se similarmente em relação a eficiência de utilização de K (Tabela 3). O decréscimo na capacidade das plantas em converter os nutrientes absorvidos em matéria seca quando submetidas à condições de maior disponibilidade, é também confirmado por Barros et al. (1986) em espécies florestais. É importante ressaltar, dentro do grupo das espécies pioneiras, a elevada capacidade da mutamba, trema e principalmente do ipê mirim em utilizar o potássio quando este se encontra em menor disponibilidade no solo (Tabela 3), seguindo o mesmo comportamento do fedegoso e jatobá, no grupo das espécies secundárias e clímax, respectivamente. Nestas condições, a biomassa total da trema, mutamba e ipê mirim é relativamente elevada quando comparada com as demais espécies, sugerindo que para uma eficiente utilização, estas espécies requerem menores teores de potássio no solo. Este padrão de resposta, demonstra também que o índice de eficiência de utilização nos moldes propostos neste trabalho, fornece um bom indicativo da capacidade das espécies florestais produzirem matéria seca. Gonçalves et al. (1992) reportam maiores

produções de matéria seca para espécies pioneiras, que também foram mais eficientes na utilização do potássio.

Copaíba, jatobá e pau pereira, espécies climax, mostraram pequeno incremento na matéria seca total quando se aplicou potássio (Tabela 2). Esta ausência de resposta, parece estar relacionado ao fato das espécies climax apresentarem menores taxas de crescimento, produzindo matéria seca em quantidades menores que aquelas observadas para os demais grupos ecológicos. Assim, a demanda por potássio seria inferior àquela dos outros grupos e, neste caso, sua exigência poderia ser adequadamente suprida pelo K disponível no solo.

Embora o ipê mirim, mutamba, trema, fedegoso e jatobá apresentem uma menor eficiência de aquisição do potássio em comparação com as demais espécies (Tabela 3), sua elevada eficiência de utilização proporcionou uma elevada produção de biomassa total (Tabela 2) sob menor disponibilidade do nutriente. Espécies com crescimento relativamente mais lento conseguem aproveitar mais eficientemente as reservas de K do solo (Mielniczuk, 1978), e mesmo reutilizá-lo mais eficientemente nos seus processos metabólicos (Gerloff, 1976). Tais afirmações poderiam explicar o melhor desempenho do jatobá nestas condições. A baixa exigência para potássio pelo copaíba e jatobá (Duboc, 1994) também explicam a falta de resposta destas espécies à esse nutriente. Para o ipê mirim, mutamba, trema e fedegoso, o fator condicionador da maior produção de biomassa no tratamento -K, seria sua elevada eficiência de utilização (Tabela 3).

As quantidades de potássio absorvidas pela maioria das espécies florestais e pelo milho, superaram as quantidades de K trocável liberadas pelo solo (Tabela 4), sugerindo o uso de formas não trocáveis de potássio. Trabalhos nesse sentido, também têm demonstrado que as reservas de potássio do solo extraídas com HNO_3 mol/L são passíveis de serem aproveitadas pelas plantas (Rosolem, Bessa e Pereira, 1993; Mengel e Rahmatullah, 1994; Melo et al., 1995). A elevada capacidade do bico de pato explorar estas formas de potássio pode ser comprovada pelo acréscimo de mais de 200% na quantidade de K absorvida, em relação à quantidade disponível (Tabela 4). Nesta condição, angico amarelo, cássia carnaval, cássia verrugosa e

Tabela 4. Potássio trocável liberado pelo solo e potássio absorvido por espécies florestais nativas e pelo milho, submetidas à adubação (+K) ou não (-K) com potássio.

| Espécie | Grupo Ecológico | K-trocável liberado | | K-absorvido | |
|-------------------|-----------------|---------------------|-------------|-------------|--------------|
| | | +K | -K | +K | -K |
|mg/vaso..... | | | | | |
| Angico amarelo | pioneira | 128.8a | 13.8b | 78.5a | 26.0 b |
| Cássia canaval | pioneira | 131.3a | 30.2b | 95.3a | 35.0 b |
| Cássia verrugosa | pioneira | 129.6a | 22.0b | 105.a | 31.0 b |
| Ipê mirim | pioneira | 152.7a | 30.3B | 95.0a | 27.9 b |
| Jacarandá mimoso | pioneira | 113.7a | 25.3b | 52.9a | 19.4 b |
| Mutamba | pioneira | 159.0a | 28.1b | 96.0a | 21.5 b |
| Trema | pioneira | 114.8a | 22.5b | 91.6a | 25.1 b |
| Média | | 132.8 | 24.6 | 87.9 | 26.6 |
| Angico vermelho | secundária | 99.5a | 22.0b | 64.5a | 21.2 |
| Bico de pato | secundária | 72.6a | 12.8b | 60.6a | 38.0 b |
| Cedro | secundária | 143.5a | 18.3b | 106.0a | 23.8 b |
| Fedegoso | secundária | 127.2a | 21.3b | 59.2a | 23.2 b |
| Média | | 110.7 | 18.6 | 72.6 | 26.5 |
| Copaíba | clímax | 12.6a | 13.5a | 11.4a | 9.4 a |
| Jatobá | clímax | 44.4a | 13.8b | 29.0a | 18.9 a |
| Pau pereira | clímax | 119.2a | 15.1b | 63.1a | 22.9 b |
| Média | | 58.7 | 14.1 | 34.5 | 13.93 |
| Milho | anual | 120.0a | 28.4b | 133.7a | 34.1b |
| CV(%) | | 11.4 | | 21.4 | |

Médias seguidas pela mesma letra no sentido das linhas, para cada parâmetro, não diferem entre si (Tukey 5%)

trema, no grupo das espécies pioneiras, cedro e fedegoso, no grupo das espécies secundárias e jatobá e pau pereira entre as espécies clímax, também absorveram frações de potássio de formas não prontamente disponíveis. Esta constatação, corrobora os dados de Rosolem, Machado e Ribeiro (1988) e Rosolem, Bessa e Pereira (1993), que observaram que plantas de soja também fazem uso de formas não trocáveis de K no solo. Embora cedro e milho tenham absorvido potássio de formas não trocáveis, a baixa eficiência de utilização destas espécies ocasionou menores produções relativas na ausência da adubação potássica.

De acordo com Mielniczuk e Selbach (1978), a liberação mais lenta de formas de K menos disponíveis, pode levar a deficiência do nutriente e redução na produção, em função da concentração de potássio na solução do solo permanecer abaixo daquela ideal para o crescimento. No presente estudo, à exceção do milho e do cedro, as espécies não apresentaram sintomas visuais de deficiência de potássio. Entretanto, várias espécies apresentaram reduções significativas na produção total de matéria seca, indicando provavelmente, a ocorrência de fome oculta do nutriente.

4 CONCLUSÕES

A eficiência nutricional das espécies florestais em relação ao fornecimento de potássio parece estar ligada ao estágio sucessional;

As espécies pioneiras e secundárias, em comparação com as espécies clímax, foram mais eficientes em adquirir e utilizar o potássio;

Algumas espécies florestais foram capazes de se desenvolver sob condições de menor disponibilidade de K, fazendo uso de formas de potássio não trocáveis no solo;

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, V.V.H. Equilíbrio de fósforo e enxofre em dois latossolos do Estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1974. 125p. (Dissertação- Mestrado em Solos)**
- BARROS, N.F. NOVAIS, R.F.; CARMO, D.N.; NEVES, J.C. Classificação nutricional de sítios florestais- descrição de uma metodologia. Revista *Árvore*, Viçosa, v.10, n.1, p.112-120, jan./jun. 1986.**
- BECKER, M.; MEURER, E.J. Morfologia de raízes, suprimento e influxo de potássio em plantas de milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.10, n.3, p.259-263, set./dez. 1986.**
- BENNET, W.F. Plant nutrient utilization and diagnostic plant symptoms. In: BENNET, W.F Nutrient deficiencies & Toxities in crop plants. Minnessota: APS Press, 1994. p.1-10.**
- BIELESKI, R.L. Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability. Annual Review of Plant Physiology., Palo Alto, v.24, p.225-252, 1973.**
- BRAGA, F. de A.; VALE, F.R. do; VENTURIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G,de A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. Revista *Árvore*, Viçosa, v.19, n.1, p.18-31, jan/mar 1995.**
- BUDOWSKI, A. Distribution of tropical american rain forest species in the light sucessional progress. Turrialba, Turrialba, v.15, n.1, p. 40-42, dec. 1965.**
- CARADUS, J.R. 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, 1990. p.253-311.**
- DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Index Semminum do Laboratório de sementes florestais do DCF-UFLA. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 20p.**
- DIAS, L.E.; ALVAREZ, V.H.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd:2. Resposta a nitrogênio e a potássio. Revista *Árvore*, Viçosa, v.15, n.1, p.11-22, jan/abr 1991.**

- DUBOC, E. **Requerimentos nutricionais de espécies florestais nativas: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (HAYNEE) LEE ET LANG (Jatobá), *Copaifera langsdorffii* DESF., (Óleo copaíba) e *Peltophorum dubium* (SPRENG) TAUB.(Canafistula).** Lavras:ESAL, 1994. 68p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)
- DUNCAN, R.R.e BALIGAR, V.C. **Genetics and physiological basis of nutrient uptake and use efficiency.** In: BALIGAR, V.C.; DUNCAN, R.R.(ed.) **Crops as enhancers of nutrient use.** New York: Academic Press, 1990. p.3-35.
- FORNAZIERI FILHO, D. **A cultura do milho.** Jaboticabal: Funep, 1992, 273p.
- FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.E. **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, v.4, n.5, p.5-8, jan/abr 1980.
- FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; AZZINI, L.E. **Variabilidade entre linhagens de arroz na absorção e utilização de potássio em solução nutritiva.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, n.1, p.51-59, jan./abr. 1986.
- GABELMAN, W.H.; GERLOFF, G.C.; SCHETTINI, T.; COLTMAN, R. **Genetic variability in root system associated with nutrient acquisition and use.** *Hortscience*, Alexandria, v.21, n.4, p.971-973, Aug. 1986.
- GERLOFF, G.C. **Plant Efficiencies in the use of nitrogen, phosphorus and potassium.** In: WRIGHT, M.J. **Plant adaptation to mineral stress in problem soils,** Beltsville, 1976. p.161-173.
- GONÇALVES, J.L.M.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXEDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L.de A. **Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais.** *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.4, p.463-469, mar. 1992.
- KNUDSEN, D.; PETERSON, G.A.; PRATT, P.F. **Lithium, sodium and potassium.** In: PAGE, A.L.(ed.). **Methods of Soil Analysis; chemical and microbiological properties.** Madison: American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, 1982. p.225-246.
- LANA, M.C. do; NEVES, J.C. **Capacidade de suprimento de potássio em solos sob reflorestamento com eucalipto no Estado de São Paulo** *Revista Árvore*, Viçosa, v.18, n.2, p.115-122, mai./ago. 1994.
- LIMA, H.N. **Crescimento inicial de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação com NPK à campo.** Lavras: UFLA, 1995. 53p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de plantas)

- LIU, H.; HULL, R.I.; DUFF, D.T. Comparing cultivars of three cool-season turfgrass for potassium uptake kinetics and potassium recovery in the field. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.18, n.3, p.467-485, mar. 1995.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1989. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**, 4.ed., San Diego: Academic Press 1986. 674p.
- MELO, V.F.; BARROS, N.F.; COSTA, L.M.; NOVAIS, R.F.; FONTES, M.P.F. Formas de potássio e de magnésio em solos do Rio Grande do Sul, e sua relação com o conteúdo na planta e com a produção em plantios de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.2, p.165-171, mai/ago 1995.
- MEMON, A.R.; SACCOMANI,; GLASS, A.D.M. Efficiency of potassium utilization by barley varieties: The role of subcellular compartmentation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.36, n.173, p.1860-1876, dec. 1985.
- MENGEL, K.; RAHMATULLAH. Exploitation of potassium by various crop species from primary minerals in soils rich in micas. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.17, n.1, p.75-79, jan./1994.
- MIELNICZUK, J. Formas de potássio nos solos do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.1, n.1, p.55-61, maio/dez. 1977.
- MIELNICZUK, J. **O potássio no solo**. Piracicaba: Instituto de Potassa e do Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1978. 80p. (Boletim Técnico, 2).
- MIELNICZUK, J.; SELBACH, P.A. Capacidade de suprimento de potássio de seis solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.2, n.2, p.115-120, maio/ago. 1978.
- OLIVEIRA, R.F.; MIELNICZUK, J. Caracterização de três cultivares de soja (*Glycine max* (L.) MERRIL quanto à eficiência de absorção e utilização de potássio. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 14, n.2, p.251-260, 1978.
- RENÓ, N.B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies nativas no sudeste brasileiro**. Lavras:ESAL, 1994. 62p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de plantas)
- RITCHEY, K.D. **O potássio em Oxissolos e Ultissolos dos trópicos úmidos**. Piracicaba: POTAFÓS, 1982. 64p. (Boletim técnico, 7).

- ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R.; RIBEIRO, D.B.O. Formas de potássio no solo e nutrição potássica da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V.12, n. 2, p.121-125, mai/ago 1988.
- ROSOLEM, C.A.; BESSA, A.M.; PEREIRA, H.F.M. Dinâmica do potássio no solo e nutrição potássica da soja. Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v 28, p.1041-1054, 1993.
- SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization Index: A modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.4, n.3, p.289-302, 1981.
- SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M.; HSIAO, A.J.; MINJAS, A.N. Genetic differences among wild oat lines in potassium uptake and growth in relation to potassium supply. **Plant and Soil**, The Hague, v.99, n.1, p.93-105, 1987.
- SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R.do; MARTINS, M.M.; MOREIRA, F.M.S. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 28p.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Na fase inicial de crescimento, se o solo não apresentar adequada disponibilidade de potássio, deve-se efetuar o fornecimento deste nutriente para espécies pioneiras e algumas secundárias de rápido crescimento.

A absorção de macronutrientes nas espécies clímax foi menos influenciada pela adubação potássica do que nas espécies pioneiras e secundárias;

A adição de potássio reduziu a absorção de cálcio e magnésio em algumas espécies, sem contudo reduzir a produção de matéria seca da parte aérea.

As espécies pioneiras e secundárias, em comparação com as espécies clímax, foram mais eficientes em adquirir e utilizar o potássio.

Algumas espécies florestais foram capazes de se desenvolver sob condições de menor disponibilidade de K, fazendo uso de formas de potássio não trocáveis no solo.

APÉNDICE

Tabela 1A. Quadrados médios dos parâmetros vegetativos avaliados

| causas da var. | G.L. | msra | mspa | msto | diam | P/R | tx. cresc. |
|----------------|------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| espécies | 14 | 24.9885 | 98.0679 | 197.389 | 94.3943 | 10.3198 | 19738.9 |
| potássio | 1 | 33.3775 | 149.331 | 323.908 | 43.3357 | 0.01376 | 32390.8 |
| pot x esp | 14 | 4.3577** | 6.9266** | 20.369** | 7.7088** | 0.8393** | 2036.9** |
| resíduo | 150 | 0.3599 | 1.2799 | 1.9714 | 0.8619 | 0.2582 | 189.101 |
| média | | 2.89 | 6.86 | 38.2722 | 5.905 | 2.5499 | 97.4445 |
| c. v. (%) | | 55.0 | 16.5 | 16.5 | 15.7 | 19.9 | 14.1 |

Tabela 2A. Quadrados médios dos teores de macronutrientes na parte aérea

| causas da var. | G.L. | N | P | K | Ca | Mg |
|----------------|------|-----------|---------|---------|----------|----------|
| espécies | 14 | 297.1328 | 3.1106 | 46.2105 | 2625.812 | 14.9071 |
| potássio | 1 | 11.4509 | 2.9327 | 812.643 | 4117.376 | 43.5337 |
| pot x esp | 14 | 73.5094** | 0.814** | 9.139** | 329.59** | 5.9079** |
| resíduo | 150 | 16.7716 | 0.0843 | 0.7161 | 31.7454 | 0.2849 |
| média | | 25.0722 | 1.8898 | 5.7471 | 33.3594 | 4.0647 |
| c. v. (%) | | 16.3 | 15.4 | 14.7 | 16.7 | 13.1 |

Tabela 3A. Quadrados médios dos conteúdos de macronutrientes na parte aérea

| causas da var. | G.L. | N | P | K | Ca | Mg |
|----------------|------|----------|---------|----------|------------|------------|
| espécies | 14 | 44910.8 | 843.304 | 3723.466 | 296295.5 | 3013.50 |
| potássio | 1 | 58073.5 | 60.091 | 70756.0 | 285.95 | 11.9507 |
| pot x esp | 14 | 8973.9** | 31.34** | 1788.0** | 10356.86** | 711.7371** |
| resíduo | 150 | 1664.5 | 11.9597 | 68.2675 | 4440.07 | 42.6500 |
| média | | 167.6644 | 13.9048 | 38.5196 | 236.4416 | 28.6548 |
| c. v. (%) | | 24.3 | 24.6 | 21.4 | 28.2 | 22.8 |

Tabela 4A. Quadrados médios dos índices de eficiência nutricional, K-tr liber. e K-abs.

| causas da var. | G.L. | EAQ | ETR | EUT | K-tr liber. | K absorvido |
|----------------|------|----------|-----------|----------|-------------|-------------|
| espécies | 14 | 0.2068 | 0.1506 | 28.0091 | 6489.138 | 3723.466 |
| potássio | 1 | 0.3288 | 0.01205 | 88.6741 | 372197.4 | 70756.02 |
| pot x esp | 14 | 0.0572** | 0.00723** | 3.1880** | 3464.09** | 1788.05** |
| resíduo | 150 | 0.00456 | 0.002761 | 0.4186 | 56.4563 | 68.2675 |
| média | | 0.3949 | 0.7388 | 2.4428 | 65.8005 | 38.5196 |
| c. v. (%) | | 17.1 | 7.24 | 26.5 | 11.4 | 21.4 |

** Significativo pelo teste T ($p < 0.01$)