

EFEITO DO VOLUME DE TUBETES E TIPOS DE SUBSTRATOS NA QUALIDADE DE MUDAS DE *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don.

EFFECT OF CONTAINER CONTENT AND KINDS OF SUBSTRATE ON THE QUALITY OF *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. SEEDLINGS

Constâncio Bernardo dos Santos¹ Solon Jonas Longhi²
Juarez Martins Hoppe³ Fabio Abel Moscovich⁴

RESUMO

A *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. é uma espécie de grande potencial para plantios nas regiões altas e frias do Brasil. Destaca-se pelo seu rápido crescimento, boa adaptação ao clima e solo do sul do País, e boa resposta às tecnologias silviculturais, associada à qualidade e diversidade de utilização de sua matéria-prima para fábricas de celulose e papel, chapas, construções de casas, móveis, barcos e navios, entre outras. Neste trabalho, buscou-se avaliar o desenvolvimento das mudas produzidas em diferentes tipos de tubetes e de substratos. Usou-se um experimento bifatorial no delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos em cinco repetições com quarenta mudas por tratamento. Os resultados indicaram que, para a produção de mudas desta espécie, o substrato de solo + vermiculita foi o que apresentou melhor crescimento das plantas, em recipiente de 120 cm³.

Palavras-chave: *Cryptomeria japonica*, produção de mudas, tubetes, substratos.

ABSTRACT

Cryptomeria japonica (L. F.) D. Don. is a species of great potential for planting in elevated and cold regions of Brazil. It is remarkable for its fast growth, good adaptation to the climate and soil of Southern Brazil, and it also shows a good response to silvicultural technologies. In addition, it is notable for the quality and diversity of its raw material usage for the industries of pulp and paper, plywood, construction of houses, furniture, boats, ships, etc. The experimental plan was bifactorial in the entirely randomized design with 8 treatments, 5 repetitions with 40 seedlings per treatment. The results indicated that for the production of seedlings of this species, the substrate soil + vermiculite showed the best development of the seedlings in 120 cm³ containers.

Key words: *Cryptomeria japonica*, seedling production, container, substrate.

1. Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Técnico da EPAGRI S.A., Rua João Jé Godinho, s/n, Morro do Posto, Caixa Postal 171, CEP 88500-000, Lajes (SC).
2. Engenheiro Florestal, Dr, Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
3. Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
4. Engenheiro Florestal, M.Sc., Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de produtos florestais tem como conseqüência a necessidade de se introduzir, nos programas de florestamento e reflorestamento no Brasil, espécies de alta produtividade que permitam um ciclo de corte relativamente curto, associado às boas características silviculturais.

A *Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don. constitui-se numa espécie a mais a ser utilizada nos reflorestamentos nas regiões altas e frias do Brasil. É conhecida popularmente como, Criptomeria, Cedro-japonês ou Pinheiro-japonês e pertence à ordem das Coniferae, família das Taxodiaceae. Destaca-se pelo seu rápido crescimento, adaptabilidade e resposta a técnicas silviculturais, associada à qualidade e diversidade de utilização de sua matéria-prima para fábricas de papel e celulose, chapas, construções de casas, móveis, barcos e navios.

O êxito de um plantio depende diretamente das potencialidades genéticas das sementes e da qualidade das mudas produzidas. Estas, além de terem maior capacidade de resistirem às condições adversas encontradas no campo, podem desenvolver-se produzindo árvores com crescimento desejável. Apesar disso, a obtenção de padrões de qualidade da muda e o aprimoramento das técnicas de viveiro não têm acompanhado a evolução conseguida em outras fases do reflorestamento.

Entre os fatores que influenciam na produção de mudas de espécies florestais, destacam-se, além da semente, o substrato e o recipiente utilizado, os quais vão refletir diretamente na qualidade do produto final. Por isso, e na busca constante de melhor produtividade dos reflorestamentos, a qualidade da muda tem sido abordada em vários trabalhos de pesquisa que tem procurado definir os melhores tamanhos, tipos de recipientes e substratos, adequando-os à produção de mudas de qualidade desejável.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento de mudas de *Cryptomeria japonica*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes, e tipos de substratos a serem utilizados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Caracterização da espécie

De acordo com CARPANEZZI & CARVALHO (1988), *Cryptomeria japonica* é originária da região temperada do Japão onde é conhecida como “sugi” e ocupa aproximadamente 30% da área total de florestas daquele país. É uma das coníferas mais importantes da história japonesa e suas plantações remotam de várias centenas de anos.

No Japão, ela ocorre naturalmente entre 600 e 1.800 metros de altitude, em clima caracterizado por invernos frios, com ocorrência de neve e verões moderadamente quentes. É também a espécie mais utilizada em plantios florestais do Japão, com crescimento ótimo em locais de temperatura entre 12 e 14°C, com pluviosidade média anual acima de 2.000 mm (ALVES *et al.*, 1984).

Segundo FABIÃO (1987), é uma espécie de porte elevado, comumente com 20 a 30 metros de altura (até 50 metros na região de origem), de copa cônica, tronco reto, envolvido por uma casca acastanhada e fibrosa; folhas aciculares rígidas, perenes, curvas, curtas (geralmente menores que 2,5 cm) e de cor verde brilhante; estróbilos masculinos amarelos, 3 mm de diâmetro, agrupadas em ráceros e os femininos em rosetas pequenas e verdes; estróbilo globoso, quando maduro, pequeno (até 3 cm de diâmetro), castanho avermelhado, quando maduro e em posição terminal.

Os cones devem ser colhidos maduros, porém ainda fechados e possuem de trinta a cinquenta sementes e, um quilo contém 220.000 a 240.000 sementes (FABIÃO, 1987). Para longos períodos de armazenamento, suas sementes devem ser conservadas em câmara seca, com temperatura de 12 a 15°C, e umidade relativa do ar de 35 a 40% (ALVES *et al.*, 1984).

O método de propagação da *Cryptomeria japonica* mais usado no Brasil é por meio de sementes, no entanto ela pode ser multiplicada vegetativamente mediante estacas, prática esta muito utilizada no Japão (ALVES *et al.*, 1984).

No Brasil, a *Cryptomeria japonica* foi introduzida pela Companhia Melhoramento e tem sido plantada comercialmente há décadas, principalmente nos municípios de Caieira – SP (750 a 1000 m de altitude) e Camanducaia (1.500 m de altitude), na Serra da Mantiqueira, no sul de Minas Gerais (CARPANEZZI & CARVALHO, 1988).

Em estudo comparativo entre as características da madeira e da polpa de *Cryptomeria japonica* e *Pinus elliottii* Engelm., COLODETTE (1982) afirmou que a *Cryptomeria japonica* possui grande potencialidade para a produção de papel “kraft” de alta resistência. Possui fibras de 1,87 mm no cerne e 2,56 mm no alburno, com diâmetro médio de 31 microns, diâmetro do lúmen de 21,80 microns e espessura de parede de 4,80 microns (valores médios).

A principais exigências da cultura são que o solo seja rico em nutrientes e profundo, com uma camada de horizonte “A”, gradualmente mudando para camada de horizonte “B”, e com boa porosidade. Suas exigências edáficas são tão elevadas quanto às da *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze. Zonas aluviais no alto das montanhas e colinas são as mais recomendadas para o plantio da espécie (ALVES *et al.*, 1984).

Tipos e dimensões de Recipientes

Em meados de 1970, em várias partes do mundo, começou-se a dar maior importância a mudas de espécies florestais produzidas em recipientes na área florestal. A partir de então muitas pesquisas foram realizadas com relação a tipos e tamanhos de recipientes, substratos, manipulação do material, avaliando as respostas a campo. Notáveis avanços foram conseguidos, sendo que as principais razões do uso dessa tecnologia se deve aos maiores índices de sobrevivência e desenvolvimento das plantas após plantio no campo. Nesse caso, o sistema radicial não se danifica durante o plantio, e assim, a época ideal de plantio pode ser prolongada, entre outras vantagens (DANIEL *et al.*, 1982).

Segundo GOMES *et al.* (1991), nos últimos anos, mais de vinte modelos de recipientes foram testados para produção de mudas de espécies florestais e, dentre esses, o que se destaca em termos de utilização são os sacos de polietileno e mais recentemente os tubetes de polietileno rígido

(dibble-tube).

É difícil definir um recipiente ideal, já que segundo alguns estudos o resultado no campo é similar para diferentes tipos de recipientes, e a decisão de se usar um ou outro no sistema de produção de mudas dependerá de considerações qualitativas e aspectos práticos como: custos, superfície útil, mecanização, etc. Pode-se dizer que a resposta no campo dependerá, em grande parte, das condições oferecidas às plantas no que se refere a preparo de solo, controle de invasoras e fertilização, entre outras (BARROS *et al.*, 1978).

Em geral, pode-se afirmar que, apesar dos vários modelos de recipientes encontrados no mercado, os sacos plásticos têm sido os mais utilizados, principalmente nos pequenos viveiros, em virtude de sua maior disponibilidade e menor preço (GOMES *et al.*, 1990).

Apesar da tendência do uso do tubete plástico ser cada vez maior, a produção de mudas em reflorestamentos, ainda, tem sido feita utilizando-se principalmente saco plástico. (CARNEIRO, 1995).

Alguns motivos citados por CAMPINHOS & IKEMORI (1983), para a troca de sacos plásticos por tubetes, são as desvantagens que os primeiros apresentam, como: enovelamento do sistema radicial, dificuldade das operações de viveiro, transporte para o campo e distribuição das mudas, em virtude de o substrato utilizado (solo) ser muito pesado. No uso de sacos plásticos é necessário que a terra esteja seca, o enchimento é manual, e há necessidade de se retirar o recipiente no momento do plantio, retardando tal operação.

PARVIAINEN (1981) citou ainda que a produção de mudas em recipientes de parede interna lisa, como no caso dos sacos plásticos, provocam enovelamento de raiz. Com os tubetes tal problema pode ser acertado com a formação de estrias longitudinais internas. Conforme SCHIMIDT - VOGT (1984), a influência do recipiente é de suma importância, haja vista que o crescimento, em espiral das raízes, continua na fase de campo e que pode proporcionar uma baixa estabilidade das futuras árvores. CARNEIRO (1985), chegou à idêntica conclusão, em experimento com mudas de *Pinus taeda* L. e *Pinus elliottii* Engelm. Também de acordo com PARVIAINEN (1981), as deformações das raízes de *Pinus* sp. persistem mesmo após a retirada dos recipientes, continuando a crescer na direção do seu desenvolvimento deformado.

Segundo GOMES *et al.* (1990), a tendência geral é a substituição dos sacos plásticos por tubetes de plástico rígido. Esses recipientes apresentam diversas vantagens, em relação aos sacos plásticos: menor diâmetro, ocupando menor área no viveiro; menor peso; facilidade das operações de produção de mudas; redução dos custos de transporte das mudas para o campo; distribuição e plantio nas covas.

Outras vantagens técnicas do uso do sistema de tubetes são: possibilitar a formação do sistema radicial sem enovelamento e crescimento inicial mais rápido logo após o plantio, e ainda, facilidades operacionais como: trabalha-se em qualquer condição climática, o que permite cumprir o cronograma de produção de mudas. No transporte, a quantidade de mudas por caminhão é de 5 a 6 vezes maior que no sistema de saco plástico, o peso de 2 a 2,5 vezes menor e o rendimento de plantio é 3 vezes maior (FAGUNDES & FIALHO, 1987).

A utilização de tubetes de polipropileno como recipiente de cultivo, permite elevar o grau de automatização dos viveiros florestais, reduzir custos e tempo de produção das mudas, ao mesmo tempo que se observa uma crescente melhoria do padrão de qualidade destas (GONÇALVES, 1995).

Os tubetes são providos de frisos internos longitudinais e equidistante em número de 4, 6 e 8 que direcionam as raízes no sentido vertical, em direção ao fundo do recipiente onde existe um orifício para a drenagem da umidade e saída das raízes, o que promove a sua poda pelo ar. A configuração deste tipo de recipiente evita o crescimento de raízes em forma espiral (CARNEIRO, 1985).

As mudas produzidas em tubetes, utilizando-se como substrato o composto orgânico, apresenta padrão semelhante àquelas produzidas em sacos plásticos. A maior diferença encontra-se no sistema radicial. Em mudas produzidas em tubetes, o sistema radicial é mais estruturado e compacto, portanto menos susceptível a lesões de manuseio e transporte (GOMES *et al.*, 1990).

As dimensões ideais de recipientes de polietileno estão sendo muito estudadas internacionalmente. Na Austrália, Evans & Duyker apud GONZALES *et al.* (1988), estudando diferentes diâmetros e comprimentos, afirmaram que os recipientes de 4 cm de diâmetro por 15 cm de comprimento são ideais para a produção de mudas de coníferas.

Constatou-se que, para um mesmo modelo de recipiente, o de maior volume apresentou configuração do sistema radicial mais próximo à de mudas proveniente, de semeadura direta no campo (PARVIAINEN, 1981).

O estudo das dimensões adequadas reveste-se de grande importância, pois recipientes com volume superior ao indicado provocam gastos desnecessários, elevam a área do viveiro, aumentam os custos de transporte, manutenção e distribuição das mudas no campo (CARNEIRO, 1995).

GOMES *et al.* (1990) também atribuíram importância às dimensões, uma vez que o uso de recipientes maiores que os recomendáveis, resultou em custos desnecessários de recursos materiais na produção de mudas de Ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.), Copaiba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e Angico-vermelho (*Piptadenia peregrina* (L.) Benth.). Além disso, o diâmetro e altura dos recipientes devem variar, segundo os autores, com as características de cada espécie e respectivo tempo de permanência no viveiro.

A redução da capacidade dos recipientes, até o limite mínimo permitido, provoca uma maior diferenciação do sistema radicial o que origina uma maior quantidade de radicelas e pêlos absorventes, aumentando a possibilidade das plantas obterem os nutrientes necessários (BALL, 1976).

Substrato

Na escolha de um meio de crescimento, devem ser observadas características físicas e químicas relacionadas com a espécie a plantar, além de aspectos econômicos. O meio ideal de crescimento deve apresentar: homogeneidade; baixa densidade; boa porosidade; ter boa capacidade de campo e boa capacidade de troca catiônica; deve ser isento de pragas, organismos patogênicos e

de sementes estranhas. No viveiro, o substrato deve: apresentar resistência ao desenvolvimento de pragas e doenças; ser operacionável a qualquer tempo; abundante e economicamente viável (CAMPINHOS *et al.*, 1984), assim como apresentar boa adesão entre as partículas ou aderência junto às raízes e ser preferencialmente um meio estéril (COUTINHO & CARVALHO, 1983).

É difícil encontrar um material que, isoladamente, atenda a todas as exigências da espécie a ser cultivada. Por essa razão, são incorporados aos substratos, materiais melhoradores de suas características físicas e/ou químicas. Estes são denominados condicionadores e integram a mistura em proporções menores do que 50% (KÄMPF, 1992). De modo geral, pode-se dizer que é preferível a mistura de dois ou mais materiais para a obtenção de um substrato adequado e de boa qualidade (BACKES, 1989). Segundo o mesmo autor, a escolha dos materiais utilizados deve considerar a espécie a ser cultivada, as condições de produção (sistema de irrigação, fertilização, tamanho de recipiente, etc.), a disponibilidade e preço do material, além de aspectos técnicos relacionados ao seu uso.

O substrato exerce uma influência significativa na arquitetura do sistema radicial, no estado nutricional das plantas, assim como na translocação de água no sistema solo-planta-atmosfera (SPURR & BARNES, 1982).

As fontes mais comuns de matéria orgânica que contêm macro e micronutrientes são os adubos orgânicos. Para estes, não se deve levar em consideração somente o conteúdo de nutrientes, mas também seu efeito sobre o solo ou substrato como: processos microbianos, aeração, estrutura e capacidade de reter água além da regulação da temperatura do meio (PONS, 1983).

Destacam-se como substratos que podem ser usados na produção de mudas de espécies florestais: vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, moinha de carvão, terra de subsolo, areia, casca de árvores, composto de lixo, terra de mato, serragem, bagaço de cana, acículas de *Pinus* sp. e turfa (FONSECA, 1988).

CARNEIRO (1995) citou que a casca de *Pinus* sp. bioesterelizada, com granulometria inferior a 5 mm, misturada com vermiculita na proporção de 4:1, constitui uma boa opção de substrato para a produção de mudas de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.

Testando casca de coníferas e mistura de turfa com cavacos de madeira aquecidos, contra um substrato padrão constituído de turfa e areia, para produção de espécies arbóreas de clima temperado, BOON & NIELS (1985) observaram que somente com aplicação de nitrogênio os substratos proporcionaram bom crescimento às mudas comparativamente ao substrato padrão.

Nos países europeus e, principalmente, nos Estados Unidos, as cascas de pinheiros são muito utilizadas na confecção de misturas artificiais destinadas ao uso como substrato. O mercado brasileiro já apresenta misturas comerciais, utilizando casca de *Pinus* como substrato, pela grande disponibilidade e por se acreditar numa maior utilização desse elemento. O uso como elemento único seria mais como uma cobertura morta, do que propriamente para enraizamento e cultivo (KÄMPF, 1992).

A utilização de casca de *Pinus* sp. como substrato na produção de mudas é muito importante para o meio ambiente. O tamanho das partículas, a quantidade de nitrogênio incorporado, manejo da

aeração e umidade das pilhas são fatores fundamentais. Durante o processo de compostagem a temperatura atinge até 70 °C, produzindo uma pasteurização da matéria orgânica, eliminando patógenos potencialmente causadores de doenças, além de sementes de ervas daninhas. Ao se elaborar o composto da casca de *Pinus* deve-se ter um controle do processo biológico durante 5 meses (RIVADENEIRA, 1995).

A vermiculita é um elemento de origem mineral, constituída de lâminas justapostas, que se expandem, quando submetidas a determinadas temperaturas, ocorrendo aumento considerável entre suas camadas. Após expandida, a vermiculita apresenta grande aumento na sua capacidade de retenção de água, de ar e nutrientes transferíveis para as plantas. Depois do processo de industrialização se torna um material leve, puro, esterilizado, não combustível, insolúvel em água e solventes orgânicos, não sendo tóxica, abrasiva nem deteriorável; apresenta ainda, alta capacidade de troca catiônica e de absorção de um grande volume de água e outros líquidos (MONIS, 1975).

FERNANDES *et al.* (1983), observaram que a vermiculita provocou um efeito favorável à retirada das mudas de *Eucalyptus saligna* Smith, em sistemas de bandeja de isopor, tendo como base, para composição do meio de crescimento, terra de subsolo sílico-argilosa. Os mesmos autores, estudando o efeito de diferentes dosagens e granulometria de vermiculita, citaram que a vermiculita de textura média é a mais eficiente em dosagens maiores, enquanto a de textura fina é mais eficiente em dosagens menores.

Testando turfa, vermiculita, serragem, e suas combinações como meio de crescimento das mudas de *Eucalyptus* sp. (sementes e estacas) e *Pinus* sp. (semente) em tubetes, concluiu-se que o meio obtido com a mistura de turfa e vermiculita na proporção de 2:1, foi o melhor para mudas de sementes. Para estacas o melhor resultado foi obtido somente com vermiculita (CAMPINHOS *et al.*, 1984).

As características químicas da vermiculita, com o excesso de magnésio em relação a cálcio, excesso de potássio e, principalmente, a grande carência de micronutrientes, são muitas vezes limitantes ao crescimento das mudas. Então, visando melhorar essas características químicas da vermiculita, a mesma tem sido freqüentemente empregada em misturas com terra, casca de *Pinus*, turfa, moinha de carvão e outros materiais (NEVES *et al.*, 1990).

O aspecto físico mais importante de um substrato, segundo HAYNES & GOH (1978), é a presença de estrutura porosa, com capacidade de estocar e suprir água para as raízes das plantas, e, ao mesmo tempo, proporcionar aeração adequada. As características químicas mais importantes são o pH e o teor total de sais solúveis, pois podem modificar o suprimento dos fertilizantes (VERDONOK, 1984). O valor do pH em água recomendado para a maioria das espécies florestais varia de 5,5 até 6,5 (SIQUEIRA, 1987).

A importância do valor do pH no crescimento das plantas é devido ao efeito deste sobre a disponibilidade de nutrientes, principalmente dos micronutrientes (WALLER & WILSON, 1984).

Os problemas mais comuns na produção de mudas, se referem às condições de acidez excessivas do substrato. A acidez pode atuar de maneira direta sobre as plantas, ocasionando injúrias, ou de forma indireta afetando a disponibilidade de nutrientes, produzindo condições bióticas desfavoráveis à fixação do nitrogênio e à atividade de micorrizas, ou ainda aumentando a infecção por

alguns patógenos. Entre os efeitos indiretos, a relação entre a disponibilidade de nutrientes e o valor do pH é o que apresenta maior importância, especialmente a disponibilidade de nitrogênio, enxofre e potássio são diminuídas em meio ácido (WALLER & WILSON, 1984).

As propriedades físicas e químicas são inerentes a cada substrato em particular, sendo que diferentes substratos apresentam propriedades diferentes. Por isso, na visão de VERDONOK *et al.* (1981), é de extrema importância que estas sejam conhecidas e corrigidas conforme as diversas situações de uso. Para promover a correção das características dos substratos de forma a otimizar as condições de seu uso, são empregados os condicionadores.

Em termos gerais, considera-se como um bom substrato aquele que apresente propriedades conhecidas e constantes, que seja livre de propágulos de ervas daninhas, que apresente baixo custo e seja adequado ao cultivo de várias espécies (PENNINGSFELD, 1983).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na casa de vegetação do Centro Tecnológico de Silvicultura (CTS), do Departamento de Ciências Florestais, da Universidade Federal de Santa Maria (RS), com a espécie *Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don.

As sementes utilizadas foram coletadas em um povoamento de 3 ha, com vinte anos de idade, localizado no município de Curitiba no Planalto Serrano de Santa Catarina.

A estratificação das sementes foi realizada, colocando-se estas imersas em água a 35°C (estufa) durante 36 horas. Após a retirada da água as sementes foram misturadas com casca de arroz carbonizada úmida, numa proporção volumétrica de 1:4. Posteriormente, a mistura foi embalada em saco plástico fechado e armazenada por quinze dias, em temperatura ambiente.

Após esse período a mistura foi semeada em sementeira, dentro da casa de vegetação, sobre uma camada de 12,0 cm de casca de arroz carbonizada, e cobertas com uma camada de, aproximadamente, 0,2 cm do mesmo material. As irrigações foram efetuadas diariamente mediante o sistema de aspersão. A germinação teve início oito dias após a semeadura. Com vinte e cinco dias as mudas foram repicadas para os recipientes na casa de vegetação.

Utilizaram-se quatro tipos de recipientes (tubetes plásticos rígidos) de fundo aberto, com capacidade de 50, 56, 120 e 240 cm³ respectivamente, com seis, quatro, oito e oito estrias internas salientes, longitudinais e equidistantes. O tubete de 56 cm³ era constituído de seção quadrada e os demais de seção circular. Os dois primeiros tinham 2,60 cm de diâmetro, e os restantes 5,20 cm. Possuíam alturas de 12,6, 12,2, 13,0 e 19,0 cm de altura.

Os substratos utilizados para a produção das mudas foram: solo (classificado como podzólico vermelho amarelo) e vermiculita, na proporção volumétrica de 1:1, e casca de *Pinus* moída com vermiculita, também na proporção volumétrica de 1:1. A casca de *Pinus* foi obtida na empresa Tecnoplanta Produtos Florestais Ltda. A vermiculita utilizada foi de textura média. Os resultados da análise química dos substratos encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1: Análise química dos substratos.

Elementos	Casca de Pinus + vermiculita	Solo + vermiculita
Textura	5	4
% argila (m/V)	8	16
pH (H ₂ O) – 1:1	4,8	5,7
Índice SMP	6,9	6,8
P (mg/L)	69,5	69,5
K (mg/L)	188	188
% MO (m/V)	7,8	1,0
Al (cmol _c /L)	0,7	0,0
Ca (cmol _c /L)	1,7	7,0
Mg (cmol _c /L)	4,3	4,0

O preparo das misturas, do solo + vermiculita e casca de Pinus + vermiculita, foram enriquecidas com uma adubação química de NPK (50-20-10) na proporção de 3,80 Kg/m³ para solo + vermiculita e 4,30 Kg/m³ para casca de Pinus + vermiculita.

O desenho experimental adotado foi um bifatorial no delineamento inteiramente casualizado (STORK & LOPES, 1997), com oito tratamentos, cinco repetições e com quarenta mudas por tratamento.

Embora sendo a altura das mudas e diâmetro do colo os dois parâmetros mais importantes, conforme GOMES *et al.* (1990), CARNEIRO (1995), GONZALES *et al.* (1988), VENTURIM (1978), GONÇALVES (1995) e CHAVASSE (1977), também foi analisada massa seca da parte aérea e de raiz, de acordo com as recomendações de GOMES *et al.* (1980 e 1990) e BÖHM (1979).

As medições foram efetuadas 111 dias após a repicagem das mudas. Para a altura da parte aérea foi utilizada uma régua milimetrada, medindo-se da base do colo até o ponto apical da planta. O diâmetro do colo foi medido com um paquímetro de precisão. A massa seca da parte aérea foi obtida, cortando-se as mudas rente ao substrato, embaladas em sacos de papel, separadamente para cada repetição de todos os tratamentos. Para massa seca de raiz, procedeu-se a lavagem destas em água corrente e posteriormente embaladas em sacos de papel devidamente etiquetados. Em seguida, o material de ambos foi levado à estufa a 100°C, durante 30 horas, quando atingiu peso constante. Logo após, efetuou-se a pesagem, utilizando-se uma balança eletrônica.

Para as análises estatísticas, utilizou-se o programa computacional SOC (Software Científico) (EMBRAPA, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interpretação dos resultados obtidos para cada combinação, modelo de tubete e tipo de substrato foi feita pela análise da variância e pelo teste de Tukey, em virtude da natureza qualitativa dos fatores, modelo de tubete e tipo de substrato.

Na Tabela 2, estão representados os valores médios das mudas de *Chryptomeria japonica* (L. f.) D. Don., produzidas em diferentes recipientes e substratos.

TABELA 2: Médias de altura, diâmetro do colo, massa seca de raiz (ms raiz) e massa seca da parte aérea (ms aérea), por modelo de tubete e tipo de substrato.

Tubete	Substrato	Altura (cm)	Diâmetro do colo (mm)	ms raiz (g)	ms aérea (g)
50 cm ³	Solo + vermiculita	7,096	1,040	0,088	0,161
50 cm ³	Pinus + vermiculita	7,904	1,046	0,073	0,193
56 cm ³	Solo + vermiculita	8,948	1,206	0,133	0,260
56 cm ³	Pinus + vermiculita	7,236	1,072	0,083	0,191
120 cm ³	Solo + vermiculita	12,562	1,534	0,163	0,402
120 cm ³	Pinus + vermiculita	9,084	1,186	0,084	0,246
240 cm ³	Solo + vermiculita	13,636	1,622	0,167	0,442
240 cm ³	Pinus + vermiculita	11,492	1,350	0,118	0,350
Médias		9,490	1,250	0,113	0,280

A análise da variância foi significativa na interação em todos os parâmetros estudados (altura, diâmetro do colo, massa seca de raiz e da parte aérea), em nível de 1% de probabilidade de erro (Tabela 3).

TABELA 3: Análise da variância para altura, diâmetro do colo, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea. No corpo da tabela encontram-se os quadrados médios (QM), os graus de liberdade (GL), as médias e o coeficiente de variação em porcentagem (Cv).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Altura	Diâmetro do colo	Massa seca de raiz	Massa seca da parte aérea
Substrato	1	26,617922**	0,349690**	0,023522**	0,049921**
Tubete	3	56,270929**	0,409233**	0,006985**	0,096511**
Interação	3	8,024882**	0,061003**	0,001711**	0,015359**
Resíduo	32	1,193813	0,006876	0,000153	0,002217
Média		9,49	1,25	0,113	0,280
Cv		17,66	6,59	10,89	16,76
Fc		6,72	8,87	11,84	6,93
F ₁ % (GL, GLE)		4,46	4,46	4,46	4,46

Em que: ** significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.

Como os dois fatores são qualitativos, compararam-se as médias dos níveis do fator tubete, dentro de cada nível do fator substrato, pelo teste de Tukey (Tabelas 4).

Observa-se, pela Tabela 4, que o desenvolvimento das mudas de *Cryptomeria japonica* está diretamente relacionado com o volume do tubete. Os valores de todas as variáveis analisadas (altura, diâmetro do colo, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea) aumentam com o tamanho do tubete utilizado, independente do tipo de substrato. Com pequena diferença, não significativa,

menores alturas e menores massas secas da parte aérea, no substrato “Casca de *Pinus* + vermiculita”, foram obtidas nos tubetes de 56 cm³.

TABELA 4: Médias de altura, diâmetro do colo (d), massa seca da raiz (ms) e massa seca (ms) aérea de mudas de *Cryptomeria japonica*, em diferentes tubetes e nos distintos tipos de substratos.

Tubete	Solo + vermiculita				Casca de Pinus + vermiculita			
	vol. (cm ³)	altura (cm)	d colo (cm)	ms raiz (mg)	ms aérea (mg)	altura (cm)	d colo (cm)	ms raiz (mg)
240	13,63 a*	1,62 a*	167 a*	442 a*	11,49 a*	1,35 a	118 a	350 a
120	12,56 a	1,53 a	163 a	401 a	9,08 b	1,19 b	83 b	246 b
56	8,94 b	1,21 b	132 b	260 b	7,23 b	1,07 b	82 b	191 b
50	7,09 b	1,04 b	88 c	160 c	7,90 b	1,05 b	72 b	193 b

Em que: Nível do fator tubete, com médias não ligadas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% (*) de probabilidade de erro.

Verifica-se também que não houve diferenças significativas no desenvolvimento das mudas entre os modelos de tubetes, com volumes de 240 cm³ e 120 cm³, para o substrato “solo + vermiculita”. Já para o substrato “Casca de Pinus + vermiculita”, houve diferenças significativa no crescimento das mudas entre os dois modelos de tubetes, com melhor desenvolvimento para as mudas formadas no tubete de maior volume (240 cm³).

Dessa forma, para a produção de mudas de *Cryptomeria japonica*, em substrato “solo + vermiculita”, é aconselhável a utilização de tubetes com 120 cm³, pelo crescimento das mudas não apresentar diferenças significativas com o tubete de 240 cm³, por ser menor e, conseqüentemente, utilizar menos substrato e menor área no viveiro. Com a utilização do substrato “Casca de *Pinus* + vermiculita”, o experimento demonstrou que as melhores mudas são obtidas com o tubete de 240 cm³, que deve ser usado na produção de mudas da espécie.

Resultados semelhantes também foram encontrados por CARNEIRO (1985) e por NAPIER (1985), trabalhando com mudas de *Pinus taeda* e *Pinus patula* respectivamente, concluindo que mudas maiores são obtidas nos recipientes maiores.

CARNEIRO (1985) e BRISSETTE (1990), trabalhando, respectivamente, com *Pinus taeda* e *Pinus echinata*, concluíram que tubetes de maiores dimensões produzem mudas com maiores quantidades de raízes.

GOMES *et al.* (1980 e 1990), trabalhando com mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Tabebuia serratifolia*, *Copaifera longsdorffii* e *Piptadenia peregrina*, concluíram também que existe uma relação direta entre o tamanho do recipiente e o ganho em massa seca das mudas.

Observando a Tabela 1, da análise química dos substratos, constata-se que todos os elementos químicos essenciais para o desenvolvimento das plantas são altos, exceto o Ca para o substrato Casca de Pinus + Vermiculita. O baixo teor de Ca nesse substrato, que tem como conseqüência um pH mais baixo, provavelmente foi o que causou um menor crescimento das mudas nele produzidas, embora apresente maior percentagem de matéria orgânica.

Por esse motivo, o substrato solo + vermiculita disponibilizou maior quantidade de nutrientes, o que resultou num maior desenvolvimento das mudas, apesar de apresentar baixa % de matéria orgânica. Por isso, foi o substrato que, interado com os recipientes, apresentou melhores resultados.

No entanto, as mudas, produzidas em substrato de casca de *Pinus* + vermiculita, foram mais fáceis de retirar dos recipientes. Essa vantagem se reflete em menor tempo da retirada da muda do recipiente e menores danos físicos do sistema radicular, o que concorda com os resultados encontrados por FERNANDES *et al.* (1983) e BRISSETTE (1990), em mudas de *Eucalyptus saligna* e *Pinus taeda*, respectivamente.

CONCLUSÕES

Com base na análise e discussão dos resultados, chegou-se às seguintes conclusões:

- a) Tamanho dos tubetes e tipos de substratos afetam o crescimento das mudas de *Cryptomeria japonica*;
- b) mudas de *Cryptomeria japonica*, desenvolvem melhor em recipientes maiores, independente do substrato utilizado;
- c) para o substrato solo + vermiculita, o melhor recipiente para a produção de *Cryptomeria japonica*, considerando-se a qualidade das mudas e o aspecto econômico é o de 5,2 cm de diâmetro por 13 cm de altura (120 cm³);
- d) com a correção do pH, o substrato casca de *Pinus* + vermiculita pode ser usado na produção de mudas dessa espécie, embora tenha apresentado crescimento menor, pelas facilidades de retirada das mudas do recipiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S.T.; SHIMIZU, J.Y.; HIGA,R, C.V. **Teste de procedência de *Cryptomeria japonica* em três regiões do Estado do Paraná**. Curitiba: Embrapa, 1984. 5 p. (Relatório de Atividades, Projeto n.40).
- BACKES, M. A. **Composto do lixo urbano como substrato para plantas ornamentais**. 1989. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BALL, J. B. Recipientes plásticos y enrollamiento de raíces. **Unasyuva**, v.111, n.28, p.5-27, 1976.
- BARROS, N.F.; BRANDI, R.M.; COUTO, L. *et al.* Efeitos de recipientes na sobrevivência e crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, no viveiro e no campo. **Árvore**, Viçosa, v.2, n.2, p.141- 151, 1978.

- BÖHM, W. **Methods of study root systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1979. 188 p.
- BOON, J.; NIERS, H. Use of bark and of sod on cuttings from moorland vegetation in potting mixtures. **Acta Horticulturae**, v.172, p.55-65, 1985.
- BRISSETTE, J.C. Development and function of the roots systems of southern pine nursery stock. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1991, Biloxi. **Anais...** New Orleans, 1990. p.67-81.
- CAMPINHOS, J. E.; IKEMORI, Y. Nova técnica para produção de mudas de essências florestais. **IPEF**, Piracicaba, n.23, p.47-52, 1983.
- CAMPINHOS, J.E.; IKEMORI, Y.K.; MARTINS, F.C.G. Determinação do meio de crescimento mais adequado à formação de mudas de *Eucalyptus* spp. (estacas e sementes) e *Pinus* spp. (sementes) em recipientes plásticos rígidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1984. p.350-358.
- CARNEIRO, J.G.A. **Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfo-fisiológicos de mudas de *Pinus taeda* L. em viveiro e após o plantio**. Curitiba: UFPR, 1985. 140 p.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CARPANEZZI, A.; CARVALHO, P.E.R. **Zoneamento ecológico para plantios florestais do Estado de Santa Catarina**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 103 p. (EMBRAPA-CNPQ Documento 21).
- CHAVASSE, C.G.R. The significance of planting height as an indicator of subsequent seedling growth. **Journal of Forestry**, Washington, v.22, n.2, p.283-296, 1977.
- COLODETTE, J.L. Estudo das características da madeira e polpa kraft da *Cryptomeria japonica* D. Don., In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 1., 1982, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1982. p.139-155.
- COUTINHO, C.J.; CARVALHO, C.M. O uso da vermiculita na produção de mudas florestais. In: ENCONTRO NACIONAL DE REFLORESTADORES, 7., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1983. p.54-63.
- DANIEL, T.; HELMS, J.; BACKER, F. **Princípios de silvicultura**. 2. ed. México: McGraw-Hill, 1982. 492 p.
- EMBRAPA. **Software científico: sistema operacional MS-DOS e manual de codificação**. São Paulo, 1989. (1 disquete 3,5").
- FABIÃO, A.M.D. **Árvores e florestas**. Portugal: Publicações Europa - América, 1987. 228p.
- FAGUNDES, N.B.; FIALHO, A.A. Problemática de produção de mudas em essências florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.13, p 25-27, 1987.
- FERNANDES, P.S.; BAENA, E.S.; COUTINHO, C.J. *et al.* Utilização de vermiculita no plantio de

- essências florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1983, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1983. p.282-284.
- FONSECA, E.P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden em “Winstrip”**. 1988. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- GOMES, J.M.; PEREIRA, A.R.; MORAIS, E.J. Influência do tamanho da embalagem na produção de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Árvore**, Viçosa, v.9, n.1, p.16-20, 1980.
- GOMES, J.M.; COUTO, L.; BORGES, R.C.G. *et al.* Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de Ipê, Copaiba e Angico Vermelho. **Árvore**, Viçosa, v.14, n.1, p.26-34, 1990.
- GOMES, J.M.; COUTO L.; BORGES, R.C.G. *et al.* Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, Win-strip. **Árvore**, Viçosa, v.15, n.1, p. 35-42, 1991.
- GONÇALVES, J. Produção de mudas de Eucalipto e Pinus usando o sistema de tubetes. In: JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS, 10., 1995, Concordia (Argentina). **Anais...** Concordia: INTA, 1995. p.1-4.
- GONZALES R.A.; PERZ S.M.; BLANCO, J.J. *et al.* Estudio sobre el comportamiento en vivero de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* cultivado en envases de polietileno de 12 dimensiones diferentes. **Forestal Baracoa**, Cuba, v.18, n.1, p.39-51, 1988.
- HAYNES, R.J.; GOH, K.M. Evaluation of potting media for commercial nursery production of container-grown plants: IV – physical properties of a range amendment peat-based media. **Journal of Agricultural Research**, New Zeland, n.21, p.449-456, 1978.
- KÄMPF, A .N. Substratos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 1., 1992, Maringá. **Anais...** Maringá, 1992, p.36-52.
- MONIS, A .C. **Composição química e estrutura dos minerais de argila**: elementos de pedologia. São Paulo: Polígono/EDUSP, 1975. 459 p.
- NAPIER, I.A. Técnicas de vivero para la producción de coníferas en los trópicos. In: SIMPÓSIO FLORESTAS PLANTADAS NOS TRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 1985. p.36-47.
- NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de Eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: UFV, 1990. 330 p.
- PARVIAINEN, J. O desenvolvimento radicular das mudas florestais no viveiro e no local de plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981, v.2, p.111-130.
- PENNINGSFELD, F. Kultur substrate fur den Gartenbau, besonder in Deutschland: Ein Kritischer Überblick. **Plant and Soil**, The Haque, n.75, p.269-281, 1983.
- PONS, A.L. Fontes e uso de matéria orgânica. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, v.26, p.111-147,

1983.

RIVADENEIRA, R. En busca del substrato ideal. **Chile Forestal**, Santiago, v.18, p.34-36, 1995.

SHIMIDT-VOGT, H. Morpho-physiological quality of forest trees seedlings In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1984. p.366-378.

SIQUEIRA, O.J. F. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1987. 100 p.

SPURR, S.H.; BARNES, B.V. **Ecologia forestal**. México: AGT, 1982. 571 p.

STORK, L.; LOPES, S.J. **Experimentação II**. Santa Maria: UFSM/ CCR, Departamento de Fitotecnia, 1997. 197 p.

VENTURIM, N. Efeitos de recipientes no desenvolvimento de mudas de *Eucaliptus grandis* W. Hill ex Maiden. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1978, Manaus. **Anais...** Manaus: IBDF, 1978. p.357-358.

VERDONOK, O.; VLEESCHAUWE, D.; DEBOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.126, p.251-258, 1981.

VERDONOK, O. Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.150, p.467-473, 1984.

WALLER, P.L.; WILSON, F.N. Evaluation of growing media for consumer use. **Acta Horticulturae**, Wagening, n.150, p.51-58, 1984.