



**FRANCIELLE CORRÊA NERI**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DENSIDADES DE  
PRODUÇÃO NA QUALIDADE DE MUDAS DE *Pinus taeda* EM  
VIVEIRO DE RAIZ NUA**

**LAVRAS-MG  
2019**

**FRANCIELLE CORRÊA NERI**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DENSIDADES DE PRODUÇÃO NA QUALIDADE  
DE MUDAS DE *Pinus taeda* EM VIVEIRO DE RAIZ NUA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2019**

**FRANCIELLE CORRÊA NERI**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DENSIDADES DE PRODUÇÃO NA QUALIDADE  
DE MUDAS DE *Pinus taeda* EM VIVEIRO DE RAIZ NUA**

**INFLUENCE OF DIFFERENT PRODUCTION DENSITIES ON THE QUALITY OF  
*Pinus taeda* SEEDLINGS IN A BARE ROOT NURSERY**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 18 de JUNHO de 2019  
Dr. LUCAS AMARAL DE MELO UFLA  
HELEN MICHELS DACOREGIO KLABIN S.A  
BRUNA TALITA MARMIT BORTOLAS KLABIN S.A

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2019**

## RESUMO

O aumento do consumo de matéria prima de origem florestal fez com que a demanda por florestas plantadas sofresse um elevado incremento. Para atender a essa demanda, há a necessidade de instalação de novos povoamentos florestais em que a qualidade das mudas utilizadas representa um importante papel no estabelecimento das florestas. Assim, este trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes densidades de produção na qualidade de mudas de *Pinus taeda* em viveiro de raiz nua. Para tanto, conduziu-se o estudo em um viveiro de produção de mudas no estado de Santa Catarina. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três densidade diferentes (121 a 148, 149 a 171 e 172 a 205 mudas por m<sup>2</sup> de canteiro), em 6 repetições. Avaliou-se mudas de *Pinus taeda* cinco meses após a semeadura, por meio da quantificação da altura da parte aérea (H), diâmetro de coleto (DC), peso de massa seca da parte aérea (MSPA), peso de massa seca radicular (MSR) e peso de massa seca total (MST). Além disso, calculou-se os seguintes índices: relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), relação altura da parte aérea e o peso massa seca da parte aérea (H/MSPA), relação peso de massa seca da parte aérea e peso de massa seca radicular (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Os dados foram submetidos à análise de variância e comparou-se as médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o *software* SISVAR. A densidade de produção das mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua não influenciou de forma significativa todos os parâmetros analisados, sendo que os números de plantas/m<sup>2</sup> observados foram baixos, quando comparados a dados da literatura com a mesma espécie e para o mesmo sistema de produção.

**Palavras-chave:** Produção de mudas. Qualidade de mudas. Densidade de produção. Parâmetros morfológicos. Produção florestal.

## ABSTRACT

The increase in of forest originated raw-material consumption has caused the demand for planted forests to rise. To meet this demand it is necessary to install new forest plantings in which the quality of the seedlings used represents an important role in the establishments of forests. The objective of this work was to evaluate the influence of different production densities on the quality of *Pinus taeda* seedlings in a bare root nursery. This work aimed to evaluate the influence of different production densities on the quality of *Pinus taeda* seedlings in a bare root nursery. Therefore, the study was conducted in a seedling nursery in the state of Santa Catarina. The experimental design was the completely randomized design with three different densities (121 to 148, 149 to 171 and 172 to 205 seedlings per m<sup>2</sup> of plot), in 6 replicates. Five months after sowing of *Pinus taeda* were evaluated by quantification of shoot height (H), collection diameter (DC), dry shoot mass (MSPA), dry mass (RSD) and mass total dry matter (MST). In addition, the following indexes were calculated: shoot height and shoot diameter (H / DC), shoot height and shoot dry mass ratio (H / MSPA), shoot dry mass ratio and mass root dry matter (MSPA / MSR) and Dickson quality index (IQD). The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% error probability using the SISVAR software. The production density of *Pinus taeda* seedlings produced in bare root did not significantly influence all analyzed parameters, and the observed plant / m<sup>2</sup> numbers were low, when compared to data from the literature with the same species and for the same system of production.

**Keywords:** Seedlings production. Quality of seedlings. Density of production. Morphological parameters. Forest production.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	8
<b>2.1. Produção de mudas para florestas de plantios comerciais</b> .....	8
<b>2.2. Qualidade na produção de mudas florestais</b> .....	9
<b>2.3. Influência da densidade de plantas na qualidade de mudas</b> .....	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	19
<b>4.1. Altura da parte aérea</b> .....	19
<b>4.2. Diâmetro de coleto</b> .....	20
<b>4.3. Peso de massa seca da parte aérea</b> .....	21
<b>4.4. Peso de massa seca da raiz</b> .....	22
<b>4.5. Peso de massa seca total</b> .....	22
<b>4.6. Relação H/DC</b> .....	23
<b>4.7. Relação H/MSPA</b> .....	24
<b>4.8. Relação MSPA/MSR</b> .....	24
<b>4.9. Índice de qualidade de Dickson</b> .....	24
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	27
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28

## 1. INTRODUÇÃO

Originário do Hemisfério Norte, o *Pinus taeda* encontrou, na região sul do Brasil, condições ambientais favoráveis, que permitiram desenvolvimento superior ao de origem (JUSTEN; ANTÔNIO, 2008). Devido a isso, ele é utilizado por diversas empresas em plantios comerciais, principalmente para a produção de papel. No Brasil, a implantação comercial de povoamentos dessa espécie é realizada, predominantemente, através de mudas produzidas em tubetes de plástico rígido.

Entretanto, um dos problemas detectados nas mudas produzidas em recipientes de paredes rígidas são as deformações radiculares, acentuadas pelo pequeno volume de substrato que comportam. Essas deformações tendem a continuar após a fase de viveiro, destacando a importância de priorizar metodologias de produção de mudas que não provoquem deformações em suas raízes (MATTEI, 1993).

Dentre essas metodologias alternativas, a produção em raiz nua ainda é uma opção viável nos locais favoráveis às suas necessidades. Segundo Schorn e Formento (2003), quando o processo de produção em raiz nua é realizado de forma adequada, ele traz vantagens se comparado ao processo de produção em recipientes, tais como: produção mecanizada, custo reduzido e desenvolvimento radicular sem restrições.

Independente da metodologia de produção, o sucesso na implantação dos plantios florestais começa com a qualidade das mudas, que deve ser garantida durante todas as etapas de produção. Davide e Faria (2008) reforçam que muita atenção deve ser dada para a fase de viveiro, onde a aplicação das técnicas adequadas pode ser o diferencial na formação de mudas de boa qualidade. Nesta fase, estudos de parâmetros morfológicos de mudas florestais são fundamentais, uma vez que, depois do plantio, os atributos necessários para a sobrevivência e o bom desempenho inicial retratam a sua qualidade (GOMES et al., 2002; SAIDELLES et al., 2009).

Além disso, outra vantagem de se verificar a qualidade das mudas a serem implantadas é que, entre outros fatores, mudas melhores apresentam maior capacidade de adaptação às condições de campo. Isso favorecerá o sucesso da implantação de povoamentos florestais, a menor mortalidade das mudas e, conseqüentemente, a menor necessidade de replantio, que é uma prática cara (CRUZ et al., 2012; FREITAS et al., 2012; ROSA et al., 2009; TRAZZI et al., 2013).

O padrão de qualidade das mudas produzidas varia de acordo com a espécie e, para uma mesma espécie, entre diferentes sítios (CARNEIRO, 1995). Uma muda considerada de alto padrão de qualidade deve condizer de forma eficaz às novas tecnologias adotadas, suportar as adversidades do meio, apresentar altos percentuais de sobrevivência no campo, possibilitar a diminuição da frequência dos tratos culturais do povoamento recém implantado e produzir árvores com volume e qualidade desejáveis (NOVAES, 1998). São vários os fatores que afetam a qualidade de mudas, como o potencial genético, nutrição, controle fitossanitário, clima, substrato, luz, temperatura, recipiente, aclimação, água, fertilização, densidade, dentre outros (DAVIDE; FARIA, 2008).

Dentre os fatores que afetam a qualidade das mudas, a densidade de produção tem um papel de destaque, visto que pode alterar a relação entre parte aérea e as raízes, afetando o desempenho da muda no campo após o plantio (CANNEL, 1985; MEXAL; LANDIS, 1990). Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes densidades de produção na qualidade de mudas de *Pinus taeda* em viveiro de raiz nua.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Produção de mudas para florestas de plantios comerciais

A produção de mudas é uma das etapas fundamentais no processo de implantação de uma floresta e poderá ser determinante para o sucesso do empreendimento florestal. As técnicas utilizadas durante a produção das mudas devem atender às necessidades do viveirista, levando-se em consideração a disponibilidade e a localização da área, o grau de tecnologia e os recursos financeiros disponíveis (FERRARI; SHIMIZU, 2005). Segundo Carneiro (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.

A busca por mudas de melhor qualidade tem por finalidade reduzir os custos, tanto das operações do viveiro, quanto durante e após o plantio. Estes custos podem ser reduzidos quando se alcança altos percentuais de sobrevivência das mudas, pois não haverá necessidade de replantio e, conseqüentemente, custos extras no viveiro e de replantio não existirão. Porém, o aumento da sobrevivência das mudas no campo é influenciado pelo modo como as mudas são produzidas no viveiro (CONSTANTINO, 2009). De acordo com Freitag (2007), fatores como quantidade de água, luminosidade, temperatura e umidade são, muitas vezes, determinantes para o desenvolvimento satisfatório no viveiro e no campo.

De acordo com Constantino (2009), existem basicamente dois sistemas de produção de mudas de espécies comerciais, o sistema de produção em raiz nua e o sistema de produção em recipientes. Segundo definição do mesmo autor, o sistema de mudas produzidas em raiz nua é aquele em que, no momento do plantio, as mudas não possuem proteção do seu sistema radicular. No Brasil, esse sistema se restringe a poucas regiões e, por isso, essa técnica não é bem difundida. No sul do país, o sistema de produção em raiz nua pode ser encontrado com mais frequência onde as condições climáticas são mais favoráveis, principalmente para o pinus (SCHORN; FORMENTO, 2003).

A produção de mudas em raiz nua é, em geral, mais simples e mais barata. Além disso, permite a utilização de operações mecanizadas no viveiro, dispensa o uso de invólucros e terra, economiza em manuseio e transporte e facilita a mecanização de todo o plantio no campo. Entretanto, esse sistema é limitado às condições climáticas sub-tropicais, de inverno chuvoso, e voltado para as espécies mais rústicas, como pinus, mais capazes de sobreviver sob as condições adversas do campo (SIMÕES, 1987).

No sistema de produção em raiz nua, as mudas são produzidas no solo do viveiro, portanto, a área do local onde serão instalados os canteiros deve ser preparada a fim de melhorar as propriedades físicas do solo. Por isso, deve-se arar e gradear até uma profundidade de pelo menos 0,25 m. O emprego de enxada rotativa é, na maioria das vezes, indispensável para se destorroar os torrões maiores. Neste período, também se efetua a correção da acidez do solo e a aplicação de adubos, antecedidas de uma análise do solo. O fertilizante, bem como a matéria orgânica, são aplicados a lanço sobre toda a área do viveiro e incorporados por ocasião da aração e gradagem (SCHORN; FORMENTO, 2003).

Devido às limitações inerentes ao sistema de produção por raiz nua, o sistema de produção de mudas em recipientes é, sem dúvida, o mais utilizado atualmente para espécies lenhosas (EMBRAPA, 2002). Segundo Carneiro (1995), as principais funções do recipiente são: conter substrato que permita o crescimento e nutrição das mudas; promover adequada formação do sistema radicular e proteger as raízes de danos mecânicos e da desidratação; e contribuir para a máxima sobrevivência e crescimento inicial no campo. Ainda, segundo o mesmo autor, os recipientes devem apresentar dimensões uniformes; ser facilmente manuseáveis no viveiro, no transporte e no plantio; e possibilitar a mecanização das operações de enchimento, semeadura no viveiro e plantio no campo.

Os tubetes e os sacos de plásticos são os recipientes mais recomendados (FERRAZ; ENGEL, 2011). Os tubetes apresentam vantagens em relação aos sacos plásticos pela facilidade das operações e, com isso, menor quantidade de mão de obra. Assim, permitem a mecanização, a ocupação de menor área do viveiro e a redução dos custos de transporte das mudas para o campo (HAHN et al., 2006). Além disso, os tubetes proporcionam o melhor direcionamento das raízes, bem como maior proporção destas em relação à parte aérea. Por outro lado, o menor volume de substrato, associado ao pequeno porte destes recipientes, acarreta, geralmente, maior necessidade de replantio e de irrigação em campo (JOSÉ et al., 2005).

## **2.2. Qualidade na produção de mudas florestais**

O êxito de florestas de alta produção depende do padrão de qualidade das mudas produzidas (FONSECA; RODRIGUES, 2000). Através da avaliação da qualidade das mudas, é possível verificar, por meio de características morfológicas ou fisiológicas, se a muda terá condições de sobreviver e se desenvolver após o plantio em campo. No processo de produção de mudas, a verificação da qualidade deve ser baseada em características que determinam as

suas reais qualidades. Isso porque a variação destas características é grande, pois depende de fatores genéticos e dos tratos silviculturais utilizados no processo de produção (DAVIDE; FARIA, 2008).

Mudas de boa qualidade apresentam maior potencial de sobrevivência e de crescimento após o plantio, dispensando, muitas vezes, o replantio e reduzindo a demanda por tratos culturais. Uma muda de boa qualidade deve ser vigorosa, com folhas de tamanho e coloração típica da espécie e em bom estado fitossanitário e nutricional (CRUZ; PAIVA; GUERREIRO, 2006). O padrão de qualidade de mudas varia entre espécies, sendo que o objetivo é alcançar a qualidade em que as mudas apresentem capacidade de oferecer resistência às condições adversas que podem ocorrer após o plantio (CARNEIRO, 1995).

Na determinação da qualidade das mudas, as características utilizadas baseiam-se nos aspectos morfológicos e fisiológicos (GOMES et al., 2002; STURION; ANTUNES, 2000). As características morfológicas são as mais utilizadas, uma vez que as características fisiológicas são de difícil mensuração e análise, principalmente nos viveiros florestais comerciais (GOMES, 2001). Contudo, na avaliação da qualidade das mudas, recomenda-se a utilização de várias características, uma vez que estando isoladas, não é possível avaliá-las adequadamente (CHAVES; PAIVA, 2004; FONSECA et al., 2002).

As características morfológicas são atributos determinados física e visualmente. Várias pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar a importância dessas características voltadas para prognosticar o sucesso do desempenho no campo (GOMES, 2000). Existe uma grande aderência na utilização das características morfológicas para a determinação do padrão de qualidade de mudas. No entanto, elas ainda são carentes de uma definição mais acertada para responder às exigências quanto à sobrevivência e ao crescimento inicial, determinadas pelas adversidades encontradas no campo após o plantio (GOMES et al., 2002).

Para a determinação da qualidade das mudas, as características morfológicas mais utilizadas são: a altura da parte aérea (H), o diâmetro de coleto (DC), a relação entre altura e diâmetro de coleto (H/DC), a relação entre a altura e a matéria seca da parte aérea (H/MSPA), relação entre matéria seca da parte aérea e a matéria seca das raízes (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IDQ) (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960).

A altura da parte aérea é de fácil mensuração e é um dos mais antigos indicadores do potencial de desempenho da muda, além de fornecer uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial no campo (CARNEIRO, 1995). Porém, muitas vezes, as mudas de maior altura não representam os melhores percentuais de sobrevivência no campo, pois podem estar estioladas. Por isso, devem ser utilizados índices de qualidade, que são relações entre os

parâmetros de crescimento (CARVALHO, 2015). De acordo com Gomes et al. (2002), os valores de altura devem ser analisados combinados com outros parâmetros, como diâmetro do coleto, peso seco e relação peso das raízes/peso da parte aérea para maior eficácia da classificação quanto à qualidade.

Um dos principais parâmetros utilizados para estimar a sobrevivência das mudas após o plantio é o diâmetro do coleto, além disso, na fase de muda, o diâmetro do coleto é um parâmetro muito importante para avaliar a rusticidade da espécie (ROSA et al., 2009). Sabe-se que mudas com baixo diâmetro do coleto apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio, ocorrendo o tombamento que pode resultar em morte ou deformações e comprometer o sucesso do plantio (CUNHA et al., 2005).

South, Zwolinski e Donald (1993), pesquisando um plantio de *Pinus taeda* de 13 anos de idade, constataram que mudas com diâmetro de coleto superiores a 4,7 mm apresentaram maior índice de sobrevivência, crescimento em altura e incremento em volume, além de demonstrar interação positiva com o percentual de sobrevivência após o plantio. Segundo os mesmos autores, mudas com 2 e 5 mm de diâmetro de coleto apresentaram, respectivamente, médias de sobrevivência de 62% e 85%, após dois meses do plantio.

Verifica-se que o diâmetro do coleto é muito influenciado pela intensidade de luz, uma vez que menores densidades nos canteiros resultam na menor taxa fotossintética e, conseqüentemente, na menor produção de fotoassimilados e reguladores de crescimento (SANTOS; COELHO; AZEVEDO, 2013). Portanto, mudas que apresentam diâmetro do coleto pequeno e alturas elevadas são consideradas de qualidade inferior àquelas mais baixas e com maior diâmetro do coleto (CUNHA et al., 2005).

A relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto foi caracterizada por Carneiro (1985) como o equilíbrio de desenvolvimento das mudas no viveiro, uma vez que conjuga duas características em apenas um só índice, resultando em um valor absoluto, sem exprimir qualquer tipo de unidade. Essa relação é uma variável indicada para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura à planta maior resistência e melhor fixação das raízes no solo (STURION; ANTUNES, 2000).

Moreira e Moreira (1996) afirmam que a relação altura da parte aérea/diâmetro de coleto é reconhecida como um dos melhores indicadores do padrão de qualidade das mudas; sendo em geral, de acordo com Daniel et al. (1997), o mais indicado para determinar a capacidade de sobrevivência de mudas no campo. Quanto menor for o valor obtido, maior será a capacidade da muda sobreviver e se estabelecer no campo (FERRAZ; ENGEL, 2011). Segundo Carneiro (1995), o valor dessa relação para *Pinus taeda* deve estar entre 5,4 e 8,1.

Além de fornecer informações mais precisas quanto à qualidade das mudas, a conjugação das medidas de altura da parte aérea e diâmetro de coleto deve ser levada em consideração para a classificação da qualidade das mudas, devido à facilidade operacional destas medições. Ainda como vantagem, a avaliação de qualidade das mudas empregando esta característica pode ser realizada durante o período de produção, visando acompanhar o seu desenvolvimento, sendo uma das mais importantes características para estimar o crescimento das mudas após o plantio (CARNEIRO, 1995).

O peso de massa seca é bastante variável entre espécies, sendo na avaliação da qualidade de mudas, um dos parâmetros que define a habilidade de sobrevivência após o plantio (CARVALHO, 2015). O peso de massa seca total da muda é resultado da capacidade fotossintética e da quantidade de nutrientes minerais absorvidos (LOPES et al., 2013). Quanto maior o número de raízes novas, maior o contato com o solo e melhor será a aquisição de nutrientes e água, e, conseqüentemente, maior será o peso de massa seca das raízes (AZEVEDO et al., 2010). Entretanto, a determinação do peso de massa seca apresenta a desvantagem de ser um método destrutivo (CARVALHO, 2015).

A relação entre altura e o peso de massa seca da parte aérea indica quanto lignificada está a muda, então, menores valores para a relação altura/peso de massa seca da parte aérea representam maiores chances de sobrevivência no campo (GOMES et al., 2005).

A relação entre matéria seca da parte aérea e radicular expressa o potencial do equilíbrio entre a transpiração e a absorção de água na planta (THOMPSON, 1985). Parviainen (1981) salientou que essa relação pode ser considerada como um índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas. Essa relação é importante para o funcionamento dos processos fisiológicos e o desenvolvimento das plantas. A parte aérea fornece carboidratos, hormônios e nutrientes orgânicos para as raízes e estas fornecem água, nutrientes e hormônios para a parte aérea (GLINSKI; LIPIEC, 1990).

Lotes de plantas com valores elevados da relação mencionada acima podem sofrer estresse hídrico, se novas raízes não tiverem sido formadas ou se o solo estiver demasiadamente seco. Portanto, em regiões predispostas à seca, é ideal utilizar lotes de mudas que apresentam valores baixos desse índice para garantir maior sobrevivência e crescimento (VILLAR-SALVADOR; PUERTOLAS; PENUELAS, 2009).

Através da síntese dos resultados dessas variáveis morfológicas citadas anteriormente, calcula-se o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960). O IQD considera a robustez e o equilíbrio de distribuição de biomassa da muda e, por isso, tem sido muito utilizado como indicador da qualidade de mudas florestais (SANTOS; COELHO;

AZEVEDO, 2013). De acordo com Bircler et al., (1998) e Hunt (1990), o valor de IQD deve ser maior que 0,2.

Porém, vários estudos mostram que o IQD é um parâmetro variável, ocorrendo diferenças em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, no tipo e na proporção do substrato, do volume do recipiente e da idade em que a muda foi avaliada (GASPARIN, 2012). Entretanto, independente da espécie, quanto maior esse valor, melhor será o padrão de qualidade de mudas (GOMES; PAIVA, 2011). O IQD é obtido por meio de uma fórmula balanceada que inclui as relações das características morfológicas, como matéria seca da parte aérea, a matéria seca das raízes, a altura da parte aérea e o diâmetro de coleto (GOMES; PAIVA, 2004).

### **2.3. Influência da densidade de plantas na qualidade de mudas**

A densidade de plantas por área expressa a intensidade de competição entre as mudas, na busca de espaço para o seu desenvolvimento, condicionando-as à capacidade de melhor aproveitamento de luz, água e nutrientes (NOVAES, 1998). Segundo Cannel, Mexal e Landis (1990), o espaçamento entre plantas desempenha papel crucial no crescimento da muda como um todo, alterando a relação entre a parte aérea e as raízes, afetando o desempenho no campo após o plantio.

As mudas competem por recursos necessários ao seu crescimento e desenvolvimento, principalmente luz, água e nutrientes. A área disponível para o crescimento da muda afeta o seu potencial de crescimento. Mudas produzidas em altas densidades tendem ao estiolamento, ou seja, serão mais altas e com menores diâmetros de coleto, o que representa perda de qualidade, com prováveis perdas no campo (DAVIDE; FARIA, 2008).

O espaçamento ideal, entre outros fatores, depende da espécie e das condições do sítio. Durante o período de produção de mudas, deve-se procurar a densidade com uma máxima quantidade de plantas por m<sup>2</sup>, sem prejuízo da qualidade morfológica das mudas, visando ao plantio e que tenha menor custo de produção (BICHER et al., 1998).

Em estudo com *Pinus taeda*, Bernet (1983) verificou que mudas oriundas de menores densidades apresentaram menores médias de altura, porém com maiores valores de diâmetro de coleto, de massas secas das partes aéreas e radicular e melhor desempenho no campo pós plantio. Em trabalhos com mudas da mesma espécie, produzidas no sistema em raiz nua, South et al. (1990) confirmaram um maior desenvolvimento do diâmetro, pesos e características radiciais, proporcionados pelos maiores espaçamentos.

De acordo com Carneiro (2007), altas densidades de mudas em raízes nuas devem ser evitadas, uma vez que não estimulam adequadas condições de crescimento, causando efeitos negativos na qualidade das mudas. O autor ainda cita que mudas de *Pinus taeda* produzidas em raízes nuas devem ser cultivadas usando uma densidade de 278 mudas/m<sup>2</sup> para se obter mudas de alto padrão de qualidade. Simões (1987) cita valores próximos para a densidade de mudas, afirmando que, ao utilizar uma densidade de 250 mudas/m<sup>2</sup>, obtém-se 95% de mudas com boas qualidade das características morfológicas, com 98% de pegamento no campo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no viveiro da empresa Klabin S.A, localizado no município de Otacílio Costa, Santa Catarina. As coordenadas geográficas da área de estudo são: 27° 31' Latitude Sul e 50° 06' Longitude Oeste. O município se encontra a uma altitude de 884 metros acima do nível do mar. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfb, sendo um clima mesotérmico com temperatura média anual de 16° C. A pluviosidade média é de 1500 mm/ano com ocorrência de chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

As sementes de *Pinus taeda* foram procedentes de plantios da própria empresa, localizados próximos ao local do viveiro, onde também foram coletadas as acículas para cobertura dos canteiros. O substrato utilizado correspondeu ao próprio solo do viveiro, preparado através das operações de aração, gradagem, emprego de enxada rotativa, calagem e aplicação de adubação mineral e orgânica. Os valores médios referentes às análises de solo desse viveiro constam na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise do solo do local de construção dos canteiros para a produção de mudas de *Pinus taeda*, produzidas no sistema em raiz nua.

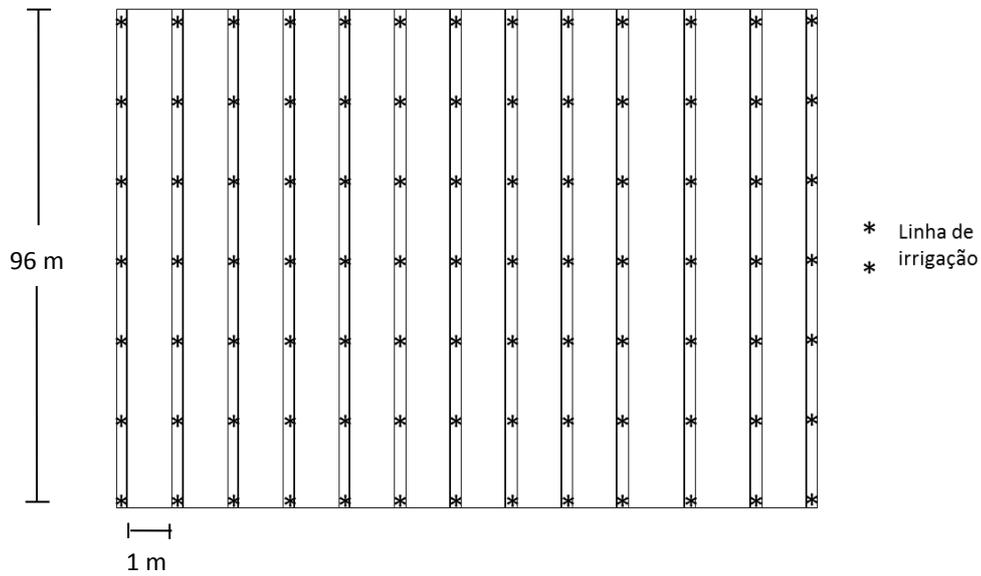
pH (H <sub>2</sub> O)	P (mg/dm <sup>3</sup> )	K	Al	Ca	Mg	H + Al (cmol/dm <sup>3</sup> )	CTC	% SAT da CTC	
								Bases	Al
4,9	25	106	2,4	3,5	1,6	15,4	20,8	26	30,8
4,9	12	87	2,6	2,7	1,3	15,4	19,7	21	38

Fonte: Da autora (2019)

A área de estudo possuía 72 canteiros de produção de mudas em sistema de raiz nua, distribuídos ao longo de 12 quadras, onde cada quadra representava seis canteiros de produção (FIGURA 1). As quadras eram limitadas por linhas de irrigação, totalizando 13 linhas de irrigação. Para este estudo, foram lançadas 18 parcelas de 1 m<sup>2</sup>, ao longo dos canteiros (FIGURA 2) em mudas com 140 dias de idade. A densidade (número de plantas/m<sup>2</sup>) foi determinada através da contagem no número de mudas existente dentro de cada parcela. O número de amostras coletadas para a avaliação do padrão de qualidade foi de 10 mudas por parcela, totalizando 180 mudas, das quais foram mensurados os seguintes parâmetros morfológicos: altura da parte aérea (H); diâmetro do coleto (DC); peso de massa fresca da parte

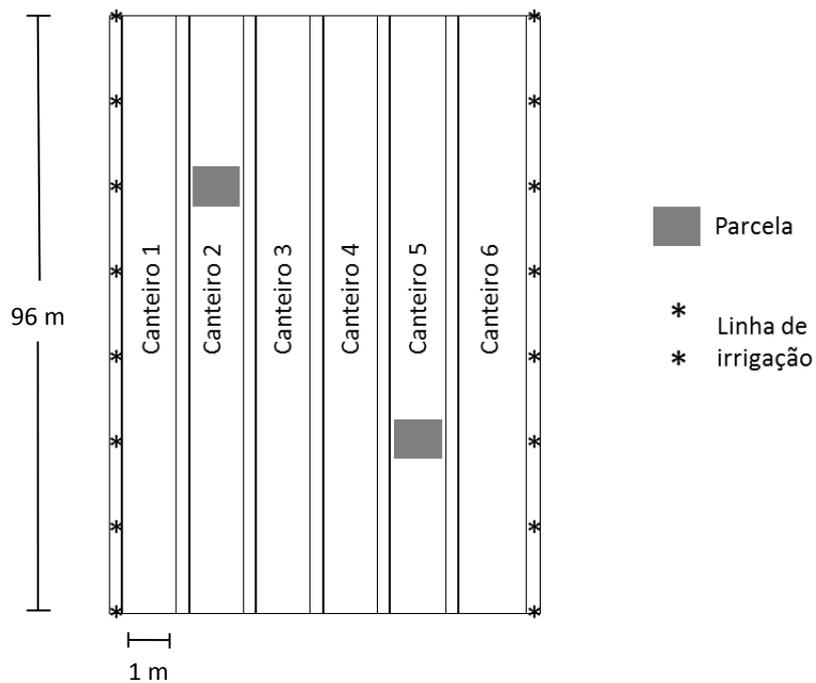
aérea (MFPA); peso de massa fresca radicular (MFR); peso de massa fresca total (MFT); peso de massa seca da parte aérea (MSPA); peso de massa seca radicular (MSR); e peso de massa seca total (MST).

Figura 1 – Esquema do local de construção dos canteiros.



Fonte: Da autora (2019)

Figura 2 – Esquema de uma quadra e a distribuição das parcelas ao longo dos canteiros.



Fonte: Da autora (2019)

A altura da parte aérea foi obtida com base no nível do solo até a gema apical, com o auxílio de régua graduada em centímetros. O diâmetro do coleto foi mensurado em milímetros, rente ao substrato, utilizando-se um paquímetro digital. Para a determinação das massas, primeiramente as mudas foram retiradas dos canteiros. Em seguida, fez-se necessária a lavagem das mudas em água corrente para a retirada de todo o resíduo de substrato. Após esse processo, as mudas foram colocadas sobre folhas de papel absorvente por um período de 24h. Depois desse período, procedeu-se à separação entre a parte aérea e as raízes com o auxílio de uma tesoura de poda e, em seguida, fez-se a pesagem das massas frescas de cada material separadamente com auxílio de balança digital.

Foram preparadas para a secagem duas embalagens de papel, uma contendo a parte aérea e outra as raízes de cada muda, que, após etiquetadas, foram colocadas para secar em estufa a 65° C, sendo retiradas depois de ter atingido peso constante. As massas secas foram determinadas após a retirada do material da estufa, de forma semelhante às massas frescas. A soma da MFPA com a MFR resultou na quantidade de massa fresca total (MFT), assim como a soma da MSPA com a MSR resultou no peso de massa seca total (MST).

Com os dados das mensurações, foram determinados os seguintes índices morfológicos: relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC); relação entre a altura da parte aérea e o peso de massa seca da parte aérea (H/MSPA); relação entre o peso de massa seca da parte aérea e o peso de massa seca radicular (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). O IQD foi da seguinte da expressão (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960):

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

Em que:

IQD: índice de qualidade de Dickson,

MST: peso de massa seca total (MSPA +MSR),

H: altura da parte aérea,

DC: diâmetro do coleto,

MSPA: peso de massa seca da parte aérea,

MSR: peso de massa seca do sistema radicular.

Para realizar a análise estatística, foram definidos como tratamentos os intervalos de densidades. O tratamento 1 representa parcelas com faixa de densidades entre 121 a 148 mudas por m<sup>2</sup>, o tratamento 2 representa parcelas com faixa de densidade entre 149 a 171 mudas por m<sup>2</sup> e o tratamento 3 representa parcelas com faixa de densidades entre 172 a 205 mudas por m<sup>2</sup>. Para verificar se houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para os parâmetros H, DC, MSPA, MSR, MST, MSPA/MSR e IQD, realizou-se a Análise de Variância (ANOVA) pelo delineamento inteiramente casualizado (DIC) com um nível de significância ( $\alpha$ ) de 5%. Além disso, quando necessário, verificou-se, pelo teste de Tukey, as diferenças significativas das médias entre os tratamentos que apresentaram  $p\text{-valor} < 0,05$ , rejeitando  $H_0$ . Pois, o que está sendo testado na ANOVA são as seguintes hipóteses:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \text{não há diferenças para os parâmetros entre os tratamentos} \\ H_1: \text{existe pelo menos uma diferença para os parâmetros entre os} \\ \text{tratamentos} \end{array} \right.$$

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das médias dos parâmetros morfológicos observados nos tratamentos.

Tabela 2 – Média dos parâmetros morfológicos para muda de *Pinus taeda* em sistema de produção em raiz nua, aos 140 dias de idade, em função da densidade de mudas por m<sup>2</sup>.

Tratamentos	Intervalo de densidade (plantas/m <sup>2</sup> )	H (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
1	121-148	18,02	2,59	1,12	0,15	1,27
2	149-171	20,35	2,76	1,31	0,16	1,46
3	172-205	19,42	2,64	1,20	0,14	1,34

Legenda: H=altura da parte aérea; D=diâmetro de coleto; MSPA=peso de massa seca da parte aérea; MSR=peso de massa seca da raiz e MST=peso de massa seca total.

Fonte: Da autora (2019)

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das médias dos índices morfológicos, observados nos tratamentos.

Tabela 3 – Média dos índices morfológicos para muda de *Pinus taeda* em sistema de produção em raiz nua, aos 140 dias de idade, em função da densidade de mudas por m<sup>2</sup>.

Tratamento	Intervalo de densidade (plantas/m <sup>2</sup> )	Índices morfológicos			
		H/DC	H/MSPA	MSPA/MSR	IQD
1	121-148	7,28	16,75	8,53	0,09
2	149-171	6,68	16,20	8,43	0,09
3	172-205	7,79	18,20	9,32	0,08

Legenda: H/DC = relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto; H/MSPA= relação entre a altura da parte aérea e o peso de massa seca da parte aérea; MSPA/MSR=relação entre o peso de massa seca da parte aérea e o peso de massa seca radicular e o IQD=índice de qualidade de Dickson.

Fonte: Da autora (2019)

##### 4.1. Altura da parte aérea

No parâmetro altura da parte aérea, ao realizar o teste F ao nível de 5% de significância (TABELA 4), observou-se que os tratamentos apresentam diferenças estatísticas por rejeitar a hipótese nula. Desta maneira, realizou-se o teste de média para distinguir as diferenças entre os tratamentos.

Tabela 4 – Tabela de Análise de Variância para a variável altura.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Tratamento	2	165,8333	82,91667	7,318	0,0009
Erro	177	2005,367	11,32976		
Total corrigido	179	2171,2			
CV (%)	17,47				
Média geral	19,27		Número de observações:	180	

Fonte: Da autora (2019)

Ao realizar o teste Tukey (TABELA 5), nota-se que o tratamento 1 possui a menor média de altura e se apresenta estatisticamente diferente do tratamento 2, porém ambos não se diferem do tratamento 3.

Tabela 5 – Tabela de teste Tukey para a variável altura.

Tratamentos	Intervalo de densidade (plantas/m <sup>2</sup> )	Médias	Resultados do teste
1	121-148	18,01667	a1
3	149-171	19,43333	a1 a2
2	172-205	20,35000	a2
DMS		1,453107	
Erro padrão		0,434544	

Médias seguidas da mesma letra e número, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Fonte: Da autora (2019)

#### 4.2. Diâmetro de coleto

O parâmetro diâmetro de coleto também apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos ao realizar o teste F ao nível de 5% de significância (TABELA 6). Desta maneira, realizou-se o teste de média para conseguir distinguir as diferenças entre os tratamentos.

Tabela 6 – Tabela de análise de variância do diâmetro de coleto.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Tratamento	2	2,31111	1,15556	4,414	0,0135
Erro	177	46,3333	0,26177		
Total corrigido	179	48,64444			
CV (%)	19,27				
Média geral	2,655556	Número de observações:			180

Fonte: Da autora (2019)

Os resultados do teste de Tukey (TABELA 7) para este parâmetro foram semelhantes ao parâmetro altura da parte aérea, sendo o tratamento 1 o que apresentou a menor média de diâmetro de coletor e se mostrou estatisticamente diferente do tratamento 2, porém ambos não se diferiram do tratamento 3.

Tabela 7 – Tabela de teste de Tukey para a variável diâmetro de coletor.

Tratamentos	Intervalo de densidade (plantas/m <sup>2</sup> )	Médias	Resultados do teste
1	121-148	2,50000	a1
3	149-171	2,70000	a1 a2
2	172-205	2,76667	a2
DMS		0,220875	
Erro padrão		0,066051	

Médias seguidas da mesma letra e número, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Fonte: Da autora (2019)

#### 4.3. Peso de massa seca da parte aérea

Pelo teste F ao nível de 5% de significância temos que os tratamentos não apresentam diferenças estatísticas por não rejeitar a hipótese nula. Ou seja, o peso de massa seca da parte aérea não é diferente para os distintos níveis de densidade. Desta maneira, não foi necessário realizar o teste de média.

Tabela 8 – Tabela de análise de variância para variável de peso de massa seca da parte aérea.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Tratamento	2	1,01111	0,505556	2,253	0,1081
Erro	177	39,716667	0,224388		
Total corrigido	179	40,727778			
CV (%)	36,24				
Média geral	1,238889		Número de observações:	180	

Fonte: Da autora (2019)

#### 4.4. Peso de massa seca da raiz

Semelhante ao peso de massa seca da parte aérea, ao realizar o teste F ao nível de 5% de significância (TABELA 9) para o parâmetro peso de massa seca da raiz, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos. Conclui-se que esse parâmetro não foi influenciado pelas diferentes densidades apresentada entre os tratamentos.

Tabela 9 – Tabela de análise de variância para a variável do peso de massa seca da raiz.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Tratamento	2	0,011111	0,005556	1	0,3699
Erro	177	0,983333	0,005556		
total corrigido	179	0,994444			
CV (%)	1341,64				
Média geral	0,005556			Número de observações:	180

Fonte: Da autora (2019)

#### 4.5. Peso de massa seca total

Na Tabela 10 podemos observar que o peso de massa seca total também não apresentou diferença estatística entre os tratamentos ao realizar o teste F ao nível de 5% de significância. Ou seja, o peso de massa seca total, assim como o peso de massa seca da parte aérea e o peso de massa seca da raiz, não foi influenciada pelas diferenças densidades de produção.

Tabela 10 – Tabela de análise de variância da variável peso de massa seca total.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Tratamento	2	1,633333	0,816667	2,839	0,0612
Erro	177	50,91667	0,287665		
total corrigido	179	52,55			
CV (%)	38,77				
Média geral	1,38333			Número de observações:	180

Fonte: Da autora (2019)

#### 4.6. Relação H/DC

Pelo teste F ao nível de 5% de significância (TABELA 11) temos que os tratamentos apresentam diferenças estatísticas para a relação H/DC. Desta maneira, realizou-se o teste de média (TABELA 12) para distinguir as diferenças entre os tratamentos.

Tabela 11 – Tabela de análise de variância para a relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Tratamento	2	33,37778	16,68889	9,634	0,0001
Erro	177	306,6	1,73222		
total corrigido	179	339,9778			
CV (%)	18,25				
Média geral	7,21111			Número de observações:	180

Fonte: Da autora (2019)

Ao realizar o teste de Tukey (TABELA 12) observamos que o tratamento 2 possui a menor média da relação e se apresenta estatisticamente diferente dos demais tratamentos. De acordo com Carneiro (1983), esse índice de qualidade de mudas é muito importante e quanto menor for seu valor, maior será a capacidade de sobrevivência e estabelecimento das mudas após seu plantio definitivo no campo.

Por ser de fácil mensuração, não destrutiva e apresentar resultados satisfatórios no auxílio da avaliação da qualidade morfológica das mudas, é interessante que a relação H/DC seja utilizada durante o processo de produção, assim é possível acompanhar o desenvolvimento da robustez da muda ao longo do crescimento.

Tabela 12 – Tabela de teste de Tukey para a relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto.

Tratamentos	Intervalo de densidade (plantas/m <sup>2</sup> )	Médias	Resultados do teste
2	121-148	6,63333	a1
1	149-171	7,33333	a2
3	172-205	7,66667	a2
DMS		0,568113	
Erro padrão		0,169911	

Médias seguidas da mesma letra e número, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Fonte: Da autora (2019)

#### 4.7. Relação H/MSPA

A Tabela 13 apresenta os resultados do teste F ao nível de 5% de significância, onde observamos que os tratamentos não apresentam diferenças estatísticas entre si. Assim, não foi necessário realizar o teste de média, pois a relação H/MSPA não se mostrou diferente entre os distintos níveis de densidade.

Tabela 13 – Tabela de análise de variância para a relação altura da parte aérea e peso de massa seca da parte aérea.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Tratamento	2	118,0111	0,029092	2,18E+00	0,116
Erro	177	4789,96667	5,90E+01		
total corrigido	179	4907,97778			
CV (%)	30,58				
Média geral	17,0111		Número de observações:	180	

Fonte: Da autora (2019)

#### 4.8. Relação MSPA/MSR

Assim, como a relação apresentada anteriormente, os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas para a relação MSPA/MSR. Ou seja, as diferentes densidades entre os tratamentos não influenciaram essa relação.

Tabela 14 – Tabela de análise de variância para a relação de peso de massa seca da parte aérea e peso de massa seca da raiz.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Tratamento	2	21,81111	10,90556	1,555	0,2141
Erro	177	1241,3	7,012994		
total corrigido	179	1263,1111			
CV (%)	30,17				
Média geral	8,77778		Número de observações:	180	

Fonte: Da autora (2019)

#### 4.9. Índice de qualidade de Dickson

Pelo teste F (TABELA 15) ao nível de 5% de significância, temos que os tratamentos apresentam diferenças estatísticas por rejeitar a hipótese nula. Desta maneira, é necessário

realizar o teste de média, porém ao realiza-lo as diferenças não foram significativas (TABELA 16). Ou seja, o índice de qualidade de Dickson não se difere para os distintos níveis de densidade.

Tabela 15 – Tabela de análise de variância para o índice de qualidade de Dickson.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Tratamento	2	0,05818	0,029092	4,55E+04	0
Erro	177	0,00011	6,40E-07		
total corrigido	179	0,058299			
CV (%)	0				
Média geral	0		Número de observações:		180

Fonte: Da autora (2019)

Tabela 16 – Tabela de teste de Tukey para o índice de qualidade de Dickson.

Tratamentos	Intervalo de densidade (plantas/m <sup>2</sup> )	Médias	Resultados do teste
3	121-148	0,07896	a1
2	149-171	0,09361	a1
1	172-205	0,09486	a1
DMS		0	
Erro padrão		0	

Fonte: Da autora (2019)

A avaliação da qualidade morfológica das mudas realizada neste estudo foi importante, visto que reuniu informações de 180 mudas coletadas em amostras nos canteiros, gerando um estudo representativo das condições da produção no momento realizado. Esse banco de dados possibilitou afirmar que a variação dos parâmetros morfológicos, relacionados à qualidade de mudas das amostras avaliadas, nem sempre são influenciados pela densidade de produção.

Os resultados apresentados possibilitam afirmar que a variação dos parâmetros morfológicos observados se deve ao conjunto de fatores utilizados no processo produtivo das mudas no viveiro, dentre eles, está a densidade. Os resultados evidenciam que existe oportunidades de melhorias dentro do processo produtivo, uma vez que a homogeneidade é um parâmetro importante durante a produção de mudas para os plantios comerciais e, além disso, é parâmetro de avaliação de qualidade de mudas pela empresa em estudo.

Carneiro (1995), estudando mudas de *Pinus taeda*, produzidas em sistema de raiz nua, observou que as plantas produzidas em densidade de 278 plantas/m<sup>2</sup> apresentaram melhores características morfológicas, se comparadas às plantas produzidas em maiores densidades. O

estudo do mesmo autor mostra que menores densidades de produção oferecem melhores resultados das características morfológicas das plantas.

Observando os resultados das densidades de produção analisadas, podemos concluir que os tratamentos apresentaram baixas densidades se comparadas ao trabalho de Carneiro (1995) e que as diferenças entre eles nem sempre foram significativas para os parâmetros analisados. Desta forma, é importante salientar que, em produção de mudas para plantios comerciais, o melhor aproveitamento da área do viveiro deve ser levado em consideração, uma vez que isso influenciará nos lucros do empreendimento. Portanto, a densidade de produção de mudas deve ser a máxima até o ponto em que não influencie negativamente na qualidade das plantas.

## 5. CONCLUSÕES

A densidade de produção das mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua não influenciou de forma significativa todos os parâmetros analisados. Isso mostra que a variação dos parâmetros se deve, principalmente, a outros fatores do processo de produção que ainda precisam ser avaliados. Além disso, os números de plantas/m<sup>2</sup> observados nos tratamentos foram baixos, comparados a estudos anteriores com a mesma espécie para o mesmo sistema de produção.

É importante que se realize um acompanhamento da sobrevivência destas mudas após o plantio para monitorar seu desempenho no campo. Além da necessidade em realizar estudos para identificar outros possíveis fatores de influência da qualidade das mudas ao longo da produção.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, I. M. G. et al. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. x-y, 2010.
- BARNETT, J. P. Relating seedling morphology and physiology of containerized-grown southern pines to field success. Separata de: CONVENTION OF THE SOCIETY OF AMERICAN FORESTERS (1983: Portland). **Proceedings**. New Orleans: USDA. For. Serv. Southern Forest Experiment Station., 1983. p. 405-409.
- BIRCHLER, T. 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.
- CANNEL, M. G. R. Physiology of southern pine seedlings. In: SOUTH, D. B. (Ed.) INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES. Alabama. **Proceedings**... Alabama: Auburn University/IUFRO, 1985. p. 251-289.
- CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; SOARES, L. M. S. Crescimento de mudas em raiz nua de *Pinus taeda*, L., sob cinco espaçamentos no viveiro e seu desempenho no campo. **R. Bras. Agrobiologia**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 305-310, jul./set. 2007.
- CARNEIRO, J. G. A. **Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de *Pinus taeda* L. em viveiros e após o plantio**. Curitiba: UFPR, 1985, 140 p.
- CARNEIRO, J. G. A. Growth of bare root *Pinus taeda* L., seedlings cultivated under five densities in nursery. **Scientia Agricola** (Piracicaba, Brazil), v. 64, n. 1, p. 23-29, jan./feb., 2007.
- CARNEIRO, J. G. A. **Métodos de produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR.- Universidade Federal do Paraná/FUPEF-Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Campos dos Goytacazes: UENF-Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1995. 451 p.
- CARVALHO, J. A. **Riqueza, divergência genética e padrão de qualidade morfológica de mudas de espécies florestais nativas produzidas em Minas Gerais**. 2015. 243 p. : il. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
- CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad) Irwin et Bara), **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, jun. 2004.
- CONSTANTINO, V. **Efeitos de métodos de produção de mudas e queipes de plantadores na arquitetura do sistema radicular e no crescimento de *Pinus taeda* Linnaeus**. Curitiba: UFPR, 2009.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERREIRO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito de macronutrientes sobre o crescimento e qualidade de mudas de canafístula cultivadas em latossolo vermelho- amarelo distrófico. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 983-995, 2012.

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.

DANIEL, O. et al. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2. p. 163-168, 1997.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2008. p. 83-124.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.

FERRARI, M. P.; SHIMIZU, J. Y. **Produção de mudas**: cultivo do pinus. Versão eletrônica. nov. 2005.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysostricha* (Mart. ex DC.) Sandl.) e guarucaia (*Paraptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 413-423, 2011.

FREITAG, A. S. **Frequência de irrigação para *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* em viveiro**. 60 p., Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS. 2007.

FREITAS, G. A. et al. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 3, n. 3, p. 5-12, Aug. 2012.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FONSECA, R.; RODRIGUES, R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 27-43, jun. 2000.

GASPARIN, E. **Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan**. 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

GLINSKI, J.; LIPIEC, J. **Soil physical conditions and plant roots**. Florida: CRC, 1990. 250 p.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 116 p.

HAHN, C. M. et al. **Recuperação florestal: da semente à muda**. São Paulo, SP: Secretaria do Meio Ambiente para a Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo, 2006. 144 p.

HUNT, G. A. Effect of stryrblock design and Cooper treatment on morphologhogy of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Rosenberg. **Proceedings...**Fort Collins: USDA, 1990. p. 218-222.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

JUSTEN, R.; ANTÔNIO, M. G. **A cadeia produtiva do pinus no RS, situação atual, ações e perspectivas**. Associação Gaúcha de Empresas Florestais (AGEFLOR) 09/09/2008.

LOPES, J. L. W. et al. Influência dos fatores bióticos e abióticos na sobrevivência de eucalipto em função do solo e do manejo de viveiro. **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 2, p. 29-38, 2013.

MATTEI, V. L., Deformações radiculares em plantas de *Pinus taeda* L. produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por semeadura direta. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 9-21, 1994.

MEXAL, J. G.; LANDIS, T. D. Target seedlings concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM: MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERIES ASSOCIATION, 1990, Oregon. Proceedings Oregon: USDA, 1990. p. 17-37.

MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. Característica de germinação de espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 26, n. 1/2, p. 3-16, 1996.

NOVAES, A. B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. Curitiba: UFPR, 1998.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: **SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS**. (1:1981: Curitiba). 1º Seminário de Sementes e Viveiros Florestais. Curitiba: FUPEF, p. 59-90, 1981.

- ROSA, L. S. et al. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 52, n. 1, p. 87-98, jul./dez. 2009.
- SAIDELLES, F. L. F. et al. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, n. 30, p. 1173-1186, nov. 2009.
- SANTOS, L. W. et al. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 151-158, 2013.
- SIMÕES, J. W. Problemática da produção de mudas em essências Florestais. **Série Técnica – IPEF**, Piracicaba v. 4, n. 13, p. 1 – 29, dez. 1987.
- SOUTH, D. B. ZWOLINSKI, J. B. DONALD, D. G. M. Iterations among seedling diameter grade, weed control and soil cultivation for *Pinus radiata* in South Africa. **Can. J. Res.**, Ottawa, v. 23, p. 2078-2082, 1993.
- SOUTH, D. B. et al. Seed spacing and seedling biomass: Effect on root growth potential of loblolly pine (*Pinus taeda*). **New Forests**, Dordrecht, v.4, p. 179-192, 1990
- STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Brasília: EMBRAPA, 2000, p. 125-150.
- TRAZZI, P. A. et al. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 401-409, 2013.
- THOMPSON, E. Seedling morphological evaluation - what you can tell by looking. In: **EVALUATION SEEDLING QUALITY: PRINCIPLES PROCIEDURES AND PREDICTIVE ABILITIES OF MAJOR TESTS**, 1984, Corvallis.
- VILLAR-SALVADOR, P.; PUERTOLAS, J.; PENUELAS, J. Assessing morphological and physiological plant quality for Mediterranean woodland restoration projects. In BAUTISTA, S.; ARONSON, J.; VALLEJO, V. R. (ed). **Control and project evolution**. Valencia: CEAM, 2009. p. 103-120.