



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP
REPOSITÓRIO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E INTELLECTUAL DA UNICAMP

Versão do arquivo anexado / Version of attached file:

Versão do Editor / Published Version

Mais informações no site da editora / Further information on publisher's website:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982015000100049

DOI: 10.1590/1980-509820152505049

Direitos autorais / Publisher's copyright statement:

© by Universidade Federal de Santa Maria/Centro Pesquisas Florestais. All rights reserved.

DIRETORIA DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Cidade Universitária Zeferino Vaz Barão Geraldo

CEP 13083-970 – Campinas SP

Fone: (19) 3521-6493

<http://www.repositorio.unicamp.br>

INFLUÊNCIA DA SATURAÇÃO POR BASES NA QUALIDADE E CRESCIMENTO DE MUDAS DE CEDRO-AUSTRALIANO (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*)

INFLUENCE OF BASE SATURATION IN QUALITY AND GROWTH OF AUSTRALIAN CEDAR SEEDLINGS (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*)

Marilena de Melo Braga¹ Antonio Eduardo Furtini Neto² Anna Hoffmann Oliveira³

RESUMO

O cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*) é uma espécie promissora para plantios comerciais em função da qualidade e ampla utilização da sua madeira e de seu alto retorno financeiro em um pequeno espaço de tempo. No entanto, são escassas as informações sobre o comportamento desta espécie em relação à acidez do solo. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a influência de diferentes níveis de saturação por bases sobre o crescimento e a qualidade de mudas de cedro-australiano. A saturação por bases do substrato foi elevada para 21,3; 33,2; 47,9; 60,4 e 70,0%, através da adição de diferentes doses de calcário com teor de 12% MgO e 50% CaO (PRNT 95%) em vasos com capacidade para 3,5 dm³ que continham Latossolo Vermelho Distroférico típico. Aos 120 dias após o transplante foram obtidos: altura, diâmetro do coleto, matéria seca das raízes, parte aérea e total. Determinou-se, também, as relações altura/diâmetro do coleto, altura/matéria seca da parte aérea, matéria seca da parte aérea/matéria seca de raiz e o índice de qualidade de Dickson. As mudas de cedro-australiano respondem positivamente à elevação da saturação por bases. As respostas positivas das variáveis morfológicas analisadas apontam para a necessidade de se fazer a correção da acidez do solo elevando o nível de saturação por bases para 50%, no intuito de maximizar a produtividade da cultura.

Palavras-chave: saturação por bases; cedro-australiano; qualidade de mudas.

ABSTRACT

The Australian cedar (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*) is a promising species for commercial plantations based on the quality and wide use of its wood and high financial returns in short time. However, there is little information about the behavior of this species in relation to soil acidity. In this sense, the objective of this study was to evaluate the influence of different base saturation levels on growth and quality of Australian cedar seedlings. The substrate saturation was raised to 21.3; 33.2; 47.9; 60.4 and 70.0%, by adding different doses of limestone content of 12% MgO and 50% CaO in vessels with capacity of 3.5 dm³ of a typical dystrophic Red Latosol (Oxisol). At 120 days after transplanting were obtained height, stem diameter, root dry matter, aerial parts and total. It was also determined the relationship height/stem diameter, height/aerial parts dry matter, aerial parts dry matter/root dry matter and Dickson's quality index. Australian cedar seedlings respond positively to the base saturation increase. The positive responses of morphological variables pointed to need to do the acidity correction increasing the level of saturation to 50 %, in order to maximize the crop yield.

Keywords: base saturation; Australian cedar; seedlings quality.

1 Engenheira Agrônoma, Mestranda pelo Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. marilenabraga@hotmail.com

2 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. afurtini@dcs.ufla.br

3 Engenheira Florestal, Dr^a., Pós-doutoranda do Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Rua João Pandiá Calógeras, 51 CEP 13083-870, Campinas (SP), Brasil. anna.ufla@gmail.com

Recebido para publicação em 7/03/2012 e aceito em 12/06/2013

INTRODUÇÃO

O cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*) pertencente à família Meliaceae, é uma espécie originária das regiões tropicais da Austrália que se adaptou às condições do Brasil, principalmente no Sul da Bahia e na região Sudeste (PINHEIRO et al., 2003). A espécie é promissora para plantios comerciais em função da qualidade e ampla utilização da sua madeira que possui alburno de coloração clara e cerne marrom-avermelhado (BYGRAVE e BYGRAVE, 2005).

Atualmente, destaca-se no segmento de madeira serrada, na indústria de laminados, compensados e móveis, e de modo particular, para a produção de caixas de charutos, instrumentos musicais e outras finalidades (LAMPRECHT, 1990). O cedro-australiano também é resistente ao ataque da broca-da-gema-apical (*Hypsipyla grandella*) que causa grandes danos a outras espécies, como o cedro e o mogno-brasileiro (MANGIALAVORI et al., 2003). Apresenta rápido crescimento, podendo atingir até 8 m de altura e 15 cm de diâmetro em três anos (PINHEIRO et al., 1994), o que permite retorno financeiro em menor espaço de tempo.

A introdução do cedro-australiano no Brasil aconteceu no bioma Cerrado, o qual apresenta extensas áreas de solos ácidos e de baixa fertilidade. A acidez do solo dificulta o aumento da produtividade das culturas devido principalmente aos altos teores de alumínio trocável e aos baixos teores de cálcio e magnésio (RAIJ, 1991), que prejudicam o desenvolvimento da maioria das espécies. Nesse contexto, a calagem constitui uma das práticas menos onerosas e mais efetivas na correção da acidez do solo (FAGERIA, 2001) porque promove a alteração de pH, da disponibilidade e absorção dos nutrientes do solo, influencia o crescimento e a qualidade das plantas (BARBOSA et al., 1995). No entanto, a magnitude de resposta à calagem depende de características da espécie (VALE et al., 1996).

Quanto aos requerimentos nutricionais do cedro-australiano, as informações são escassas. Destaca-se a necessidade da condução de estudos com a espécie, principalmente na fase de muda, visto que, para garantir o sucesso dos programas de formação, implantação e revitalização de sistemas florestais de alta produção, é notória a necessidade de priorizar a produção de mudas de boa qualidade (GOMES et al., 1991). Diante destas considerações, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da saturação por bases do substrato

sobre o crescimento inicial e a qualidade de mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*).

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras - UFLA, localizado no município de Lavras, com coordenadas 21°13'35" S, 44°58'43" W e 918 m de altitude, durante o período de junho a novembro de 2009. As mudas de cedro-australiano utilizadas neste estudo foram provenientes do Viveiro Bela Vista, situado no município de Campo Belo, no Sul de Minas Gerais.

Utilizou-se um solo retirado da camada 0-20 cm de profundidade de um Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf), textura muito argilosa, cujos atributos químicos e físicos podem ser observados na Tabela 1. Após secagem ao ar, o material foi passado em peneira com malha de 4 mm de diâmetro e separado em porções de 3,5 dm³, destinadas ao preenchimento dos vasos.

O solo recebeu corretivo de forma a atingir cinco novos níveis de saturação por bases (20, 40, 60, 80 e 100%), de acordo com a metodologia descrita por Raij (1981). O corretivo utilizado foi calcário com teor de 12% MgO e 50% CaO (PRNT 95%). Em conjunto com a aplicação do corretivo, o solo recebeu adubação básica em solução nas seguintes doses: 80 mg dm⁻³ de N; 300 mg dm⁻³ de P; 100 mg dm⁻³ de K; 50 mg dm⁻³ de S, utilizando-se como fontes K₂SO₄, (NH₄)₂SO₄, NH₄NO₃ e H₃PO₄ e micronutrientes B=0,5 mg dm⁻³ (H₃BO₃); Cu=1,5 mg dm⁻³ (CuCl₂.2H₂O) e Zn=5,0 mg dm⁻³ (ZnSO₄.7H₂O) (MALAVOLTA, 1981). Após a aplicação do corretivo, seguiu-se um período de incubação de 30 dias com manutenção da umidade a aproximadamente 70% da capacidade de retenção de água no solo, inclusive para os tratamentos que não receberam calcário. Após a incubação, foram coletadas novas amostras de solo para a determinação dos novos valores de V% (Tabela 2), os quais foram utilizados nas equações de regressão.

Posteriormente, foi transplantada uma muda de cedro-australiano por vaso, proveniente de tubete e com idade aproximada de 60 dias e 21 cm de altura média. Nessa ocasião, o substrato foi lavado e retirado das mudas antes do transplantio. Aos 75 dias após o transplantio das mudas, foi realizada uma adubação de cobertura na dose de

TABELA 1: Atributos do solo antes da aplicação dos tratamentos.

TABLE 1: Soil attributes before the application of treatments.

| | |
|---|------|
| pH (H ₂ O) | 5,0 |
| MO (dag kg ⁻¹) | 1,1 |
| P (mg dm ⁻³) | 0,4 |
| K ⁺ (mg dm ⁻³) | 6,0 |
| S-SO ₄ ⁻² (mg dm ⁻³) | 6,2 |
| Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,3 |
| Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,1 |
| H ⁺ Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 4,5 |
| SB (cmol _c dm ⁻³) | 0,6 |
| t (cmol _c dm ⁻³) | 0,6 |
| T (cmol _c dm ⁻³) | 5,1 |
| V (%) | 11,8 |
| P-rem (mg L ⁻¹) | 7,5 |
| Areia (g kg ⁻¹) | 210 |
| Silte (g kg ⁻¹) | 160 |
| Argila (g kg ⁻¹) | 630 |

Em que: pH em H₂O – Relação 1: 2,5 ; Matéria Orgânica (MO) – Oxidação Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N; P e K⁺ - Extrator Mehlich 1; S-SO₄⁻² – Extrator: Fosfato monocálcico em ácido acético; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ – Extrator: KCl 1 mol/L; H⁺ + Al³⁺ – Extrator: SMP; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica efetiva; CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V (%) = Índice de saturação por bases; P-rem = Fósforo Remanescente.

80 mg dm⁻³ de N e K (KNO₃ e NH₄NO₃). Durante o período experimental procurou-se manter o solo à aproximadamente 70% da capacidade máxima de retenção de água por meio de irrigações diárias com água deionizada, cuja quantidade foi determinada com base na evapotranspiração das parcelas experimentais.

Aos 120 dias após o transplântio obteve-se a altura (H), com o uso de uma régua de precisão de 0,1 cm e o diâmetro do coleto (DC), com um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Em seguida, as plantas foram divididas em parte aérea (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constituído por seis tratamentos e dez repetições, e cada parcela experimental constituída por um vaso de polietileno rígido. Os resultados obtidos foram avaliados, por

TABELA 2: Atributos do solo após a aplicação dos tratamentos.

TABLE 2: Soil attributes after the application of treatments.

| | Tratamentos (V% calculado) | | | | | |
|---|----------------------------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| pH (H ₂ O) | 5,0 | 5,3 | 5,5 | 6,1 | 6,2 | 6,5 |
| MO (dag kg ⁻¹) | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,5 |
| P (mg dm ⁻³) | 10,3 | 8,5 | 15,4 | 14,0 | 14,4 | 13,6 |
| K ⁺ (mg dm ⁻³) | 80,0 | 75,0 | 78,0 | 64,0 | 90,0 | 89,0 |
| S-SO ₄ ⁻² (mg dm ⁻³) | 44,8 | 52,9 | 54,4 | 59,4 | 54,5 | 54,4 |
| Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,3 | 0,6 | 1,1 | 1,8 | 2,4 | 3,0 |
| Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,1 |
| Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| H ⁺ Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 4,5 | 4,0 | 3,6 | 2,9 | 2,3 | 1,9 |
| SB (cmol _c dm ⁻³) | 0,6 | 1,1 | 1,8 | 2,7 | 3,5 | 4,3 |
| t (cmol _c dm ⁻³) | 0,6 | 1,1 | 1,8 | 2,7 | 3,5 | 4,3 |
| T (cmol _c dm ⁻³) | 5,1 | 5,1 | 5,4 | 5,6 | 5,9 | 6,2 |
| V (%) | 11,8 | 21,3 | 33,2 | 47,9 | 60,4 | 70,0 |
| Zn ²⁺ (mg dm ⁻³) | 3,9 | 5,6 | 4,4 | 4,0 | 4,4 | 3,2 |
| Fe ²⁺ (mg dm ⁻³) | 29,6 | 30,8 | 34,3 | 21,7 | 32,2 | 28,0 |
| Mn ²⁺ (mg dm ⁻³) | 2,4 | 2,4 | 3,2 | 3,8 | 2,5 | 3,2 |
| Cu ²⁺ (mg dm ⁻³) | 1,4 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,1 |
| B (mg dm ⁻³) | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| P – rem (mg L ⁻¹) | 8,3 | 8,5 | 9,1 | 8,5 | 7,7 | 7,7 |

Em que: pH em H₂O – Relação 1: 2,5 ; Matéria Orgânica (MO) – Oxidação Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N; P, K⁺, Fe²⁺, Zn²⁺, Mn²⁺ e Cu²⁺ - Extrator Mehlich 1; S-SO₄⁻² – Extrator: Fosfato monocálcico em ácido acético; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ – Extrator: KCl 1 mol/L; H⁺ + Al³⁺ – Extrator: SMP; B – Extrator água quente; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica efetiva; CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V (%) = Índice de saturação por bases; P-rem = Fósforo Remanescente.

e raízes, lavadas em água destilada, acondicionadas em sacos de papel pardo e submetidas à secagem em estufa com circulação de ar forçada a 65°C, até obtenção de massa constante. Após a secagem, o material foi pesado em balança analítica com precisão de 0,01 g, para determinação da matéria seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e matéria seca total (MST) pela soma das duas massas.

Para determinar a qualidade das mudas foram avaliadas as relações entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC); entre a altura da parte aérea e a matéria seca da parte aérea (H/MSPA); entre a matéria seca da parte aérea e das raízes

meio de análises de variância e na significância dos coeficientes de regressão adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Foram ajustadas equações de regressão em função dos níveis de saturação por bases, com auxílio do programa de análise estatística Sisvar (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A elevação da saturação por bases influenciou o crescimento em altura, o diâmetro do coleto e a matéria seca das raízes, da parte aérea e total das mudas de cedro-australiano (Tabela 3). Na ausência de calagem, foram observados sintomas visuais de deficiência de Ca e Mg, limitação no crescimento e na produção de matéria seca das mudas (Figura 1). Isso, provavelmente ocorreu devido aos baixos teores originais de Ca ($0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e de Mg ($0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) no solo (Tabela 2) que foram insuficientes para suprir as necessidades das plantas nessa fase.

As mudas de cedro-australiano apresentaram resposta quadrática em relação à altura da parte aérea em função da saturação por base do solo (Figura 2a). O incremento na altura das plantas com aplicação das doses de calcário ocorreu provavelmente devido à baixa percentagem de saturação por bases natural do solo (Tabela 1). O crescimento máximo em altura (27,2 cm) ocorreu com a elevação da saturação por bases estimada para 51,8 %. O efeito positivo da calagem sobre o crescimento em altura também foi observado em *Eucalyptus grandis* (NOVAIS et al., 1979), *Myracrodruon urundeuva* (BARBOSA et al., 1995), *Senna spectabilis*, *Schinus molle*, *Cassia*

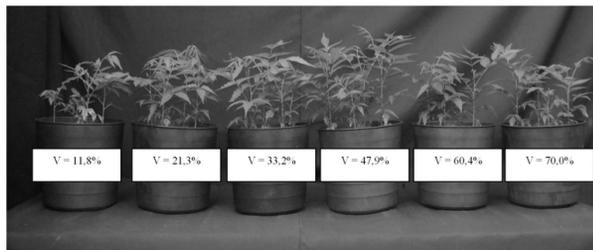


FIGURA 1: Aspecto visual do efeito dos níveis de saturação por bases em mudas de cedro-australiano aos 75 dias após o transplantio.

FIGURE 1: Visual aspect of saturation level effect in Australian cedar seedlings 75 days after transplanting.

javanica, *Sapindus saponaria* (MANN et al., 1996), *Senna multijuga*, *Stenolobium stans*, *Anadenanthera falcate* (FURTINI NETO et al., 1999), *Dalbergia nigra* (BERNARDINHO et al., 2007), *Apuleia leiocarpa* (GOMES et al., 2008), *Senna macranthera* (SOUZA et al., 2010). A altura da parte aérea é considerada como uma das mais importantes variáveis para estimar o crescimento no campo, pois se trata de uma medição bem simples, um método não destrutivo e é tecnicamente aceito como uma boa medida do potencial de desempenho das mudas (MEXAL e LANDS, 1990). Porém, não deve ser utilizada como único critério para avaliar a qualidade de mudas, visto que pode apresentar deficiências quando se espera alto desempenho dessas, principalmente nos primeiros meses após o plantio (GOMES e PAIVA, 2004).

Outro atributo morfológico importante para

TABELA 3: Resumo da análise de variância dos dados de altura, diâmetro do coleto (DC), matéria seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST) das mudas de cedro-australiano em função da elevação dos níveis de saturação por bases aos 120 dias após o transplantio.

TABLE 3: Variance analysis summary of height, stem diameter (SD), aerial part dry weight (APDW), roots (RDW) and total (TDW) of Australian cedar seedlings in response to different levels of base saturation 120 days after transplanting.

| FV | GL | Quadrado médio | | | | |
|---------------------|----|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | Altura (cm) | DC (mm) | MSPA (g) | MSR (g) | MST (g) |
| Saturação por bases | 5 | 119,12** | 4,01** | 213,25** | 78,97** | 505,59** |
| Bloco | 9 | 9,52 ^{ns} | 0,79 ^{ns} | 18,97 ^{ns} | 10,38 ^{ns} | 38,46 ^{ns} |
| Resíduo | 45 | 10,42 | 0,83 | 13,01 | 7,62 | 35,19 |
| CV (%) | | 13,4 | 14,0 | 21,3 | 25,9 | 21,4 |

Em que: ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

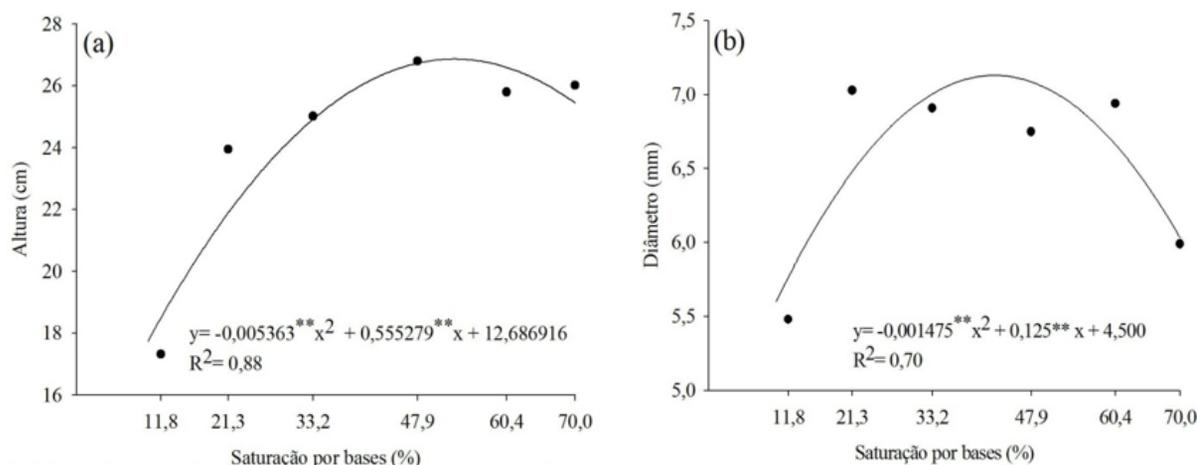


FIGURA 2: Altura da parte aérea (a) e diâmetro do coleto (b) das mudas de cedro-australiano produzidas em Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf) em função da elevação da saturação por bases aos 120 dias após o transplântio.

FIGURE 2: Aerial part height (a) and stem diameter (b) of Australian cedar seedlings produced in typical dystrophic Red Latosol due to the elevation of base saturation 120 days after transplanting.

se verificar a qualidade das mudas de espécies florestais é o diâmetro do caule, visto que este possui estreita correlação com a sobrevivência dessas mudas em campo e, sobretudo, com o ritmo de crescimento (GOMES, 2001). O aumento em diâmetro do coleto das mudas em relação à elevação da saturação por bases também se enquadrou em um modelo quadrático (Figura 2b), com diâmetro máximo de 7,1 mm na saturação por bases estimada de 42,4%. Respostas positivas para diâmetro também foram encontradas para mudas estimada de *Myracrodruon urundeuva* (BARBOSA et al., 1995), *Senna spectabilis*, *Schinus molle*, *Joannesia princeps*, *Tabebuia chysotricha*, *Platypodium elegans* e *Sapindus saponaria* (MANN et al., 1996), *Senna multijuga* e *Stenobium stans* (FURTINI NETO et al., 1999), *Tabebuia impetiginosa* (CRUZ et al., 2004), *Anadenanthera macrocarpa* (BERNARDINO et al., 2005) e *Apuleia leiocarpa* (GOMES et al., 2008).

A produção da matéria seca tem sido considerada uma das melhores variáveis para caracterizar a qualidade de mudas (AZEVEDO, 2003). A relação entre a calagem e a produção de matéria seca da parte aérea, das raízes e total apresentou comportamento quadrático (Figuras 3a, b e c). A produção máxima de cada variável foi alcançada quando se elevou a saturação por bases para 50,9%, 45,7% e 48,7%, respectivamente. O decréscimo da MS com elevação das V% acima dos valores que permitem a máxima produção, pode ser atribuído ao aumento do pH do solo,

o que pode acarretar menor disponibilidade de micronutrientes como Zn e Mn para as plantas (Tabela 1A), comprometer o estado nutricional e impedir o crescimento das plantas. Segundo Marschner (1995), com o aumento do pH do solo ocorre um decréscimo da disponibilidade de zinco e manganês, com alto risco das plantas apresentarem deficiência nutricional desses nutrientes depois da calagem.

Resultados semelhantes aos encontrados nesse trabalho para produção de matéria seca das plantas foram relatados por Cruz et al. (2004) que verificaram a máxima produção de matéria seca das raízes de *Tabebuia impetiginosa* quando houve elevação da saturação por bases para 45,9% e por Bernardino et al. (2005) que observaram o ponto de máxima produção de matéria seca da parte aérea de *Anadenanthera macrocarpa* quando a saturação por bases foi elevada para 47,0%. No entanto, Souza et al. (2010) ao trabalharem com mudas de *Senna macranthera*, observaram máxima produção de matéria seca total em valores superiores aos relatados no presente trabalho, com saturação por bases em torno de 70,0%.

As relações entre os atributos morfológicos e o índice de qualidade Dickson foram afetadas significativamente pela elevação da saturação por bases de substratos (Tabela 4), o que indica a necessidade de proceder à calagem na cultura do cedro-australiano em fase de muda. A relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (H/DC) das

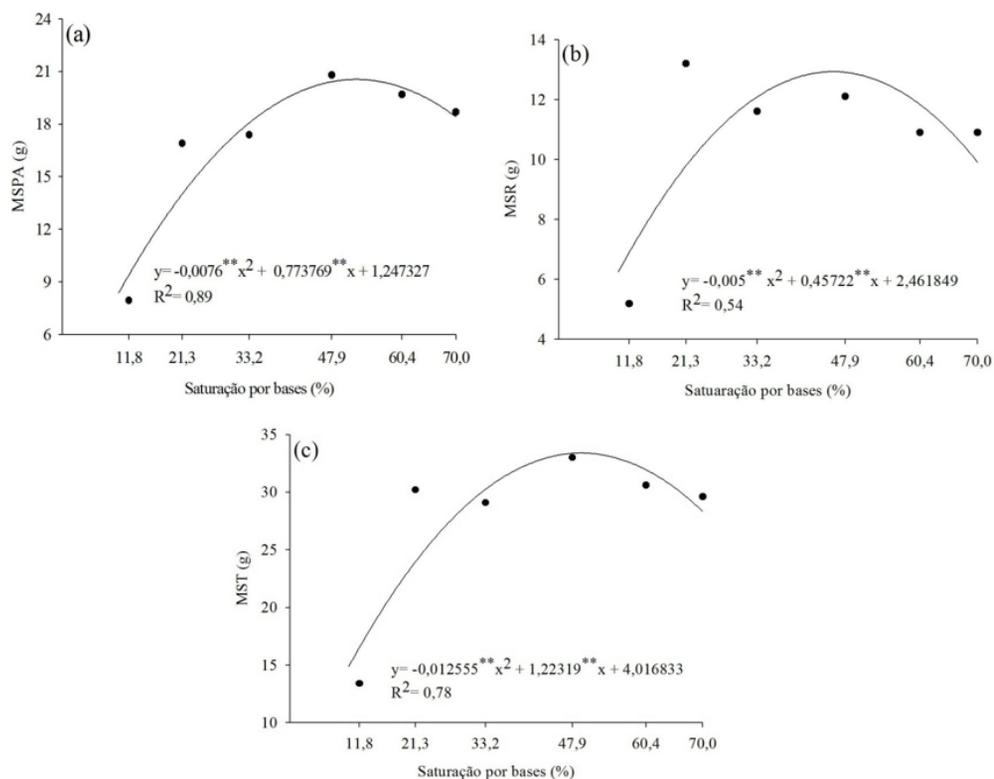


FIGURA 3: Produção de matéria seca da parte aérea (a), das raízes (b) e total (c) das mudas de cedro-australiano produzidas em Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf) em função da elevação da saturação por bases aos 120 dias após o transplântio.

FIGURE 3: Aerial part dry matter production (a), root (b) and total (c) of Australian cedar seedlings produced in typical dystrophic Red Latosol due to the elevation of base saturation 120 days after transplanting.

mudas aumentou linearmente com o incremento da saturação por bases do substrato (Figura 4a). Pode-se inferir que o crescimento em altura da parte aérea e do diâmetro do coleto não ocorreu de forma equilibrada, indicando que houve um maior desenvolvimento da primeira variável em relação à segunda. Entretanto, outros autores não encontraram diferença significativa na relação H/DC, quando variaram doses de calcário aplicadas. Bernardino et al. (2005) trabalhando com mudas de *Anadenanthera macrocarpa* não observaram efeito significativo na relação H/DC; Cruz et al. (2004) também não encontraram efeito significativo para essa variável devido à elevação dos valores de V% para mudas de ipê-roxo.

Para a relação matéria seca parte aérea/matéria seca das raízes (MSPA/MSR) foi observado um efeito linear crescente (Figura 4b). Os valores desta relação variaram entre 1,3 e 1,9. Brissete (1984) propôs que 2,0 seria o valor mais adequado para a relação entre esses atributos sem

definir a espécie. Por exemplo, para *Pinus taeda* transplantados para terrenos secos, foi recomendado um valor inferior a 2,5, combinado com uma altura da parte aérea menor que 30 cm (BOYER e SOUTH, 1987). De qualquer maneira, este parâmetro é considerado eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas (PARVIAINEN, 1981).

O quociente obtido pela relação entre a altura da parte aérea e a matéria seca da parte aérea das mudas de cedro-australiano apresentou resposta quadrática em função dos níveis de saturação por bases (Figura 5a), alcançando o ponto mínimo sob saturação por bases de 49,4%. Esta relação pode prever o potencial de sobrevivência de mudas no campo, visto que quanto menor o seu valor, mais lignificada será a muda e maior deverá ser sua capacidade de resistir às condições adversas do campo (GOMES, 2001). Observa-se também que o valor de saturação por bases que permite alcançar o valor mínimo desta variável é próximo

TABELA 4: Resumo da análise de variância dos dados das relações entre altura e diâmetro do coleto (H/DC), altura e a matéria seca da parte aérea (H/MSPA), matéria seca da parte aérea e a matéria seca das raízes (MSPA/MSR) e do índice de qualidade de Dickson (IDQ) das mudas de cedro-australiano em função da elevação dos níveis de saturação por bases aos 120 dias após o transplântio.

TABLE 4: Variance analysis synopsis of aerial part height/stem diameter (APH/SD) relation; aerial part height/aerial part dry weight (APH/APDW); aerial part dry weigh/roots dry weight (APDW/RDW) and Dickson's quality index (DQI) of Australian cedar seedlings due to the elevation of base saturation 120 days after transplanting.

| FV | GL | Quadrado médio | | | |
|---------------------|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | H/DC | H/MSPA | MSPA/MSR | IQD |
| Saturação por bases | 5 | 1,98** | 1,25** | 0,52** | 15,62** |
| Bloco | 9 | 0,14 ^{ns} | 0,09 ^{ns} | 0,17 ^{ns} | 1,47 ^{ns} |
| Resíduo | 45 | 0,32 | 0,10 | 0,81 | 1,81 |
| CV (%) | | 15,0 | 20,5 | 17,5 | 25,9 |

Em que: ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

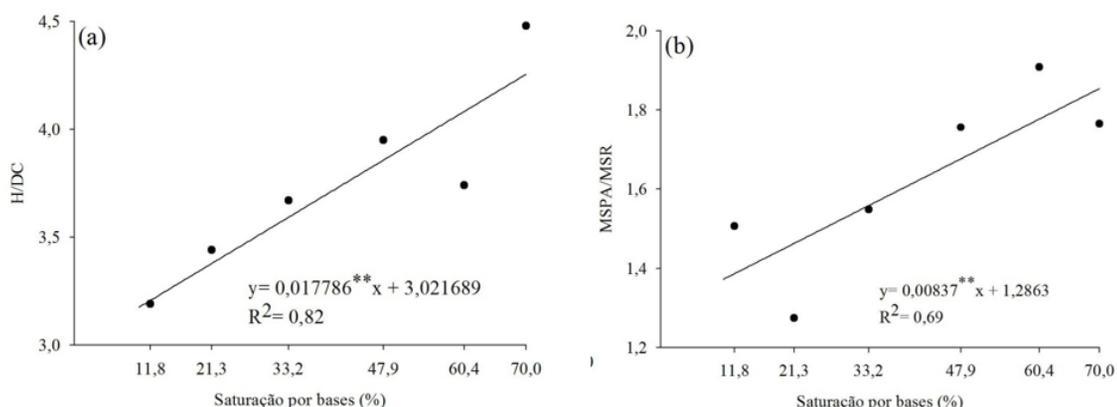


FIGURA 4: Relações entre: (a) altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC); e (b) matéria seca da parte aérea e a matéria seca de parte aérea (MSPA/MSR), das mudas de cedro-australiano produzidas em Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf) em função da elevação da saturação por bases do substrato aos 120 dias após o transplântio.

FIGURE 4: Aerial part height/stem diameter (APH/SD) (a) relations and aerial part dry weight/root dry weight (APDW/RDW) (b) of Australian cedar seedlings produced in typical dystrophic Red Latosol due to the elevation of base saturation 120 days after transplanting.

aos encontrados para o melhor crescimento morfológico, o que confirma que a percentagem de saturação por bases ideal para produção de plantas de cedro-australiano em fase de mudas é próxima de 50%.

Em relação ao índice de qualidade de Dickson (IQD), os resultados demonstraram um comportamento quadrático, com ponto de máxima (6,3) na saturação por bases de 44% (Figura 5b). Quanto maior o valor do IDQ, maiores também são o diâmetro do coleto, a massa seca da parte aérea,

das raízes e total, e menores serão os valores das relações parte aérea/sistema radicular e altura da parte aérea/diâmetro do coleto (DICKSON et al., 1960), o que indica melhor qualidade das mudas. Outros autores encontraram valores próximos aos obtidos nesse trabalho para mudas de ipê-roxo, com IDQ máximo de 7,1 na saturação por bases estimada em 50% (CRUZ et al., 2004).

De maneira geral, as variáveis morfológicas e as relações obtidas neste estudo não devem ser utilizadas isoladamente para a determinação da

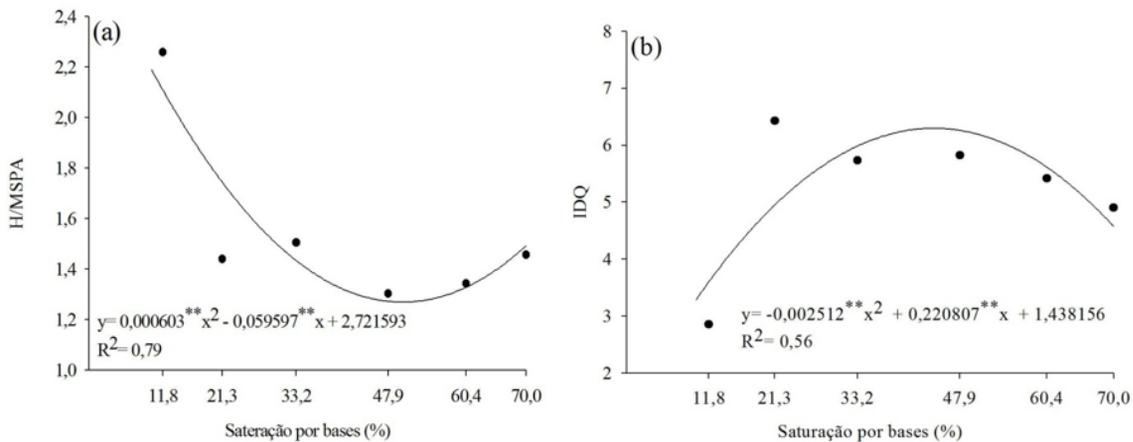


FIGURA 5: Relação entre altura da parte aérea e a matéria seca da parte aérea (H/MSPA) (a) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (b) de mudas de cedro-australiano produzidas em Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf) em função da elevação da saturação por bases do substrato aos 120 dias após o transplântio.

FIGURE 5: Aerial part height/aerial part dry weight (APH/APDW) (a) relation and Dickson's quality index (DQI) (b) of Australian cedar seedlings produced in typical dystrophic Red Latosol due to the elevation of base saturation 120 days after transplanting.

qualidade de mudas de cedro-australiano, exceto o IQD, pois esse índice considera as principais variáveis morfológicas utilizadas na avaliação da qualidade das mudas.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos nesse trabalho pode-se concluir que:

- O cedro-australiano é uma espécie pouco tolerante à acidez do solo, com resposta positiva à elevação da saturação por bases;

- As respostas positivas das variáveis morfológicas analisadas apontam para a necessidade de se fazer a correção da acidez do solo elevando o nível de saturação por bases para 50%, no intuito de maximizar a produtividade da cultura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudos e bolsas de produtividade em pesquisa; e à APFLOR, Bela Vista Florestal e IEF pelo aporte financeiro para a realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, M. I. R. **Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidas em diferentes substratos e tubetes.** 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- BARBOSA, Z. et al. Crescimento e composição química foliar de mudas de aroeira (*Myracrodon urudeuva* Fr.All. Eng) sob diferentes saturações por bases. II teor foliar de micronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBCS/UFV, 1995. v. 2. p. 809-810.
- BERNARDINO, D. C. S. et al. Influência da saturação por bases e da relação Ca:Mg do substrato sobre o crescimento inicial de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 567-473, 2007.
- BOYER, J. N.; SOUTH, D. B. Excessive seedling height, high shoot-to-root ratio and benomyl root dip reduce survival of stored loblolly pine seedlings. **Tree Planter's Notes**, Washington, v. 38, n. 4, p. 19-22, 1987.
- BRISSETTE, J. C. Summary of discussions about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984, Alexandria.

- Proceedings...** New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1984. p. 127-128.
- BYGRAVE, F. L.; BYGRAVE, P. L. **Growin Australian red cedar**. Sydney: RIRDC/Land & Water Australia, 2005. 84 p.
- CRUZ, C. A. F. et al. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 100-107, 2004.
- DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Ontário, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1419-1424, 2001.
- FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. 66 p.
- FURTINI NETO, A. E. et al. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas na fase de mudas. **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p.1-12, 1999.
- GOMES, J. M. et al. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em "Win-Strip". **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 35-42, 1991.
- GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e dosagens de N, P e K**. 2001. 166 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 116 p.
- GOMES, et al. Crescimento de mudas de garapa em resposta à calagem e ao fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 387-394, 2008.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Dt. Ges. Für Techn. Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn. Rossdorf: TZ- Verl.-Ges., 1990. 343 p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 594 p.
- MANGIALAVORI, A. et al. Dasometria en plantaciones comerciales de toona (*Toona ciliata* var. *australis*) em la Provincia de Salta. In: JORNADAS TÉCNICAS FORESTALES Y AMBIENTALES, 10., 2003, Eldorado. **Anais...** Eldorado: Faculdade de Ciências Florestais, 2003. 1 CD-ROM.
- MANN, E. N. et al. Calagem e crescimento de espécies florestais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., Manaus, 1996. **Anais...** Manaus: SBCS, 1996. p. 240-241.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: London Academic Press, 1995. 899 p.
- MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17-35.
- NOVAIS, R. F. et al. Calagem e adubação mineral na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W.Hiil ex. Maiden): 1 – efeito da calagem e dos nutrientes N, P e K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 121-134, 1979.
- PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.
- PINHEIRO, A. L. et al. **Cultura do cedro australiano para produção de madeira serrada**. Viçosa. MG: UFV, 2003. 42 p.
- PINHEIRO, A. L. et al. Árvores exóticas em Viçosa: II. *Toona ciliata* M. Roem. var. *australis* (F. V. M.) C. DC. (MELIACEAE). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 41, n. 234, p. 103-112, 1994.
- RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. São Paulo: Agronômica Ceres; Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343 p.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres; Piracicaba: POTAFOS, 1981. 142 p.
- SOUZA, P. H. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Senna macranthera* (COLLAD.) IRWIN ET BARN. em resposta à calagem. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 233-240, 2010.

VALE, F. R. et al. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 609-616, 1996.