

INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E DO VOLUME DE RECIPIENTE NA QUALIDADE DAS MUDAS DE *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. EM VIVEIRO E NO CAMPO

INFLUENCE OF SUBSTRATE AND CONTAINER VOLUME ON THE QUALITY OF *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. SEEDLINGS IN NURSERY AND FIELD

Ezequiel Gasparin¹ Angela Luciana de Avila² Maristela Machado Araujo³ Alberto Cargnelutti Filho⁴
Daniele Urrutia Dorneles⁵ Douglas Rodrigo Becker Foltz⁶

RESUMO

A utilização de mudas de qualidade é fundamental para o estabelecimento de plantios florestais, o que é alcançado por meio de técnicas adequadas desde a fase de viveiro. Assim, este trabalho teve por objetivo investigar a influência de diferentes composições de substratos e do volume de recipiente (tubetes) no crescimento de mudas de canjerana (*Cabralea canjerana*), no viveiro e no campo. Em viveiro foram avaliadas três composições de substratos à base de turfa (100% turfa, turfa + 20% casca de arroz carbonizada (CAC) e turfa + 40% CAC) combinadas com dois tamanhos de tubetes (100 e 280 cm³). Foram realizadas mensalmente, durante 330 dias, mensurações do diâmetro do coleto (DC) e da altura (H), e foi calculada também a relação H/DC. Aos 330 dias foram avaliadas as massas secas radicular, aérea e total e o índice de qualidade de Dickson. Os mesmos tratamentos foram avaliados em campo, durante um período de 360 dias, e foi mensurado a cada 90 dias, o DC e a H, e calculada a H/DC. No viveiro e em campo, os experimentos foram conduzidos com delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Mudas de canjerana podem ser produzidas em substrato composto por 60% de turfa e 40% de casca de arroz carbonizada sem prejuízo do seu crescimento em campo, tendo em vista a economia que representa no viveiro. O uso do tubete de 280 cm³ proporcionou somente crescimento superior das mudas na fase de plantio, sendo que o diâmetro do coleto e a massa seca radicular expressaram o melhor desempenho.

Palavras-chave: viveiro florestal; canjerana; produção de mudas; tubete.

ABSTRACT

The use of quality seedlings is essential for the establishment of forest plantations, which is achieved through the use of appropriate techniques from the nursery. Thus, this study aimed to investigate the influence of substrate composition and volume of container (tubes) in the growth of seedlings of canjerana (*Cabralea canjerana*), in the nursery and field. In nursery, three compositions of peat substrates were

1 Engenheiro Florestal, Msc., Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. ezequiel_gasparin@hotmail.com

2 Engenheira Florestal, Msc., Doutoranda em Silvicultura, Faculdade de Recursos Ambientais e Naturais, Universidade de Freiburg, Tennenbacherstr. 4, 79106 Freiburg, Alemanha. angeladeavila@gmail.com

3 Engenheira Florestal, Dr^a, Professora Adjunta do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil. araujo.maristela@gmail.com

4 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil. alberto.cargnelutti.filho@gmail.com

5 Engenheira Florestal, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil. danieleurrutia@yahoo.com.br

6 Engenheiro Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil. enfdouglas@yahoo.com.br

evaluated (100% peat, peat + 20% rice hulls (RH) and peat + 40% RH) and combined with two sizes of containers (100 and 280 cm³). Measurements of root collar diameter (DC) and height (H) were performed monthly during 330 days, and the ratio H/DC was also calculated. At 330 days, the root, air and total dry masses and Dickson's quality index were assessed. The same treatments were evaluated in the field during a period of 360 days and DC and H were measured and H/DC was calculated in every 90-day period. In the nursery and field experiments were carried out with experimental design of random blocks, with four replications. Seedlings of canjerana can be produced in a substrate composed of 60% peat and 40% of rice hulls without harming its growth in the field, with a view that the economy is in nursery. The tube of the tube in the size 280 cm³ only provided superior growth of seedlings during the field phase, where seedlings produced in these containers expressed a better performance in relation to root collar diameter and root dry mass.

Keywords: forest nursery; canjerana; seedling production; tubes.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de 516 milhões de hectares com florestas naturais e plantadas, ou seja, 60,7% de seu território, representando o país com a segunda maior área de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia. Entre os diversos biomas brasileiros, a Mata Atlântica, apesar de encontrar-se fragmentada, ocupa 13% do território e abriga uma parcela significativa da diversidade biológica (SFB, 2010).

Nesse bioma, muitas espécies arbóreas nativas como a *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (canjerana), da família Meliaceae, apresentam potencial de utilização para diversos fins, como na recuperação de áreas alteradas, uso do produto madeireiro ou no paisagismo. Essa espécie caracteriza-se como secundária tardia (RIO GRANDE DO SUL, 2007), com plasticidade lumínica e crescimento lento a moderado (CARVALHO, 2003, LORENZI, 2002). A madeira é resistente a intempéries com extraordinária durabilidade e de grande valor econômico (LONGHI, 1995).

O estabelecimento de plantios florestais, seja para fins comerciais ou restauração, depende de uma série de fatores, sendo a qualidade das mudas fundamental para o sucesso inicial. Os viveiros florestais podem atingir esse resultado por meio da utilização de materiais genéticos adaptados ao sítio de plantio e adequadas técnicas silviculturais empregadas no cultivo (DAVIDE e FARIA, 2008).

Uma das dificuldades para produção de mudas das espécies nativas via sexuada, principalmente as tardias ou clímax, consiste no crescimento lento, sendo imprescindível a definição de estratégias e elaboração de protocolos que visem à produção em menor espaço de tempo e em

condições acessíveis (CUNHA et al., 2005).

Diversos aspectos podem ser manejados no viveiro visando à produção de mudas adequadas ao crescimento em campo. Para as espécies nativas, a escolha do recipiente, por exemplo, vai depender da morfologia do sistema radicular e de aspectos econômicos (LUNA et al., 2009), considerando sua influência na disponibilidade de água e nutrientes para o crescimento da planta.

O intensivo uso de tubetes em relação a outros recipientes apresenta algumas vantagens como: a melhor qualidade do sistema radicular, maior grau de mecanização, menor consumo de substrato, maior produção de mudas por unidade de área e menor custo de transporte (GONÇALVES et al., 2005).

O uso de recipientes na produção de mudas depende da qualidade do substrato, pois principalmente os tubetes de menor volume, apresentam espaço limitado para o crescimento da muda. Conforme Kämpf (2000), o substrato consiste no meio onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo e atua como suporte, regulando a disponibilidade de água e de nutrientes. O substrato ideal é aquele que apresenta uniformidade em sua composição, baixa densidade, boa capacidade de campo, de troca catiônica, de retenção de água, de porosidade, porém, também adequada aeração e drenagem, sendo isento de pragas e patógenos (GOMES e PAIVA, 2008).

Entre os substratos utilizados, existem aqueles à base de matéria orgânica biodecomposta e turfas, como componentes principais, que são misturados a outros componentes secundários (usados em menor quantidade) com o objetivo de melhorar as propriedades físicas do meio de cultivo. Entre os principais componentes secundários, destacam-se a vermiculita, a casca de

arroz carbonizada e a fibra de coco, dependendo da disponibilidade na região de cultivo.

Uma alternativa comumente utilizada por viveiristas, principalmente na produção de mudas de espécies nativas, é a aquisição de um substrato comercial, ao qual é acrescido certo volume de material disponível, como componente secundário. Essas formulações são utilizadas devido ao reduzido número de marcas comerciais que oferecem substrato específico às nativas.

De qualquer forma, independentemente da associação de insumos utilizados, o objetivo final de tais manipulações é a produção de mudas de qualidade superior com redução de custo de produção.

A crescente demanda por mudas de boa qualidade, porte superior e crescimento rápido tem conduzido à constante evolução das tecnologias em reflorestamento (HAASE, 2008). Assim, a avaliação da qualidade das mudas é fundamental para a compreensão do seu desenvolvimento em viveiro, bem como, posterior sobrevivência e crescimento no campo.

Os reflorestamentos dependem de mudas de alta qualidade, as quais são indicadas por atributos de desempenho após o plantio (RITCHIE et al., 2010). Entretanto, apesar dos vários caracteres morfológicos, fisiológicos e de performance estudados, poucos são utilizados operacionalmente, dificultando relacionar quais características obtidas no viveiro confirmam determinada situação ou desempenho no campo.

O plantio pode ser monitorado ao longo dos anos, desde a sobrevivência e crescimento inicial da muda, no primeiro ano, até a fitomassa formada no quinto ano e, somente com base nesse entendimento, é possível obter um programa de controle de qualidade destinado a produzir mudas com adequadas características e máximo retorno, em termos de sobrevivência e crescimento no campo (BIRCHLER et al., 1998).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi investigar a influência de composições de substratos e tamanhos de tubetes no crescimento de mudas de canjerana (*Cabralea canjerana*), no viveiro e o desempenho em campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Produção das mudas em viveiro

O estudo foi conduzido no Viveiro Florestal

(29°43'S; 53°43'W), do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Conforme a classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo 'Cfa' (subtropical úmido) caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18°C e do mês mais quente superior a 22°C, com precipitação média anual de 1.769 mm (MORENO, 1961). Segundo dados da Estação Climatológica de Santa Maria (RS), no período de 1961 a 1990, as médias de temperatura mínima foram inferior a 10°C, entre os meses de junho e julho, e de temperatura máxima superior a 25°C entre os meses de novembro a março.

As sementes utilizadas no estudo foram provenientes de frutos de *Cabralea canjerana* coletados de cinco árvores na localidade de Santo Antão, município de Santa Maria (RS), em janeiro de 2009. Após a coleta, foi realizado o beneficiamento dos frutos, deixando-os dentro de sacos de polietileno fechados por uma semana, em local sombreado para promover a deiscência e liberação das sementes.

O crescimento das mudas de canjerana foi avaliado testando-se: dois tamanhos de tubetes 100 cm³ (6 estrias, diâmetro interno de 35 mm e altura de 13,5 cm) e 280 cm³ (8 estrias, diâmetro interno de 52 mm e altura de 19 cm); e três composições de substrato à base de turfa (Turfa Fértil[®]), acrescido ou não de casca de arroz carbonizada (CAC): 100% turfa; turfa + 20% CAC; e turfa + 40% CAC, denominados nesse estudo, respectivamente de: Turfa, Turfa 20 e Turfa 40.

O experimento foi instalado em fevereiro de 2009 semeando-se duas sementes por tubete, a uma profundidade de semeadura de 1-2 cm. Aos 30 dias após a semeadura, foi efetuado um raleio, com o objetivo de eliminar a plântula excedente. A adubação de base foi constituída de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, nas respectivas doses: 350, 4000 e 200 g m⁻³ de substrato. As adubações de cobertura iniciaram-se aos 60 dias após o raleio, aplicando-se o adubo Peter's Professional[®] (9-45-15) na dosagem de 3g L⁻¹, aplicado semanalmente via solução aquosa.

A caracterização física do substrato foi realizada no Laboratório de Física do Solo, UFSM (Tabela 1) adotando-se a metodologia de coluna de areia (REINERT e REICHERT, 2006) submetendo-se as amostras à tensão de 5 kPa para determinação da macro e microporosidade e, posteriormente, a densidade global.

TABELA 1: Características dos substratos utilizados em viveiro na produção de mudas de *Cabralea canjerana*, Santa Maria, RS.TABLE 1: Characteristics of the substrates used in the production of nursery seedlings *Cabralea canjerana*, Santa Maria, RS state.

Característica	Valores recomendados	Turfa	Turfa 20	Turfa 40
pH - H ₂ O (1:1)	5,2 - 5,5 ¹	4,3 exb	4,4 exb	4,4 exb
Densidade global (g/cm ³)	0,45 - 0,55 ²	0,19 b	0,19 b	0,18 b
Porosidade total (%)	75 - 85 ²	93,9 al	91,5 al	92,4 al
Macroporosidade (%)	35 - 45 ²	37,0 ad	40,6 ad	48,7 al
Microporosidade (%)	45 - 55 ²	56,9 al	50,9 ad	43,7 m

Em que: exb = extremamente baixo, com base no valor para substratos sem solo mineral, conforme Texas Greenhouse Handbook (1999)¹. b = baixo; m = médio; al = alto; ad = adequado, com base na escala de valores para produção de mudas florestais em tubetes, proposta por Gonçalves e Poggiani (1996)².

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema trifatorial ($2 \times 3 \times 10$) com parcelas subdivididas no tempo, utilizando-se quatro blocos, seis tratamentos e dez avaliações. As 24 unidades experimentais (parcelas) foram constituídas por bandejas de polipropileno de 43,5 cm de largura \times 63,0 cm de comprimento e 16,5 cm de altura.

Os recipientes permaneceram em casa de sombra com tela de nylon 50% de sombreamento, durante nove meses, sendo então transferidos para a área de aclimação (rustificação), até o final do experimento. Nesta última etapa, as mudas foram cobertas com tela de 50% de sombreamento nas horas mais quentes do dia. A irrigação foi realizada por microaspersores com lâmina d'água de 6 mm na casa de sombra e 13 mm na área de aclimação.

Foram mensuradas 10 mudas centrais por repetição, iniciando-se as avaliações dos parâmetros morfológicos aos 60 dias após a semeadura. Assim, mensalmente, foram efetuadas as mensurações de diâmetro do coleto (DC) e de altura total da parte aérea (H), utilizando-se paquímetro digital e régua milimetrada, respectivamente, obtendo-se também a relação H/DC. No final do experimento, aos 330 dias, fez-se uma amostragem aleatória retirando-se quatro mudas de cada tratamento, para avaliação da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \frac{MST(g)}{[(H(cm)/DC(mm)) + (MSPA(g)/MSR(g))]}$$

Para a avaliação dessas variáveis, as plantas foram seccionadas em parte aérea e sistema radicular, sendo a última lavada em água corrente com auxílio de peneiras. Após esse procedimento, o material foi acondicionado em sacos de papel e submetido à secagem em estufa a 65°C, até atingir peso constante. Em seguida, realizou-se a pesagem da massa seca, expressa em gramas, por meio de balança eletrônica de precisão.

Plantio no campo

O plantio foi realizado em uma área de sub-bosque de eucalipto, com dossel parcialmente aberto, adjacente ao Viveiro Florestal (UFMS). Utilizaram-se os mesmos tratamentos descritos no experimento em viveiro para serem avaliados no campo. O plantio foi realizado em julho de 2010 com espaçamento de 1 m \times 1 m entre mudas e abertura de covas circulares de, aproximadamente, 0,05 m³. As covas foram preenchidas com terra de subsolo misturado ao substrato comercial Policultura Rosa[®] (composto orgânico bioestabilizado à base de cinzas de arroz e resíduo de cevada) na proporção de 1:1.

A caracterização química do subsolo foi realizada no Laboratório de Análise de Solos (UFMS), a partir da qual se constataram os seguintes valores e classificações, conforme CQFS (2004): pH = 4,5 (muito baixo), porcentagem de matéria orgânica = 2,1 m/v (baixo), capacidade de troca de cátions (CTC_{pH 7,0}) = 16,8 cmol_c dm⁻³ (alto), fósforo (P-Mehlich) = 0,7 mg dm⁻³ (muito baixo), potássio = 0,04 cmol_c dm⁻³ (muito baixo), cálcio = 2,1 cmol_c dm⁻³ (médio),

magnésio = 1,0 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (médio), enxofre = 6,4 mg dm^{-3} (alto) e textura = 3. Devido aos baixos valores de pH e de macronutrientes adicionou-se o composto orgânico, descrito acima, objetivando melhorar as condições químicas do meio.

Aos 120 e 240 dias após o plantio foram realizadas duas adubações de cobertura com N-P-K (05-20-20), na dosagem de 100 gramas por muda. O experimento foi instalado em delineamento blocos ao acaso em esquema trifatorial (recipientes \times substratos \times tempo) com parcelas subdivididas no tempo ($2 \times 3 \times 4$). As mudas foram distribuídas em quatro blocos compostos por quatro mudas por tratamento, totalizando 96 mudas. Foram efetuadas avaliações do diâmetro do coleto (DC), da altura (H) e calculada a relação H/DC aos 90, 180, 270 e 360 dias após o plantio.

Em ambos os experimentos (viveiro e campo), os dados foram submetidos à análise de variância e determinação da significância dos efeitos principais dos fatores e das interações. Quando necessário, realizou-se o desdobramento das interações, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey e/ou regressão polinomial a 5% de probabilidade de erro. Nas análises utilizou-se o *software* estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção das mudas em diferentes substratos e recipientes

De acordo com a caracterização dos substratos observa-se que os valores de pH são classificados como extremamente baixos (Tabela 1), sendo que a faixa recomendada na qual predomina a matéria orgânica é de 5,0 a 5,8 (KÄMPF, 2000). O pH exerce efeito na disponibilidade de nutrientes para o crescimento das plantas, como por exemplo, diminui a disponibilidade de fósforo em valores de pH extremo e influencia na abundância de patógenos e micro-organismos benéficos (JACOBS et al., 2009). Essa variável varia muito entre os componentes de substratos, desde extremamente baixos (turfa e xaxim) até extremamente altos (vermiculita e casca de arroz carbonizada) (KÄMPF, 2000).

Para as características físicas, todos os substratos apresentaram densidade global baixa e porosidade total alta (Tabela 1). A macroporosidade foi adequada para os substratos Turfa e Turfa 20, e a microporosidade foi considerada adequada somente para o Turfa 20. Nesse sentido, o uso desses

substratos requer um controle efetivo da irrigação, no caso do Turfa 40, de modo que a irrigação em menor quantidade e mais frequente representa a melhor estratégia, evitando perdas de nutrientes por lixiviação e proliferação de doenças. Além disso, outra prática importante no controle do crescimento da muda é a adubação de cobertura, que suprirá a perda dos lixiviados durante o período de produção. No caso do substrato 100% turfa, o cuidado deve ser maior para evitar o encharcamento.

A densidade do substrato é influenciada pela mistura, embalagem e transporte do substrato. Até a pressão aplicada no momento do preenchimento dos recipientes pode ter influência na densidade, pois à medida que se comprime um substrato, aumenta-se a proporção de microporos, diminuindo o espaço de aeração e aumentando a retenção de água (FERMINO, 2002). O acréscimo de maiores proporções de casca de arroz carbonizada ocasionou o aumento da macroporosidade e a diminuição da microporosidade, o que poderia ser inadequado ao crescimento das mudas.

De acordo com a análise de variância, a interação tripla (tubete \times substrato \times tempo) não foi significativa para nenhuma das variáveis (DC, H e H/DC). Houve interação significativa entre substrato \times tempo para o diâmetro do coleto das mudas, apresentando comportamento linear crescente (Figura 1A). Mudas produzidas no substrato Turfa obtiveram desempenho aparentemente superior em todos os períodos de avaliação, se comparadas aos demais, porém, não diferiram estatisticamente de Turfa 20. O substrato Turfa 40, a partir dos 180 dias, teve desempenho inferior no crescimento em diâmetro do coleto, se comparado aos demais, o que provavelmente ocorreu em resposta à lixiviação da adubação de base. Aos 330 dias de avaliação as mudas de canjerana atingiram diâmetro do coleto de 7,25 e 7,05 mm, para os substratos Turfa e Turfa 20, respectivamente, não se diferenciando significativamente, porém, Turfa 40 teve menor valor (6,61 mm).

Para a altura não houve interação do substrato \times tempo, sendo que a Turfa e Turfa 20 proporcionaram mudas de maior tamanho aos 330 dias em viveiro, com altura de 13,7 e 13,9 cm, respectivamente. Já a Turfa 40 promoveu mudas menores (12,6 cm), diferindo significativamente das demais. A relação H/DC não apresentou diferença significativa no tempo, com valores de 3,02 (Turfa), 3,04 (Turfa 20) e 3,17 (Turfa 40) aos 330 dias.

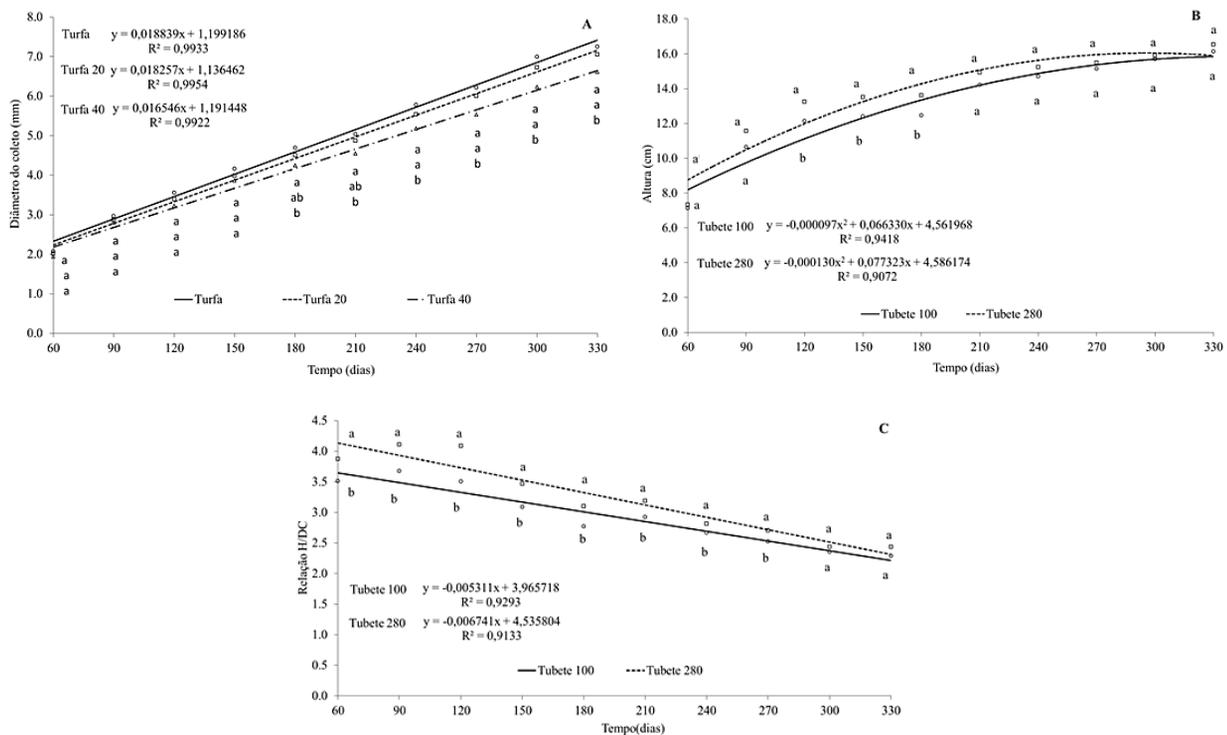


FIGURA 1: (A) Crescimento em diâmetro do coleto em função dos diferentes substratos. (B) Crescimento em altura em função dos diferentes substratos. (C) Relação H/DC em função dos diferentes volumes de tubetes, na produção de mudas de *Cabralea canjerana*, durante 330 dias em viveiro, Santa Maria, RS. Médias não seguidas da mesma letra em cada período de avaliação diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

FIGURE 1: (A) Growth in root collar diameter according to the different substrates. (B) Growth in height according to the different substrates. (C) Ratio H/DC for different volumes of containers in the production of seedlings *Cabralea canjerana*, during 330 days in the nursery, Santa Maria, RS state. Means not followed by the same letter in each evaluation period differ by Tukey test at 5% probability of error.

O efeito do recipiente no crescimento das mudas indicou interação no tempo, para as variáveis altura e relação H/DC, porém, não houve interação do recipiente com o substrato. Para estas variáveis, isso indica que, não houve relação do substrato utilizado em cada volume de recipiente, de modo que o comportamento das mudas quanto ao DC, H e H/DC foi similar.

Independentemente do tamanho do tubete, as mudas não diferiram estatisticamente para a altura da parte aérea a partir dos 210 dias (Figura 1B). Para essa variável, o crescimento das plantas apresentou comportamento quadrático, sendo que, ao final do experimento, as mudas atingiram altura de 16,2 cm (tubete 100 cm³) e 16,5 cm (tubete de 280 cm³). Alguns estudos demonstram que a diminuição no volume do recipiente causa restrição ao crescimento do sistema radicular e, conseqüentemente, ocasiona

menor altura das mudas, conforme observado para *Eucalyptus grandis* (GOMES et al., 2003), *Criptomericia japonica* (SANTOS et al., 2000) e *Peltophorum dubium* (BRACHTVOGEL e MALAVASI, 2010), no entanto, isso não foi verificado no presente estudo.

A altura é um dos parâmetros amplamente utilizados para classificação e seleção das plantas, contudo, o tamanho ideal para o plantio está condicionado à espécie e ao sistema de plantio, influenciada também pelas práticas utilizadas nos viveiros (GOMES e PAIVA, 2004). Além disso, pode estar associada com o número de folhas, sendo, portanto, uma boa estimativa da capacidade fotossintética e da área de transpiração (RITCHIE et al., 2010). Por outro lado, essa variável pode não ser um bom indicativo quando observada isoladamente, considerando-se que uma muda alta e com diâmetro

do coleto reduzido, poderá tombar facilmente logo após o plantio.

Para o diâmetro do coleto não houve interação no tempo entre as mudas cultivadas nos diferentes recipientes, sendo que, aos 330 dias, houve diferença entre as mudas cultivadas no tubete de 100 cm³ (7,11 mm) e o de 280 cm³ (6,84 mm). Pesquisadores recomendam que uma muda considerada de qualidade deve possuir altura entre 20 a 35 cm e diâmetro do coleto entre 3 e 10 mm (GONÇALVES et al., 2005; DAVIDE e FARIA, 2008). Para a canjerana, ao final do experimento, as mudas atingiram esse padrão apenas para a variável diâmetro do coleto, não possuindo altura ideal para ser expedida a campo, conforme recomendado pela literatura, o que pode ter ocorrido devido à manutenção das mudas por 330 dias em viveiro, associada a sua característica de plasticidade a intensidade lumínica e de crescimento lento a moderado.

A relação H/DC foi significativamente superior para as mudas produzidas no tubete de 280 cm³, até os 270 dias, sendo que, após esse período, não houve diferença entre os dois recipientes (Figura 1C). Esse parâmetro teve comportamento linear decrescente ao longo do período de crescimento e, independentemente do substrato e do tempo, o tubete de 280 cm³ teve média de 3,22, superior ao tubete de 100 cm³ (2,93).

Esta relação exprime a ideia de robustez da planta (baixo valor) em contraste com o aspecto delgado (alto valor), verificado quando cultivada

em altas densidades (RITCHIE et al., 2010) devido ao estiolamento. Assim, expressa o equilíbrio de crescimento da muda, considerando que relações menores indicam maior capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem no campo (GOMES e PAIVA, 2004).

Rossa et al. (2011) avaliando diferentes doses de fertilizante de liberação lenta, para produção de mudas de *Cabralea canjerana*, verificaram que, na dose de 9 kg m⁻³, as plantas atingiram altura de 30,6 cm e diâmetro do coleto de 2,93 mm, aos 220 dias. Este resultado demonstra que uma adequada adubação aliada a outras práticas, pode proporcionar mudas de qualidade superior, com redução do período de permanência em viveiro. Por outro lado, a região climática onde a muda é produzida também é um aspecto importante, pois regiões subtropicais, que apresentam inverno mais rigoroso têm repouso vegetativo, o que não ocorre em regiões cuja sazonalidade está associada ao déficit hídrico, já que, em viveiro, a irrigação é facilmente manipulada.

Apesar do tempo de permanência das mudas na fase de crescimento ser considerado longo, quase um ano em viveiro, o mesmo pode ser diminuído quando se utilizam estufas, o que se deve ao fato de que na região sul do Brasil, a partir de maio (terceiro mês após a semeadura da canjerana), inicia-se o período de menor crescimento em função do inverno. Além disso, as mudas podem atingir tamanhos superiores, em menor tempo, utilizando-se substratos e adubação com

TABELA 2: Valores médios da massa seca radicular (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Cabralea canjerana* (canjerana), aos 330 dias em viveiro, em diferentes recipientes e substratos, Santa Maria, RS.

TABLE 2: Mean values of root dry mass (MSR), shoot dry mass (MSPA), total dry mass (MST) and Dickson quality index (IQD) of seedlings *Cabralea canjerana* (canjerana), to 330 days in the nursery, in different containers and substrates, Santa Maria, RS state.

Recipiente e Substrato	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)	IQD
Tubete 100 cm ³	2,04 b	1,95 a	3,99 a	1,23 a
Tubete 280 cm ³	2,34 a	2,14 a	4,48 a	1,34 a
Substrato Turfa	2,20 a	2,01 a	4,21 a	1,32 a
Substrato Turfa 20	2,28 a	2,24 a	4,52 a	1,31 a
Substrato Turfa 40	2,08 a	1,89 a	3,97 a	1,22 a
CV (%)	11,01	21,04	14,65	12,62

Em que: médias não seguidas de mesma letra na coluna, comparando recipientes e substratos separadamente, diferem pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

características físicas e químicas adequadas. O baixo pH dos substratos utilizados também pode ter influenciado negativamente no crescimento das mudas. Por outro lado, a maior relação H/DC no tubete 280 cm³, independentemente do substrato e tempo, sugere que diante de espaçamento adequado entre mudas, essas direcionam os fotoassimilados para a altura, a fim de compensar o menor incremento em diâmetro, sem prejuízo da qualidade das plantas, conforme padrões sugeridos por Davide e Faria (2008).

Na análise correspondente à avaliação final (330 dias) do experimento não houve interação entre substrato × tubete para nenhuma variável avaliada. Porém, considerando o tamanho do tubete é possível observar que somente para massa seca radicular houve diferença significativa, sendo que, no maior recipiente, foram observadas as médias superiores (Tabela 2), o que pode favorecer o rápido estabelecimento e crescimento das mudas no pós-plantio.

Para a massa seca da parte aérea, massa seca total e índice de qualidade de Dickson não houve diferença significativa entre os recipientes. Ao se considerar os substratos verificou-se comportamento semelhante aos tubetes, não havendo diferença significativa para nenhuma variável analisada (Tabela 2).

Gomes e Paiva (2004) descreveram que a massa seca radicular é uma importante variável para prever a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no plantio no campo, salientando que, quanto mais abundante o sistema radicular, maiores as chances de sobrevivência, independentemente da altura da parte aérea, apesar de que, muitas vezes, a massa seca radicular pode estar associada às raízes mais desenvolvidas. Nesse sentido, Haase (2008) menciona que nem sempre a massa radicular reflete a fibrosidade das raízes, pois uma muda com muitas raízes finas pode ter a mesma massa que uma muda com raiz pivotante mais desenvolvida.

Neste estudo observou-se que, ao final do período de produção, as mudas de canjerana não apresentaram um torrão firme, havendo um sistema radicular pouco abundante e com menor presença de raízes finas, que se apresentaram mais espessas. De acordo com Gonçalves et al. (2005), as espécies das classes finais de sucessão exibem menor taxa de crescimento e demanda de nutrientes, apresentando raízes finas de menor comprimento, menos ramificadas e mais espessas, tendo assim, menor potencial de enovelamento.

Desempenho das mudas no campo

A taxa de sobrevivência das mudas no campo foi de 99% aos 90 dias reduzindo-se para 91% aos 12 meses após o plantio. Esse índice inicial é considerado elevado para as espécies nativas, demonstrando boa resposta das plantas às condições ambientais e de sítio durante o estabelecimento e crescimento das plantas no campo.

De acordo com a análise de variância, as interações triplas (tubete × substrato × tempo) não foram significativas para nenhuma variável ($p > 0,05$), indicando não haver dependência entre esses três fatores. Não houve interação entre tubetes × substratos, aspecto também observado na fase de viveiro. Das variáveis observadas no plantio em campo, o diâmetro do coleto foi a única que apresentou interação entre tubete × tempo, verificando-se também, que houve diferença significativa entre os recipientes. O DC apresentou comportamento linear no tempo, sendo que as mudas produzidas no tubete de 280 cm³ tiveram desempenho superior se comparadas ao de 100 cm³ (Figura 2A).

No período inicial ao pós-plantio, até 180 dias, não houve diferença significativa entre os dois recipientes, entretanto, após este período, o tubete de maior volume proporcionou mudas com diâmetro do coleto superior (Figura 2A), observando-se que plantas com um ano de idade produzidas em tubete de 280 cm³ tiveram DC de 15,82 mm e em tubete de 110 cm³ tiveram 11,87 mm, em média. Para a altura não foi verificada interação com nenhum dos fatores, não havendo diferença significativa entre os tubetes. Na última avaliação no campo (360 dias), as mudas apresentaram altura de 37,3 e 47,4 cm e relação H/DC de 3,15 e 3,11 respectivamente, para os recipientes de 100 e 280 cm³.

Neste estudo observa-se que o uso do maior tubete para produção de mudas de canjerana proporcionou maior crescimento das plantas em campo, porém em viveiro, na última avaliação, as diferenças no diâmetro do coleto e altura foram insignificantes. O maior recipiente favoreceu um crescimento de 33% (DC) maior do que o menor recipiente. Ressalta-se que o viveirista deve levar em consideração a relação custo/benefício, objetivos do plantio, tempo de espera da muda em viveiro, cronograma de produção e plantio, adotando as técnicas que melhor atendam aos seus objetivos.

Desta maneira, a única variável que apresentou diferença no campo entre os recipientes

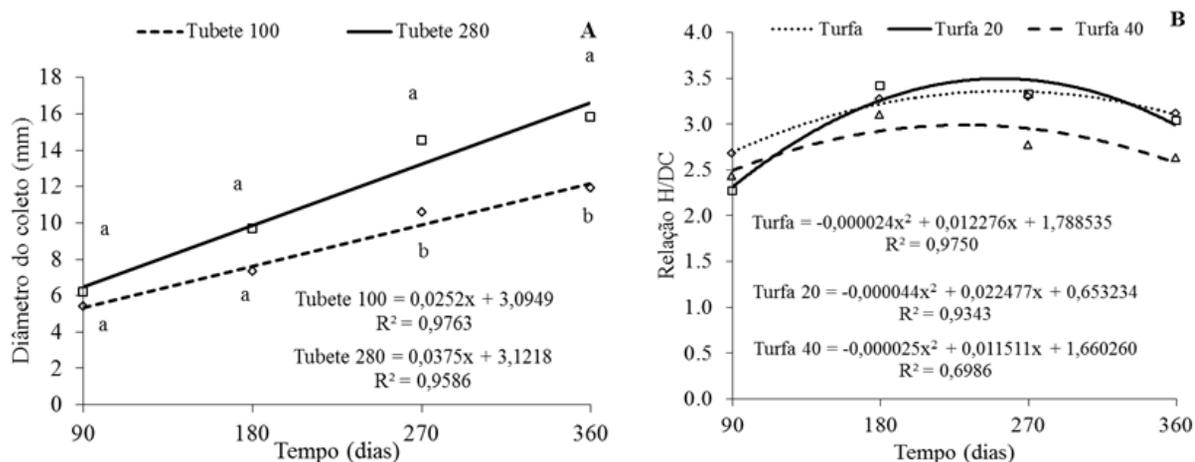


FIGURA 2: (A) Crescimento em diâmetro do coleto em função dos diferentes volumes de tubetes e (B) relação H/DC em função dos diferentes substratos no desempenho em campo de mudas de *Cabralea canjerana*, durante 360 dias, Santa Maria, RS. Médias não seguidas da mesma letra em cada período de avaliação diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

FIGURE 2: (A) Growth in root collar diameter according to the different volumes of containers and (B) ratio H/DC depending on the different substrates in the field performance of seedlings of *Cabralea canjerana*, during 360 days, Santa Maria, RS state. Means not followed by the same letter in each evaluation period differ by Tukey test at 5% probability of error.

foi o diâmetro do coleto, que também diferiu em viveiro na última avaliação. Segundo Ritchie et al. (2010), diversos estudos demonstram que o diâmetro do coleto é a variável que melhor expressa a performance a campo e a qualidade das mudas. Maiores valores deste índice morfológico indicam um maior sistema radicular e volume do caule (HASSE, 2008).

Felippi (2010) estudando os efeitos de diferentes ambientes, recipientes e germoplasmas no desempenho inicial a campo de *Cabralea canjerana*, constatou que a condição de pleno sol não foi favorável para sobrevivência das mudas, tendo observado em área de sub-bosque índice de sobrevivência acima de 80%. As mudas produzidas em sacos de polietileno de 2 L apresentaram sobrevivência de 68% e as de tubetes (175 cm³) de apenas 16%.

A intensidade luminosa na área de estudo parece ter sido favorável para o crescimento das plantas, verificado pela alta taxa de sobrevivência, e nessa condição, o diâmetro do coleto respondeu favoravelmente, fornecendo indícios de que, com o passar do tempo, as diferenças dessa variável tendem a aumentar entre os recipientes (Figura 2A). Dessa maneira, observa-se que condições de dossel muito

fechado podem favorecer o estiolamento das mudas de canjerana, indicando que a abertura do mesmo, para passagem de maior intensidade lumínica, favorece o crescimento em diâmetro, como se pode constatar nas condições avaliadas deste trabalho.

José et al. (2005) mencionaram que para *Schinus terebinthifolius* as diferenças no crescimento das mudas produzidas em diferentes tubetes tendem a desaparecer com o tempo. Aphalo e Rikala (2003) concluíram que, para a espécie *Betula pendula*, as diferenças no volume dos recipientes, após cinco anos de plantio em campo, foram significativas e os melhores parâmetros de desempenho foram o diâmetro do coleto e o peso seco do caule, enquanto a altura e o índice de “robustez” (relação H/DC) não foram expressivas. Avaliações por longos períodos em campo são necessárias para confirmar as diferenças nos métodos de produção de mudas em viveiro, podendo-se relacionar os parâmetros que representam mudas de qualidade em ambas as situações.

Para a relação H/DC houve apenas interação entre substrato x tempo, não tendo sido constatadas diferenças significativas em nenhum período de avaliação, apresentando comportamento quadrático ao longo do tempo (Figura 2B). Acréscimo de

até 40% de casca de arroz carbonizada junto ao substrato turfa não teve efeito negativo no crescimento das plantas em campo, e não demonstrou diferenças morfológicas se comparado com os demais substratos, permitindo economia de substrato comercial na produção. Ao final de 12 meses do plantio, as mudas apresentaram valores de DC, H e H/DC de 12,31 mm, 38,4 cm e 3,12; 15,78 mm, 51,1 cm e 3,04; 13,43 mm, 37,5 cm e 2,63, respectivamente, para Turfa, Turfa 20 e Turfa 40.

Conforme se observou na análise física dos substratos não foram verificadas diferenças marcantes com adição de maiores concentrações de casca de arroz carbonizada ao substrato turfa, fato também verificado nas avaliações finais de massa seca radicular, aérea, total e IQD, as quais não diferiram entre os tratamentos. Tal resposta também foi confirmada no campo para as variáveis mensuradas.

Vallone et al. (2009) relatam que a maioria das pesquisas que avaliam efeito de substratos na produção de mudas não contemplam a fase de transplante, gerando conclusões equivocadas, pois nem sempre o substrato que proporciona o melhor crescimento das mudas em viveiro é o responsável pelo melhor desempenho da planta em campo, o que corrobora com este estudo.

Pode-se inferir que o comportamento das mudas em campo, aos 360 dias, diferenciou-se do apresentado em viveiro, e o efeito dos tratamentos empregados na produção tendem a desaparecer após o plantio, ressaltando-se, dessa forma, a importância dessa última fase, a fim de se recomendar técnicas que realmente favorecerão o crescimento das mudas no campo. Alguns critérios morfológicos que expressam essas diferenças também tendem a se modificar, dependendo das condições do meio que são impostas, havendo uma ligação direta com as características ecológicas da espécie.

CONCLUSÃO

Mudas de *Cabralea canjerana* podem ser produzidas em substrato composto com 60% de turfa e 40% de casca de arroz carbonizada sem prejuízo no seu crescimento em campo, tendo em vista a economia que representa no viveiro.

O diâmetro do coleto e a massa seca radicular expressam o melhor desempenho das mudas no tubete de maior volume (280 cm³), correspondendo ao melhor desenvolvimento no campo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Gervásio Celito Mário, Élio Campagnol e Marta Scoti pelo auxílio logístico na coleta de sementes e condução do experimento, e a Miriam Fernanda Rodrigues, na realização da análise física dos substratos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHALO, P.; RIKALA, R. Field performance of silver-birch planting-stock grown at different spacing in containers of different volume. **New Forests**, Netherlands, v. 25, p. 93-108, 2003.
- BIRCHLER, T.; ROSE, R. W.; ROYO, A.; et al. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v. 7, n. 1/2, p. 109-121, 1998.
- BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Pelthophorum dubium* (Sprengel) Taubert em viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 223-232, 2010.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p., v. 1.
- CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 394 p.
- CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros Florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Eds). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. 1 ed. Lavras: UFLA, 2008. p 83-124.
- DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, Canada, v. 36, p. 10-13, 1960.
- FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A. M. C. et al. (Coords.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto

- Agrônomo, 2002. 122 p (Documentos IAC, 70).
- FELIPPI, M. **Morfologia e silvicultura de espécies arbóreas da Floresta Estacional Decidual**. 2010, 211 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**. Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Produção de mudas de eucalipto por sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 242, p. 14-22, 2008.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais** (propagação sexuada). Viçosa: UFV, 3 ed., 2004. 116 p. (Cadernos didáticos, 72).
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 309-350.
- GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: 1996. CD-ROM.
- HAASE, D. L. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. **Tree Planters' Notes**, v. 52, n. 2, p. 24-30, 2008.
- JACOBS, D. F.; LANDIS, T. D.; LUNA, T. Growing Media. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. (Eds). **Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries** Washington. D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Vol.1, 2009. 302 p. (. Nursery management. Agriculture Handbook 730).
- JOSÉ, A. C., DAVIDE, A. C., OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.
- KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.
- LONGHI, R. A. **Livro das árvores: árvores e arvoretas do Sul**. Porto Alegre: L&PM, 1995. 176 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 352 p. v.1.
- LUNA, T.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K. Containers. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. (Eds). **Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries**. Washington. D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Vol.1, 2009. 302 p. (Nursery management. Agriculture Handbook 730).
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 83 p.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo – protótipos e teste. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p.1931-1935, 2006.
- RIO GRANDE DO SUL, Secretaria Especial do Meio Ambiente. **Diretrizes ambientais para restauração de Matas Ciliares**. Porto Alegre: SEMA: DEFAP, 2007. 32 p.
- RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. **Seedling Processing, Storage, and Outplanting**. v. 7, Washington, DC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2010. 200 p. (Agric. Handbk. 674).
- ROSSA, U. B. et al. Desenvolvimento de mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. sob diferentes doses de Fertilizante de Liberação Lenta. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 2., 2011, Campinas, SP. **Anais...** Piracicaba:PTSM/IPEF/ESALQ/FUPEF, 2011, p. 325-326.
- SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.
- SFB – Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil em resumo – 2010: dados de 2005-2010.**/ Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília: SFB, 2010. 152 p.
- TEXAS GREENHOUSE MANAGEMENT HANDBOOK. Disponível em: <(http://aggie-horticulture.tamu.edu/greenhouse/nursery/guides/green/)>, 1999. Acesso em: 20 julho de 2011.
- VALLONE, H. S. et al. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1327-1335, 2009.