



Ciência Florestal

ISSN: 0103-9954

cf@ccr.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Ceconi, Denise Ester; Poletto, Igor; Lovato, Thomé; Brião Muniz, Marlove Fátima
EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE MUDAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) À
ADUBAÇÃO FOSFATADA

Ciência Florestal, vol. 17, núm. 1, janeiro-março, 2007, pp. 25-32

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53417104>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE MUDAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) À ADUBAÇÃO FOSFATADA

NUTRITIONAL EXIGENCY OF ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) SEEDLINGS TO THE PHOSPHORUS FERTILIZATION

Denise Ester Ceconi¹ Igor Poletto² Thomé Lovato³ Marlove Fátima Brião Muniz⁴

RESUMO

Com o objetivo de estudar a exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada, foi instalado um experimento no Centro Tecnológico de Silvicultura pertencente ao Departamento de Ciências Florestais/CCR/UFSM. Vasos com capacidade de 2 dm³ foram preenchidos com 2 kg de solo do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo coletado na camada superficial (0-20 cm), o qual foi destorroado, homogeneizado, seco ao ar, passado em peneira de 5 mm e posteriormente analisado quimicamente. Como adubação complementar, foram adicionados 64 mg kg⁻¹ de N e 38 mg kg⁻¹ de K, as fontes utilizadas foram CH₄N₂O e KCl, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com oito tratamentos e seis repetições, distribuídos da seguinte forma: T1-testemunha (solo sem adição de P), T2-90 mg kg⁻¹, T3-180 mg kg⁻¹, T4-270 mg kg⁻¹, T5-360 mg kg⁻¹, T6-450 mg kg⁻¹, T7-540 mg kg⁻¹ e T8-630 mg kg⁻¹ de P respectivamente, a fonte de P foi CaHPO₄. Decorridos 10 meses da repicagem foram realizadas as medições das variáveis: altura da parte aérea, diâmetro do colo, biomassa acima do solo, biomassa radicular e biomassa total. O melhor desenvolvimento das mudas de erva-mate foi observado nas doses de 360 e 450 mg kg⁻¹ de P.

Palavras-chave: Crescimento de mudas; fósforo; *Ilex paraguariensis*.

ABSTRACT

Experiments were installed in the Forestry Technological Center belonging to Forest Science/CCR/UFSM Department in order to study the nutritional exigency of *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. seedlings to fertilization of phosphorus doses. Vases with capacity of 2 dm³ were filled out with Red Yellow Argisol soil collected from a superficial layer (0-20 cm), which was homogenized, dried in the air, past in sieve of 5 mm and analyzed chemically. As additional fertilization, 64 mg kg⁻¹ of N and 38 mg kg⁻¹ K were added the sources were CH₄N₂O and KCl. The experimental design used was completely randomized with 8 treatments and 6 repetitions, distributed in the following way: T1-control (sole without P addition), T2-90 mg kg⁻¹, T3-180 mg kg⁻¹, T4-270 mg kg⁻¹, T5-360 mg kg⁻¹, T6-450 mg kg⁻¹, T7-540 mg kg⁻¹ and T8-630 mg kg⁻¹ of P, respectively. After 10 months, the following parameters were evaluated: the height of the aerial part, stem diameter, biomass above ground, root biomass and total biomass. The best development of the *erva-mate* seedlings were observed in the doses from 360 and 450 mg P kg⁻¹.

Keywords: Seedlings growth; phosphorus; *Ilex paraguariensis*.

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) é uma espécie nativa do sul do Brasil e também da Argentina e Paraguai. Sua área de ocorrência natural nesses três países é de aproximadamente 540.000 km² (Andrade, 2001). Pertence à família Aquifoliaceae, é uma árvore de pequeno porte, de até 20 m de altura, fustes curtos de até 50 cm de diâmetro (Backes e Irgang, 2002). No Brasil, habita particularmente em meio às matas de araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) e, em altitudes entre 400 a 900 m. A madeira

1. Engenheira Florestal, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP 97105-970, Santa Maria (RS). Bolsista do CNPq. dceconi@mail.ufsm.br
2. Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP 97105-970, Santa Maria (RS). Bolsista do CAPES. igorpoletto@mail.ufsm.br
3. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP 97105-970, Santa Maria (RS). lovato@smail.ufsm.br
4. Engenheira Agrônoma, Dr^a., Professora Adjunta do Departamento de Defesa Fitossanitária, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP 97105-970, Santa Maria (RS). marlove@smail.ufsm.br

pode ser empregada para caixotaria e para lenha. Suas folhas preparadas segundo método apropriado fornece o mate ou chimarrão, o mais popular chá consumido no Brasil e exportado para todo o mundo (Lorenzi, 1998).

A fase de produção de mudas é fundamental para o estabelecimento de plantas adultas bem nutridas e formadas. A obtenção de mudas de boa qualidade exige a utilização de substrato que forneça os nutrientes necessários ao pleno desenvolvimento da planta. Para a maioria das espécies cultivadas, o enriquecimento do substrato com adição de adubação mineral representa uma prática conhecida para o processo de formação de mudas.

Em viveiros é comum o uso de substratos, para produção de mudas, pobres em nutrientes ou desequilibrado nutricionalmente, ocasionando baixa qualidade das mudas, comprometendo seu desenvolvimento a campo. Para D'Ávila *et al.* (2001), o estudo do substrato apropriado para a produção de mudas com qualidade superior torna-se fundamental para o estabelecimento de povoamentos com espécies nativas e exóticas no campo, garantindo um desenvolvimento e produção satisfatória da floresta instalada.

Conforme Gonçalves e Poggiani (1996), a necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento. Assim as características e quantidade de adubos a aplicar dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e, de fatores de ordem econômica.

O fósforo possui um papel fundamental na vida das plantas, por participar dos chamados compostos ricos de energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), sendo absorvido pelas raízes como H_2PO_4^- (íon ortofosfato), encontrando-se no xilema em maior proporção nessa forma (Malavolta, 1980). Segundo Raij (1991), o fósforo é dos três macronutrientes, aquele exigido em menor quantidade pelas plantas. Não obstante trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. Explica-se essa situação pela carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros, e também porque o elemento tem forte interação com o solo, sofrendo forte fixação.

Para Sengik (2003), o fósforo é um nutriente de baixa mobilidade no solo, devendo ser aplicado incorporado ao solo e o mais próximo das raízes. Os teores de fósforo, no solo, disponíveis são relativamente baixos, sua fixação na maioria dos solos é bastante elevada sobretudo em solos ricos em sesquióxidos de ferro e ou de alumínio e ácidos.

A qualidade do substrato, especialmente, com relação ao equilíbrio dos nutrientes necessários para que as mudas possam se desenvolver satisfatoriamente é indispensável, pois, é ela que permite que se obtenham resultados desejáveis nos principais parâmetros que determinam a sua qualidade. Para Carneiro (1995), os principais parâmetros que determinam a qualidade das mudas são a altura, o diâmetro do colo, o peso da parte aérea e das raízes e as correlações entre esses parâmetros.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizado no Centro Tecnológico de Silvicultura, do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

O substrato utilizado foi solo do tipo Argissolo Vermelho Amarelo coletado na camada superficial (0-20 cm), o qual foi destorroado, homogeneizado, seco ao ar, passado em peneira de 5 mm e posteriormente analisado quimicamente no Laboratório Central de Análises de solo da UFSM (Tabela 1).

Como adubação complementar foram adicionados 64 mg kg⁻¹ de N e 38 mg kg⁻¹ de K. As fontes utilizadas foram CH₄N₂O (Uréia) e KCl (Cloreto de Potássio) respectivamente.

As sementes de erva-mate foram fornecidas pelo Laboratório de Sementes do Centro Tecnológico de Silvicultura, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais/CCR/UFSM. A semeadura foi realizada em sementeira, após o processo de estratificação, esse processo leva de 3 a 4 meses e consiste de deixar as sementes, em uma caixa ou recipiente semelhante, em camadas intercaladas com areia e com umidade constante. Quando as mudas estavam com 5 cm de altura foram repicadas para os vasos.

TABELA 1: Análise química do solo utilizado como substrato.

TABLE 1: Chemical analysis of the soil used as substratum.

MO	Argila	pH	Índice	P*	K*	Ca	Mg	Al	V	m
g dm ⁻³	g dm ⁻³	H ₂ O	SMP	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³			%	
21,0	240,0	3,9	5,3	8,0	38,0	1,9	1,1	2,3	32,0	43,5

Em que: MO = Matéria Orgânica; V = Saturação por Bases; m = Saturação por Alumínio; * = Extrator Mehlich I.

Foram usados vasos de polipropileno, com capacidade de 2,0 dm³, os quais foram vedados, evitando-se a perda de água e nutrientes. Para a determinação da quantidade de água a ser aplicada em cada vaso, foi determinada a capacidade de campo do solo, segundo o método descrito pela EMBRAPA (1997). A reposição da água foi feita mediante a pesagem dos vasos. Os vasos foram alternados semanalmente, evitando possíveis influências do meio.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com oito tratamentos e seis repetições, totalizando 48 parcelas de uma planta cada. Os tratamentos foram quantitativos e equidistantes, constituídos por: T1-testemunha (solo sem adição de P), T2-90 mg kg⁻¹, T3-180 mg kg⁻¹, T4-270 mg kg⁻¹, T5-360 mg kg⁻¹, T6-450 mg kg⁻¹, T7-540 mg kg⁻¹ e T8-630 mg kg⁻¹ de P respectivamente, utilizando CaHPO₄ (Fosfato de Cálcio) como fertilizante. O fósforo foi misturado ao solo antes de se fazer a repicagem das mudas.

Decorridos 10 meses após a repicagem, foram realizadas as medições e coletas dos dados do experimento. As variáveis avaliadas foram: a altura da parte aérea, diâmetro do colo, biomassa acima do solo, biomassa radicular e biomassa total.

Na determinação do peso de matéria seca, as raízes foram separadas da parte aérea com uso de tesoura, em seguida proferiu-se a lavagem das raízes com jatos de água, para tal foi usado um conjunto de três peneiras sobrepostas de malhas 2 mm, 1 mm e 0,2 mm respectivamente, visando a não haver qualquer perda de raízes. O material foi acondicionado em sacos de papel pardo e seco em estufa de circulação forçada, a 75°C, por 72 horas e em seguida pesado. O peso da matéria seca total foi obtido somando-se as duas partes.

Após a obtenção dos dados, realizou-se análise de variância, verificando até o 3º grau, a melhor equação a ser ajustada para as variáveis avaliadas. Dessa maneira, determinou-se o melhor modelo, em que x é a dose de fósforo e y é a variável de interesse, para isso foi utilizado o Software Estat v. 2.0. Os gráficos foram elaborados no Microsoft Office Excel. O cálculo da máxima eficiência técnica (valor de X da variável independente para o qual Y (variável dependente) é máximo) para cada variável foi realizado de acordo com metodologia descrita em Storck *et al.* (2000), por meio da seguinte fórmula:

$$X = -b_1 / 2b_2$$

Em que: X = ponto da máxima eficiência técnica; b₁ e b₂ = coeficientes da equação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, que representa as alturas obtidas para as mudas de erva-mate em cada dose de fósforo aplicada, observa-se que o efeito do fósforo foi positivo até uma determinada dose e, partindo desta, passou a ser negativo, ou seja, o excesso de fósforo passou a prejudicar o crescimento das mudas, esse comportamento foi observado para todas as variáveis avaliadas.

A qualidade do substrato, em especial, com relação ao equilíbrio dos nutrientes necessários para que as mudas possam se desenvolver satisfatoriamente é indispensável, pois, é ela que permite que se obtenham resultados desejáveis nos principais parâmetros que determinam a qualidade destas.

McGilvray e Barnett (1981) *apud* Carneiro (1995) mediram, no viveiro em diversas espécies florestais, a altura das mudas, diâmetro do colo, peso das raízes, peso da parte aérea e correlacionaram esses parâmetros com o desempenho no campo. Dessas características, a altura foi a que mais fortemente se correlacionou com o desempenho.

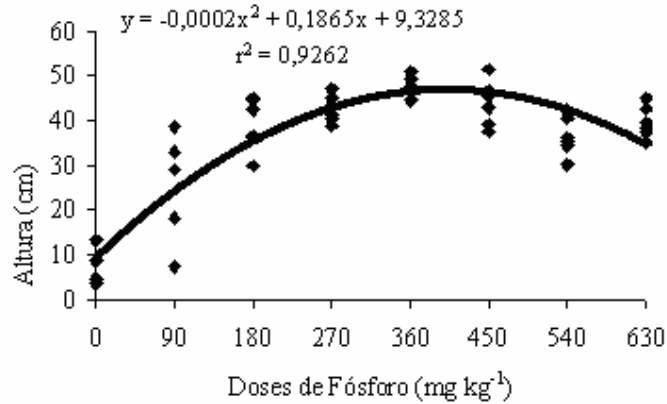


FIGURA 1: Crescimento em altura de mudas de erva-mate em função das doses de P, 10 meses após a repicagem.

FIGURE 1: Growth in height of *erva-mate* seedlings regarding the P doses, 10 months after the sowing.

O ponto de máxima eficiência técnica calculada para a curva da variável altura foi de 466,25 mg kg⁻¹ de P. Isso nos remete a dizer que, entre as doses testadas, a de 450 mg kg⁻¹ de P foi a que proporcionou melhor desempenho das mudas quanto ao crescimento em altura. Esse mesmo resultado foi encontrado por Schumacher *et al.* (2003 e 2004), estudando o efeito de diferentes doses de fósforo em mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert e *Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan.

Para a variável diâmetro do colo (Figura 2), o ponto de máxima calculado foi de 418,33 mg kg⁻¹ de P. Carneiro (1995), citando Schmidt-Vogt (1970), confirmou, em vários trabalhos, que existe estreita correlação entre o diâmetro de colo com a sobrevivência e com o ritmo de crescimento das mudas após o plantio no campo. Quanto maior o diâmetro do colo maior o desenvolvimento do sistema radicular e altura das mudas.

Ceconi *et al.* (2003, 2004 e 2006), estudando a influência da adubação fosfatada em mudas de *Cedrela fissilis* Vell, *Myrocarpus frondosus* Allemao e *Luehea divaricata* Mart., concluíram que o melhor crescimento em diâmetro das mudas ocorreu com as doses de 450, 540 e 360 mg kg⁻¹ de P respectivamente, a fonte utilizada foi CaHPO₄ (fosfato de cálcio), a mesma usada no presente estudo, estes resultados mostram como cada espécie tem uma exigência nutricional diferenciada em fósforo e ressaltam sobre a necessidade de determinação para cada espécie.

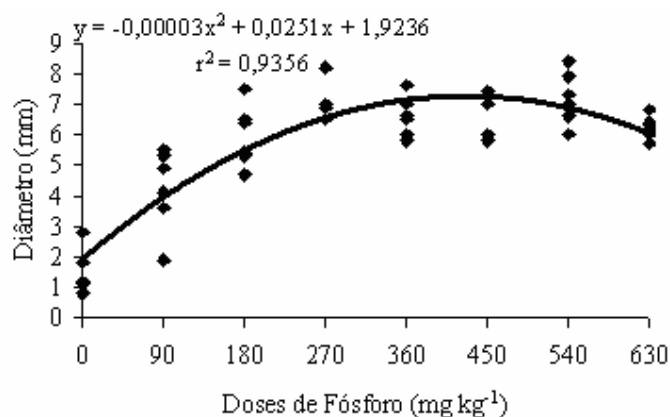


FIGURA 2: Diâmetro do colo de mudas de erva-mate em função das doses de P, 10 meses após a repicagem.

FIGURE 2: Stem diameter of *erva-mate* seedlings regarding the P doses, 10 months after the sowing.

Na Figura 3, pode-se observar como as doses de fósforo influenciaram a biomassa da parte aérea das mudas de erva-mate. O ponto de máxima eficiência técnica calculado para essa variável foi de 389 mg

kg⁻¹ de P. Resultado semelhante foi encontrado por Ceconi *et al.* (2006), estudando a influência do fósforo no crescimento de mudas de *Luehea divaricata*, nesse estudo, os autores concluíram que a dose de 360 mg kg⁻¹ de P resultou no melhor crescimento para todas as variáveis de qualidade das mudas.

Carneiro (1995) encontrou resultados semelhantes pesquisando mudas de *Pinus taeda*. O estudo confirmou a importância da morfologia, com base em peso seco, com referência à sobrevivência de *Pinus taeda* em sítios secos. Recomenda que as mais indicadas sejam as mudas com altura não superior a 30 cm e com relação à parte aérea/radicular menor que 2,5.

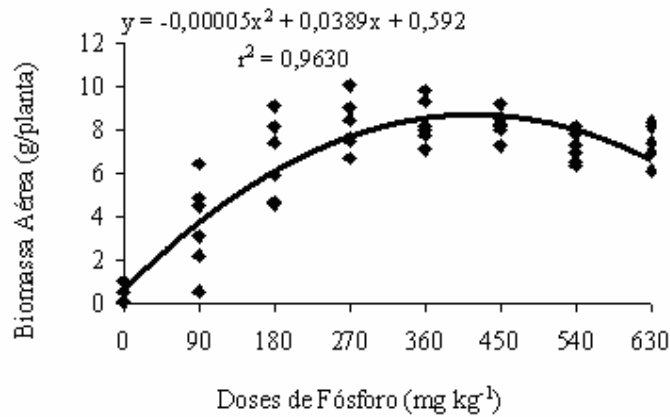


FIGURA 3: Biomassa aérea de mudas de erva-mate em função das doses de P, 10 meses após a repicagem.

FIGURE 3: Aerial biomass of *erva-mate* seedlings regarding the P doses, 10 months after the sowing.

Para a variável biomassa radicular (Figura 4), o ponto de máxima eficiência técnica calculado foi de 362,5 mg kg⁻¹ de P, resultado semelhante encontrado por Schumacher (2003 e 2004) avaliando o efeito do fósforo no crescimento de mudas de *Peltophorum dubium* e *Parapiptadenia rígida*, nesses estudos, os autores concluíram que a dose de 360 mg kg⁻¹ de P resultou no melhor desenvolvimento das mudas em biomassa radicular.

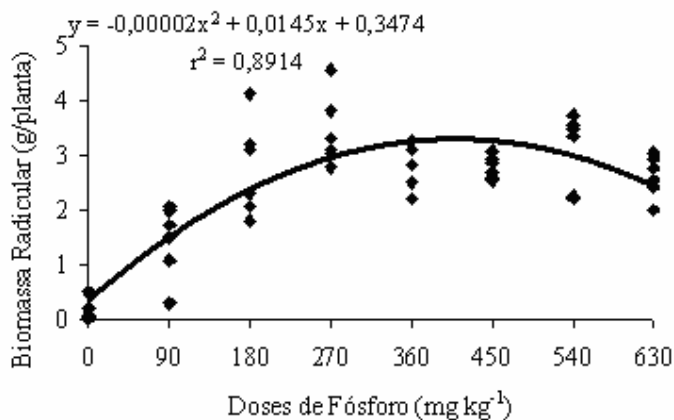


FIGURA 4: Biomassa radicular de mudas de erva-mate em função das doses de P, 10 meses após a repicagem.

FIGURE 4: Root biomass of *erva-mate* seedlings regarding the P doses, 10 months after the sowing.

Segundo Carneiro (1995), o peso da biomassa radicular é o melhor parâmetro e mais usado nas pesquisas para determinar o crescimento das raízes. Esse mesmo autor diz que o peso seco radicular é um bom indicativo de qualidade das mudas e desenvolvimento depois de plantadas no campo.

A variável biomassa total é obtida pelo somatório da biomassa aérea e da biomassa radicular, e seus resultados estão representados na Figura 5. O ponto de máxima eficiência técnica calculado para essa variável foi 445 mg kg^{-1} de P.

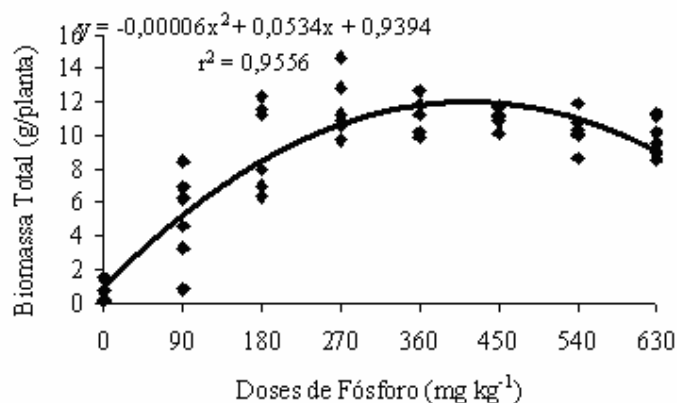


FIGURA 5: Biomassa total de mudas de erva-mate em função das doses de P, 10 meses após a repicagem.

FIGURE 5: Total biomass of *erva-mate* seedlings regarding in function of the P doses, 10 months after he sowing.

Pode-se observar nas figuras anteriores que a dose de fósforo onde as mudas de erva-mate tiveram seu máximo crescimento, não se estabeleceu em uma só, e sim, em doses diferentes para cada variável, e a escolha da dosagem do P a ser aplicada dependerá da variável a ser escolhida como sendo a mais representativa do desenvolvimento das mudas.

Dentre as doses de fósforo aplicadas no presente experimento, as de 360 e 450 mg kg^{-1} de P foram as que apresentaram os melhores resultados em crescimento para as mudas de erva-mate, já que os pontos de máxima eficiência técnica dos parâmetros avaliados ficaram nessas doses ou próximos a elas.

Ceconi *et al.* (2003) e Schumacher *et al.* (2004), estudando a aplicação de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) e angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) respectivamente, observaram que o melhor crescimento das mudas ocorreu com a dose de 450 mg kg^{-1} de P. O mesmo resultado foi encontrado por Vogel *et al.* (2001), utilizando diferentes doses de fósforo no desenvolvimento de plantas de *Mimosa scabrella* Benth. (Bracatinga), a fonte de fósforo utilizada nesses três estudos foi a mesma utilizada no presente experimento.

Pode-se observar, na Figura 6 (a), uma das repetições do tratamento 1 (mudas que não receberam adição de fósforo). Todas as repetições desse tratamento ficaram com as folhas amareladas. O amarelecimento das folhas é um dos sintomas da deficiência nutricional em P observado em plantas. Pode-se afirmar que esse sintoma está relacionado à deficiência de P nas mudas de erva-mate do presente experimento, pois nos tratamentos com aplicação desse nutriente ele não foi observado. O crescimento das mudas no tratamento sem adição de P não foi satisfatório em nenhuma das variáveis avaliadas. Na Figura 6 (b), que mostra uma das mudas que receberam 90 mg kg^{-1} de P, nota-se que já houve uma resposta positiva no crescimento à adição do fertilizante. Na Figura 6 (c), observa-se uma das mudas do tratamento que recebeu adição de 450 mg kg^{-1} de P, essa dose e a de 360 mg kg^{-1} de P foram as que proporcionaram melhor desenvolvimento às mudas de erva-mate. Partindo da dose 540 mg kg^{-1} de P (Figura 6 (d)), observou-se um menor crescimento das mudas, isso provavelmente foi em consequência do excesso de fósforo no solo que causou, sobretudo, nas folhas mais velhas, um encrespamento com manchas cloróticas e necróticas (Figura 7).

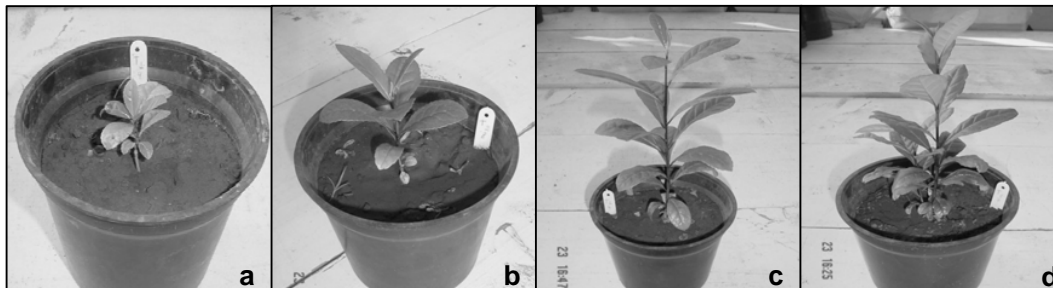


FIGURA 6: Crescimento de mudas de erva-mate em função de diferentes doses de fósforo, aos 10 meses. (a) sem adição de fósforo, (b) 90 mg kg^{-1} de P, (c) 450 mg kg^{-1} de P e (d) 630 mg kg^{-1} de P.

FIGURE 6: Growth of the *erva-mate* seedlings with different phosphorus doses in 10 months. (a) without phosphorus addition, (b) 90 mg P kg^{-1} , (c) 450 mg P kg^{-1} e (d) 540 mg P kg^{-1} .

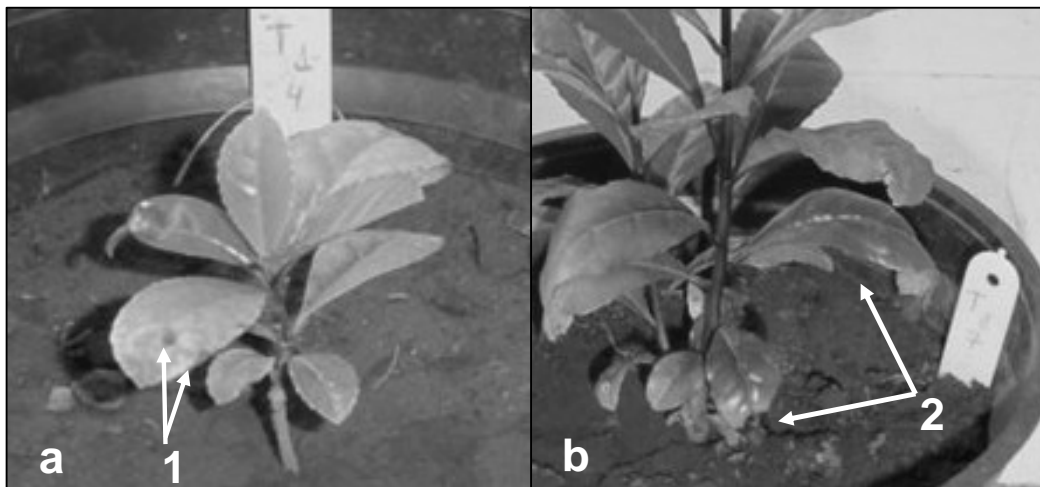


FIGURA 7: (a) muda de erva-mate com sintomas de deficiência de fósforo, 1 – manchas cloróticas. (b) muda de erva-mate com sintomas de excesso de fósforo, 2 – manchas necróticas.

FIGURE 7: (a) *erva-mate* seedlings with symptoms of phosphorus deficiency, 1 – chlorotic stains. (b) *erva-mate* seedlings with symptoms of phosphorus excess, 2 – necrotic stains.

Por fazer parte da constituição de compostos orgânicos, o P é essencial para a divisão celular, a reprodução e o metabolismo vegetal (fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas). Quando há uma disponibilidade muito baixa de P no solo as plantas, além de terem o seu desenvolvimento muito reduzido, podem apresentar sintomas visuais típicos de deficiência de P, como plantas pouco desenvolvidas, má fecundação, maturação tardia dos frutos, folhas de cor verde escuras e, muitas vezes, arroxeadas (Anghinoni e Bissani, 2004).

Não se tem muito conhecimento sobre a sintomatologia para o seu excesso, mas a carência de fósforo reduz o crescimento caulinar e radicular e provoca o aparecimento de áreas necróticas nas folhas e pecíolos, células que deixaram de conseguir fazer o seu metabolismo e morreram. As folhas jovens têm tendência para escurecer ou ficar verde-azuladas, enquanto que as mais velhas ficam vermelhas. Numa fase inicial, os sintomas acentuam-se nas partes mais velhas da planta (Wikipédia, 2006).

A falta e o excesso de fósforo às mudas de erva-mate foram prejudiciais ao seu desenvolvimento em altura, diâmetro e na produção de biomassa aérea e radicular.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que houve influência positiva da utilização de fósforo no crescimento das mudas de *Ilex paraguariensis*, até determinada dose, depois passou a ser negativa.

Em solos com teores baixos de P, é necessário usar adubos fosfatados, para obter-se ganhos de produtividade. As características e quantidades de adubos fosfatados aplicados no solo dependerão das necessidades da espécie, características do solo, disponibilidade no solo, forma de reação com o solo, eficiência dos adubos e, de fatores de ordem econômica.

Verificou-se que as doses de máxima eficiência técnica, das variáveis que determinam a qualidade das mudas de *Ilex paraguariensis*, ficaram entre 362,5 e 466,25 mg Kg⁻¹ de P. Sendo assim, tecnicamente, o melhor crescimento das mudas de erva-mate ocorreu com as doses 360 e 450 mg Kg⁻¹ de P.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, F. M., **Diagnóstico da cadeia produtiva da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.)**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br>>. Acesso em: 20 ago. 2001.
- ANGHINONI, I.; BISSANI, C.A.; Fósforo e adubos fosfatados. In: BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. *et al.*; **Fertilidade dos solos e manejo de adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 117-137.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul: guia de identificação e interesse ecológico**. 1. ed. Santa Cruz do Sul: Programa Clube da Árvore : Instituto Sousa Cruz, 2002. 325p.
- CARNEIRO, J. G. de A.; **Produção e qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UNEF, 1995. 451p.
- CECONI, D. E.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de Cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9, 2003, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal, 2003. CD-ROM.
- CECONI, D. E.; BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V. *et al.* Influência da fertilização com diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de cabriúva (*Myrocarpus frondosus* Allemão). In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3, 2004, Santa Maria-RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2004. p. 262-268.
- CECONI, D. E., POLETTO, I.; BRUN, E. J. *et al.* Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 292-299, jul./set. 2006.
- D'ÁVILA, M.; SCHUMACHER, M.V.; VOGEL, H.L.M.; *et al.* Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Cedrela fissilis* Vellozo. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2, 2001, Santa Maria-RS. **Anais...** Santa Maria:UFSM, 2001. p. 625-636.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual e métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- GONÇALVES, J.L. e POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: SUELO – CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO. 1996, Águas de Lindóia-SP. **Anais...** Águas de Lindóia: SLCS:SBCS:ESALQ/USP:CEA – ESALQ/USP, 1996. CD-ROM.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 352p.
- MALAVOLTA, E.; **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343p.
- SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 47, p. 99-114, jul/dez. 2003.
- SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan). **Revista árvore**, v. 28, n. 1, p. 149-155, 2004.
- SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2003. 22p. Disponível em: <www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf> Acesso em: maio 2006.
- STORK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J. *Et al.* **Experimentação vegetal**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2000. 198p.
- VOGEL, H.L.M.; SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E. *et al.* Efeito de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 28, 2001, Londrina-PR. **Anais...** Londrina: SBCS, 2001. p.149.
- WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. **Nutrição nas plantas**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org>> Acesso em: mar. 2006.