

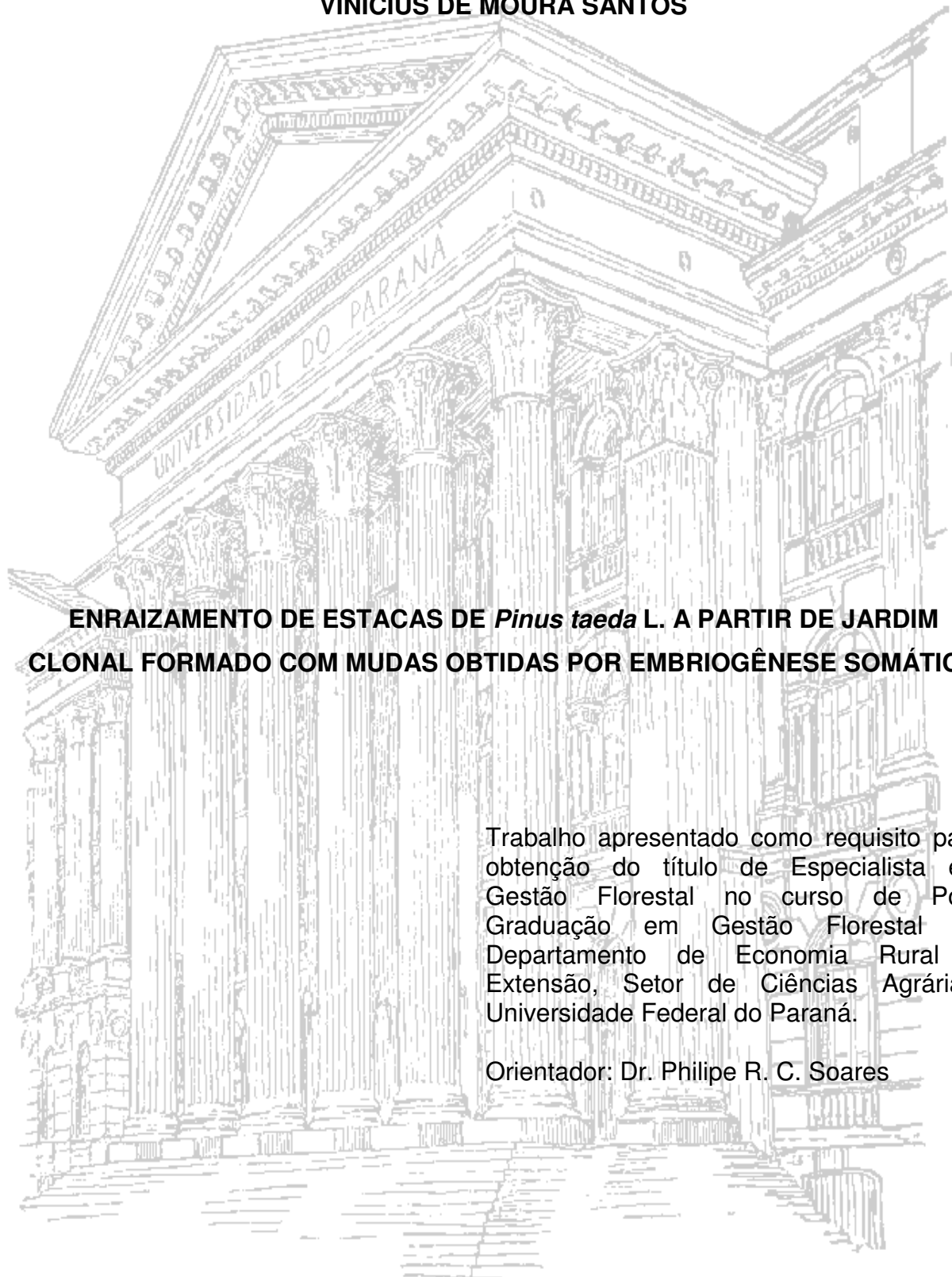
**VINICIUS DE MOURA SANTOS**

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Pinus taeda* L. A PARTIR DE JARDIM  
CLONAL FORMADO COM MUDAS OBTIDAS POR EMBRIOGÊNESE SOMÁTICA**

**CURITIBA**

**2014**

**VINICIUS DE MOURA SANTOS**



**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Pinus taeda* L. A PARTIR DE JARDIM  
CLONAL FORMADO COM MUDAS OBTIDAS POR EMBRIOGÊNESE SOMÁTICA**

Trabalho apresentado como requisito para obtenção do título de Especialista em Gestão Florestal no curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal do Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Philipe R. C. Soares

**CURITIBA**

**2014**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	iii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	iv
<b>RESUMO</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	13
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	16
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	19
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	20

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE <i>Pinus taeda</i> APÓS 75 DIAS EM CASA DE VEGETAÇÃO .....	15
QUADRO 2 - ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE <i>Pinus taeda</i> DE JARDIM CLONAL OBTIDO POR EMBIOGÊNESE SOMÁTICA .....	16

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1 - PADRÃO DE ESTACAS SELECIONADAS PARA COLETA .....</b>	<b>14</b>
<b>FIGURA 2 - PROPORÇÃO DE ESTACAS AVALIADAS COM AS CINCO DIFERENTES NOTAS UTILIZADAS .....</b>	<b>17</b>

## RESUMO

SANTOS, Vinicius de Moura, Universidade Federal do Paraná, Maio de 2014.  
**Enraizamento de estacas de *Pinus taeda* L. a partir de jardim clonal formado com mudas obtidas por embriogênese somática.**

O *Pinus taeda* L. é uma das espécies florestais mais importantes em todo o mundo. A técnica para produção de mudas de *P. taeda* mais difundida no Brasil é a germinação de sementes. Apesar do custo baixo desta técnica, as florestas seminais formadas são heterogêneas e tem menor produtividade volumétrica por hectare. A multiplicação clonal permite a manutenção das características de plantas superiores selecionadas. A embriogênese somática (ES) é a única técnica viável de clonagem de *P. taeda* que tem real capacidade de manter um mesmo clone por sucessivas rotações. No entanto, é uma técnica cara. Já a estaquia é mais barata e muito difundida no Brasil, principalmente para espécies do gênero *Eucalyptus*. Mudas clonais obtidas por ES poderiam ser utilizadas para formação de jardim clonal e a produção comercial de mudas realizada por estaquia. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade técnica da produção de estacas de *Pinus taeda* a partir de jardim clonal formado por cepas obtidas por ES. O enraizamento das estacas coletadas foi satisfatório, atingindo 75,9% de mudas com bom desenvolvimento de raízes.

Palavras-chave: Clonagem, propagação vegetativa, estaquia.

## ABSTRACT

SANTOS, Vinicius de Moura, Federal University of Paraná, May 2014. **Rooting rates of *Pinus taeda* L. cuttings collected from somatic embryogenesis hedges.**

Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) is one of the most important forestry species in the world. Trees of this species are mostly produced in Brazil by seeds germination. Despite low cost of this technique, seedlings forests are heterogeneous and are less productive. Clonal propagation allows superior trees characteristics maintenance. Somatic embryogenesis is the only viable technique for cloning loblolly pine with capacity to maintain the exact same genetics (clone) for successive rotations. However, ES is an expensive technique. Rooted cuttings instead, are cheaper to produce and are common in Brazil, mainly to species of the genus *Eucalyptus*. Clonal seedlings obtained by ES could be used as hedges and commercial trees produced as rooted cuttings. The objective in this work was to evaluate the viability of producing loblolly pine rooted cuttings from somatic embryogenesis hedges. Rooting rates were considered satisfactory, with 75,9% of cuttings with good root development.

Key-words: Clones, vegetative propagation, cuttings.

## 1 INTRODUÇÃO

O *Pinus taeda* L. é uma das espécies florestais mais importantes em todo o mundo, sendo utilizada em serrarias, indústrias de painéis de madeira, celulose e papel (SCHULTZ, 1997). Originária dos Estados Unidos, os plantios da espécie têm aumentado consideravelmente nas últimas décadas na América do Sul, em países como Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai, onde tem sido utilizada, além dos usos citados anteriormente, também para gerar biocombustíveis e energia. (PEZZUTTI & CALDATO, 2011).

Com produtividade média de 36 m<sup>3</sup>/ha/ano, o *P. taeda* corresponde a 90% dos plantios do gênero no sul do Brasil. É a espécie florestal mais importante da região e a demanda anual por mudas é de aproximadamente 56 milhões de unidades (POYRY, 2012).

Para suprir esta demanda, a técnica para produção de mudas de *P. taeda* usual no Brasil, e mais difundida no mundo, é a germinação de sementes. Embora seja uma técnica dominada e de custo relativamente baixo, as florestas seminais formadas são heterogêneas e tem menor produtividade volumétrica por hectare, dada a variabilidade genética da população resultante das sementes. Estas características poderiam ser evitadas pela multiplicação clonal dos indivíduos superiores.

A multiplicação clonal permite a manutenção das características de plantas superiores selecionadas, de modo a obter talhões uniformes, matéria prima homogênea e com qualidade superior, além de proporcionar significativa economia em tratos culturais da floresta. Esta tecnologia é considerada um dos principais motivos do sucesso da silvicultura do eucalipto no Brasil, considerada a mais produtiva do mundo (ABRAF, 2013). Neste cenário florestal, toda a tecnologia que facilite ou até mesmo, que possa viabilizar a produção de clones é atrativa e deve ser vista como grande possibilidade de crescimento do setor.

Existem diversas técnicas de clonagem de espécies vegetais. Entre elas, pode-se citar a estaquia e embriogênese somática (ES) como potenciais para a espécie *P. taeda*. Ambas já foram testadas e são utilizadas, em pequena escala, comercialmente no mundo. No entanto, ainda dependem de estudos e aperfeiçoamento para melhoria nos rendimentos e redução dos custos para obtenção de mudas. Um sistema híbrido, com a utilização de ambas as técnicas é

uma alternativa que pode ter potencial de uso ainda maior, pois pode combinar as vantagens de cada método.

A embriogênese somática é a única técnica viável de clonagem de *P. taeda* que tem real capacidade de manter um mesmo clone por sucessivas rotações, pois o tecido clonal é mantido crio-preservedo e pode ser recuperado e multiplicado mesmo após muitos anos do processo de iniciação do clone. Jardins clonais obtidos a partir de sementes germinadas de *P. taeda* são relatados com tendo rápido envelhecimento fisiológico, perdendo-se em poucos anos esses genótipos.

No entanto, a ES é uma técnica cara, por envolver custos de laboratório e mão de obra especializada. Já estaquia é mais barata e muito difundida no Brasil, principalmente para espécies do gênero *Eucalyptus*. Sendo assim, mudas clonais obtidas por embriogênese somática poderiam ser utilizadas para formação de jardim clonal (e renovação do mesmo, quando necessário) e a produção comercial de mudas seria realizada por estaquia, a partir do jardim clonal de ES.

Observando a importância do tema, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade técnica da produção de estacas de *Pinus taeda* a partir de jardim clonal formado por cepas obtidas por embriogênese somática.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PINUS NO BRASIL

No Brasil, o *P. taeda* é cultivado principalmente na região sul, onde é a mais importante espécie florestal plantada. Segundo a ABRAF (2013), no Brasil há aproximadamente 1,4 milhões de hectares plantados com o gênero *Pinus*. A espécie *P. taeda* responde por mais de 90% de todas as florestas do gênero na região.

Em termos de produtividade, em 2012, a média para o gênero no país foi de cerca de 36 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (ABRAF, 2013). Alguns resultados mostram potencial de variedades superiores clonadas de alcançar até 50 m<sup>3</sup>/ha/ano.

No que diz respeito ao mercado de mudas de pinus no Brasil, estima-se que a demanda atualmente está em torno de 56 milhões por ano, com potencial para atingir 75 milhões até 2021 (POYRY, 2012). Os maiores viveiros produtores de mudas de pinus estão localizados nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

### 2.2 PROPAGAÇÃO

A espécie *P. taeda* é considerada, dentro do gênero, uma das mais importantes economicamente no mundo e é classificada também como uma das espécies de coníferas mais difícil de propagar vegetativamente (NIELLA et. al., 2003). Sendo assim, diversas possibilidades de propagação desta espécie têm sido testadas ao longo dos anos e, mais recentemente, a embriogênese somática se mostrou técnica viável de propagação vegetativa para *P. taeda*.

#### 2.2.1 Embriogênese Somática

A embriogênese somática (ES), formação e desenvolvimento de embriões a partir de tecidos somáticos (vegetativos) *in vitro*, foi descoberta para cenoura (STEWART, 1958) e para coníferas com *Picea abies* em 1985 (HAKMAN & ARNOLD, 1985). A técnica inclui uma sequência de passos: iniciação, multiplicação, maturação e germinação. As culturas podem ser crio-preservadas, promovendo

assim redução nos custos de armazenamento, avaliações de campo, seleção e recuperação dos clones superiores (BECWAR & PULLMAN, 1995). A primeira referência de ES em *P. taeda* ocorreu em 1987 (GUPTA & DURZAN, 1987).

A propagação clonal de genótipos superiores pela ES tem potencial de rapidamente capturar os benefícios do melhoramento genético ou engenharia genética e melhorar a qualidade e uniformidade das florestas plantadas (SCHULTZ, 1997).

Existe a expectativa de que a propagação clonal tenha maior participação no futuro nos reflorestamentos com *P. taeda* e outras coníferas se os custos forem aceitáveis e se houver quantidade suficiente de genótipos superiores propagados com sucesso e estabelecidos em campo. Existem diversos estudos que buscam aumento da eficiência das diversas fases do processo de embriogênese somática e, assim, redução dos custos para obtenção de mudas (LI et al.1998; PULLMAN e JOHNSON, 2002; STASSOLA e YEUNG, 2003; MACKAY et al. 2006; PULLMAN e BUKALO, 2014).

### 2.2.2 Estaquia

Estaquia é a técnica que consiste em destacar da planta matriz um ramo, folha, ou raiz e coloca-los em meio adequado ao enraizamento e desenvolvimento da parte aérea. (HARTMANN et al. 2002). A estaquia de *P. taeda* não é empregada comercialmente em larga escala no Brasil. No mundo há experiências bem sucedidas, principalmente nos EUA e Argentina, mas ainda sem responder por parte muito significativa do mercado de produção de mudas. Experimentos de enraizamento com esta espécie, relatam porcentagens de enraizamento de 0 a 60% e taxas de até 89% para *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (*Pinus elliottii* x *Pinus caribaea*) (WISE & CALDWELL, 1992).

A estaquia de *P. taeda* tem apresentado algumas dificuldades, pois embora o enraizamento tenha sido atingido, principalmente utilizando famílias selecionadas e material juvenil, este não tem sido regularmente repetido (GREEWOOD & WEIR, 1994).

### 2.2.3 Propagação de *Pinus taeda*

O desenvolvimento de uma metodologia de propagação vegetativa eficiente para *Pinus taeda* depende do entendimento e interação de fatores como idade e controle das condições ambientais durante o processo de enraizamento. Estacas coletadas de plantas matrizes adultas são mais difíceis de enraizar quando comparadas com aquelas provenientes de plantas juvenis (HARTMANN et al. 2002, VALDÉS et al., 2004, LEBUDE, 2005).

De acordo com ANDREJOW (2006), a miniestaquia de *P. taeda* é promissora utilizando-se material juvenil. A utilização de tecidos criopreservados de cones verdes imaturos proporciona juvenildade de plântulas e mudas originadas pelo processo de embriogênese somática, fator determinante no sucesso do enraizamento de estacas originadas destas mudas.

Muitos são os estudos realizados no intuito de se melhorar os níveis de enraizamento de estacas (incluindo-se aqui miniestacas) de *P. taeda*. Diversos autores testaram a utilização de hormônios para aumentar a porcentagem de enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda*. ALCANTARA (2005), testou 4 níveis de concentração de ácido indol butírico e concluiu que houve pouca influência do hormônio no enraizamento adventício de miniestacas. No entanto, foi verificada diferença no enraizamento de estaca nas diferentes estações do ano, sendo o inverno a melhor época.

ANDREJOW (2006) não verificou diferenças significativas no enraizamento de 10 diferentes materiais genéticos originados de polinização aberta. No entanto, a obtenção de solução nutritiva adequada foi fundamental para obtenção de brotos e melhor enraizamento das estacas.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Luiz Antônio que se localiza na região norte do estado de São Paulo e é caracterizado por apresentar clima típico da região central do Brasil, ou seja, verão quente e chuvoso e inverno de temperaturas amenas e secas.

Diversos testes para determinação de protocolos para produção de mudas clonais de *Pinus taeda* estão sendo desenvolvidos em Luiz Antônio. O principal estudo é testar o sistema híbrido de produção clonal, ou seja, formação de jardim clonal pela embriogênese somática e produção comercial de mudas por miniestaquia. Um destes estudos consistiu na avaliação de da porcentagem de enraizamento de estacas de *P. taeda* no sistema híbrido de clonagem.

O experimento foi iniciado no ano de 2012, quando os embriões de um clone superior selecionado, obtido por embriogênese somática, foram importados dos EUA e germinados em laboratório no Brasil. Após a germinação, as plântulas permaneceram por mais 12 semanas em laboratório. Após essa fase, estas foram plantadas em tubetes e transferidas para casa de vegetação.

As mudas foram cultivadas em casa de vegetação em condições controladas de temperatura e umidade. Após 60 dias, elas foram transferidas para casa de sombra, onde permaneceram por mais 15 dias. Depois de mais 60 dias em pátio de crescimento no viveiro, as mudas foram transplantadas para o jardim clonal.

O jardim clonal seguiu o padrão mais comumente utilizado no Brasil para mudas de eucalipto, ou seja, canaletão tendo areia como o substrato das cepas. Foram plantadas, no total, 60 cepas de um mesmo clone de *P. taeda*. Aproximadamente 30 dias após o plantio das cepas, as mesmas foram podadas a 15 cm de altura, com o intuito de estimular as brotações laterais.

Cerca de 30 dias após a primeira poda, as cepas já produziam estacas em tamanho e quantidade suficientes para a coleta e plantio das mesmas. Sendo assim, no início de setembro de 2013, foi realizada a primeira coleta de estacas das cepas clonais originadas pelo processo da embriogênese somática.

A partir desta, foram realizadas coletas quinzenais. Para fins deste estudo, foram consideradas as quatro primeiras coletas (desconsiderando a poda inicial para condução das cepas). Foram estaqueados apenas ramos com aparência

juvenil, ou seja, sem a formação de fascículos secundários de acículas. Ramos não juvenis foram descartados. Além da juvenilidade, o comprimento dos ramos foi considerado na seleção das estacas plantáveis. Foram utilizadas estacas com comprimento entre 5 e 10 cm, conforme a figura 1.

FIGURA 1: PADRÃO DE ESTACAS SELECIONADAS PARA COLETA



As cepas produziram, em média, dois ramos plantáveis por coleta. Sendo assim, foram coletados ao final das quatro colheitas um total de 480 estacas (60 cepas x 4 coletas x 2 estacas juvenis por coleta). As estacas coletadas foram plantadas em tubetes contendo substrato com a seguinte composição: 58,0% de turfa de sphagno, 40,0% de vermiculita, 1,5% de calcário dolomítico e 0,5% de gesso agrícola. Não foi utilizado qualquer tipo de hormônio durante a coleta ou estaqueamento.

A fertilização se deu com a aplicação a cada dois dias de formulações comerciais de fertilizantes próprios para enraizamento de estacas florestais. As estacas permaneceram em casa de vegetação por 75 dias, em condições controladas de umidade e temperatura.

Após os 75 dias em casa de vegetação, foi realizada a contagem das estacas enraizadas. Como houve variação na qualidade e tamanho das raízes

formadas, fez-se necessário quantificar as estacas separando-as em cinco níveis com a atribuição de notas de 1 a 5 de acordo com os seguintes critérios:

**QUADRO 1: CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Pinus taeda* APÓS 75 DIAS EM CASA DE VEGETAÇÃO**

<b>Notas</b>	<b>Caracterização</b>
<b>1</b>	Sem presença de raízes.
<b>2</b>	Presença de raízes em condições inadequadas (ex. fototropismo).
<b>3</b>	Presença de pelo menos uma raiz com até 3 cm de comprimento.
<b>4</b>	Presença de pelo menos uma raiz alongada com comprimento superior a 3 cm e inferior a 7 cm.
<b>5</b>	Presença de pelo menos duas raízes alongadas, sendo uma delas com comprimento maior ou igual a 7 cm, e presença de raízes secundárias.

Em cada uma das quatro coletas realizadas foram obtidas 120 estacas plantáveis. Para cada coleta, das 120 estacas plantadas, 60 foram avaliadas aleatoriamente. Sendo assim, foram avaliadas quanto ao enraizamento, 240 estacas no total. Os resultados são apresentados em números percentuais referentes à quantidade de mudas enquadradas em cada um dos cinco níveis de atribuição de notas.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da atribuição das notas, quantidade de estacas enquadradas em cada uma das notas e respectiva porcentagem é apresentado no quadro 2 e figura 1.

QUADRO 2: ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Pinus taeda* DE JARDIM CLONAL OBTIDO POR EMBIOGÊNESE SOMÁTICA

Nota Atribuída	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Total	Porcentagem Final
<b>Nota 1</b>	12	10	14	9	<b>45</b>	<b>18,8%</b>
<b>Nota 2</b>	1	2	0	3	<b>6</b>	<b>2,5%</b>
<b>Nota 3</b>	1	1	1	4	<b>7</b>	<b>2,9%</b>
<b>Nota 4</b>	10	14	16	7	<b>47</b>	<b>19,6%</b>
<b>Nota 5</b>	36	33	29	37	<b>135</b>	<b>56,3%</b>
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>240</b>	<b>100,00%</b>

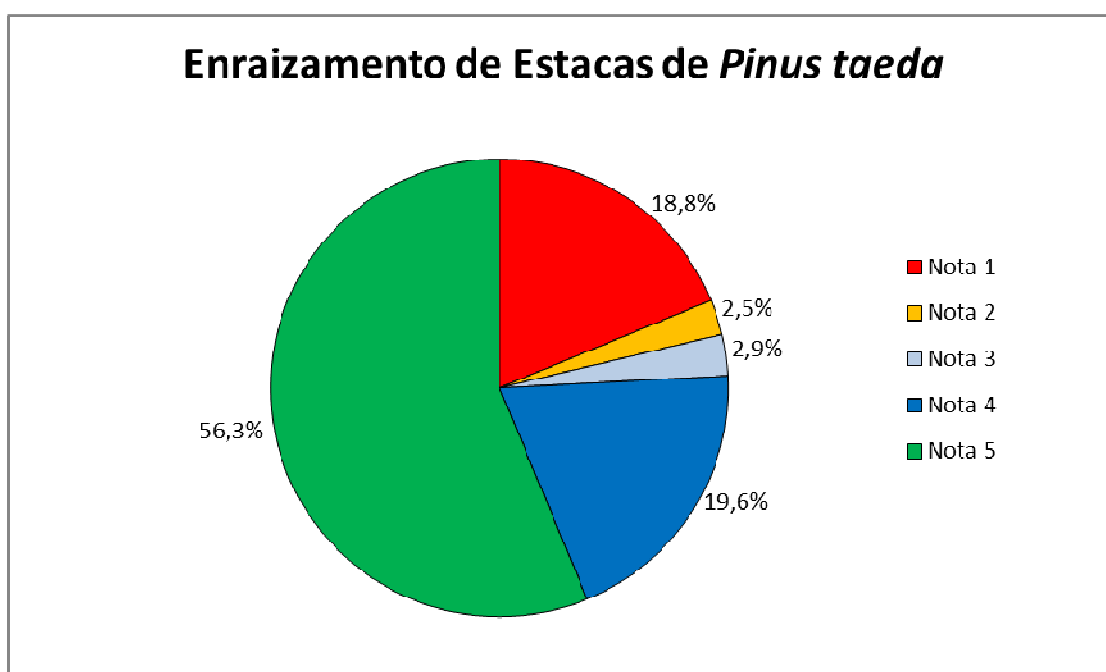
As melhores notas (4 e 5) respondem juntas por 75,9% das estaca. Mudanças avaliadas com estas notas, certamente terão níveis reduzidos de perda na continuidade do processo de produção, ou seja, casa de sombra e pátio de crescimento.

Sendo assim, esses resultados corroboram com os encontrados por ALCÂNTARA (2007) e ANDREJOW (2006), que também obtiveram resultados satisfatórios de enraizamento (até 85%) nas de estacas de *P. taeda* das primeiras coletas (até 60 dias de idade das cepas), exatamente a idade das cepas deste estudo na última coleta avaliada (coleta 4).

No entanto, ambos os autores verificaram redução nos níveis de enraizamento com o envelhecimento das cepas. Informação que corrobora com o exposto por ANTONELLI (2013), que afirma que as reduzidas taxas de sobrevivência e enraizamento adventício decorrem da dificuldade de rejuvenescimento do material genético da maioria das espécies do gênero *Pinus*. Isto indica a necessidade de continuidade da avaliação de enraizamento das estacas produzidas pelas cepas deste estudo. É importante pontuar que até a quarta coleta (60 dias de idade da cepa) não foi verificada tendência clara de redução no enraizamento das estacas.

As estacas com notas 2 e 3 (muito pequenas ou inadequadas) representam juntas 5,4%. Estes materiais teriam razoáveis chances de se tornarem mudas adequadas ao plantio em campo se continuassem por mais tempo na casa de vegetação. No entanto, isso acarretaria maiores custos de produção, o que deve ser avaliado em estudos posteriores no intuito de se verificar se é economicamente viável manter estacas por mais de 60 dias em casa de vegetação para enraizamento.

FIGURA 2: PROPORÇÃO DE ESTACAS AVALIADAS COM AS CINCO DIFERENTES NOTAS UTILIZADAS



Mudas que não produziram qualquer raiz até os 60 dias muito provavelmente não as produziram, mesmo com mais tempo em casa de vegetação. Sendo assim, a perda de 18,8% deve ser considerada definitiva. Segundo ALFENAS (2004), a formação de raízes é um processo anatômico e fisiológico complexo, associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais totipotentes para a formação de meristemas que darão origem a raízes adventícias. Diversos fatores podem influenciar o enraizamento de estacas, desde o genótipo até fatores ambientais. Portanto, estudos posteriores ao presente podem ser realizados com o intuito de diminuir o índice de estacas que não enraízam. Com possibilidade de testes pode-se variar as condições ambientais em casa de

vegetação, testar a eficiência de hormônios, avaliar diferentes substratos e soluções nutritivas, entre outros.

A viabilidade de adoção em larga escala do sistema de produção de mudas proposto nesse estudo, depende da continuidade dos estudos técnicos, mas também da avaliação econômica do método, visto que a produção das mudas que formam o jardim clonal é cara, já que as mesmas são obtidas por embriogênese somática. O custo final da muda deve ser compatível com o mercado para que o processo seja viável economicamente.

## 5 CONCLUSÕES

O enraizamento de estacas no sistema proposto de produção de mudas foi satisfatório, com bom desenvolvimento de raízes em casa de vegetação.

O sistema híbrido de produção clonal de mudas de *Pinus taeda*, com a utilização da embriogênese somática e da estaquia, tem potencial de uso em larga escala com obtenção de resultados satisfatórios.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2013: ano base 2012**. Brasília, DF. 150 p. ABRAF 2012.

ALCÂNTARA, G.; RIBAS, L.; HIGA, A.; RIBAS, K.; KOEHLER, H. Efeito da idade da muda e da estação do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, n.3, p. 399-404, 2007.

ALFENAS, A.; ZAUZA E.; MAFIA R.; ASSIS T. **Clonagem e Doenças do Eucalipto**. Editora UFV: Viçosa, MG, 2004.

ANDREJOW, G. **Minijardim clonal de *Pinus taeda* L.** Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciências Florestais), UFPR, 92 p. Curitiba, 2006.

ANTONELLI, P. **Estaquia de matrizes adultas de *Pinus elliottii* var. *elliotti* e *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea*.** Dissertação de mestrado (Mestrado em Recursos Florestais), USP, 90 p. Piracicaba, 2013.

BECWAR, M.; PULLMAN, G. Somatic embryogenesis in loblolly pine (*Pinus taeda* L.). In.: Somatic Embryogenesis in Woody Plants. **Forestry Sciences**, vol. 44-46, p. 287-301, 1995.

GREENWOOD, M; WEIR, R. Genetic variation in rooting ability of loblolly pine cuttings: effects of auxin and Family on rooting by hypocotyls cuttings. **Tree Physiology**. Victoria, v.15, n. 1, p. 41 – 45, 1994.

GUPTA, P; DURZAN, D. Biotechnology of somatic polyembryogenesis and plantlet regeneration in loblolly pine. **Biotechnology**, vol. 5, p. 147-151. 1987.

HAKMAN, I; ARNOLD, S. Plantlet regeneration through somatic embryogenesis in *Picea abies* (Norway Spruce). **Journal of Plant Physiology**, v. 121, p. 149 – 158. 1985.

HARTMANN, H.; KESTER, D.; DAVIES JR, F; GENEVE, R. **Plant propagation: principles and practices**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 880 p., 2002.

LEBUDE, A. **Adventitious rooting and physiology of stem cuttings of loblolly pine**. Tese de doutorado (Doutorado em Ciências Horticulturais), NCSU, 119 p. Raleigh, 2005.

LI, X.; HUANG, F.; MURPHY, J.; GBUR, E. Polyethylene glycol and maltose enhance somatic embryo maturation in loblolly pine (*Pinus taeda* L.). **In Vitro Cellular & Developmental Biology**. Plant 34: 22-26,1998.

MACKAY, J.; BECWAR, M.; PARK, Y.; CORDERRO, J.; PULLMAN, G. Genetic control of somatic embryogenesis initiation in loblolly pine and implications for breeding. **Tree Genetics & Genomes**, v.2, p. 1-9, 2006.

NIELLA, F.; ROCHA, P.; PEZZUTTI, R.; SCHENONE, R. Manejo intensivo para la producción de estacas en plantas madres de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* x *caribaea*: efecto del tamaño de contenedor e intensidad lumínica. Jornadas Forestales de Entre Rios, 18., 2003, Concordia. **Anales**. Concordia: INTA y UNER, 2003.

PEZZUTTI, R & CALDATO, S. Sobrevivência e crescimento inicial de mudas de *Pinus taeda* L. com diferentes diâmetros do colo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 355-362, Abr.- Jun. 2011.

POYRY SILVICOSULT. **Market study: Pine seedling production and consumption in Southern Brazil**. 48 p. Curitiba, 2012.

PULLMAN, G.; BUCALO, K. Pine somatic embryogenesis: analyses of seed tissue and medium to improve protocol development. **New Forests**. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11056-014-9407>> Acesso em 25 mar. 2014.

PULLMAN, G.; JOHNSON, S. Somatic embryogenesis in loblolly pine: improving culture initiation rates. **Annals of Forest Science**, v.59, p. 663-668. Atlanta, 2002

SCHULTZ, R. **Loblolly pine: the ecology and culture of loblolly pine (*Pinus taeda* L.)**. USDA 2011. Agricultural Handbook 713. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 1997.

STASSOLA, C.; YEUNG, E. Recent advances in conifer somatic embryogenesis: improving somatic embryos quality. **Plant Cell, Tissue Organ Cult.**, v.74, p. 15-35, 2003.

STEWARD, F. Growth and organized development of culture cells. III. Interpretations of the growth from free cell to carrot plant. **American Journal of Botany**, 45. p. 709 – 713. 1958.

VALDES, A.; FERNANDEZ, B.; CENTENO, M. Hormonal changes throughout maturation and ageing in *Pinus pinea*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 42, p. 335 – 340, 2001.2004.

WISE, F.; CALDWELL, T. Macropropagation of conifers by stem cuttings. En: **Proceedings of the Southern regional information Exchange Group Biennial Symposium on Forest genetics: Applications of Vegetative Propagation in Forestry**. Huntsville: Southern Forest Experiment Station, p. 51-73. 1992.