

NUTRIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE GRÁPIA (*Apuleia leiocarpa*) EM ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO ARÊNICO: (1) Efeito da adubação NPK no crescimento¹

MINERAL NUTRITION OF YOUNG PLANT OF “GRÁPIA” (*Apuleia leiocarpa*) IN A PALEUDALF SOIL: (1) growth response to NPK for fertilization

Fernando Teixeira Nicoloso² Marco Aurélio de Freitas Fogaça³ Flávio Zanchetti⁴ Evandro Missio⁵

RESUMO

A grápiá (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride) é uma espécie de grande interesse madeireiro, encontrando-se, atualmente, bastante dizimada devido à exploração extrativista, sem haver reposição através de reflorestamento. O objetivo deste trabalho foi determinar os níveis de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica no crescimento de plantas jovens de grápiá. As plantas foram cultivadas em vasos contendo 3,5kg de um ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico, em casa de vegetação. Foram avaliados 27 tratamentos, em esquema trifatorial completo (3x3x3), representados pela combinação de três níveis (0, 40 e 80mg kg⁻¹) de N, de P e de K na adubação. A análise do crescimento das plantas foi realizada mensalmente, através da altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas remanescentes. Aos 140 dias após a emergência das plantas, avaliaram-se ainda o comprimento do sistema radicular, massa seca das folhas, do caule, de raízes e total da planta e a relação entre a massa seca das raízes e da parte aérea. A adubação fosfatada aumenta o crescimento das plantas em todos os parâmetros avaliados, sendo que as maiores respostas, exceto para o comprimento do sistema radicular, ocorrem acima de 80mg de P kg⁻¹. A aplicação de K em doses superiores a 40mg kg⁻¹, influencia positivamente o comprimento do sistema radicular, número de folhas, altura da planta e massa seca da folha, do caule e total da planta. Por outro lado, não altera o diâmetro do caule, massa seca da raiz e a relação entre a massa seca das raízes e da parte aérea. O efeito benéfico da adubação nitrogenada, quanto ao comprimento do sistema radicular, número de folhas, altura da planta, massa seca de folhas e total da planta, é condicionada à aplicação conjunta de K. A grápiá demonstra ser uma espécie muito exigente em P e medianamente exigente em K e N na fase inicial de crescimento, quando cultivada num ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico.

Palavras-chave: grápiá, *Apuleia leiocarpa*, NPK, crescimento, nutrição mineral, fertilização.

SUMMARY

“Grápiá” (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride) is an important saline forest species that has been in extinction process. The use of this study was to determine the optimum levels of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on the initial growth of grápiá. Grápiá plants were cultivated in pots containing 3.5kg of a Paleudalf soil, under glasshouse conditions. Twenty-seven fertilization treatments were used in a complete three-factorial scheme (3x3x3), represented by the combination of three levels (0, 40, and 80mg kg⁻¹) of N, P, and K. 77w plant growth parameters analyzed monthly. After 140 days of cultivation other growth parameters were analyzed, as follows: dry weight of roots, stem, leaves, and of the whole plant, root/shoot dry weight ratio, and length of the root system. Phosphorus fertilization increases all evaluated growth parameters, and the highest response, except for the length of the root system, occurred above 80mg kg⁻¹. Potassium fertilization at doses greater than 60mg kg⁻¹ positively affects several growth parameters, except for the root/shoot dry weight ratio, root diameter, and the 51cm diameter. 77w beneficial effect from the nitrogen fertilization, as for the length of the root system, number of leaves, plant height, and the dry weight of leaves, and of the whole plant, depend on the addition of K. Young plants of grápiá grown in a Paleudalf soil show high response to P and moderate response to K and N.

Key words: grápiá, mineral nutrition, fertilization, *Apuleia leiocarpa*, NPK, growth.

INTRODUÇÃO

A grápiá (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride) é uma planta florestal nobre com variada

¹Projeto financiado pela FAPERGS e CNPq.

²Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor Adjunto do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria – RS. E-mail: nicoloso@base.ufsm.br. Autor para correspondência.

³Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, UFSM.

⁴Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal, UFSM, bolsista CNPq.

⁵Acadêmico do Curso de Engenharia Agronômica, UFSM.

utilidade. É uma espécie que apresenta ampla distribuição geográfica no território brasileiro, porém atualmente se acha bastante descontínua, devido à devastação intensa das matas e à falta de reposição através do reflorestamento (MAFIOS & GUARANHA, 1983).

No estado do Rio Grande do Sul, segundo BRASIL (1973), a área ocupada por esta espécie é pequena, encontrando-se nas partes mais altas do noroeste do planalto, onde o solo é fértil, profundo e úmido, e em pontos esparsos na Depressão Central. Na região de maior dispersão, a grápia ocorre em solo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (solo Santo Ângelo), e também nos solos CHERNOSSOLO ARGILUVICO Fémico típico (solo Ciríaco) e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico (solo Charrua).

Em plantios experimentais no estado do Paraná, CARVALHO (1994) observou que a grápia tem crescido melhor em solo com nível de fertilidade média a elevada, bem drenado e com textura franca a argilosa. Já NICOLOSO *et al.* (1999), estudando as exigências nutricionais de mudas de grápia pela técnica do nutriente faltante, em ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico, observaram que a altura da planta, número de nós do caule, número de folhas, comprimido do sistema radicular, massa seca da planta e a concentração de nutrientes nos tecidos da planta diminuíram acentuadamente pela omissão de P, S, N e K na adubação, tanto no horizonte A como no B do solo.

Um dos grandes problemas na elaboração de programas de plantios florestais, principalmente com árvores nativas, é o escasso conhecimento acerca da auto-ecologia das espécies. Desse modo, para a grápia, com exceção do trabalho realizado por NICOLOSO *et al.* (1999), não existem quaisquer informações específicas sobre as necessidades nutricionais, sendo que a adubação e a correção da fertilidade do solo, utilizadas atualmente, são de caráter empírico.

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de determinar os níveis de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica no crescimento de plantas jovens de grápia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride) em ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico, que ocorre na região denominada Depressão Central, no Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em novembro de 1997, na casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Rurais, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS.

Foram avaliados 27 tratamentos em esquema trifatorial completo (3x3x3), em que os fatores consistiram da combinação de três níveis (0, 40 e 80mg kg⁻¹) de N, de P e de K na adubação. O delineamento experimental usado foi de tratamentos inteiramente casualizados, com cinco repetições. Utilizaram-se, como unidades experimentais, vasos contendo 3,5kg de terra fina seca ao ar e duas plantas, os quais foram submetidos a rodízio periódico para evitar algum efeito de localização na casa de vegetação.

A adubação foi feita através da aplicação de soluções preparadas para atingir as concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio estipuladas para cada tratamento. As fontes de nutrientes foram NH₄NO₃, NH₄H₂PO₄, NaH₂PO₄, KNO₃, KCl, KH₂PO₄. Acrescentaram-se 30mg 5 kg⁻¹ de solo, através de Na₂SO₄, necessários ao suprimento desse elemento às plantas, segundo indicado por NICOLOSO *et al.* (1999).

O solo de cultivo utilizado no experimento foi o ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento São Pedro, coletado de 0 a 65cm de profundidade, correspondente ao horizonte A, sob vegetação de campo nativo, no município de Santa Maria, RS. Como resultados das análises físicas e químicas do solo obteve-se: 11% argila (método do densímetro); 0,7% de matéria orgânica (oxidação em solução sulfocrômica a quente e determinação por espectrofotometria com Cr⁶⁺); pH 4,8 em água (1:1), pH SMP 5,4; 1,3cmol_c t⁻¹ de Al³⁺ trocável; 6,1cmol_c t⁻¹ de H + Al³⁺ 43% de saturação com Al³⁺ (m%), 25% de saturação por bases (V%), 3,5cmol_c t⁻¹ de CTC; 1,0cmol_c t⁻¹ de Ca²⁺, 0,6cmol_c t⁻¹ de Mg; 8mg t⁻¹ de P; 16mg t⁻¹ de K; 41,3mg E⁻¹ de Fe; 10,6mg E⁻¹ de Mn; 1,6mg E⁻¹ de Zn; e 0,9mg t⁻¹ de Cu. Para as determinações de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ usou-se o extrator KCl 1N, de P e K o extrator de Mehlich (HCl 0,05N + 112504 0,025N), de Zn e Cu o extrator HCl 0,1N, de H + AP o extrator CaOAc 1N a pH = 7,0, de Mn extrator KCl 1N + HCl 0,1N e de Fe o extrator oxalato de amônio 0,2M a pH 3,0.

Os vasos foram forrados internamente com sacos plásticos para evitar a perda de água e de nutrientes pela drenagem. Para reposição da água evapotranspirada foi realizada irrigação, com água deionizada, sobre a superfície ou através de canos de PVC perfurados e introduzidos no solo, mantendo-se a umidade do solo entre 40 e 60% da capacidade de campo, sempre por meio de aferições diárias por pesagem.

As sementes receberam escarificação química com 112504 concentrado, segundo método elaborado por NICOLOSO *et al.* (1997), seguido de tratamento com solução fungicida à base de Benlate a 0,2% p/v. Após procedeu-se a semeadura de três sementes diretamente nos vasos. Após a emergência das plântulas, fez-se a seleção das mesmas deixando-se duas por vaso.

A análise do crescimento das plantas foi realizada mensalmente até os 140 dias, a partir da emergência, através da altura da planta, do diâmetro do caule a 1,0cm do solo e do número de folhas remanescentes. Aos 140 dias após a emergência das plantas, avaliaram-se, ainda, o comprimento do sistema radicular (segundo método descrito por TENNANT, 1975), a massa seca das folhas, do caule, das raízes e do total da planta e a relação entre a massa seca das raízes e da parte aérea. A análise estatística dos resultados observados baseou-se na análise de regressão, ao nível de probabilidade de erro de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação de P, na ausência de N e de K, aumentou linearmente a altura de plantas a partir dos 60 dias após a emergência (DAR) até aos 120 DAR. Aos 140 DAE, o efeito foi quadrático estimando-se o ponto de máxima resposta acima da maior dose aplicada (Figura 1a). A resposta positiva e linear à aplicação de K ocorreu a partir dos 30 até os 120 DAR e tomando-se quadrática aos 140 DAR, com ponto de máxima resposta também acima da maior dose aplicada (Figura 1b).

A adubação nitrogenada, quando aplicada isoladamente ou associada ao P, não alterou a altura de plantas durante todo o período de avaliação. Entretanto, na avaliação feita aos 140 DAR, observou-se resposta quadrática para o K, com pontos de máxima eficiência técnica correspondentes a 71 e 89mg/kg respectivamente, para NeK (Figura 1c).

Segundo NICOLOSO *et al.* (1999), a altura de plantas jovens de grábia (168 dias), cultivadas em casa de vegetação, foi afetada

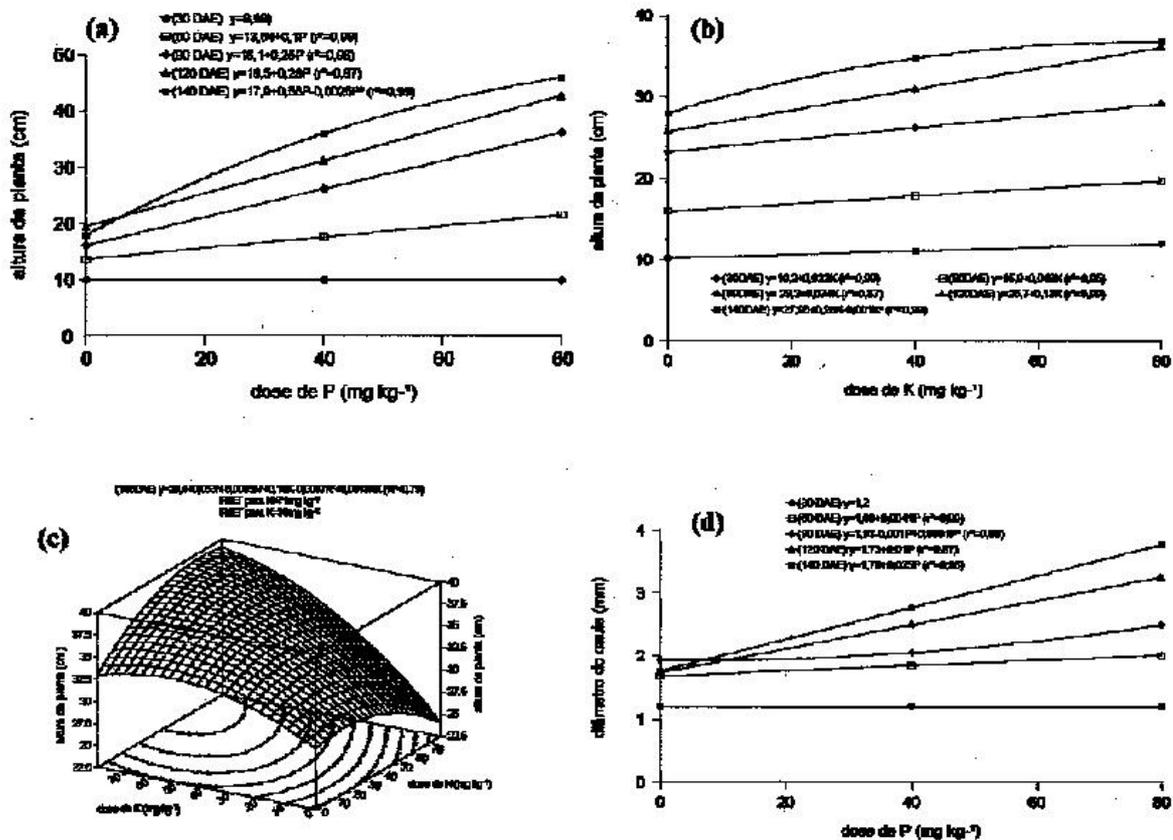


Figura 1 – Efeito da adubação isolada de P (a) e de K (b) e adubação conjunta de N e K (c) na altura de plantas e de P (c) no diâmetro do caule da grábia (*Apuleia leiocarpa*), aos 30, 60, 90, 120 e 140 dias após a emergência das plantas. Santa Maria, 1997.

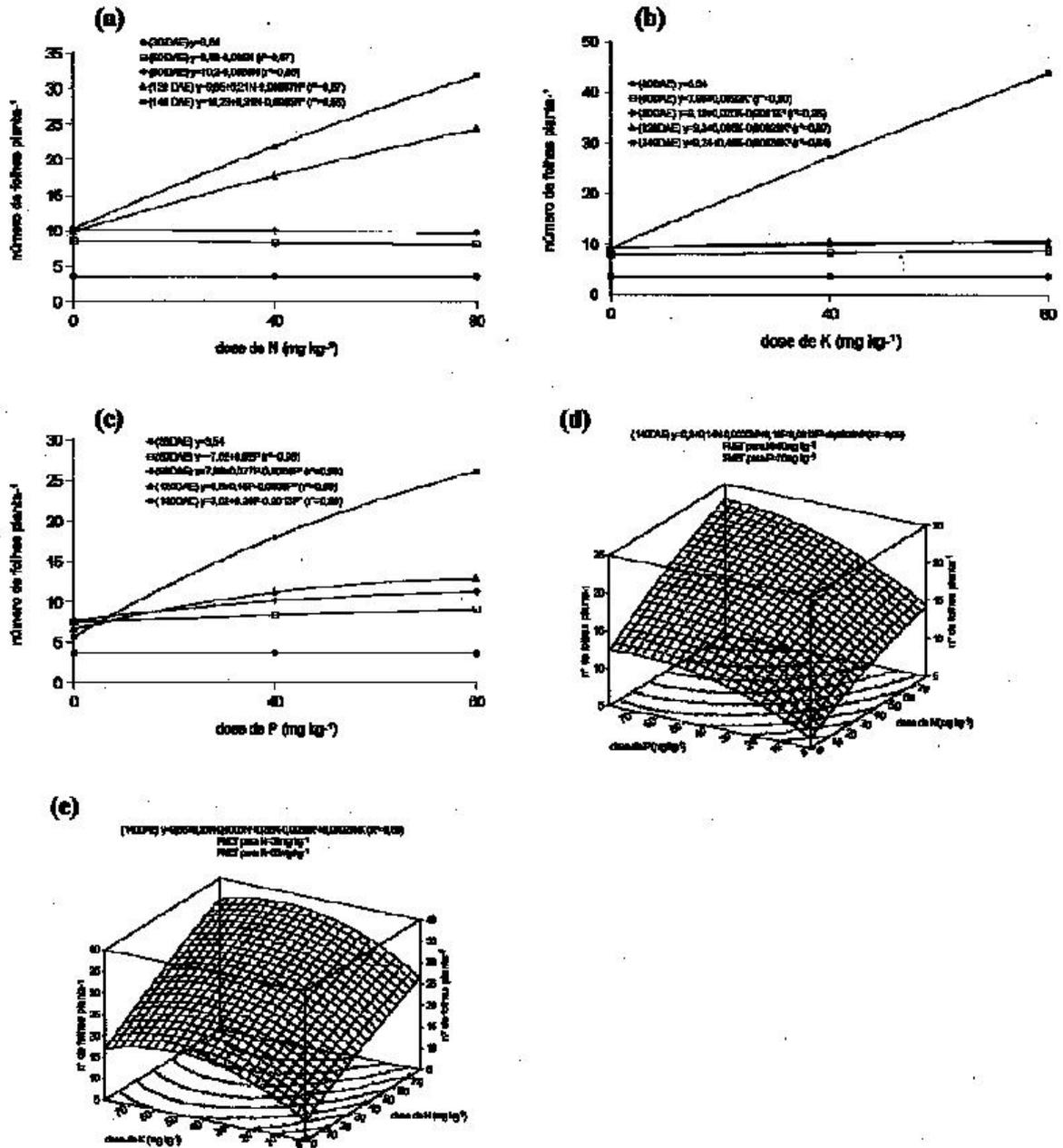


Figura 2 – Efeito da adubação isolada de N (a), de K (b), de P (c) e da adubação conjunta de N e P (d) e de N e K (e) no número de folhas de mudas de grápi (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride), aos 30, 60, 90, 120 e 140 dias após a emergência das plantas. Santa Maria, 1997.

negativamente pela omissão isolada de P, N, K e S na adubação em solo ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico.

Quanto ao diâmetro do caule, houve resposta significativa à aplicação de P a partir dos 60 DAR, seguindo o modelo linear nas avaliações

realizadas aos 120 e 140 DAR (Figura 1d), indicando que doses maiores de P beneficiariam o crescimento. Resultados semelhantes, embora em outras condições de solo e clima, foram observados por VOLPATO *et al.* (1994), que obtiveram crescimento máximo em diâmetro do caule de seringueira (*Hevea*

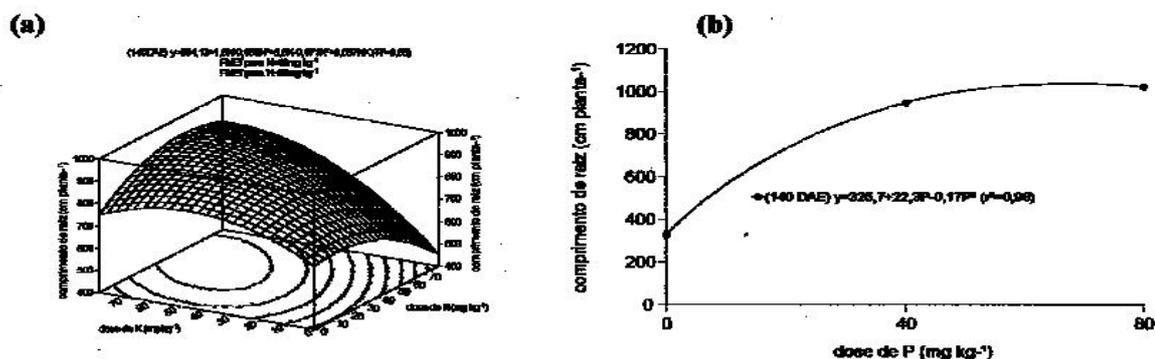


Figura 3 – Efeito da adubação conjunta de N e K (a) e da adubação isolada de P (b) no comprimento do sistema radicular de mudas de grábia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride), aos 140 dias após a emergência das plantas, Santa Maria, 1997.

spp.) pela adição de 108mg de P kg⁻¹. No caso da grábia, apesar do solo apresentar teor muito baixo de K (16mg kg⁻¹), este foi suficiente para não limitar o crescimento do diâmetro do caule.

Para o número de folhas, observou-se aos 60 e 90 DAR resposta linear negativa à aplicação isolada de N, passando a quadrática dos 120 DAR aos 140 DAR (Figura 2a). Quanto à adubação potássica (Figura 2b) e fosfatada (Figura 2c), verificou-se que, na avaliação aos 60 DAR, houve resposta positiva linear da aplicação isolada destes nutrientes, sendo a partir daí até aos 140 DAR resposta quadrática. Aos 140 DAR, além da resposta quadrática à aplicação isolada de N, K e P, também se observou interação da adubação nitrogenada com a fosfatada e da nitrogenada com a potássica. Os pontos críticos de máxima eficiência técnica estimada à adubação foram de 60 e 78mg kg⁻¹ respectivamente, para N e P (Figura 2d) e 38 e 65mg kg⁻¹, respectivamente, para N e K (Figura 2e). NICOLOSO *et al.* (1999) obtiveram resultados semelhantes em grábia, trabalhando nas mesmas condições experimentais, nos quais a omissão de P foi o fator que mais limitou a produção de folhas. Na deficiência de P, os efeitos que mais chamam a atenção são a redução na expansão da folha e na área da superfície foliar (FREDEEN *et al.*, 1989), bem como no número de folhas (LYNCH *et al.*, 1991).

Quanto ao comprimento do sistema radicular, verificou-se resposta positiva à adubação nitrogenada somente quando aplicada junto ao K, sendo as doses de máxima eficiência técnica estimada em 48 e 65mg kg⁻¹, respectivamente, para N e K (Figura 3a). A aplicação isolada de P apresentou resposta quadrática, na qual a máxima eficiência técnica estimada *k_u* em 70mg de P kg⁻¹ (Figura 3b). DANIEL *et al.* (1997), estudando a resposta de mudas de *Acacia mangium* à aplicação de P em LATOSSOLO ROXO, obtiveram resposta

significativa positiva tanto no comprimento do sistema radicular como na massa seca das raízes, resultados semelhantes aos obtidos para a grábia, demonstrando a importância do P para o desenvolvimento das raízes.

A produção de massa seca da planta e de seus órgãos foi avaliada apenas aos 140 DAE. Observou-se para a massa seca de raiz resposta quadrática à aplicação isolada de P, com ponto de máxima eficiência técnica estimada em 80mg de P kg⁻¹ (Figura 4a). Considerando-se também que o comprimento do sistema radicular (Figura 3b) foi afetado negativamente pelo baixo conteúdo original de P do solo, sugere-se que a grábia, na fase inicial do seu desenvolvimento, é uma espécie pouco eficiente em absorver P quando em baixa disponibilidade no substrato. Resultados semelhantes foram obtidos por BARROS *et al.* (1982) em *Eucalyptus ssp.*, pois a eficiência de absorção de P também foi baixa nos períodos iniciais do desenvolvimento das mudas, necessitando de teores no solo mais elevados àqueles requeridos pela maioria das outras culturas.

A massa seca do caule respondeu linearmente à aplicação isolada de P (Figura 4a) e K (Figura 4b). Quanto à massa seca das folhas, não se verificou resposta significativa à aplicação de N, isoladamente ou associado ao P. Porém, junto ao K, a resposta foi quadrática (Figura 4c), com ponto de máxima eficiência técnica estimada em 70 e 104mg kg⁻¹, respectivamente, para N e K. Resultados semelhantes foram obtidos por VALERI *et al.* (1993a), que constataram resposta máxima na massa seca da parte aérea de *E. urophylla* com 102mg de K kg⁻¹, na presença de N a 110mg kg⁻¹. A adubação fosfatada proporcionou resposta linear, demonstrando que doses mais elevadas beneficiariam o acúmulo de massa seca de folhas (Figura 4a).

maior dose aplicada (Figura 4a). Estes resultados corroboram em parte àqueles obtidos em *Eucaiyptus grandis* por VALERI *et al.* (1993b), que observaram aumento significativo na massa seca das plantas aos 122 dias de cultivo pela aplicação de P; por outro lado, a aplicação de K teve efeito positivo até a dose de 80mg kg⁻¹ e o nitrogênio não proporcionou incremento.

O teor inicial de P (8mg kg⁻¹) do solo utilizado é baixo, motivo pelo qual a adubação fosfatada aumentou a altura da planta (Figura 1a), o diâmetro do caule (Figura 1d), o número de folhas (Figura 2c), o comprimento do sistema radicular (Figura 3b) e a massa seca total da planta e de seus órgãos (Figura 4a). Portanto, fica demonstrada a limitação potencial do solo ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico para sustentar o cultivo da grápia sem a correção da fertilidade natural, fato já registrado por NICOLOSO *et al.* (1999). Estes resultados corroboram aqueles observados por BRASIL (1973) e CARVALHO (1994).

Existe grande diferença entre as espécies vegetais quanto ao nível satisfatório de K para o seu desenvolvimento inicial. Em um latossolo, com teor de K de apenas 6mg kg⁻¹ pelo extrator Mehlich-1, NOVAIS *et al.* (1979) não constataram resposta de mudas de *Eucaiyptus grandis* a adição de KCl. Por outro lado, NOVAIS *et al.* (1990), revisando vários trabalhos de outros pesquisadores, consideram que o nível satisfatório deste nutriente no solo encontra-se na faixa de 40 a 60mg kg⁻¹, para maioria das culturas anuais. Quanto à grápia, devido ao solo apresentar teor muito baixo de K (16mg kg⁻¹), observou-se benefício da adubação potássica em vários parâmetros do crescimento (Figura 1b, 2b, 2e, 3a, 4b,4c).

Observou-se que a relação entre a massa seca das raízes e da parte aérea (R/PA) apresentou decréscimo com o aumento das doses de P e N (Figura 4-e), sendo mais acentuado para o P, em que decresceu de 0,92 para 0,45, entre as doses extremas (0 e 80mg de P kg⁻¹). Para o N, a relação variou de 0,72 a 0,64, entre 0 e 80mg kgt respectivamente. O crescimento da parte aérea sob deficiência de P é muito mais afetado do que o crescimento radicular, resultando no aumento da relação R/PA (MARSCHNER, 1995; DANIEL *et al.*, 1997; NICOLOSO *et al.*, 1999). Segundo MARSCHNER (1995), essa resposta fisiológica está correlacionada a três fatores: (i) aumento da distribuição dos carboidratos às raízes, (ii) maior retenção do P absorvido nas raízes, e (iii) translocação líquida adicional de P da parte aérea às raízes. DANIEL *et al.* (1997) registraram em mudas de *Acacia*

mangium valor de 0,45 na relação R/PA pela aplicação de 260mg de P kgt. Esses autores consideram como valores ideais para a produção de mudas a serem levadas ao campo, uma relação situada entre a 0,45 e 0,50. Sob deficiência de N, o crescimento foliar é reduzido mais que o crescimento radicular, fato que acontece também em solos secos, salinos ou compactados (MUNNS & CRAMER, 1996). Todavia, OLSTHOORN *et al.* (1991) observaram diminuição na razão R/PA com o aumento no suprimento de N em *Pseudotsuga menziesii*.

Considerando-se que, (i) ao contrário do que ocorre com o fósforo, o nível crítico de potássio no solo, para o crescimento de algumas espécies florestais, como o eucalipto (NOVAIS *et al.* 1990), aumenta com a idade da planta, (ii) em experimentos de vaso a relação raiz/solo é várias vezes maior da que ocorre no campo e (iii) os níveis de adubação mais elevados de N, de P e de K utilizados foram de 80mg kg⁻¹, as doses de máxima eficiência técnica estimadas para a adubação da grápia em ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico devem ser restritas para a produção de mudas em vasos sob condições de casa de vegetação.

CONCLUSÃO

A máxima eficiência técnica estimada da adubação fosfatada e potássica na produção de massa seca da planta é acima de 80mg kg⁻¹ e, para a adubação nitrogenada, de 70mg kgt.

O efeito benéfico da adubação nitrogenada é condicionado à aplicação conjunta de potássio.

A grápia demonstra ser uma planta muito exigente em P e medianamente exigente em K e N, na sua fase inicial de crescimento, quando cultivada em ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L. *et al.* Interpretação de análises químicas de solo para o crescimento de *Eucalyptus spp.* *Revista Árvore*, Viçosa, v.6, n.1, p.38-44, 1982.
- BRASIL. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul.** Recife Ministério da Agricultura - Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária — Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras, recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Brasília EMBRAPA-CNPq, 1994. 640p.

- DANIEL, O., VITORINO, A.C.T., ALOVISI, A.A., *et al.* Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* WILL). **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.2, p.163-168, 1997.
- FREDEEN, AL., RAO, I.M., TERRY, N. Influence of phosphorus nutrition on growth and carbon partitioning in *Glycine max*. **Plant Physiology**, Baltimore, v.89, p.225-230, 1989.
- LYNCH, J., LÄUCHLI, A., EPSTEIN, E. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. **Crop Science**, Madison, v.31, p.380-387, 1991.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic, 1995. 889p.
- MATTOS, N.F., GUARANHA, J. **Contribuição ao estudo da grábia (*Apuleia leiocarpa*)**. Porto Alegre Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis "AP", 1983. 25p. (Boletim Técnico. 12).
- MUNNS, R., CRAMER, (3.R. Is coordination of leaf and root growth mediated by abscisic acid? Opinion. **Plant and Soil**, Netherlands, v.185, p.23-49, 1996.
- NICOLOSO, F.T., GARLET, A., ZANCHETTI, F., *et al.* Efeito de métodos de escarificação na superação da dormência de sementes e de substratos na germinação e no desenvolvimento da grábia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Rural**. Santa Maria, v.27, n.3, p.419-424, 1997.
- NICOLOSO, F.T., ZANCHETTI, F., GARLET, A., *et al.* Exigências nutricionais da grábia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride) em solo Podzólico vermelho amarelo. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.29, n.2, p.225-231, 1999.
- NOVAIS, R.F., GOMES, J.M., ROCHA, D. *et al.* Calagem e adubação mineral na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden): 1-efeito da calagem e dos nutrientes N, P e K. **Revista Árvore**, Viçosa, v.3, p.121-134, 1979.
- NOVAIS, R.F., BARROS, N.F., NEVES J.C.L Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. Cap.2. p.25-98.
- OLSTHOORN, A.F.M., KELTJENS, W.G., van BAREN, B., *et al.* Influence of ammonium on fine root development and rhizosphere pH of Douglas-fir seedlings in sand. **Plant and Soil**, Netherlands, v.133, p.75-81, 1991.
- TENNANT, D.A. A Test of a modified lime intersect method of estimating root length. **Journal of Ecology**, [s.l.], v.63, n3, p.995-1001, 1975.
- VALERI, S.V., ARAÚJO, I.A., JUNIOR, L.P. Efeito de nitrogênio, potássio e calagem no desenvolvimento e composição química foliar de *Eucalyptus mrophylla* S.T. BLAKE cultivada sob dois regimes hídricos, em casa de vegetação. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, 1993. Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF, 1993~ V.1. 875p. p.249-251.
- VALERI, S.V., PIRES, A.L.B., BANZATTO, D.A., *et al.* Efeito da adubação NPK no desenvolvimento inicial de progemas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em condições de casa de vegetação. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba : SBS/SBEF, 1993b. VI. 875p. p.246-248.
- VOLPATO, M.M., VENTORIM, N., ALVES, R.M.B., *et al.* Efeitos de níveis crescentes de fósforo e zinco no desenvolvimento de porta-enxerto de seringueira (*Hevea spp.*). **Revista Árvore**, Viçosa. v18, LI, p.14-21, 1994.