

KELLY CRISTINA CANCELA

**INFLUÊNCIA DA FAMÍLIA E DO TAMANHO DA SEMENTE DE *Pinus taeda* L.
NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO LOTE DE SEMENTES,
PERFORMANCE DA MUDA EM VIVEIRO E EM CAMPO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

**Orientador: Prof. Dr. Antonio Rioyei Higa
Co-orientadores: Prof. Dr. Joel Mauricio Corrêa da Rosa e Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira**

CURITIBA

2007

AGRADECIMENTOS

Esta nota de agradecimento teria de ser bem grande para conter o nome de todas as pessoas com quem tive o imenso prazer de conviver e crescer nestes últimos anos... a todos que diretamente se envolveram neste trabalho, lendo, corrigindo, sugerindo, meu muito obrigado. Em especial ao meu orientador e amigo Higa, cujas críticas sempre construtivas fizeram toda a diferença na profissional que eu sou hoje e cujo modelo de professor e ser humano levarei para a vida toda. Ao querido co-orientador e amigo Joel, pelos vários finais de semana de estatística e muitas risadas, pela facilidade e paciência de ensinar, carinho e dedicação (até de mais!) à universidade.

Àqueles que indiretamente se envolveram, pela compreensão e carinho, em especial minha família e meu Edí, os maiores presentes que Deus poderia me dar. Destes, um agradecimento mais que especial à minha mãe, pelo caráter, por tanto amor e por tanta luta, o maior de todos os meus exemplos. Aos meus mais que queridos amigos, Vivi, Adriano, Lana, Dani, Day, Lu, Isa, Cíntia, Alois, Adilson, Mi, Ane, Ale, Nelson, Fer e Julis por todos os bons momentos que fazem a vida valer a pena.

Para finalizar, à empresa Battistella Florestal, por abrigar tantas pessoas maravilhosas e por ter me dado condições de fazer esse trabalho. Em especial ao Ribas, coração da empresa, às equipes de pesquisa e viveiro e ao inigualável Adilson, já citado acima. E como não poderia deixar de ser à toda a equipe do LAMEF, em especial aos “naquela época” estagiários Fernando e Oscar e à grande “mãe” de todos, Dona Carmem.

RESUMO

Pouca atenção tem sido dada à variação existente entre matrizes de áreas produtoras de sementes de *Pinus taeda* com relação ao tamanho das sementes produzidas e as implicações destas diferenças nas propriedades tecnológicas do lote de sementes e performances em viveiro e campo. Com esse objetivo, este trabalho comparou clones de um pomar clonal de sementes (PCS) e matrizes de uma área de produção de sementes (APS) em termos de produção de sementes e cones, tamanhos de sementes e propriedades tecnológicas do lote de sementes produzido. Em um lote de sementes composto por diferentes famílias, avaliou-se o efeito da classificação de sementes por tamanho nas propriedades tecnológicas e no valor genético do lote. Avaliou-se ainda o efeito da família e do tamanho da semente na performance em viveiro e na sobrevivência e crescimento inicial em campo. Rametes do PCS produziram maior quantidade de cones e sementes que matrizes da APS nos dois anos, porém essa vantagem foi significativa em apenas um dos dois anos avaliados. As sementes produzidas no PCS foram maiores que as produzidas na APS. A porcentagem média de germinação foi maior para as sementes oriundas da APS e o número de sementes por quilo foi maior no lote do PCS. Existiram diferenças significativas entre matrizes e clones na quantidade de sementes produzida, número de sementes por quilo, índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de germinação. Em viveiro não foi detectada diferença na velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência de sementes de diferentes tamanhos, mas sim de diferentes famílias. Após seis meses em viveiro detectou-se diferença significativa na altura e diâmetro de colo de mudas originadas de diferentes tamanhos de sementes e de diferentes famílias, com ou sem adubação. Sementes maiores apresentaram vantagens sobre sementes menores, porém apesar de significativas essas diferenças foram mínimas. A biomassa seca não foi influenciada pelo tamanho da semente. Em campo, nove meses após o plantio, existiram diferenças significativas na sobrevivência e crescimento de diferentes famílias; mudas originadas de diferentes tamanhos de sementes apresentaram desenvolvimento semelhante. Uma vez que o tamanho da semente apesar de influenciar nas propriedades tecnológicas do lote não interfere no desenvolvimento em viveiro e em campo, recomenda-se a semeadura em viveiro por família para maior homogeneidade de crescimento, bem como o agrupamento de famílias de desenvolvimento semelhante na ocasião do plantio, sem a preocupação com o tamanho de semente de origem.

Palavras-chave: *Pinus taeda*; Viveiros florestais; Sementes - qualidade; Tecnologia de sementes.

ABSTRACT

Little attention has been reported over the variation in seed size of different mother trees of *Pinus taeda* and the implication of this variation in nursery and field performances. This work made a comparison among clones of a clonal seed orchard (CSO) and mother trees of a seed production area (SPA) in relation to the productivity of cones and seeds, seed size and seed technological properties of the seed lot. In a seed lot constituted by different families were evaluated the effect of seed size classification in technological properties and in the genetic value of the lot. The effect of the family and of the seed size was evaluated in nursery development and in survival and initial growing in field. Clonal seed orchard ramets have demonstrated an advantage in cones productivity compared to mother trees from the seed production area in both of years evaluated, but seed productivity was significantly greater just in the former year. Seeds from the clonal seed orchard were bigger than seeds from the seed production area. The germination percentage was higher in seeds from the seed production area and the number of seeds per kilo was higher in the clonal orchard lot. There were significant differences among clones from the CSO and mothers trees from the SPA for seed productivity, number of seeds per kilo, germination velocity index (GVI) and germination percentage. Seed size didn't affect the emergence velocity and emergence percentage in nursery. Those characteristics were affected by the original family. After six months in nursery with or without fertilization there was a significant difference in the stem diameter and height of seedlings from different families and different seed sizes. Bigger seeds had a better performance than smaller ones, but the differences even significant, were minimal. The dried biomass wasn't affected by the seed size. Nine months after planting, the survival and growing wasn't influenced by seed size but was by the family. In conclusion, it is recommended the sowing of families separately in order of to uniform the growing and get the nursery operations facilitated, as well considering the potential growing of the each family before the outdoor planting, increasing the uniformity in field, without care about the seed size.

Key-words: *Pinus taeda*; Forest nurseries; Seed-quality; Seed tecnology.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DADOS CLIMÁTICOS.....	57
TABELA 2 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A AVALIAÇÃO DO EFEITO DO CLONE DO PCS NA PRODUÇÃO TOTAL DE CONES E SEMENTES.....	62
TABELA 3 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A AVALIAÇÃO DO EFEITO DA MATRIZ DA APS NA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO E IVG.....	63
TABELA 4 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A AVALIAÇÃO DO EFEITO DO CLONE DO PCS NA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO E IVG.....	63
TABELA 5 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A AVALIAÇÃO DO EFEITO DA MATRIZ DA APS NO NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO.....	64
TABELA 6 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A AVALIAÇÃO DO EFEITO DO CLONE DO PCS NO NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO.....	64
TABELA 7 - PESO TOTAL DE CONES E SEMENTES PRODUZIDOS PELAS MATRIZES DE <i>Pinus taeda</i> NA APS.....	65
TABELA 8 - MÉDIA DO TOTAL DE CONES E SEMENTES PRODUZIDOS PELOS CLONES DE <i>Pinus taeda</i> SELECIONADOS DO PCS – MÉDIA DE 4 RAMETES.....	67
TABELA 9 - ENTROPIA DE SHANNON DAS MATRIZES DE <i>Pinus taeda</i> DA APS.....	72
TABELA 10 - ENTROPIA DE SHANNON DOS CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS.....	72
TABELA 11 - DISTRIBUIÇÃO POR TAMANHO, GERMINAÇÃO E IVG DAS SEMENTES DAS MATRIZES DE <i>Pinus taeda</i> DA APS - MÉDIA DE 6 REPETIÇÕES.....	76
TABELA 12 - DISTRIBUIÇÃO POR TAMANHO, GERMINAÇÃO E IVG DAS SEMENTES DOS CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS - MÉDIA DE 6 REPETIÇÕES.....	79
TABELA 13 - NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO PARA AS MATRIZES DE <i>Pinus taeda</i> DA APS - MÉDIA DE 5 REPETIÇÕES.....	82
TABELA 14 - NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO PARA OS CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS - MÉDIA DE 8 REPETIÇÕES.....	82
TABELA 15 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AVALIAÇÃO DO EFEITO DO TAMANHO DA SEMENTE NA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, IVG E NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO.....	90
TABELA 16 - GERMINAÇÃO E IVG MÉDIO DE CADA CLASSE DE TAMANHO DE SEMENTE DE <i>Pinus taeda</i>	91
TABELA 17 - NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO PARA CADA CLASSE DE TAMANHO DE SEMENTE DE <i>Pinus taeda</i>	93
TABELA 18 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AVALIAÇÃO DO EFEITO DA FAMÍLIA DA APS E DO TAMANHO DA SEMENTE NA EMERGÊNCIA, IVE, ALTURA, DIÂMETRO DE COLO E BIOMASSA SECA DE MUDAS, SEM ADUBAÇÃO.....	100

TABELA 19 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AVALIAÇÃO DO EFEITO DA FAMÍLIA DO PCS E DO TAMANHO DA SEMENTE NA EMERGÊNCIA, IVE, ALTURA, DIÂMETRO DE COLO E BIOMASSA SECA DE MUDAS, SEM ADUBAÇÃO.....	100
TABELA 20 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AVALIAÇÃO DO EFEITO DA FAMÍLIA DO PCS E DO TAMANHO DA SEMENTE NA EMERGÊNCIA, IVE, ALTURA E DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS, COM ADUBAÇÃO.....	101
TABELA 21 - PORCENTAGEM DE EMERGÊNCIA DE MUDAS ORIGINADAS DOS DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE MATRIZES DE <i>Pinus taeda</i> DA APS MANTIDAS SEM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES.....	102
TABELA 22 - ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA DOS DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES PRODUZIDAS PELAS MATRIZES DE <i>Pinus taeda</i> DA APS MANTIDAS SEM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES.....	103
TABELA 23 - PORCENTAGEM DE EMERGÊNCIA DE MUDAS ORIGINADAS DOS DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS MANTIDAS SEM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES.....	104
TABELA 24 - PORCENTAGEM DE EMERGÊNCIA DAS MUDAS DE SEMENTES DE DIFERENTES TAMANHOS PRODUZIDAS PELOS CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS COM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES.....	105
TABELA 25 - PORCENTAGEM DE EMERGÊNCIA DAS MUDAS DE SEMENTES DE DIFERENTES TAMANHOS PRODUZIDAS PELOS CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS COM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES.....	107
TABELA 26 - IVE DAS SEMENTES DE DIFERENTES TAMANHOS PRODUZIDAS PELOS CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS COM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES.....	109
TABELA 27 - DIFERENÇA ENTRE GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIAS DE MUDAS DE MATRIZES DE <i>Pinus taeda</i> DA APS.....	110
TABELA 28 - DIFERENÇA ENTRE GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIAS DE MUDAS DE CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS.....	111
TABELA 29 - ALTURA (ALT) E DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE MATRIZES DE <i>Pinus taeda</i> DA APS APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO.....	112
TABELA 30 - ALTURA E DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO.....	113
TABELA 31 - ALTURA (ALT) E DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO COM ADUBAÇÃO.....	115

TABELA 32 - BIOMASSA SECA (g) DE MUDAS ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE MATRIZES DE <i>Pinus taeda</i> DA APS APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO.....	118
TABELA 33 - PESO SECO (g) DE MUDAS ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO.....	119
TABELA 34 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AVALIAÇÃO DO EFEITO DA FAMÍLIA E DO TAMANHO DA SEMENTE NA SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO EM ALTURA NOVE MESES APÓS O PLANTIO.....	123
TABELA 35 - SOBREVIVÊNCIA DAS MUDAS DE <i>Pinus taeda</i> ORIUNDAS DE DIFERENTES FAMÍLIAS E TAMANHOS DE SEMENTES NOVE MESES APÓS O PLANTIO.....	124
TABELA 36 - CRESCIMENTO EM ALTURA (cm) DAS MUDAS DE <i>Pinus taeda</i> ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES NOVE MESES APÓS O PLANTIO	126

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - FATORES QUE INFLUENCIAM NA QUANTIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE <i>Pinus taeda</i> POR PERÍODO	28
QUADRO 2 - CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS SELECIONADAS PARA COLETA DE SEMENTES DE <i>Pinus taeda</i>	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - REGIÃO DE DISTRIBUIÇÃO NATURAL DO *Pinus taeda*.....19

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - PRODUÇÃO DE CONES PELAS MATRIZES DE <i>Pinus taeda</i> DA APS NOS DIFERENTES ANOS.....	66
GRÁFICO 2 - PRODUÇÃO DE CONES PELOS CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS NOS DIFERENTES ANOS.....	69
GRÁFICO 3 - DISTRIBUIÇÃO DOS TAMANHOS DAS SEMENTES DE <i>Pinus taeda</i> PRODUZIDAS PELA APS EM 2005 (05) E 2006 (06).....	73
GRÁFICO 4 - DISTRIBUIÇÃO DOS TAMANHOS DAS SEMENTES DE <i>Pinus taeda</i> PRODUZIDAS PELO PCS EM 2005 (05) E 2006 (06).....	74
GRÁFICO 5 - GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE DIFERENTES MATRIZES DE <i>Pinus taeda</i> DA APS.....	78
GRÁFICO 6 - GERMINAÇÃO DE SEMENTES DOS DIFERENTES CLONES DE <i>Pinus taeda</i> DO PCS.....	80
GRÁFICO 7 - GERMINAÇÃO ACUMULADA DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE <i>Pinus taeda</i>	92
GRÁFICO 8 - INTERAÇÃO ENTRE MATRIZES E TAMANHOS DE SEMENTE PARA A RELAÇÃO ALTURA/ DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS DE <i>Pinus taeda</i> APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO	114
GRÁFICO 9 - INTERAÇÃO ENTRE CLONES E TAMANHOS DE SEMENTE PARA A RELAÇÃO ALTURA/ DIÂMETRO DE COLO DAS MUDAS DE <i>Pinus taeda</i> APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO.....	114
GRÁFICO 10 - INTERAÇÃO ENTRE CLONES E TAMANHOS DE SEMENTE PARA A RELAÇÃO ALTURA/ DIÂMETRO DE COLO DAS MUDAS DE <i>Pinus taeda</i> APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO COM ADUBAÇÃO.....	115
GRÁFICO 11 - INTERAÇÃO ENTRE FAMÍLIAS E TAMANHOS DE SEMENTE PARA SOBREVIVÊNCIA DE <i>Pinus taeda</i> NOVE MESES APÓS O PLANTIO.....	124

SUMÁRIO

SEÇÃO 1 ASPECTOS GERAIS.....	14
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 A ESPÉCIE <i>Pinus taeda</i>	19
2.1.1 Origem e Importância Econômica.....	19
2.1.2 Biologia Reprodutiva.....	20
2.1.3 Beneficiamento da Semente.....	22
2.1.4 Oferta de Sementes no Brasil e Importância da Fonte.....	23
2.2 FATORES QUE INFLUENCIAM NA PRODUÇÃO DE SEMENTES.....	26
2.2.1 Fatores Ambientais e Idade.....	26
2.2.2 Fatores Genéticos.....	29
2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM O TAMANHO OU PESO DE SEMENTES.....	31
2.3.1 Fatores Ambientais.....	32
2.3.2 Fatores Genéticos.....	33
2.4 INFLUÊNCIA DO TAMANHO E PESO DAS SEMENTES NA GERMINAÇÃO, SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DA MUDA.....	35
2.5 IMPLICAÇÕES DO BENEFICIAMENTO DE SEMENTES E PRÁTICAS DE VIVEIRO PARA A VARIABILIDADE GENÉTICA DO LOTE.....	45
2.6 SELEÇÃO PRECOCE COM BASE EM CARACTERÍSTICAS DE SEMENTES E MUDAS.....	48
SEÇÃO 2 CAPÍTULOS.....	54
CAPÍTULO 1 EFEITO DA FAMÍLIA NA PRODUTIVIDADE, TAMANHO DE SEMENTES E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO LOTE DE SEMENTES DE <i>Pinus taeda</i>	55
1.1 INTRODUÇÃO.....	55
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
1.2.1 Áreas Produtoras das Sementes.....	56
1.2.2 Características das Árvores Amostradas.....	57
1.2.3 Coleta dos Cones.....	57
1.2.4 Beneficiamento e Classificação das Sementes.....	58
1.2.5 Formação dos Lotes de Sementes.....	58
1.2.6 Variáveis Analisadas.....	59

1.2.6.1	Produção de cones e sementes e distribuição de sementes por tamanho.....	59
1.2.6.2	Porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG).....	59
1.2.6.3	Número de sementes por quilo.....	60
1.2.7	Análises dos Dados.....	60
1.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
1.3.1	Produção de Cones e Sementes.....	64
1.3.2	Tamanho de Sementes.....	72
1.3.3	Propriedades Tecnológicas dos Lotes de Sementes.....	75
1.4	CONCLUSÕES PRELIMINARES.....	86
CAPÍTULO 2 EFEITO DO TAMANHO DAS SEMENTES DE <i>Pinus taeda</i> NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E VALOR GENÉTICO DO LOTE DE SEMENTES.....		86
2.1	INTRODUÇÃO.....	86
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	87
2.2.1	Área Produtora das Sementes.....	87
2.2.2	Árvores Matrizes Amostradas.....	87
2.2.3	Teste de Progênes com 10 anos	87
2.2.4	Coleta dos Cones.....	88
2.2.5	Beneficiamento e Classificação das Sementes.....	88
2.2.6	Formação dos Lotes de Sementes para os Ensaios de Germinação.....	88
2.2.7	Variáveis Analisadas.....	88
2.2.7.1	Valor Genético do Lote de Sementes.....	89
2.2.8	Análises dos Dados.....	89
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
2.3.1	Propriedades Tecnológicas dos Lotes de Sementes.....	90
2.3.2	Valor Genético do Lote de Sementes.....	94
2.4	CONCLUSÕES PRELIMINARES.....	94
CAPÍTULO 3 INFLUÊNCIA DA FAMÍLIA E DO TAMANHO DA SEMENTE de <i>Pinus taeda</i> NA EMERGÊNCIA E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA MUDA.....		95
3.1	INTRODUÇÃO.....	95
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	96
3.2.1	Obtenção das Sementes.....	96
3.2.2	Condições de Semeadura e Desenvolvimento da Muda.....	96

3.2.3 Variáveis Analisadas.....	98
3.2.3.1 Emergência.....	98
3.2.3.2 Características morfológicas.....	98
3.2.4 Análises dos Dados.....	99
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	102
3.3.1 Emergência.....	102
3.3.2 Características Morfológicas.....	111
3.3.2.1 Altura e diâmetro de colo.....	111
3.3.2.2 Biomassa seca.....	118
3.4 CONCLUSÕES PRELIMINARES.....	120
CAPÍTULO 4 EFEITO DA FAMÍLIA E DO TAMANHO DA SEMENTE DE <i>Pinus taeda</i> NA SOBREVIVÊNCIA EM CAMPO E CRESCIMENTO INICIAL EM ALTURA.....	121
4.1 INTRODUÇÃO.....	121
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	122
4.2.1 Obtenção das Mudas.....	122
4.2.2 Condições de Plantio.....	122
4.2.3 Variáveis Analisadas.....	123
4.2.4 Análise dos Dados.....	123
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	124
4.4 CONCLUSÕES PRELIMINARES.....	128
SEÇÃO 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	128
1 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES GERAIS.....	129
2 REFERÊNCIAS.....	132

SEÇÃO 1

ASPECTOS GERAIS

1 INTRODUÇÃO

Pinus é um dos gêneros florestais mais intensivamente plantado no Brasil. Em 2006 existiam cerca de 1,8 milhões de hectares plantados (ABRAF 2007), dos quais 77% localizados nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Dentre as espécies de pinus plantadas a mais utilizada nestes estados é *Pinus taeda*, devido ao seu crescimento rápido, resistência às geadas e baixa quantidade de resina. Para cumprir a demanda crescente da indústria madeireira, que em 2006 foi de 52,8 milhões de m³ de madeira (ABRAF, 2007), estima-se uma demanda anual aproximada de 100 milhões de mudas de *Pinus taeda* (HIGA, 2004), ou seja, aproximadamente 3,5 mil quilos de sementes.

Existe atualmente no mercado disponibilidade de sementes de áreas de produção de sementes (APS) e pomares clonais de sementes (PCS) de *Pinus taeda*. A maioria dessas fontes de sementes está registrada nas CESM's – Comissões Estaduais de Sementes e Mudanças. No entanto, faltam ainda critérios técnicos específicos que possibilitem melhor controle da produção e comercialização. Aspectos como isolamento do pomar ou área de produção de sementes contra pólen externo, monitoramento do florescimento e produção de sementes, número mínimo de clones por lote de sementes, por exemplo, não têm sido controlados e, isso pode estar comprometendo a qualidade genética de alguns lotes de sementes disponibilizados no mercado (HIGA, 2004). Devido ao investimento necessário em pesquisa são principalmente as grandes e médias empresas florestais e institutos de pesquisa, como o Instituto de Pesquisas Florestais - IPEF, que se dedicam à comercialização destas sementes.

Entre os fatores relacionados à produção de sementes se encontram: a porcentagem de estróbilos femininos que chegam à fase adulta, o período de receptividade do estigma e de liberação de pólen, a proporção relativa de estróbilos masculinos e femininos, número de árvores com estróbilos femininos, número de estróbilos por árvore, tamanho do estróbilo maduro e da semente (BURDON, 1997). Todas essas informações podem orientar as ações de manejo nestas áreas, por exemplo, a eliminação de concorrência dos indivíduos não produtivos, e as ações de viveiro, como a classificação de lotes de sementes por tamanho. Entretanto, raros são os estudos sobre estes temas no Brasil. Muitos dos trabalhos publicados para

espécies florestais sobre a produção de sementes em diferentes matrizes e em diferentes áreas e os efeitos do tamanho da semente sobre o desenvolvimento da muda em viveiro e campo são das décadas de 70 e 80, desenvolvidos principalmente nos Estados Unidos. No Brasil, dentre os poucos estudos encontrados estão alguns com eucalipto (CÂNDIDO, 1970; DONI FILHO, 1974; CARVALHO et al., 1979; FONSECA, 1979;) e algumas poucas espécies nativas (STURION, 1984), nenhum com a espécie *Pinus taeda*.

Para a formação do lote de sementes alguns aspectos precisam ainda ser observados. Em áreas produtoras de sementes ideais, espera-se que as matrizes sejam igualmente participativas no lote de sementes formado. Essa situação ideal, entretanto, é dificilmente encontrada devido à participação desigual dos clones como resultado, por exemplo, de uma mortalidade diferenciada de rametes (MATZIRIS, 1993) e produção de sementes diferenciada (SORENSEN; CAMPBELL, 1985; POWELL; WHITE, 1994). Mesmo após a formação do lote de sementes ainda existirá a possibilidade de restrição da base genética devido à eliminação de uma determinada classe de tamanho ou peso de semente, diferentes respostas às condições de armazenamento e métodos de quebra de dormência. Isso porque o tamanho e peso de sementes, a resposta ao armazenamento e o grau de dormência parecem estar sobre forte controle genético, relacionado principalmente à origem materna da semente (SCHIMDT, 2000).

Características dos lotes de sementes, como o tamanho das sementes que o compõem, são importantes em vários aspectos. Vários estudos verificaram que a germinação (CHAUNAN; RAINA, 1980; AGUIAR; NAKAME, 1983; DUNLAP; BANETT, 1983; HELLUM, 1990; ARUNACHALAM, et al., 2003; SHEAR; PERRY, 1985;), desenvolvimento das mudas em viveiro (SHOULDERS, 1961; JARVIS, 1963; ADAMS; THIELGES, 1979; DUNLAP; BANETT, 1983; HELLUM, 1990; ARUNACHALAM, et al., 2003;) e no campo (SHOULDERS, 1961; JARVIS, 1963; ADAMS; THIELGES, 1979; CLAIR; ADAMS, 1991) podem estar relacionados ao tamanho da semente. Com base nisso torna-se necessário o entendimento da influência desta característica para maior eficiência das operações de viveiro e para o entendimento do comportamento da planta em estágios avançados de desenvolvimento.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo foi avaliar a influência da família e do tamanho da semente de *Pinus taeda* nas propriedades tecnológicas do lote de sementes, performance em viveiro e crescimento inicial em campo. Foram avaliadas famílias de um pomar clonal de sementes (PCS) e de uma área de produção de sementes (APS). Os objetivos específicos foram:

1. Comparar clones de *Pinus taeda* de um PCS e matrizes de uma APS em relação à produtividade, tamanho das sementes e propriedades tecnológicas do lote de sementes. Hipóteses: quando comparados a matrizes da APS, clones do PCS apresentam maior produção de cones e sementes por indivíduo e as sementes produzidas são maiores e mais pesadas. Assim, o lote de sementes do PCS tem um menor número de sementes por quilo e vantagens na porcentagem de germinação e velocidade de germinação devido a maior quantidade de substâncias de reserva nas sementes maiores. A desvantagem da APS seria justificada pela idade avançada, menor espaçamento entre indivíduos e qualidade de copa inferior.

2. Avaliar a influência do tamanho das sementes nas propriedades tecnológicas e valor genético do lote de sementes de *Pinus taeda*. Hipóteses: lotes compostos por sementes menores apresentam maior número de sementes por quilo, menor porcentagem de germinação e menor velocidade de germinação que lotes de sementes maiores. Além disso, a classificação de lotes de sementes por tamanho produz lotes com valores genéticos distintos. A vantagem das sementes maiores na germinação seria consequência da maior quantidade de substâncias de reserva em seu interior e a diferença no valor genético dos lotes de sementes ocorreria devido à participação desigual de cada família no lote após a classificação.

3. Avaliar a influência da família e do tamanho das sementes na emergência em viveiro e características físicas da muda de *Pinus taeda*. Hipóteses: as famílias diferem com relação à emergência e características físicas das mudas produzidas. Ainda, mudas oriundas de sementes maiores apresentam maior porcentagem e velocidade de emergência e, além disso, características físicas superiores quando comparadas às mudas originadas de sementes menores na ausência de adubação. Com a vantagem no tamanho de sementes, mudas do PCS apresentam velocidade e porcentagem de emergência e características físicas superiores às da APS. A maior

quantidade de substâncias de reserva justificaria as vantagens das sementes maiores na ausência de adubação. Na presença de adubação, a vantagem das sementes maiores seria anulada e as diferenças decorreriam da família de origem.

4. Avaliar a influência da família e do tamanho das sementes na sobrevivência em campo e crescimento inicial em altura de *Pinus taeda*. Hipóteses: existem diferenças entre famílias com relação à sobrevivência e crescimento em campo. Com relação ao tamanho das sementes, indivíduos originados de sementes maiores apresentam maior porcentagem de sobrevivência e melhor crescimento em campo quando comparado a indivíduos originados de sementes menores. A vantagem das sementes maiores seria consequência da correlação positiva do tamanho das sementes com a sobrevivência e o potencial de crescimento em campo.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi dividido em seções e capítulos.

Na seção 1 estão a introdução e revisão de literatura sobre a espécie, fatores que influenciam na produção de sementes, fatores que influenciam o tamanho e o peso de sementes, influência do tamanho e peso da semente na germinação, sobrevivência e desenvolvimento da muda, implicações genéticas do tipo de beneficiamento de sementes e práticas de viveiro e seleção precoce em nível de famílias com base em características de sementes e mudas.

Na seção 2 são apresentados os resultados em forma de capítulos para cada um dos objetivos específicos. Desta forma no capítulo 1 foram comparados clones de *Pinus taeda* de um PCS e matrizes de uma APS em relação à produtividade, tamanho de sementes e propriedades tecnológicas do lote de sementes. No capítulo 2 foi avaliado o efeito do tamanho das sementes nas propriedades tecnológicas e valor genético do lote de sementes de *Pinus taeda*. No capítulo 3 foi avaliada a influência da família e do tamanho de sementes de *Pinus taeda* na emergência e características físicas da muda em viveiro. No capítulo 4, por fim, foi avaliado o efeito da família e do tamanho da semente de *Pinus taeda* na sobrevivência e no crescimento inicial em campo. Cada capítulo é composto por introdução, material e métodos, resultados e discussão e conclusões preliminares.

Na seção 3 são apresentadas as considerações finais, compostas pelas discussões e conclusões gerais e referências citadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A ESPÉCIE *Pinus taeda*

2.1.1 Origem e Importância Econômica

Pinus taeda é natural das regiões sul e sudeste dos Estados Unidos entre as latitudes 28° e 39°N e longitudes 75° a 97°W. A precipitação média anual nessa região varia de 900 a 2.200 mm, com boa distribuição durante o ano ou de modo estacional com até dois meses de seca. A temperatura média anual varia de 13°C a 19°C, com média das máximas do mês mais quente entre 20°C e 25°C e a média das mínimas do mês mais frio entre 4°C e 8°C. Sua altitude de origem vai desde o nível do mar até 2.500 m, ocasionalmente até 4.500 m, com ampla variação do tipo de solo (KRONKA et al., 2005).

Sua área de ocorrência pode ser dividida em duas áreas: a porção maior ocorre a leste do rio Mississippi, formando populações contínuas do estado de Mississippi até Delaware, e a menor é uma população isolada que se encontra a oeste do rio Mississippi, em uma região sujeita a secas mais prolongadas, no Texas (KRONKA et al., 2005). Sua dispersão se estende através de 14 estados, abrangendo os estados do Alabama, Geórgia, Carolina do Sul e boa parte da Carolina do Norte, Arkansas, Mississippi e Louisiana.

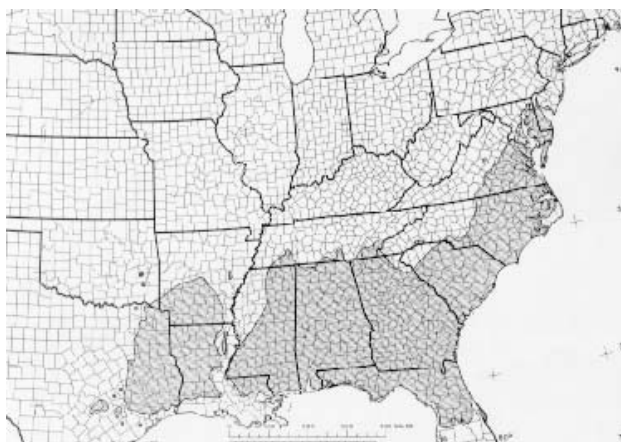


FIGURA 1 - REGIÃO DE DISTRIBUIÇÃO NATURAL DO *Pinus taeda*
FONTE: BAKER e LANGDON (2006).

Uma das razões mais importantes para a introdução do gênero *Pinus* no Brasil foi a necessidade da produção de madeira em plantações florestais para abastecimento industrial, visando o processamento mecânico para a produção de madeira serrada ou laminada, confecção de painéis e produção de celulose e papel (KRONKA et al., 2005), com a substituição da madeira da *Araucaria angustifolia*, cujas florestas achavam-se em rápido processo de exaustão na década de 1960.

As primeiras introduções de pinus no sul e sudeste do Brasil aconteceram por volta de 1954 e foram aceleradas a partir de 1966/67, com a implantação da política de incentivos fiscais. Somente em 1975 dos 459.000 hectares plantados no Estado de São Paulo, cerca de 190.000 hectares eram do gênero *Pinus* (MONTAGNA; YAMAZOC, 1978). A área total com povoamentos para as espécies de pinus e eucalipto atingiu 5.373.417 hectares em 2006, dos quais cerca de 1,8 milhões de hectares correspondem ao plantio com pinus. Do total plantado com pinus, 1,4 milhões de hectares estão localizados na Região Sul (ABRAF, 2007).

No ano de 2006 o consumo de madeira em toras de pinus para uso industrial no Brasil foi de 52,8 milhões de m³ (ABRAF 2007) e a expectativa é que a demanda continue a crescer. Com a evolução de sua produção, os principais usos da matéria prima estão sendo direcionados para o processamento industrial em serrarias, laminadoras, fábricas de chapas e para indústrias de celulose e papel. Nos últimos sete anos houve grande demanda por pinus e a valorização do dólar fez com que o setor se tornasse competitivo, aumentando significativamente as exportações para a Europa e para os Estados Unidos. Entre os principais produtos madeireiros exportados estão os compensados de pinus, serrados de pinus, portas, painéis e móveis de pinus (BELING, 2006).

2.1.2 Biologia Reprodutiva

O órgão reprodutivo da grande maioria das espécies de gimnospermas é conhecido como estróbilo ou cone (KRONKA et al., 2005).

O estróbilo masculino consiste em um arranjo espiral de microsporófitos em torno de um eixo central. Cada microsporófito possui dois microsporângios, nos quais o pólen é produzido. Este pólen é disperso pelo vento. Já o megastróbilo de coníferas (estróbilos femininos) consiste em um eixo central com um arranjo espiral de megasporófilos (ou escamas ovulíferas) desenvolvidas sobre pequenas brácteas.

Cada megasporófilo mantém dois óvulos envoltos por um tegumento. Embora os óvulos não sejam, como nas angiospermas, protegidos em um pistilo, eles são protegidos durante o desenvolvimento pelas escamas fechadas dos cones. Durante a polinização as escamas ovulíferas se separam, expondo os óvulos. Uma substância viscosa exsudada da micrópila ajuda na aderência do pólen. O grão de pólen afunda ou é sugado pela evaporação desta substância até a abertura do macrosporângio. Após isso a micrópila é selada e as escamas ovulíferas fecham (SCHIMIDT, 2000a).

A dupla fecundação em gimnospermas não acontece como nas angiospermas e o endosperma (gametófito feminino), grande responsável pelo tamanho das sementes, tem um número haplóide de cromossomos ($n=12$) e não diplóide ($n=24$). O endosperma é envolvido por um tegumento diplóide, também desenvolvido a partir de tecido materno. Portanto, as características dos envoltórios das sementes, incluindo as asas, são herdadas unicamente do progenitor feminino (MATZIRIS, 1997).

Após a polinização, o desenvolvimento do embrião e da semente tem início. O ovo fertilizado inicialmente se divide para formar quatro conjuntos de células, cada um dos quais poderá se desenvolver em embriões geneticamente idênticos (poliembrionia). Contudo, geralmente apenas um embrião se desenvolve completamente, os demais desintegram. Enquanto os embriões se desenvolvem, o gametófito feminino sofre divisões celulares e aumenta de tamanho para se tornar o tecido nutritivo da semente madura, o endosperma. Simultaneamente os tegumentos lignificam, endurecem e se desenvolvem no envoltório da semente. As estruturas de dispersão, tais como as asas, se desenvolvem durante os estádios finais da maturação da semente (SCHIMIDT, 2000).

Uma característica reprodutiva das gimnospermas é que geralmente precisam de um longo período entre a diferenciação dos órgãos reprodutivos até a maturidade da semente. Vários pinus como o *P. caribae*, *P. kesya* e também o *P. taeda* precisam de quase dois anos. O longo ciclo reprodutivo implica que cones de várias idades e diferentes estádios de desenvolvimento podem ser encontrados na mesma árvore. Em algumas espécies de coníferas os cones vazios permanecem na árvore um longo período após a dispersão das sementes, não sendo raro encontrar

até quatro estágios de desenvolvimento na mesma árvore na maior parte do ano (SCHIMIDT, 2000).

Em espécies monóicas podem ocorrer variações na produção de estróbilos femininos e masculinos, fazendo com que funcionalmente determinadas árvores atuem na população como femininas e outras como masculinas, tais como relatado por AGUIAR et al. (1993) para *P. taeda* e *P. kesya*.

A dispersão da semente da espécie é mais limitada que a dispersão de seu pólen. A espécie dissemina suas sementes entre 61-91m levada pelo vento e entre 23-30m em outras direções (BAKER; LANGDON, 2006). O fluxo gênico via pólen é muito maior, uma vez que pode se disseminar além de 600 km de sua origem em linha horizontal e ser encontrado até 10 km acima da superfície terrestre (DiGIOVANNI et al., 1996).

2.1.3 Beneficiamento da Semente

Os cones de pinus são colhidos imaturos e úmidos, e sua maturação pode ser acompanhada pela mudança da densidade e/ou coloração (KRONKA, et al., 2005). Por serem coletados nesta fase, precisam receber o máximo de ventilação possível e não devem ser estocados a granel por mais de umas poucas horas diretamente sobre o chão ou em uma superfície de concreto. Após essa coleta, os cones devem ser secos, o que pode ser feito expondo-os ao sol em camadas, não muito espessas, ou bandejas em locais bem ventilados (KRONKA et al., 2005).

A importância do período de coleta fica clara com a constatação de que a germinação de sementes de pinus está relacionada com a maturidade do cone na época da colheita (BARNETT, 1996), sendo que preconiza-se que os cones estão maduros o suficiente quando a densidade aleatória de 19 de 20 amostras for inferior a 0,89.

O processamento do fruto e da semente após essa coleta, segundo SCHIMIDT (2000b), pode ser dividido nas seguintes fases:

1. Pré-limpeza – fase em que é retirada a sujeira grossa, como por exemplo, acículas e porções de galhos.

2. Pré-secagem – o período de pré-secagem provoca uma redução no teor de umidade dos cones, reduzindo assim os custos da secagem, além de servir como um intervalo de maturação dos cones. Além disso, em várias coníferas uma

velocidade de secagem muito rápida pode causar uma expansão insuficiente das escamas dos cones, o que dificulta a extração da semente. A pré-secagem dos cones pode ser realizada espalhando-os sobre uma superfície impermeável em um abrigo bem ventilado ou através de um sistema de circulação forçada de ar seco, frio ou levemente quente aplicado sobre a pilha, com a revirada dos frutos em intervalos regulares, ou ainda com os cones dispostos em containeres ou sacos em áreas abertas muito bem ventiladas. Devido à sua estrutura lenhosa, cones de pinus podem suportar condições mais adversas que cones de *Pseudotsuga menziessii*, *Picea* spp., e *Abies* spp., por exemplo, que possuem teores de umidade natural mais elevados.

3. Extração – retirada das sementes do interior dos cones. Pode ser um processo manual ou mecânico, no último caso com o auxílio de tambores rotativos que provocam o choque entre cones secos, liberando conseqüentemente as sementes ainda aderidas.

4. Desalamento – retirada das asas das sementes. Pode ser realizado manualmente, pela fricção com um pano úmido, por exemplo, ou mecanicamente, em máquinas especializadas dotadas de escovas.

5. Limpeza – processo que em geral ocorre concomitantemente ao de extração e desalamento.

6. Classificação – para sementes ou lotes com grande variação de tamanho ou peso.

7. Ajuste do teor de umidade – Para sementes que, após outros processos, têm um maior ou menor teor de umidade que aquele considerado ideal para armazenamento.

2.1.4 Oferta de Sementes no Brasil e Importância da Fonte

Atualmente a maior parte da área florestal composta pela espécie *Pinus taeda* é originada de sementes. Essas sementes provêm, preferencialmente, de áreas manejadas para este fim, em especial APS - áreas de produção de sementes e PCS - pomares clonais de sementes. Estas áreas são responsáveis pelo suprimento de parte de uma demanda anual de aproximadamente 3,5 toneladas de sementes, destinadas principalmente a empresas privadas e viveiros particulares. Do total produzido, considerando a produção de sementes das empresas RIGESA,

Klabin, Modo Battistella Reflorestamento S.A. e Valor Florestal (ex-PISA Florestal), metade são provenientes de PCS's e a outra metade de APS's (HIGA, 2002).

Uma APS é uma área onde são coletadas sementes de árvores selecionadas, que recebem pólen de árvores também selecionadas. Os fenótipos inferiores são removidos por meio de desbaste. A intensidade de seleção aplicada é entorno de 5 a 10%. Caracteriza-se pela produção de material superior em curto prazo e baixo custo. A área de uma APS varia em função da disponibilidade de material genético e da demanda de sementes para suprir as necessidades de programa de reflorestamento. A área deve ser devidamente isolada e manejada para a produção de sementes (STURION, 2000).

Um PCS é uma área formada pela propagação vegetativa de árvores superiores (estacas ou enxertos), devidamente isolada e manejada para a produção de sementes. Possibilita que uma intensidade de seleção extremamente alta seja aplicada. Uma das principais vantagens dos pomares clonais é a precocidade na produção de sementes, principalmente quando a enxertia é o método de propagação (STURION, 2000). O indivíduo selecionado para compor o PCS pode ser repetido diversas vezes através da enxertia do material em vários pontos. Cada enxerto realizado recebe o nome de ramete e o conjunto de rametes de um mesmo indivíduo recebe o nome de clone.

O propósito dos pomares clonais é produzir grandes quantidades de sementes geneticamente melhoradas para programas de melhoramento genético e propósitos silviculturais. A eficiência dos pomares de sementes é definida pelo grau em que a colheita de sementes se aproxima da máxima produção bem como pela forma como suas sementes refletem a superioridade genética e a variabilidade presente entre os clones do pomar (FRIEDMAN; ADAMS, 1981).

Contudo, os pomares de sementes clássicos sofrem com o alto custo inicial de investimento e com a demorada incorporação de ganhos genéticos devido ao longo período juvenil e a inconstância do florescimento. Mesmo em pomares clonais estabelecidos com explantes sexualmente maduros uma significativa produção de sementes não ocorre antes de seis a oito anos. Além disso, um florescimento pobre ou irregular é geralmente observado em pomares que não estão localizados em bons sítios de florescimento, e mesmo em bons sítios as influências micro-locais são significativas (SWEET, 2002).

Os fatores que influenciam a eficiência da produção de sementes têm recebido considerável atenção na literatura, e técnicas para o aumento da produtividade através de regimes de fertilização, irrigação, controle de insetos e outros tratamentos culturais (incluindo o anelamento de troncos ou galhos, poda da raiz, tratamentos com fogo, adubação e aplicação de hormônios específicos), têm sido bastante discutidos (SCHIMIDTLING, 1983; HARE, 1983; BONNET-MASIMBERT; WEBBER, 1995; ERIKSSON, 1998; PHILIPPE et al., 2004).

Por meio de diferentes técnicas de anelamento de galhos (fogo ou corte), BRAMLETT et al. (1995) conseguiu fazer com que enxertos com treze meses produzissem pólen. No entanto a sobrevivência após o anelamento foi de 76%, dos quais 57% produziram pólen após o período citado. O estudo concluiu que a indução de pólen associada à estimulação de florescimento de estróbilos femininos pode reduzir em três anos o programa de melhoramento de *P. taeda*.

Ao contrário da produção de sementes, o aspecto genético é de difícil mensuração, e relativamente poucos estudos de fatores que influenciam a eficiência genética têm sido reportados, a maioria destes da década de 1980 (ERIKSSON et al., 1973; MULLER-STARCK, 1978; FRIEDMAN; ADAMS, 1981).

Para que a máxima eficiência genética seja alcançada, espera-se que em um pomar de sementes polinizado pelo vento as seguintes condições sejam respeitadas: a) o pomar esteja completamente isolado da influência de pólen externo indesejado; b) os clones sejam igualmente produtivos em termos de flores masculinas e femininas; c) o período de receptividade dos estróbilos femininos coincida com o período de liberação de pólen; d) os cruzamentos entre clones sejam igualmente compatíveis; e) a autopolinização natural ocorra em taxa não significativa (WOESSNER; FRANKLIN, 1973). Essa situação ideal, entretanto, dificilmente é encontrada devido à participação desigual dos clones como resultado, por exemplo, de uma falta de sincronismo no florescimento, mortalidade diferenciada de rametes devido à incompatibilidade na enxertia ou seleção embrionária e gametofítica (MATZIRIS, 1993).

Vários estudos indicam que a contaminação com pólen externo poderia ser um sério problema para pomares polinizados pelo vento. SQUILLACE e LONG (1981) estimaram que até 80% das sementes em um pequeno pomar de *P. elliotii* tenham sido resultado de fertilizações por pólenes não selecionados.

Autopolinizações, no entanto, ocorreram a uma taxa bastante baixa. Em um estudo com *P. taeda*, a proporção estimada por marcadores enzimáticos para autopolinizações nas progênies de cinco pomares clonais foi de apenas 1,2% (ADAMS e JOLY, 1980). A variação clonal na produção de flores femininas e masculinas é bem conhecida por quem trabalha com manejo de pomares e tem sido bastante documentada (BERGMANN, 1968; ERIKSSON et al., 1973; MATZIRIS, 1997; KANG; LINDGREN, 1998). No estudo realizado por BERGMANN (1968), em 15 clones de um pomar clonal com 8 anos de *P. taeda*, por exemplo, o número de estróbilos masculinos produzidos variou de 0,2 a 4,2, considerando uma escala subjetiva de 0 a 5, em que 0 representava ausência de estróbilos e 5 uma grande quantidade destes. Neste mesmo estudo, o número de cones produzidos por cada ramete variou de 1 a 268 entre os clones.

2.2 FATORES QUE INFLUENCIAM NA PRODUÇÃO DE SEMENTES

2.2.1 Fatores Ambientais e Idade

Entre os fatores relacionados à produção de sementes se encontram: a porcentagem de estróbilos femininos que chegam à fase adulta, o período de receptividade do estigma e de liberação de pólen, a proporção relativa de estróbilos masculinos e femininos, mudanças climáticas, número de árvores com estróbilos femininos, número de estróbilos por árvore, tamanho do estróbilo e da semente (BURDON, 1997). É de grande importância o conhecimento desses fatores para o melhor aproveitamento da área produtora de sementes. Situações como baixa produção de pólen, ineficiência na condução deste pólen até o óvulo (ausência de ventos), não abertura das escamas dos cones (baixas temperaturas, alta umidade ambiental), ou barreiras a autopolinização podem levar a uma falha no processo de polinização e fertilização. Além disso, condições climáticas adversas como secas ou geadas e predadores podem levar a uma perda mesmo após o sucesso do processo de polinização e fecundação (SCHIMIDT, 2000a).

Como constatado por GRIFFIN (1975), as diferenças na fenologia são a maior causa de desvios da média dos cruzamentos e tornam difícil o manejo de pomares de multi-procedências. O acompanhamento da fenologia de florescimento possibilita o conhecimento de todos os cruzamentos passíveis de ocorrer com base

nos períodos de receptividade do estigma e de liberação de pólen, além de evidenciar árvores que não estão em sincronia com as demais. Essas árvores não apenas podem deixar de dar a sua contribuição como doadoras de pólen como também podem estar sendo polinizadas por pólen não selecionado proveniente de outras localidades, reduzindo a qualidade genética do lote de sementes.

O efeito da latitude na produção de sementes de *P. taeda* foi estudado por ZANI e KAGEYAMA (1984). Estes autores compararam a quantidade de cones e sementes e sua viabilidade em diferentes latitudes e concluíram que o número de cones por árvores está mais associado à iniciação floral e que o número de sementes por cone deve-se muito mais a efetividade de polinização que à latitude. O número de sementes chochas, no entanto, esteve mais associado com a fertilização.

No estudo de ARUNACHALAM et al. (2003) com *Mesua ferrea* L. o número de sementes produzidas foi positivamente correlacionado com a área basal do indivíduo. Em contrapartida, sobre o efeito do espaçamento na produção de sementes em talhões de *P. elliotii*, GARRIDO et al. (1984), concluiu que o espaçamento adequado à produção máxima de sementes/árvore não é o mesmo que proporciona uma maior produção volumétrica por hectare. Da mesma forma o espaçamento que permitiu a maior produção de cones por árvore não foi o que permitiu o maior número de sementes por cone. Segundo os autores, isto aconteceu devido ao fato de que um maior espaçamento reduz a competição por luz, favorecendo a iniciação de gemas reprodutivas, propiciando, portanto um maior florescimento (número de cones por árvore).

Os fatores que influenciam na quantidade e qualidade de sementes produzidas, segundo SCHMIDT (2000a), são mostrados no Quadro 1.

QUADRO 1 - FATORES QUE INFLUENCIAM NA QUANTIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE *Pinus taeda* POR PERÍODO

PERÍODO	FATORES QUE INFLUENCIAM
Desenvolvimento das gemas reprodutivas	Genética
	Condições climáticas
	Idade
Polinização e Fecundação	Vetor
	Quantidade de pólen disponível
	Condições climáticas
	Barreiras a auto-polinização
Desenvolvimento do cone	Predadores
	Condições climáticas
Colheita e Beneficiamento	Maturidade dos cones
	Experiência dos coletores
	Condições de beneficiamento
	Condições de armazenamento

Fonte: SCHIMIDT (2000)

De acordo com POWELL e WHITE (1994), o aumento da produção de sementes em pomares desbastados começa a se tornar perceptível apenas após três ou quatro anos. Os mesmos autores constataram que densidades menores resultam em árvores com maior copa, porém o aumento da quantidade de sementes produzidas por cada árvore é compensado pela diminuição do número de árvores por unidade de área, ou seja, desbastes aumentam a produção por árvore, mas não têm impacto no rendimento por área em pomares adultos.

Sobre a sazonalidade na produção de sementes, POWELL e WHITE (1994) avaliando 10 anos de produção de sementes em pomares maduros (com mais de 15 anos) de *P. elliottii* verificaram que em anos de baixa colheita todos os pomares reportaram baixas produtividades. No entanto, em anos de boa produção enquanto alguns pomares produziram excepcionalmente enquanto outros tiveram uma produção de média a baixa. No estudo de MATZIRIS (1998), com *P. halepensis*, a grande diferença na proporção de sementes viáveis encontradas nos dois anos de

estudo (67% e 91%) foi atribuída a diferenças na quantidade de pólen produzida nos respectivos anos. Este estudo concluiu que o rendimento de sementes viáveis por cone é fortemente correlacionado com o número total de sementes por cone ($r=0,95$). Este resultado esteve perfeitamente de acordo com aquele reportado por BROWN (1971) em que se observou que com o aumento da quantidade de pólen alcançando os estróbilos o número de óvulos fertilizados também aumentou.

Analisando o efeito da idade na produção de cones e sementes de 56 pomares de *P. elliotii*, POWELL e WHITE (1994) não encontraram diferenças significativas no número de sementes por quilo dos lotes. A produção por área (volume de cones e quilos de sementes) aumentou rapidamente até a idade de produção máxima, entre 15 e 18 anos, e então começou a decair. Na média, os pomares alcançaram 50% da sua porcentagem produtiva total aos 11 anos e 90% aos 18 anos.

SAYWARD (1975) estudando *P. strobus* chegou à conclusão de que a melhor maneira de prever a produção de sementes é estimar a produção de cones. O número de sementes por cone em seu estudo se mostrou diretamente proporcional à produção de sementes e inversamente proporcional ao peso da semente, ou seja, aparentemente, o grande número de sementes por cone estressaria o mesmo, o que resultaria na produção de sementes mais leves.

2.2.2 Fatores Genéticos

As sementes carregam em seus genes o potencial de crescimento dos indivíduos aos quais darão origem, daí a importância de um programa bem conduzido de seleção de matrizes, que conduza à seleção das matrizes que não apenas atendam às tendências de mercado, mas também possuam características genéticas favoráveis passíveis de serem transmitidas à descendência. Neste sentido é muito importante a análise do grau de herdabilidade das características focadas na seleção. Um alto ganho de seleção pode ser esperado se as características a serem melhoradas forem fortemente controladas geneticamente, uma vez que valores elevados de herdabilidade indicam que o controle genético é alto e que as mudanças no ambiente pouco influenciam o fenótipo, caso contrário o ambiente tem uma grande influência sobre o fenótipo e se torna menor o ganho genético e a probabilidade de acerto na seleção (VENCOVSKY, 1978). Fica evidente a

importância dos fatores genéticos ao analisarmos que em culturas constituídas por indivíduos de mesma idade esses fatores respondem por 5 a 20% da variação fenotípica observada nas características quantitativas de importância econômica, tais como altura, diâmetro e volume de tronco (MAGNUSSEN, 1995).

Uma forte influência genética na produção de cones na espécie *P. nigra* foi encontrada por MATZIRIS (1993). O autor estudou durante três anos consecutivos a variação da produção de cones em um pomar clonal com área de 11 ha, composto por 52 clones. A herdabilidade no sentido amplo encontrada foi de 0,88; 0,82 e 0,86 no primeiro, segundo e terceiro ano, respectivamente. O valor correspondente para a análise combinada ao longo dos anos foi de 0,75, indicando que um ganho significativo poderia ser conseguido com a seleção de clones com um bom histórico de produção de sementes para estabelecimento de novos pomares clonais. Neste mesmo estudo o autor encontrou, ainda, diferenças significativas na contribuição dos clones para os lotes de sementes formados: 25% dos clones produziram 43%, 51% e 40% do total dos cones produzidos nos anos de moderada, baixa e boa produção, respectivamente. A variação entre anos também se mostrou altamente significativa, com um número médio de cones produzidos de 469 no primeiro ano (1989), 124 no segundo (1990) e 951 no terceiro ano (1991). A colheita influenciou o grau de balanço parental (contribuição igualitária de todos os clones), sendo que o ano de boa produção foi o que mais se aproximou da situação ideal. O número de sementes por cone foi de 24 no ano de pior produção (1990), 30 no ano de produção moderada (1989) e 50 no ano de melhor produção (1991). Os cinco melhores clones em termos de produção de sementes estiveram nas primeiras posições do ranking de produtividade nos anos de 1989 e 1991, bem como os três clones menos produtivos (a variação da posição relativa no ranking de produtividade foi mais acentuada para clones de moderada produtividade).

MATZIRIS (1997) encontrou diferenças estatísticas significativas entre clones de *P. halepensis* na quantidade de sementes viáveis. A correlação entre os anos para a porcentagem de sementes por clone também foi alta ($r=0,69$), indicando que existem clones que realmente produzem uma maior porcentagem de sementes viáveis. Além disso, a herdabilidade para comprimento e largura do cone (0,74 e 0,73, respectivamente) e para número de sementes por cone e número de sementes

viáveis (0,47 e 0,36) indicaram a possibilidade destas características serem melhoradas por seleção.

Sabe-se que sementes vazias em pinus são produzidas pelo aborto do embrião e que a polinização não possui um efeito direto sobre a formação de sementes vazias, uma vez que óvulos não polinizados não se desenvolvem em sementes de tamanho normal. Contudo, a abundância da polinização, a capacidade da câmara de pólen, o número de arquegônios nos diferentes óvulos e, o mais importante, a carga genética expressa pelo número de genes letais ao embrião, são importantes fatores que influenciam não somente a proporção de sementes viáveis mas também a taxa de infiltração de genes letais. Muitas pesquisas têm demonstrado que o aborto devido à homozigose de genes letais ao embrião é o principal fator responsável pela formação de sementes vazias (SARVAS, 1962; SORENSEN, 1967; KOSKI, 1971; MATZIRIS, 1997).

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM O TAMANHO OU PESO DE SEMENTES

O tamanho da semente é considerado um dos caracteres fenotípicos mais estáveis (PUCKRIDGE; DONALD, 1967; GALLAGHER et al., 1975). Juntamente com o tamanho, o peso é um dos principais parâmetros utilizados na classificação de sementes. São parâmetros altamente correlacionados entre si. A classificação por tamanho é mais rápida, porém o peso é mais apurado para determinações individuais (CHAISURISRI et al., 1992).

Segundo CLAIR e ADAMS (1991) em coníferas a variação na média do peso de sementes coletadas de diferentes árvores fêmeas é uma consequência de três fatores 1. a média do genótipo diplóide do embrião; 2. a média do genótipo haplóide do megagametófito, e 3. os efeitos ambientais comuns à árvore mãe. Os últimos dois fatores dizem respeito à planta-mãe. O tegumento da semente ($2n$), herdado apenas da planta mãe, também é determinante nos fenômenos de dormência e germinação de sementes (EL- KASSABY et al., 1992). Ainda, segundo BARNETT (1996) temos que menos de 15% do peso de uma semente de conífera é ocupado pelo embrião, que é a única porção da semente com um componente genético da planta masculina.

2.3.1 Fatores Ambientais

O tamanho da semente ou o vigor do embrião podem aparentemente ser aumentados por tratamentos culturais aplicados aos pomares de sementes e áreas de produção de sementes. O ambiente no qual a árvore matriz está exerce uma influência considerável no tamanho das sementes produzidas (SHEN et al., 1981). Em espécies de coníferas, rametes enxertados em pomares de sementes têm produzido sementes maiores que aquelas coletadas dos ortetos originais (SORENSEN; CAMPBELL, 1985). POWELL e WHITE (1994) analisando lotes de sementes advindo de pomares maduros de *P. ellioti* e lotes oriundos de áreas naturais constataram que sementes de pomares eram aproximadamente 15% maiores que sementes produzidas em plantações e áreas naturais. Sementes de *P. sylvestris* provenientes de pomar clonal foram 56% maiores que sementes dos ortetos segundo HADDERS (1963) e de acordo com o estudo de PARKS (1978), sementes de *P. ponderosa* provenientes de um pomar clonal foram cerca de 35% mais pesadas que sementes de áreas de distribuição natural da espécie.

Algumas justificativas para o fato de sementes maiores serem produzidas nos pomares e não em regiões de distribuição natural da espécie são diferenças de fotoperíodo, tamanho de copas, estações de crescimento e teor de umidade, e fertilidade, tudo isso mais favorável em pomares (SORENSEN; CAMPBELL, 1985).

No estudo conduzido por GRIFFIN (1975) foi avaliada a diferença entre sítios no número de sementes por quilo para *P. radiata*. Os melhores sítios (bons níveis de fertilidade e chuva abundante) produziram lotes de sementes com 14.500 sementes/kg, enquanto que sítios mais pobres produziram lotes com 19.000 sementes/kg, menores, portanto.

O tamanho das sementes varia com a fonte genética e geográfica, e as práticas de fertilização comumente utilizadas em pomares de semente geralmente aumentam o tamanho das sementes. MORGENSTERN (1969) encontrou correlações para *Picea mariana* entre as condições de umidade, temperatura e comprimento do dia no local de colheita de sementes e o tamanho das mesmas.

Fatores inerentes à própria posição das sementes na inflorescência e tamanho do cone influem no tamanho das sementes produzidas. Em coníferas, por exemplo, é sabido que as maiores sementes ocorrem geralmente na porção mediana

do cone (CHASURISRI et al., 1992). No estudo realizado por MATZIRIS (1997) em dois anos consecutivos em um pomar clonal composto por 76 famílias de *P. halepensis* os resultados mostraram a existência de uma variação genética significativa entre clones para peso úmido e seco de cones, número e volume de sementes extraídas, peso e volume de 1000 sementes, porcentagem de sementes viáveis e comprimento e largura de cones, sementes e asas das sementes. Quanto maior e mais pesados os cones, maior e mais pesadas as sementes que estes continham. As correlações encontradas entre anos mostraram que a produção, tamanho e qualidade de sementes nos clones são características geralmente estáveis entre um ano e outro.

No estudo realizado por SORENSEN e CAMPBELL (1985) com *Pseudotsuga menziesii*, sementes provenientes de estróbilos isolados com sacos tipo kraft antes da iniciação floral apresentaram maior peso que sementes oriundas de polinização aberta. Quanto maior o período de permanência do estróbilo em isolamento, maior foram as sementes. Na média, 10 dias de isolamento aumentaram o peso da semente em 1%. Diferentes famílias responderam de modo diferente ao isolamento. A proporção estimada da variância para diferentes fatores e interações foram 75,9% para famílias, 20,3% para o período de duração do isolamento, 3,1% para a interação entre famílias e duração do isolamento, e 0,7% para sub-amostras.

Um aumento no peso da semente de 55% para *P. elliotii* (MARGEN; VOIGHT, 1960) e 39% para *Acer saccharum* foram obtidos através da aplicação de fertilizantes (CHANDLER, 1938).

2.3.2 Fatores Genéticos

O tamanho da semente parece estar sob forte controle genético (BAGHI et al., 1990), principalmente de origem materna, uma vez que a maior parte das componentes das sementes são de origem materna (TYSON, 1989; LINDGREN, 1982). Variação e herdabilidade para tamanho de sementes têm sido documentadas para um grande número de espécies, tais como *Picea glauca* (HELLUM, 1976), *Acacia Holosericea* (HELLUM, 1990), *Pseudotsuga menziesii* (CLAIR; ADAMS, 1991), *P. sylvestris* (LINDGREN, 1982), *Santalum album* (BAGCHI; SHARMA, 1989) e *Acacia* spp. (BAGCHI et al., 1990).

No estudo conduzido por OMOKHAFE e ALIKA (2004) analisou-se o comprimento, largura, volume e peso das amêndoas produzidas por 21 clones de *Hevea brasiliensis* aos 15 e 16 anos de idade. A interação entre clone e ano foi significativa e claramente manifesta na razão entre o comprimento e a largura das sementes. A herdabilidade estimada para comprimento da semente foi de 96%. Correlações significativas foram encontradas entre as características, indicando a possibilidade de ganho simultâneo em todas as características quando a seleção é aplicada em apenas uma delas.

LINDGREN (1982) estudando a variação do peso de sementes de 34 clones de *P. sylvestris* praticamente não encontrou sobreposição para o peso das sementes entre os clones com as sementes mais pesadas e os clones com as sementes mais leves. HELLUM (1976), também encontrou uma grande variação na distribuição de tamanho e peso de sementes de nove famílias de *Picea glauca* em dois anos consecutivos. A proporção de sementes de cada categoria de peso em cada clone não diferiu muito entre um ano e outro. O autor concluiu que a prática comum de se utilizar somente as sementes mais pesadas para a produção de mudas elimina uma grande porção da variabilidade genética do lote de sementes.

GRIFFIN (1975) avaliou 14 rametes de 30 clones de *P. radiata* e encontrou uma variação de 10.800 a 21.200 sementes por quilo em rametes do mesmo clone, dependendo do clone. A variação entre clones foi ainda maior.

SHEAR e PERRY (1985) encontraram diferenças significativas entre 19 clones de *P. taeda* no peso total das sementes, peso do tegumento, teor de lipídios e peso das mudas produzidas. O peso médio das sementes produzidas pela matriz na primeira posição do ranking foi 76% superior ao peso médio das sementes produzidas pela matriz classificada na última posição do ranking de produtividade (0,039g e 0,0221g, respectivamente). Os autores verificaram que estas diferenças podem refletir apenas a variação do peso do tegumento e não necessariamente a variação do conteúdo de substâncias de reserva, como citado por vários autores. Sugeriu-se para controle do tamanho da futura muda gerada a semeadura por clone de origem ao invés da semeadura por tamanho de sementes.

2.4 INFLUÊNCIA DO TAMANHO E PESO DAS SEMENTES NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA MUDA

As sementes carregam em seus genes o desempenho potencial das árvores que se desenvolverão a partir delas. Sementes com um genótipo para rápido crescimento poderão desenvolver mudas de rápido crescimento se o ambiente for favorável. Uma semente com genótipo inferior irá produzir uma progênie inferior não importa como for o ambiente. Isto torna a coleta de sementes de fontes confiáveis e o acompanhamento do comportamento destas sementes em viveiro operações bastante importantes (SCHMIDT, 2000b).

Uma quantidade considerável de informação já foi publicada envolvendo a influência do tamanho ou peso da semente em espécies florestais, principalmente na germinação (CHAUNAN; RAINA, 1980; AGUIAR; NAKAME, 1983; DUNLAP; BANETT, 1983; HELLUM, 1990; ARUNACHALAM, et al., 2003; SHEAR; PERRY, 1985;) e no primeiro ano de desenvolvimento (SHOULDERS, 1961; JARVIS, 1963; ADAMS; THIELGES, 1979).

A germinação é uma seqüência de eventos fisiológicos influenciada por vários fatores intrínsecos e extrínsecos às sementes. Cada fator pode atuar por si ou em interação com os demais. Os fatores externos exercem influência decisiva sobre o processo de germinação, sendo considerados como essenciais a água, a temperatura, o oxigênio e a luz para determinadas espécies (BORGES; RENA, 1993).

É com a absorção de água que se inicia o processo de germinação. Ela atua no tegumento, amolecendo-o, favorecendo a penetração do oxigênio e permitindo a transferência de nutrientes solúveis para as diversas partes da semente (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977). Em laboratório, para a realização do teste de germinação, é necessário escolher o material adequado para substrato, levando em consideração o tamanho da semente, sua exigência de água e sensibilidade ou não à luz, além da facilidade que este oferece para o desenvolvimento das plântulas (BORGES; RENA, 1993). As Regras de Análise de Sementes - RAS - indicam pano, papel-toalha, papel filtro, papel mata-borrão, terra e areia como substratos para as análises de germinação (BRASIL, 1992). No caso da espécie *P. taeda*, recomenda-se que o teste seja realizado sobre papel ou sobre areia.

A temperatura ótima é aquela em que ocorre o máximo de germinação no menor tempo. Algumas espécies germinam em uma amplitude maior de temperatura outras, pelo contrário, o fazem dentro de limites estreitos (BORGES e RENA, 1993). Existem, ainda, diferenças com relação ao tempo de exposição necessário a uma dada temperatura. Embora as sementes de muitas espécies germinem em temperaturas constantes, outras necessitam de alternância de temperatura, uma provável adaptação às oscilações de temperatura em seu ambiente de origem (CARVALHO; NAKAGAWA, 1983). No caso do pinus as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) determinam a temperatura de 22°C ou de 20 °C a 30°C como ideal, sem oscilações, durante todo o período do teste de germinação (após a quebra de dormência em câmara fria).

O grau de necessidade do oxigênio na germinação de sementes depende da espécie e do grau de dormência da semente. Nas Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 1992) nada é mencionado com relação a este fator no período do teste.

A luz é tida como um elemento necessário à germinação de sementes segundo a RAS para a espécie *P. taeda*: um fornecimento de 8 a 16 horas por dia ou de forma contínua, por mais de 16 horas. Este é um fator nem sempre limitante para a germinação de sementes de uma forma geral, pois varia muito com a espécie.

Antes da avaliação da germinação muitas vezes se faz necessário um tratamento de quebra de dormência das sementes a serem avaliadas. Com relação à quebra de dormência que antecede o teste, para a espécie *P. taeda* as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992) mencionam a necessidade de um pré-esfriamento de 3-5°C por 27 a 30 dias, com a manutenção das sementes sempre úmidas durante este período.

Embora nas condições naturais em que as sementes serão semeadas exista uma instabilidade, testes de germinação padrões são normalmente conduzidos em ambientes controlados. Desta forma, os testes de germinação geralmente superestimam o desempenho em campo das sementes (CHASURISRI et al., 1992).

O padrão de germinação de sementes em espécies varia ainda de acordo com uma série de fatores além das condições ambientais já citadas durante o desenvolvimento da semente como, por exemplo, a fonte de semente, a família (BRAMLETT, 1983;), pré-tratamentos, maturidade das sementes (EDWARDS; EL-

KASSABY, 1995), e o tamanho das sementes (BELCHER et al.,1984; DUNLAP; BANETT, 1983; HELLUM, 1990; CHAISURISRI et al.,1992; entre outros).

Várias pesquisas já foram desenvolvidas com o intuito de avaliar a influência do tamanho da semente sobre a germinação. BELCHER et al. (1984) consideram que uma germinação mais uniforme e uma maior uniformidade da densidade de mudas no canteiro sejam os reais benefícios da classificação de sementes por tamanho ou peso.

No trabalho desenvolvido por CHAISURISRI et al. (1992), lotes de sementes de 18 clones de *Sitka spruce* foram divididos em duas porções, uma foi classificada em duas classes de tamanho e a outra permaneceu heterogênea. Os autores avaliaram então a porcentagem de germinação, pico de germinação e o IVG das sementes segundo o clone e o tamanho da semente. Apesar da pequena diferença no peso das maiores e das menores sementes essa variação se mostrou altamente significativa e foi responsável por 36,18% da variação total observada. A maior porção desta variação, no entanto, foi devida a diferença entre clones (63,82%). Quando as sementes de cada clone foram divididas em duas classes de tamanho, a diferença de peso entre sementes pequenas e grandes variou consideravelmente entre clones. Para sementes estratificadas tanto o efeito do tamanho da semente quanto do clone se mostraram altamente significativos para todos os parâmetros de germinação analisados. A herdabilidade no sentido restrito do tamanho da semente e dos parâmetros de germinação foi moderada (0,36) e alta (0,74 a 0,79), respectivamente. Apesar de significativa, a diferença no tamanho das sementes não se mostrou operacionalmente importante. No trabalho desenvolvido com *Mesua ferrea*, ARUNACHALAM et al. (2003) também encontraram correlações positivas entre germinação, crescimento e biomassa acumulada para diferentes tamanhos de sementes, com sementes maiores apresentando resultados mais satisfatórios. No estudo de GRIFFIN (1975) com *Pinus radiata* sementes maiores também apresentaram um maior percentual de germinação que sementes menores (96% e 84%, respectivamente).

Outras pesquisas, no entanto, apresentam resultados que contrariam a tendência de sementes maiores apresentarem melhor germinação quando comparadas às menores. DUNLAP e BARNETT (1983) avaliaram o efeito do tamanho e do peso de sementes de *P. taeda* na taxa de germinação e velocidade de

germinação (em condições de laboratório) e também na emergência, velocidade de emergência e desenvolvimento da muda (em viveiro) a partir de sementes de três diferentes categorias de tamanho provenientes de um único clone. Sementes de menor tamanho (3,6 a 4 mm) levaram mais tempo para iniciar a germinação, mas foram capazes de sustentar suas taxa máxima de germinação por um intervalo de tempo maior que as sementes maiores (mais de 4,8mm). A taxa diária de germinação das sementes menores permaneceu 15% durante três dias, enquanto que a taxa máxima de germinação das sementes maiores foi bem maior no primeiro dia e, após este, caiu para menos de 15%. Neste estudo, a porcentagem de germinação das sementes maiores após seis dias foi aproximadamente o dobro das sementes pequenas e médias no mesmo período, porém, após 28 dias a germinação das sementes médias e pequenas foi de 95%, contra 86% das sementes grandes. A divisão das sementes de cada classe de tamanho em intervalos de 10 em 10 mg levou à conclusão de que sementes mais pesadas germinam mais rapidamente, sendo que as sementes pertencentes as maiores categorias de tamanho também pertenciam as maiores categorias de peso. Em viveiro sementes maiores também apresentaram uma maior velocidade de emergência inicial, em nove dias 40% das sementes maiores haviam emergido, contra menos de 10% das sementes médias e pequenas, porém após esse período as sementes de classes inferiores superaram as sementes maiores na emergência total. Os autores concluíram que taxas de germinação e subsequente crescimento da muda podem ser manipulados com sucesso em pinus através da separação por tamanho e processos de estratificação.

No trabalho conduzido por BELCHER et al. (1984) com *P. elliotii* sementes coletadas de dois pomares clonais e uma área de distribuição natural da espécie foram classificadas em dez classes de sementes, segundo o peso e tamanho. Verificou-se neste trabalho que sementes maiores tiveram menor taxa de germinação que sementes menores (devido à baixíssima germinação da categoria de menor peso). Considerando-se o peso, no entanto, sementes mais leves tiveram menores taxas de germinação que sementes mais pesadas.

No caso do gênero *Eucalyptus*, o trabalho realizado por CARVALHO et al. (1979) com as espécies *E. grandis* e *E. urophylla* mostrou que para estas espécies a porcentagem de germinação não é afetada pelo tamanho da semente, porém sementes médias e grandes germinam mais rapidamente que sementes pequenas.

Trabalhos conduzidos com *E.viminalis* (COZZO, 1964) e *E. citriodora* (CÂNDIDO, 1970) também apresentaram resultados similares, com as sementes maiores germinando mais rapidamente do que as sementes menores, embora apresentando a mesma porcentagem de germinação. O peso da semente aparentemente também não afetou a germinação no estudo conduzido por SAYWARD (1975) com *P. strobus*.

Existe uma sutil diferença entre germinação e emergência. Germinação é definida como o processo que inicia com a absorção de água, até a emissão da raiz primária através do tegumento da semente. É uma característica analisada em laboratório. A emergência é a alongação do hipocótilo acima da linha do substrato, a qual é obtida sob condições de campo. A porcentagem de germinação não reflete necessariamente a porcentagem de emergência. A emergência das plântulas depende não só da energia contida no endosperma ou cotilédones, mas também da profundidade em que a semente é semeada (HACKBART; CORDAZZO, 2003).

Com relação à porcentagem de emergência das mudas, a maior parte das evidências levantadas nos trabalhos científicos também sugeriu que não existe relação entre o peso da semente e esta característica (JONES et al., 1994; ERIKSSON 1997; CHEN et al., 2002). Contudo, nenhum destes estudos quantificou a proporção de sementes viáveis presentes na amostra. Uma vez que espécies com sementes menores tendem a permanecer por mais tempo no solo (LEISHMAN et al., 2000), a falta deste dado pode ter conduzido a um erro sistemático na estimativa da sobrevivência da semente a muda segundo MOLES e WESTOBY (2004).

STURION (1984) verificou o efeito da procedência e do tamanho da semente de *Mimosa scabrella* na germinação (laboratório), emergência, sobrevivência e desenvolvimento em viveiro e crescimento seis meses após o plantio. Das três procedências testadas, em duas não houve influência do tamanho da semente na porcentagem de germinação. Em uma das procedências houve uma tendência de decréscimo da porcentagem de germinação com o aumento de tamanho da semente. Porém, a emergência e a sobrevivência das mudas em viveiro não foram afetadas pelo tamanho da semente em nenhuma das procedências testadas.

Famílias de Douglas-fir testadas por CLAIR e ADAMS (1991) diferiram significativamente quanto ao peso da semente e porcentagem total de emergência e número de dias necessários para 50% de emergência. Os autores não encontraram,

contudo, fortes correlações entre peso da semente e porcentagem total de emergência. A correlação entre peso da semente e taxa de emergência das sementes quando plantadas foi positiva, como esperado, porém relativamente fraca ($r=0,37$); a diferença entre famílias no peso das sementes explicou somente 14% da variação da família em taxa de emergência ($r^2=0,14$). Foram testadas ainda as correlações entre peso da semente e taxa de emergência com o tamanho da muda em bandejas semeadas com mistura de famílias em uma alta densidade de indivíduos na bandeja (4 cm X 4 cm), famílias puras nesta mesma densidade e mistura de famílias semeadas em uma densidade menor na bandeja (16cm X 16cm), imaginando que estas correlações seriam maior quanto menor fosse o espaçamento e com mistura de famílias ao invés de famílias puras, o que não foi comprovado.

Segundo BARNETT (1996) o tamanho da semente possuiu um efeito mais pronunciado sobre a germinação que sobre o desenvolvimento da muda em *Pinus* sp. A separação por tamanho, portanto, teria como justificativa a uniformização da velocidade de germinação. Outros vários estudos foram conduzidos para examinar as correlações existentes entre o tamanho da semente e o vigor da muda (CHASURISRI et al., 1992; DUNLAP; BARNETT, 1983; FOWELLS, 1953, GRIFFIN, 1975; SORENSEN; CAMPBELL, 1993; SHEAR; PERRY, 1985;). Segundo alguns autores, as diferenças nos estádios juvenis podem ser um determinante importante do sucesso relativo dos indivíduos em estádios posteriores do ciclo de vida (por exemplo, HARPER, 1977; SLUDER, 1979; ROACH 1987; SHEAR; PERRY, 1985), enquanto para outros essas diferenças diminuem com a idade, até se tornarem nulas (DUNLAP; BARNETT, 1983; CLAIR; ADAMS, 1991; SCHMIDT, 2000a).

TRIPATHI e KHAN (1990) e ARUNACHALAM, et al., (2003) argumentam que sementes contendo maiores reservas originam mudas com melhor crescimento pré-fotossintético, e que isso por sua vez pode contribuir para o melhor crescimento e sobrevivência de mudas que emergem de sementes maiores. No trabalho de DUNLAP e BARNETT (1983) sementes das classes maiores que também foram as mais pesadas produziram mudas mais altas 11 semanas após a semeadura. A velocidade de germinação neste caso teve uma contribuição substancial para as diferenças iniciais de altura entre mudas. A vantagem da mais rápida velocidade de germinação das sementes maiores foi mantida durante o desenvolvimento inicial da muda, mas a relação entre tamanho da muda e velocidade de germinação tornou-se

progressivamente mais fraca ao longo do tempo. Ainda com *P. taeda*, WOESSNER, (1973) estudando as diferenças em viveiro com relação à irrigação de mudas originadas de diferentes tamanhos de sementes encontrou diferenças consideráveis entre tamanhos de sementes, famílias e procedências.

SORENSEN e CAMPBELL (1985), trabalhando com 111 famílias de *Pseudotsuga menziesii* verificaram que sementes mais pesadas produzem mudas mais altas aos dois anos que sementes mais leves. Pelo coeficiente de correlação entre o peso das sementes viáveis e a altura aos dois anos os autores calcularam que o componente ambiental no peso da semente correspondia a 29% do componente genético aditivo. Com isso os autores sugeriram que pelo menos 50% do efeito do peso da semente na altura da muda em viveiro ocorreu devido a uma associação entre peso da semente e vigor inerente à matriz de origem.

STURION (1984) verificou em mudas de *Mimosa scabrella* dois meses após a semeadura uma tendência de acréscimo da altura e diâmetro de colo em função do aumento do tamanho da semente. Com isso o autor recomendou a separação das sementes em classes de tamanho pra facilitar os trabalhos de viveiro e a classificação de mudas para o plantio.

No estudo conduzido por GRIFFIN (1975) com sementes de *P. radiata* após 32 semanas da semeadura mudas originadas de sementes maiores foram, na média, 18% mais altas e 45% mais pesadas que mudas originadas de sementes menores. WENNSTROM et al. (2002) verificaram que em *P. sylvestris* o aumento do peso da semente de 3 para 7 mg aumentou a altura da muda de 10 a 27% , o peso total da muda de 27 a 113% e diminuiu a relação entre altura e diâmetro de colo após dois anos em viveiro. Em condições de semeadura direta em campo, o efeito do peso da semente foi mais pronunciado.

No trabalho conduzido por BELCHER et al.(1984) com *P. elliotii* sementes de menor tamanho ainda tiveram menores taxas de sobrevivência no viveiro e produziram mudas menores que as mudas provenientes das sementes maiores: mudas de sementes do maior tamanho foram 19% mais altas que aquelas produzidas por sementes menores.

As diferenças no crescimento de mudas oriundas de diferentes tamanhos de sementes submetidas a diferentes doses de adubação também se mostram significativas, conforme o trabalho realizado por BUENO et al. (1997) com sementes

de diferentes tamanhos das espécies *Quercus ilex*, *P. pinea*, *P. pinaster* e *P. sylvestris*. As sementes de menor tamanho de todas as espécies mostraram maior necessidade de fertilização que as sementes maiores, segundo os autores. Em todas as espécies existiu, ainda, uma correlação entre os resultados em viveiro e em campo. Tanto em viveiro quanto em campo as diferenças no desenvolvimento de plantas fertilizadas e não fertilizadas foi significativo, mas nem sempre os tratamentos que consistiram em doses maiores de adubação foram superiores aos tratamentos com doses menores, como foi o caso para *P. pinaster*. A nutrição das mudas é uma prática comum em muitos viveiros. O estado nutricional da muda afeta de maneira determinante a resistência das plantas ao estresse, às enfermidades e aos processos fisiológicos e, indiretamente, aos processos morfológicos, os quais determinam o estado das plantas antes de serem conduzidas para o plantio (SUTTON, 1979; ROOK, 1991).

Alguns estudos, no entanto, contrariam a teoria de que sementes maiores originam mudas mais vigorosas, como por exemplo, o trabalho de CLAIR e ADAMS (1991), com famílias de Douglas-fir, onde as correlações entre peso da semente e tamanho da muda foram positivas, porém não particularmente fortes e tenderam a diminuir com o tempo em viveiro. De modo geral, a diferença é usualmente mais pronunciada nos estádios iniciais do desenvolvimento da muda, porém tende a se tornar menor e pode desaparecer após uma ou mais estações de crescimento segundo SCHMIDT (2000b). MORGENSTERN (1969) encontrou inicialmente forte correlação entre o tamanho da semente, germinação e características de crescimento da muda (comprimento de raiz, altura da parte aérea e presença de acículas secundárias, por exemplo) para *Picea mariana*. Constatou, entretanto, que a importância do tamanho da semente diminuiu dentro de dois anos, aumentando neste período a importância da temperatura e do comprimento do dia no desenvolvimento da muda.

No estudo conduzido por DEMERRITT Jr e HOCKER Jr (1975) com *P. strobus* o peso da semente influenciou positivamente o tamanho e o peso de mudas semeadas diretamente no solo. Aos dois anos de idade, os dados indicaram a possibilidade de ser selecionar as sementes maiores visando a obtenção de mudas maiores por semeadura direta. O mesmo resultado não foi obtido em viveiro, onde as variáveis avaliadas das mudas não apresentaram correlação com o peso da semente

após um ou dois anos. Neste caso após dois anos a fonte de sementes de menor peso médio produziu mudas maiores e mais pesadas que a fonte de sementes de maior peso. Com este estudo os autores concluíram que o efeito do peso da semente no desenvolvimento das mudas pode ser minimizado com a produção de mudas em viveiro.

O trabalho de SHEAR e PERRY (1985) com *P. taeda* também concluiu que o peso da semente, determinado principalmente pelo peso do tegumento da semente, é um mau preditor para o peso da futura muda.

Ainda contrariamente a maioria dos trabalhos publicados, o estudo conduzido por HUMARA, et al. (2002) mostrou a possibilidade de sementes menores originarem mudas de altura e desenvolvimento radicular superior após um determinado período de tempo quando comparadas à mudas originadas de sementes maiores. Os autores estudaram a espécie *Eucalyptus globulus* e avaliaram, além do tamanho da semente, a disponibilidade de água no crescimento inicial de mudas. Apesar de mudas de sementes maiores (acima de 2mm) apresentarem uma maior porcentagem de germinação (embora tratamentos com excesso de déficit de água tenham atrasado a resposta de germinação) mudas originadas de sementes menores (1,75mm, 1,50mm, 1,25mm) apresentaram maior altura e maiores pesos secos de raiz e parte aérea. Surpreendentemente, mudas originadas das menores sementes também foram menos afetadas pelo déficit de água que aquelas originadas dos outros tamanhos. Desta forma, o autor concluiu que as diferenças nas respostas morfológicas de acordo com a disponibilidade de água e o tamanho da semente podem indicar um efeito genético que controla a adaptação da planta ao estresse externo.

A falta de relações consistentes entre peso da semente e tamanho da muda pode ser devida, em partes, a influência de fatores ambientais em características das sementes, por exemplo, variações ambientais pelas quais passou a planta mãe durante o período de desenvolvimento da semente, estágio de coleta dos cones ou extensão do período de estratificação (CLAIR; ADAMS, 1991). Segundo SORENSEN e CAMBELL (1985) uma das razões para a inconsistência dos resultados no que se refere à relação entre tamanho de semente e desenvolvimento da muda seria o fato de que fatores genéticos que afetam o tamanho da semente afetam de outra forma o crescimento da muda. Sementes de árvores diferentes diferem em peso da semente,

porém também podem diferir em características como a proporção do peso da semente que se deve ao seu envoltório, proporção da semente que é tomada pelo embrião, etc. Todos os fatores desse tipo poderiam mascarar ou anular a real relação entre o tamanho da semente e o desenvolvimento da muda, seja porque o tamanho da semente não reflete o tamanho do embrião, megagametófito ou ambos, ou porque diferentes tamanhos de sementes não estão associados com potências genéticas equivalentes de vigor do embrião. Para enfatizar a influência do aspecto genético sobre as características de mudas pode-se citar o estudo realizado por SURLES et al. (1995) com 64 famílias de *P. elliotii*, onde as diferenças entre famílias foram significativas para todas as características avaliadas das mudas (biomassa seca acículas, raízes laterais, raiz principal e tronco) após 10 meses de semeadura. As herdabilidades estimadas para as médias das famílias (h^2_i) para biomassa seca da muda aos três meses foram altas (maioria superior a 0,8) e geralmente diminuíram para valores relativamente baixos entre 6 e 10 meses; Outros fatores segundo SORENSEN e CABELL (1985) seriam a interação entre o peso da semente e diferenças genéticas no crescimento da muda, a influência do ambiente sobre efeitos do peso da semente no desenvolvimento da muda, efeitos competitivos entre mudas resultantes do design do teste e diferenças iniciais no peso de sementes. O tamanho da semente parece ter pouca importância na determinação do desempenho quando todos os membros da população são originados de tamanhos de sementes muito semelhantes.

2.5 IMPLICAÇÕES DO BENEFICIAMENTO DE SEMENTES E PRÁTICAS DE VIVEIRO PARA A VARIABILIDADE GENÉTICA DO LOTE

O modo como as sementes florestais vêm sendo beneficiadas para comercialização é bastante variado e não considera características de semente inerentes às famílias e a variabilidade genética final do lote de mudas. No caso de *P. taeda*, as empresas com participação mais pronunciada no mercado de sementes utilizam mesas de gravidade para este beneficiamento, enquanto que empresas menores utilizam técnicas desde a convencional imersão em água para retirada de sobrenadantes até máquinas de ventilador e peneiras. Estas metodologias levam a uma classificação das sementes por peso e, conseqüentemente, tamanho, um dos

fatores segundo CAMPBELL e SORENSEN (1984) que conduzem a uma seleção genética direcional.

Essa eliminação acidental ou perda da proporção relativa entre famílias em um lote de sementes pode ocorrer em qualquer fase do processo de beneficiamento. Uma vez que sementes diferem entre si em aspectos físicos, fisiológicos e morfológicos e que essas características variam conforme a família, cada passo no processamento e beneficiamento pode influenciar sementes de diferentes famílias de forma diferente, eliminando maiores porções de algumas famílias que de outras. Dessa forma a participação relativa das famílias no lote de sementes não beneficiado pode ser diferente da participação no lote de mudas produzido (LAURIDSEN, 1995).

Além da classificação de sementes por tamanho, práticas de viveiro como a seleção de mudas por tamanho também levam à seleção direcional. Quando a semeadura de sementes de diferentes tamanhos é feita, a competição entre as mesmas leva a uma seleção genética natural e artificial e os genótipos associados a sementes pequenas são mais prejudicados. A classificação de sementes por tamanho neste caso reduz a variação genética, principalmente nas classes de sementes mais pesadas e mais leves (SOSENSEN e CAMPBELL, 1985).

Algumas situações que podem conduzir a essa perda de variabilidade ou proporcionalidade durante o processamento das sementes e práticas de viveiro são sumarizadas a seguir (SCHMIDT, 2000b):

Coleta de sementes: O número de sementes viáveis em diferentes famílias na época da coleta pode ser diferente devido à desproporcionalidade no número de sementes ou frutos coletados, diferenças no número de sementes por fruto ou diferenças na viabilidade devido ao estágio de maturidade, predação por insetos ou número de sementes viáveis.

Processamento: Técnicas de processamento tais como purificação e peneiramento podem eliminar sementes viáveis, sejam através de injúrias mecânicas ou por eliminação de sementes classificadas com um tamanho ou morfologia em particular.

Armazenamento: variação na viabilidade pode eliminar sementes de baixa viabilidade relativa. O genótipo tem uma influência bastante forte no armazenamento. Se a viabilidade total do lote de sementes varia consideravelmente durante o armazenamento a constituição genética do lote de sementes provavelmente será

estreitada. BARNETT e McLEMORE (1970) verificaram que a resposta ao armazenamento de sementes de *P. palustris* varia entre lotes de diferentes árvores, porém não encontraram significância estatística na correlação entre lotes destas mesmas árvores colhidos em anos consecutivos. Isto indica que fatores ambientais, tais como variação na maturidade, podem ser mais importantes que a variação genética.

Germinação: As taxas de germinação podem diferir devido ao armazenamento e ao pré-tratamento. O manejo de sementes no viveiro é um dos fatores que determinam o tempo requerido para a germinação. Uma baixa emergência ou o atraso na emergência são limitações sérias não somente para a utilização eficiente da semente, mas também para se evitar custos adicionais na produção.

Práticas no viveiro: O desenvolvimento das mudas pode diferir em tamanho e vigor. A classificação intencional de mudas, equivalente ao que ocorre com sementes, também é um processo de rotina em muitos viveiros. A seleção geralmente favorece mudas maiores, descartando aquelas abaixo de determinado tamanho, as quais geralmente não são plantadas. Para a semeadura direta de sementes em tubetes, os plantadores por vezes semeiam mais de uma semente por cavidade, e então removem as mudas com características inferiores. Esta prática implica que sementes de genótipos com dormência profunda, velocidade de germinação lenta e baixo crescimento inicial podem ser removidos sem intenção (SCHIMDT, 2000).

As técnicas de processamento e beneficiamento são desenvolvidas em sua maioria para beneficiar sementes ou mudas com características “médias”, com ajustes para levar em consideração a variação dentro do lote de sementes. Quanto mais próxima uma muda ou semente for da média em qualquer característica influenciada pelo processamento, menor sua probabilidade de ser eliminada sem intenção através do processamento e beneficiamento (SCHIMDT, 2000).

Quando sementes de diferentes famílias são misturadas no campo o controle da composição por família no lote de sementes é perdido. Manejos subsequentes podem, portanto, mudar a proporção das várias famílias no lote ou mesmo eliminar algumas delas. Por exemplo, uma família com sementes relativamente pequenas pode perder uma proporção relativamente alta de sua representação no lote durante

o processo de processamento ou classificação, quando as sementes menores são seletivamente eliminadas, estreitando a base genética do plantio (SCHMIDT, 2000b; SILEN; OSTERHANS, 1979;). Tal eliminação ou falta de proporcionalidade entre os pais pode não ser importante no caso de lotes onde um grande número de famílias é representado. No entanto, quando o número de famílias é pequeno (menor que dez) o futuro estreitamento da base genética durante o processamento pode trazer implicações genéticas (SCHMIDT, 2000b).

SILEN e OSTERHAUS (1979) relataram que para *Pseudotsuga menziesii* a eliminação de um terço das sementes mais leves do lote afetaria 16 das 18 famílias envolvidas em diferentes graus. Seis perderiam mais de 50% de suas sementes. Destas seis, duas estavam entre as melhores cinco árvores em altura no teste de progênies de dois anos de idade. Segundo BARNETT (1996) todos os tamanhos de sementes deveriam ser utilizados na produção das mudas.

Segundo SCHMIDT (2000b), a implicação do manejo sobre a diversidade genética das sementes e mudas pode ser resumida nos seguintes pontos:

1. Qualquer procedimento ou condição que tenda a eliminar sementes ou mudas viáveis em qualquer estágio implica no risco de mudança no balanço entre famílias no lote de sementes ou na população de mudas.

2. Se a distribuição das características de sementes ou mudas de determinadas famílias difere da média do lote, então qualquer processo de manejo que implique na eliminação de sementes ou mudas para aquele caractere em particular mudará o balanço entre genótipos.

3. Quanto antes acontecer o processo de mistura de materiais, maior o risco de mudança no balanço durante o manejo subsequente.

4. Quanto menor o número de famílias no lote de sementes maior as implicações genéticas do manejo de sementes.

5. Quanto maior o número de sementes eliminados durante um procedimento, maior o risco de famílias serem perdidas.

Portanto, verifica-se que o ganho em termos de qualidade fisiológica pela formação de mudas mais vigorosas, pelo uso da fração de sementes de maior peso, pode significar perda em termos de qualidade e diversidade genética, pois sementes maiores podem assegurar uma germinação rápida e vigorosa e maior crescimento

das mudas, porém o tamanho da semente não necessariamente está correlacionado com o potencial de crescimento do embrião (SCHMIDT, 2000b).

2.6 SELEÇÃO PRECOCE COM BASE EM CARACTERÍSTICAS DE SEMENTES E MUDAS

Segundo CARNEIRO (1983) os critérios utilizados para classificação da qualidade de mudas baseiam-se em duas premissas: aumento do percentual de sobrevivência de mudas após o plantio e diminuição da freqüência dos tratos culturais de manutenção do plantio recém-implantado. Bons indicadores morfológicos parecem aumentar o percentual de sobrevivência por assegurar que a absorção de água pelas mudas plantadas iguale ou exceda a perda de umidade. Um favorável balanço hídrico possibilita que as mudas apresentem novas extremidades de raízes no solo, poucos dias após o plantio (CARNEIRO, 1995). Sabe-se ainda que a importância das diferenças na qualidade da muda produzida em viveiro se justifica não apenas pelo comportamento em campo em estágios iniciais de seu desenvolvimento, mas por indicativos de que estas diferenças entre mudas podem persistir por vários anos (GRIGSBY, 1975; SNYDER, 1976; ROBINSON; BUIJTENEN, 1979; DUNLAP; BARNETT, 1983).

Sobre a sobrevivência em campo, segundo LEISHMAN et al. (2000) experimentos têm demonstrado que mudas provenientes de sementes maiores são mais tolerantes a muitas das dificuldades encontradas durante o estabelecimento do indivíduo, tais como competição com a vegetação estabelecida, sombra, desfolhamento, seca e baixa disponibilidade de nutrientes. A sobrevivência de sementes provenientes de diferentes categorias de tamanho foi extensivamente discutida na síntese organizada por MOLES e WESTOBY (2004). Os autores organizaram uma compilação de dados existentes em literatura com relação à sobrevivência de espécies em condições naturais e sua relação com o tamanho de sementes, analisando dados de emergência e estabelecimento das mudas. Ao todo, foram compilados dados de 178 espécies de 56 famílias. Destas, 33 espécies não apresentaram relação entre o peso da semente e a proporção de indivíduos sobreviventes à fase de transição entre semente viável no solo e muda recém emergida. Em 25 dos 31 estudos levantados pelos autores verificou-se que quando comparadas às espécies com sementes menores, espécies com sementes maiores

têm uma vantagem significativa na sobrevivência quando submetidas a condições experimentais desfavoráveis. Quase todas as exceções neste caso foram estudos com mudas mais velhas, o que coincide com a idéia de que a vantagem de sementes maiores termina depois que as reservas da semente são esgotadas (FOSTER, 1986; WALTERS; REICH, 2000; MOLES; WESTOBY, 2004;). A vantagem encontrada, no entanto, não se mostrou suficiente para contrabalancear o grande número de sementes produzidas por m² de copa em espécies com sementes menores.

O diâmetro de colo tem se mostrado a característica mais confiável para a classificação morfológica de mudas em vários estudos. A classificação das mudas baseada apenas em altura apresenta deficiências, pois quando levada em consideração mudas tenras e flácidas e de maior comprimento da parte aérea são aproveitáveis, enquanto que as resistentes e vigorosas, mas com menor comprimento da parte aérea, são descartadas (CARNEIRO, 1976; MALINOVSKI, 1977;). CARNEIRO (1981) não validou o uso da característica altura na classificação de mudas de *P. taeda*, mas sim o diâmetro de colo.

Outros parâmetros morfológicos que podem ser citados como atributos de vigor são: peso de matéria seca total da muda, peso de matéria seca da parte aérea, peso de matéria seca das raízes, relação parte aérea e sistema radicular (peso ou comprimento) e relação entre altura da parte aérea e diâmetro de colo (H/D), que exprime o equilíbrio de desenvolvimento das mudas, no viveiro, pois conjuga dois parâmetros em apenas um índice.

CARNEIRO (1995) recomenda que a relação H/D em qualquer fase do período de produção de mudas deva situar-se entre os limites de 5,4 e 8,1. Desta forma, a média mínima do diâmetro de colo seria dada pela relação:

$$H/8,1 = \text{média mínima do diâmetro de colo}$$

Vários estudos foram realizados buscando avaliar a correlação entre parâmetros morfológicos de mudas em viveiro e o desenvolvimento destes indivíduos em campo (CARNEIRO, 1976; SURLLES et al.,1995; SNYDER, 1976; GRIGSBY,1975) .

No estudo conduzido por SURLES et al. (1995) utilizando 64 famílias de polinização aberta de *P. elliotii* as correlações entre a média da família para biomassa seca das mudas aos três meses e valores genéticos aditivos parentais para crescimento em volume aos 15 anos foram relativamente altas (a maioria superior a 0,4), porém este valor foi menor para as medidas tomadas aos seis e dez meses. Neste mesmo trabalho, os melhores índices de seleção precoce foram mais efetivos em identificar as famílias de desempenho inferior que as famílias de desempenho superior. Os autores afirmaram, no entanto, que uma técnica de seleção precoce utilizando estas características não seria suficientemente eficiente para suplantar o teste de campo em longo prazo, porém poderia ser utilizada para reduzir o tamanho dos testes em campo via exclusão precoce das famílias de pior desempenho ou para classificação de candidatos por requerimentos de valores mínimos de melhoramento. Segundo SNYDER (1976), os custos de seleção em viveiro são pequenos quando comparados ao de técnicas de melhoramento genético florestal tradicional.

Pesquisando a espécie *P. taeda* GRIGSBY (1975) concluiu que mudas altas da espécie (média de 30,5 cm) tiveram um volume 16,7% e 8,6% superior ao de mudas com altura intermediária (média de 18,3 cm) após 9 e 12 anos do plantio, respectivamente. A mesma tendência aconteceu com a espécie *P. echinata*.

Também foram conseguidos resultados bastante promissores para seleção precoce de *P. taeda* no estudo realizado por SNYDER (1976), que durante 10 anos avaliou o crescimento de mudas que apresentavam cerca de duas vezes a altura de mudas utilizadas como controle no momento do plantio. A intensidade de seleção do estudo foi de 1: 50.000 e o plantio foi conduzido em dez diferentes áreas. A avaliação final foi feita nos plantios com idade variando de três a dez anos. Observou-se que a superioridade em altura das mudas selecionadas em viveiro declinou com a idade, como aconteceu no estudo conduzido por GRIGSBY (1975), porém a superioridade em volume permaneceu razoavelmente alta. As mudas selecionadas aos dez anos foram apenas de 4 a 7% superiores em altura que mudas tidas como controle, porém apresentaram de 20 a 46% mais volume. Em plantios com seis anos a superioridade em volume foi de 68%, em plantios de sete anos de 50% e em plantios de oito anos de 69%.

CARNEIRO (1976) em experimento com mudas de *P. taeda*, observou a maior sobrevivência (76%) em mudas mais velhas (11 meses), com diâmetros de colo superiores à média e alturas inferiores à média. A menor sobrevivência (26%) foi observada em mudas mais novas (oito meses), com diâmetros de colo inferiores à média (2,3 mm) e altura superiores à média (15 cm). Com relação ao desenvolvimento inicial em campo, o maior crescimento após 15 meses (127 cm), foi observado para mudas mais velhas, diâmetros e alturas superiores às suas médias (3,7 mm e 29 cm) e o menor desenvolvimento (85 cm) para as mudas mais novas, diâmetros superiores às médias (2,3 mm) e altura inferior à sua média (15 cm). Neste mesmo trabalho, o autor recomendou o plantio de mudas com diâmetro de colo superior a 3,7mm.

É importante citar, no entanto, alguns estudos cujos resultados indicaram que nem sempre mudas com características consideradas “superiores” resultam em indivíduos adultos que se encaixam em tal categoria. BARROS et al. (1978) trabalhando com *Eucalyptus grandis* constataram que a taxa de crescimento em altura das mudas após o plantio em campo foi inversamente proporcional à altura das mudas em viveiro. Essa depressão no crescimento foi consideravelmente maior nas mudas mais altas com pequenos diâmetros de colo do que com as de maiores diâmetros. BORGES et al. (1980) trabalhando com a mesma espécie, encontraram correlação positiva entre a altura da muda no viveiro e altura no campo seis meses após o plantio, porém aos 18 meses esta correlação, assim como a com o diâmetro, foi negativa. CARNEIRO (1976), trabalhando com *P. taeda*, também não encontrou diferenças de sobrevivência e crescimento até 15 meses após o plantio entre mudas de raiz nua de diferentes alturas.

Apesar de alguns resultados contraditórios, em geral indivíduos que no início de seu desenvolvimento em campo apresentam um tamanho avantajado em detrimento dos demais tendem a permanecer com alguma vantagem nos anos posteriores (GRIGSBY, 1975; SLUDER, 1979; SHEAR e PERRY, 1985).

Alguns estudos também foram conduzidos com o intuito de avaliar as correlações existentes entre características das sementes e o desenvolvimento do indivíduo em campo (CLAIR e ADAMS, 1991; ROBINSON e BUIJTENEN, 1979; CASTRO, 1999; SLUDER, 1979) Segundo CLAIR e ADAMS (1991) os efeitos maternos expressados através de diferenças no peso de sementes podem contribuir

para diferenças entre famílias nos estágios iniciais de desenvolvimento em testes de progênies florestais.

ROBINSON e BUIJTENEN (1979) avaliaram o estudo iniciado por BROWN e GODDARD (1959), onde inicialmente avaliou-se o peso de 100 sementes, a velocidade de germinação, o diâmetro de colo, a altura, o comprimento do primeiro lançamento, número de lançamentos, porcentagem de mudas com gemas terminais distintas e porcentagem de mudas sem ramos basais de 75 famílias de *P. taeda*. Após estas observações as mudas foram plantadas em um teste de progênies, com 25 árvores por parcela e três repetições, que foi avaliado aos 5, 10 e 15 anos de idade. Somente três características juvenis mostraram correlação com o volume posterior das famílias: 1. peso da semente; 2. porcentagem de mudas da família com gemas terminais distintas em dezembro e 3. porcentagem de mudas sem ramos basais. A partir de uma regressão ajustada para cálculo do volume esperado aos 15 anos com as variáveis independentes porcentagem de mudas dentro da famílias com gemas terminais bem formadas e porcentagem das mudas dentro da família sem ramos basais ($r^2 = 0,29$) e considerando uma seleção de 20% das famílias ainda em viveiro com base nesta regressão, os autores obtiveram um ganho real de 8% sobre a produtividade por hectares por ano, um ganho similar ao estimado para a seleção massal em campo nesta idade.

CASTRO (1999) encontrou variação no desempenho de sementes de *P. sylvestris* de diferentes famílias plantadas em diferentes solos com relação à emergência e sobrevivência. Neste mesmo trabalho o crescimento inicial das mudas foi positivamente correlacionado com o peso das sementes, porém após uma estação de crescimento o peso da semente não teve correlação alguma com o desempenho da muda, que dependeu exclusivamente do material de origem. No entanto, a peso médio das sementes produzidas pelas plantas foi positivamente correlacionado com os valores médios dos parâmetros de crescimento. WILCOX (1983) encontrou diferenças no tamanho das sementes resultantes de cruzamentos controlados de *P. radiata* e diferenças significativas no tamanho da muda após seis meses de viveiro e até dois anos após o plantio; o efeito do tamanho da semente no crescimento em altura, contudo, diminuiu com o tempo. Ainda com relação ao desempenho em campo, ROBINSON e VAN BUIJTENEN (1979) encontraram correlações positivas entre o peso médio da semente por família e o volume aos 15

anos de idade para *P. taeda*. SLUDER (1979) também encontrou correlações positivas para tamanho de sementes de *P. taeda* e produtividade aos 15 anos, neste caso, porém, constatou-se que os indivíduos obtidos das maiores sementes foram menores que aqueles originados de sementes médias.

Segundo SURLES et al. (1995) o programa de melhoramento florestal do Western Gulf era, em 1995, o único programa de melhoramento de árvores que utilizava operacionalmente técnicas de seleção precoce. Este programa utilizava medições de biomassa seca aos seis meses para excluir 20% da população avaliada, reduzindo os custos dos testes de campo em 17 a 40%.

Futuros estudos de seleção precoce devem incorporar o componente peso da semente a fim de avaliar os impactos desta característica nas correlações adulto-juvenis e seu mérito enquanto fator de seleção, segundo SURLES et al. (1995), bem como comparar as progênies dos indivíduos selecionados precocemente (em viveiro) com as progênies de indivíduos controle para avaliar quanto do ganho fenotípico é realmente genético (SNYDER, 1976).

SEÇÃO 2

CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1: EFEITO DA FAMÍLIA NA PRODUTIVIDADE, TAMANHO DE SEMENTES E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO LOTE DE SEMENTES DE *Pinus taeda*

1.1 INTRODUÇÃO

Atualmente a maioria das áreas plantadas com *Pinus taeda* é originada de sementes. Essas sementes provém, na maior parte dos casos, de áreas manejadas para este fim, em especial áreas de produção de sementes - APS e pomares clonais de sementes - PCS (HIGA, 2002).

Uma APS é uma área onde são coletadas sementes de árvores selecionadas que recebem pólen de árvores também selecionadas. Os fenótipos inferiores são removidos por meio de desbastes. A intensidade máxima de seleção aplicada é de um indivíduo entre dez. Caracteriza-se pela produção de material superior em curto prazo e baixo custo. A área deve ser devidamente isolada e manejada para a produção de sementes (STURION, 2000).

Um PCS é uma área formada pela propagação vegetativa de árvores superiores (estacas ou enxertos), devidamente isolada e manejada para a produção de sementes. Possibilita que uma intensidade de seleção extremamente alta seja aplicada. Uma das principais vantagens dos pomares clonais é a precocidade na produção de sementes, principalmente quando a enxertia é o método de propagação (STURION, 2000). O indivíduo selecionado para compor o PCS (ortete) pode ser repetido diversas vezes através da enxertia do material em vários pontos. Cada enxerto realizado recebe o nome de ramete e o conjunto de rametes de um mesmo ortete recebe o nome de clone.

Pouca ou nenhuma atenção tem sido dada à variação existente no tamanho de sementes provenientes de diferentes áreas produtoras de sementes e tampouco às diferenças existentes entre matrizes pertencentes a uma mesma área em relação à produtividade e propriedades tecnológicas do lote de sementes produzido.

Trabalhos desenvolvidos sobre o tema tamanho de sementes, entretanto, citam que essas diferenças podem ser indicativas da variabilidade genética do lote, e sua desconsideração pode levar a supressão parcial ou completa de sementes originadas de determinadas matrizes que, por ventura, tenham tendência a produzir sementes de categorias inferiores de peso ou tamanho – as quais podem ser

descartadas no beneficiamento ou originarem mudas de desenvolvimento mais lento, com maiores chances de serem desclassificadas em viveiro. Esse fato pode prejudicar, por exemplo, a qualidade genética de plantios comerciais que poderiam ser utilizados para novas seleções.

O objetivo deste capítulo foi comparar famílias de *Pinus taeda* de um pomar clonal de sementes (PCS) e uma área de produção de sementes (APS) em relação à produtividade, tamanho de sementes e propriedades tecnológicas do lote de sementes.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Áreas Produtoras das Sementes

A coleta de sementes foi realizada em duas áreas: um pomar clonal de sementes de primeira geração (PCS) e uma área de produção de sementes (APS), localizados em Rio Negrinho-SC, de propriedade da empresa Modo Battistella Reflorestamento S.A. – MOBASA. No Quadro 2 são apresentadas as características gerais das áreas.

QUADRO 2 - CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS SELECIONADAS PARA COLETA DE SEMENTES DE *Pinus taeda*

CARACTERÍSTICA	PCS	APS
Localização geográfica	26°14'48"Latitude Sul	26°12'01" Latitude Sul
	49°36'25" Longitude Oeste	49°38'25" Longitude Oeste
Altitude (m)	863 m	800 m
Material de origem	Melsetter–(Zimbabwe)	Melsetter–(Zimbabwe)
	Geórgia – USA	
Ano de estabelecimento	1994	1978
Espaçamento inicial (m)	6m X 6m	2,5m X 2,5m
Densidade inicial (árvores/ha)	243	1600
Ano de desbaste	2005	1996
Densidade atual (árvores/ha)	164	245

O pomar clonal foi enxertado em 1994, composto por 209 clones distribuídos em seis repetições. Apresenta uma faixa de isolamento de 200m, onde a única espécie plantada é *Pinus elliottii*. As árvores matrizes enxertadas foram selecionadas em diferentes fazendas da empresa.

A APS é composta por 490 matrizes e sua faixa de isolamento recebeu o mesmo tratamento que o seu interior.

As condições gerais de temperatura e umidade no período de 2003 a 2006, tomadas em uma estação meteorológica própria da empresa, em sua sede, estão sumarizadas na Tabela 1.

TABELA 1 - DADOS CLIMÁTICOS

CARACTERÍSTICA	ANO			
	2003	2004	2005	2006
Temperatura média anual (°C)	18,1	17,4	18,4	18,4
Temp. máxima média anual (°C)	23,6	22,1	23,3	23,8
Temp. mínima média anual (°C)	12,6	12,7	13,4	12,9
Precipitação anual (mm)	1545,9	1431,6	2076,6	1241,6

FONTE: Estação meteorológica da empresa MOBASA

1.2.2 Características das Árvores Amostradas

As avaliações de produção de cones e sementes nos dois anos do estudo foram feitas em 12 matrizes da APS e 32 rametes representantes de 8 clones do PCS (quatro rametes por clone). Os ensaios de propriedades tecnológicas foram realizados com sementes colhidas no segundo ano, provenientes de 15 clones do PCS e 10 matrizes da APS. As matrizes e clones foram tomados de modo aleatório.

1.2.3 Coleta dos Cones

A coleta dos cones foi efetuada diretamente nas árvores, entre os meses de março e abril, nos anos de 2005 e 2006, com o auxílio de um podão, procurando-se evitar a retirada involuntária dos cones imaturos.

Os cones coletados foram armazenados em sacos de aniagem, com capacidade de 25 kg, devidamente identificados por matriz e, no caso do pomar, por

ramete. Os sacos foram pesados em balança da marca Malmax (com capacidade para até 25 kg e precisão de 5 g).

A secagem dos cones foi feita a céu-aberto, em caixas de madeira de 6 m por 12 m, com vários compartimentos e altura suficiente para circulação de ar. Para evitar problemas com a umidade, as caixas foram mantidas a 20 cm do chão e cobertas com filme plástico no final das tardes e em períodos chuvosos.

1.2.4 Beneficiamento e Classificação das Sementes

Todo o processo de beneficiamento foi realizado manualmente, com a retirada das asas das sementes por fricção, com o auxílio de um pano úmido.

Ao final do beneficiamento as sementes produzidas foram pesadas e classificadas por tamanho com o auxílio de peneiras de chapas metálicas, com malhas dotadas de furos circulares, confeccionadas para a classificação de sementes segundo as seguintes classes:

Sementes 1: Sementes menores que 4,0 mm;

Sementes 2: Sementes entre 4,0 e 4,5 mm;

Sementes 3: Sementes maiores de 4,5 mm.

Estas classes foram definidas em uma análise preliminar de uma amostra de sementes de lote comercial, onde se buscou a definição de categorias que comportassem percentuais semelhantes de sementes nelas classificadas.

1.2.5 Formação dos Lotes de Sementes

Os lotes de sementes foram formados pela homogeneização do total de sementes produzido por cada clone do PCS ou matriz da APS em 2006. No caso do PCS, misturaram-se as sementes produzidas pelos rametes que compunham o clone.

Para os testes de propriedades tecnológicas foram separadas 30 gramas de sementes de cada um dos clones do PCS e aproximadamente 10 gramas de cada matriz da APS. A diferença foi devida à menor quantidade de sementes produzidas pelas matrizes da APS.

1.2.6 Variáveis Analisadas

1.2.6.1 Produção de cones e sementes e distribuição de sementes por tamanho

Foram avaliadas doze matrizes da APS e oito clones do PCS nos dois anos do estudo. Cada clone foi representado por quatro rametes.

Logo após a coleta a produção total de cones de cada árvore foi pesada. Esses cones foram secos e após o beneficiamento das sementes estas foram classificadas conforme já descrito, mantendo-se sempre a identidade da matriz de origem.

1.2.6.2 Porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG)

As sementes utilizadas nestes testes foram amostradas de material proveniente dos 15 clones do PCS e de 10 matrizes da APS coletados em 2006. Esse material foi amostrado da produção total de sementes dos respectivos clones e matrizes. Os lotes foram homogeneizados e tiveram 300 sementes amostradas, que foram distribuídas em 6 repetições (caixas “gerbox”) de 50 sementes cada, sem a retirada de sobrenadantes.

Foram utilizados para o ensaio caixas gerbox com papel filtro esterilizado como substrato de germinação.

Inicialmente a dormência foi quebrada com a manutenção das sementes sempre úmidas durante 30 dias em câmara fria, a 5°C, no próprio gerbox . Após a quebra de dormência as sementes foram levadas para câmaras de germinação a 25°C constantes e umedecidas com água destilada diariamente durante os 30 dias de período do teste, conforme recomendado pelas Regras de Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 1992). Após cada contagem houve a movimentação das caixas gerbox dentro da câmara de germinação, a fim de se propiciar as mesmas condições de temperatura e iluminação para todas as parcelas durante o período de avaliação.

A porcentagem de germinação foi calculada em função do número de sementes germinadas 30 dias após a instalação do teste em relação ao total de sementes amostrado.

As sementes foram consideradas germinadas a partir do momento em que o comprimento da radícula ultrapassou o comprimento da semente.

A velocidade de germinação foi calculada através da contagem do número de sementes germinadas por dia, entre o quinto e 30º dia de instalação do teste. A fórmula utilizada para o cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG) é mostrada a seguir (VIEIRA e CARVALHO, 1994):

$$IVG = \sum_{i=1}^{30} \frac{G_i}{i}$$

G = número de sementes germinadas i dias após a instalação do teste

i = Número de dias após a instalação do teste

1.2.6.3 Número de sementes por quilo

Esta avaliação foi feita com o lote de sementes colhido em 2006, proveniente da mesma homogeneização citada acima. Foram avaliadas oito sub-amostras de 100 sementes de cada clone do PCS e cinco sub-amostras de 100 sementes de cada matriz da APS. Estas amostras foram pesadas em balança analítica da marca Gehaka. O número de sementes por quilo foi calculado, então, por simples regra de três.

1.2.8 Análises dos Dados

Tanto a média aritmética quanto a mediana e o coeficiente de variação serão apresentados em todas as tabelas de resultados deste trabalho.

Foi realizado o teste t (amostras pareadas) para verificar a significância das diferenças de produção de cones e sementes nos anos de 2005 e 2006. O valor-p obtido pelo teste t foi conseguido considerando a hipótese alternativa bilateral. As hipóteses são a seguir apresentadas:

$$H_0 : \mu_{2005} = \mu_{2006}$$

$$H_1 : \mu_{2005} \neq \mu_{2006}$$

Considerou-se um nível de 5% de significância, portanto quando o valor encontrado foi superior a este, H_0 não foi rejeitada.

Utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman (SIEGEL,1975) para verificar o comportamento das matrizes e clones com relação à posição ocupada no *ranking* de produtividade nos diferentes anos. O coeficiente de Spearman é uma medida de correlação não-paramétrica que, ao contrário do coeficiente de correlação de Pearson não requer a suposição que a relação entre as variáveis seja linear, nem requer que as variáveis sejam medidas em intervalor de classe e pode, portanto, ser utilizado para as variáveis medidas no nível ordinal. O cálculo do coeficiente foi feito utilizando-se a fórmula a seguir:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{(n^3 - n)}$$

Onde:

r_s = Coeficiente de correlação de Spearman

d_i = Diferença na posição do *ranking* de um ano e outro para a matriz i

n = Número de matrizes avaliadas

A significância das correlações foi verificada pela expressão:

$$t = \sqrt{(n-1) * r_s}$$

Sendo o valor t observado inferior ao valor t tabelado, considerando um nível de significância de 5%, aceitou-se H_0 , ou seja, a não existência de correlação significativa entre as matrizes ou clones com relação à posição ocupada no *ranking* de produtividade nos diferentes anos.

A produção total de cones e sementes dos rametes de um mesmo clone do PCS foi avaliada no delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos e 4 repetições. A análise foi feita utilizando o programa *R* (*R Development Core Team*, 2006).

O esquema adotado de análise, em cada ano, com os respectivos desdobramentos dos graus de liberdade dos tratamentos é mostrado na Tabela 2.

TABELA 2 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A AVALIAÇÃO DO EFEITO DO CLONE DO PCS NA PRODUÇÃO TOTAL DE CONES E SEMENTES

F.V. ⁽¹⁾	G.L. ⁽²⁾	Q.M. ⁽³⁾	F
Clone	7	Q ₁	Q ₁ /Q ₂
Resíduo	24	Q ₂	
TOTAL	31		

- (1) Fonte de variação
 (2) Graus de liberdade
 (3) Quadrado médio

Foi utilizado o programa Selegen REML/ BLUP (RESENDE et al., 1994), modelo 20, para estimativa da herdabilidade no sentido amplo para produção de cones pelos clones avaliados. Esse programa foi desenvolvido para análises genéticas de espécies perenes utilizando vários modelos de análise.

A distribuição de tamanhos de sementes foi avaliada em termos percentuais para cada um dos 8 clones do PCS e das 12 matrizes da APS, considerando o peso de sementes em cada categoria de tamanho. Utilizou-se a medida de entropia de SHANNON (1948) para avaliar a homogeneidade do tamanho de sementes produzidas. A medida de entropia reflete a desigualdade do conjunto de dados sendo utilizada para quantificar o grau de incerteza de qualquer distribuição. Ele consiste em um número entre 0 e $\ln(N)$, em que N é o número de categorias da variável analisada, sendo que neste trabalho N é o número de categorias de tamanho de sementes (N=3).

$$\text{Entropia de Shannon} = -[p_1 * \ln(p_1) + p_2 * \ln(p_2) + p_3 * \ln(p_3)]$$

Onde:

p_1 =porcentual de sementes do tamanho 1

p_2 =porcentual de sementes do tamanho 2

p_3 =porcentual de sementes do tamanho 3

A avaliação da porcentagem de germinação e IVG de sementes provenientes de diferentes matrizes e clones foi feita por delineamento inteiramente casualizado com oito repetições de lotes de 50 sementes para os clones do PCS e

seis repetições de lotes de 50 sementes para as matrizes da APS. Foram avaliados 15 clones e 10 matrizes.

Considerou-se a média dos resultados obtidos nas repetições para cálculo da porcentagem de germinação e IVG. A comparação entre as médias dos tratamentos foi feita pelo teste de Tukey, utilizando também o programa *R* (*R Development Core Team, 2006*).

O esquema de análise adotado com os respectivos desdobramentos dos graus de liberdade dos tratamentos é mostrado nas Tabelas 3 e 4:

TABELA 3 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A AVALIAÇÃO DO EFEITO DA MATRIZ DA APS NA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO E IVG

F.V.	G. L.	Q.M.	F
Matriz	9	Q ₁	Q ₁ /Q ₂
Resíduo	50	Q ₂	
TOTAL	59		

TABELA 4 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A AVALIAÇÃO DO EFEITO DO CLONE DO PCS NA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO E IVG

F.V.	G. L.	Q.M.	F
Clone	14	Q ₁	Q ₁ /Q ₂
Resíduo	75	Q ₂	
TOTAL	89		

O número de sementes por quilo das diferentes matrizes foi analisado por delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições de 100 sementes para os clones do PCS e cinco repetições de 100 sementes para as matrizes da APS (Tabelas 5 e 6). Quando houve significância na ANOVA realizou-se a comparação entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey. Toda a análise foi feita no programa *R* (*R Development Core Team, 2006*).

TABELA 5 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A AVALIAÇÃO DO EFEITO DA MATRIZ DA APS NO NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO

F. V	G. L.	Q.M.	F
Matriz	9	Q ₁	Q ₁ /Q ₂
Resíduo	40	Q ₂	
TOTAL	49		

TABELA 6 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A AVALIAÇÃO DO EFEITO DO CLONE DO PCS NO NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO

F. V	G. L.	Q.M.	F
Clone	14	Q ₁	Q ₁ /Q ₂
Resíduo	105	Q ₂	
TOTAL	119		

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Produção de Cones e Sementes

O peso total de cones e o peso total das sementes produzidas por cada matriz da APS nos anos avaliados, encontra-se na Tabela 7.

TABELA 7 - PESO TOTAL DE CONES E SEMENTES PRODUZIDOS PELAS MATRIZES DE *Pinus taeda* NA APS

MATRIZ	CONES (g)		SEMENTES (g)	
	2005	2006	2005	2006
M 1	4.576	7.095	43,0	579,6
M 2	3.267	6.085	51,6	249,8
M 3	167	10.940	2,7	505,1
M 4	2.554	3.460	79,9	208,5
M 5	6.426	13.545	126,6	284,4
M 6	4.619	7.720	65,0	276,8
M 7	4.985	5.380	48,2	230,7
M 8	10.359	2.250	533,2	120,8
M 9	7.145	4.000	122,4	268,7
M 10	6.056	3.600	61,7	209,0
M 11	4.659	4.520	58,6	221,4
M 12	4.232	4.455	108,4	231,1
MÉDIA	4.920	6.088	108,4	282,2
MEDIANA	4.639	4.950	63,3	240,4
C.V.	51,2%	54,4%	127,6%	46,0%

O teste t para comparação da média dos dois anos da APS resultou em um valor-p para o teste bilateral de 0,42 para a produção de cones. Considerando-se um nível de significância de 5%, o valor-p não indicou evidência de diferença significativa na quantidade de cones produzidos em um ano e outro. Já a diferença no total de sementes produzidas de um ano para o outro foi significativa (valor-p = 0,024), sendo que no ano de 2006 foram produzidas 160% mais sementes que 2005.

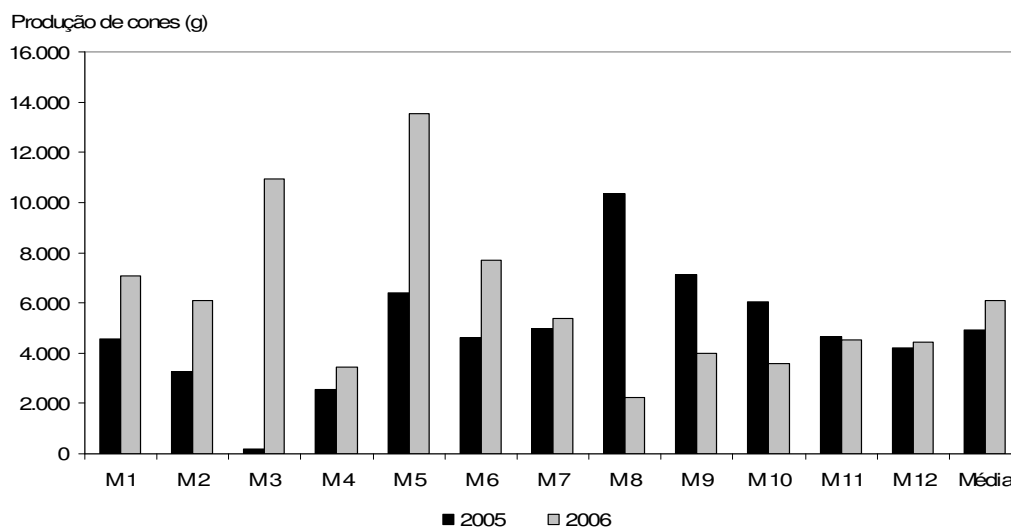
Do ponto de vista prático, uma diferença de 23,7% na produção de cones entre anos consecutivos, como aconteceu na APS, altera consideravelmente o custo de coleta dos cones e, conseqüentemente, o custo da semente. Isso porque o momento de maior esforço, perigo e que demanda mais tempo na coleta dos cones é o de subida e descida da árvore. Quando a atividade é terceirizada (o que ocorre com freqüência nas empresas, devido ao risco da operação) o pagamento geralmente é realizado com base no número de sacos de cones colhidos (em 2007 o valor foi de R\$85,00 por saco de 25 kg). Desta forma uma diferença como esta pode, por vezes, significar um grande prejuízo ou lucro para a empresa prestadora de serviço. Árvores com número reduzido de cones geralmente não são colhidas pela

equipe terceirizada, a menos que o serviço seja contratado por árvore colhida (R\$50,00/ árvore em 2007).

O mesmo aconteceu com a diferença no total de sementes produzidas de um ano para o outro na APS (valor-p = 0,024), onde no ano de 2006 foram produzidas 160% mais sementes que 2005. Uma diferença como essa traz enormes alterações no potencial ganho com a venda das sementes, tendo em vista o elevado preço de comercialização da semente.

O Gráfico 1 apresenta a variação da quantidade de cones produzidos por cada matriz da APS.

GRÁFICO 1 - PRODUÇÃO DE CONES PELAS MATRIZES DE *Pinus taeda* DA APS NOS DIFERENTES ANOS



Observa-se uma grande variação na produção de 2005 e 2006, sem qualquer tendência aparente, o que é confirmado pelo coeficiente de correlação de Spearman. Não houve uma associação significativa em 2005 e em 2006 para a produção de cones pelas matrizes. O resultado foi negativo ($r_s = -0,21$) e não-significativo ($t_{\text{calculado}} -0,69$; $t_{\text{tabelado}} 3,16$).

A Tabela 8 apresenta produção de cones e sementes por cada ramete dos clones do PCS.

TABELA 8 - MÉDIA DO TOTAL DE CONES E SEMENTES PRODUZIDOS PELOS CLONES DE *Pinus taeda* SELECIONADOS DO PCS – MÉDIA DE 4 RAMETES

CLONE	REPETIÇÃO	CONES (g)		SEMENTES (g)	
		2005	2006	2005	2006
C 1	1	11.884	9.755	173,5	166,6
C 1	2	9.424	10.985	124,8	178,1
C 1	3	3.597	4.500	45,7	85,1
C 1	4	4.651	4.795	57,8	75,7
C 2	1	10.025	2.150	824	92,9
C 2	2	30.603	21.577	1606,4	855,8
C 2	3	31.455	26.980	1459,6	1.268,0
C 2	4	44.925	35.600	2529	1.412,0
C 3	1	15.758	16.700	744,7	691,4
C 3	2	17.879	19.726	528,9	769,8
C 3	3	9.250	3.120	404,8	133,5
C 3	4	7.564	12.250	286,7	505,7
C 4	1	6.355	2.375	46,9	60,1
C 4	2	13.524	12.620	564,3	543,5
C 4	3	15.126	12.190	184,5	452,3
C 4	4	19.456	18.450	291	627,6
C 5	1	8.790	9.500	215,4	123,7
C 5	2	8.661	10.320	95,4	175,9
C 5	3	11.494	14.810	146	292,9
C 5	4	16.009	16.175	248,4	347,1
C 6	1	1.861	5.910	61,2	142,6
C 6	2	6.452	14.460	30,1	331,3
C 6	3	4.155	23.200	88,7	600,1
C 6	4	4.447	14.523	131,1	350,3
C 7	1	2.260	600	82,8	26,0
C 7	2	4.522	1.900	126,8	76,5
C 7	3	7.915	13.250	280,3	698,4
C 7	4	14.434	9.630	544,9	433,6
C 8	1	1.670	700	24,9	31,2
C 8	2	8.671	14.750	148,3	659,7
C 8	3	5.361	14.375	31,6	527,0
C 8	4	7.659	4.980	55,4	59,0
MÉDIA		11.432,4	11.964,3	380,7	399,8
MEDIANA ⁽¹⁾		9.313,7	12.055	217,5	337,6
C. V. ⁽¹⁾		69,4%	40,3%	135,0%	59,2%

NOTA: (1) Levando-se em consideração os valores médios dos rametes dos clones

Assim como na APS no pomar clonal o teste t para comparação da média dos dois anos não indicou evidências de diferenças na produção de cones (valor-p =

0,615). A produção de sementes (valor-p = 0,763), também, ao contrário do ocorrido na APS não diferiu estatisticamente entre um ano e outro. De fato foi verificada uma diferença mínima entre os anos, sendo que em 2006 a produção de cones foi 6,4% superior a de 2005, e a produção de sementes foi apenas 5%.

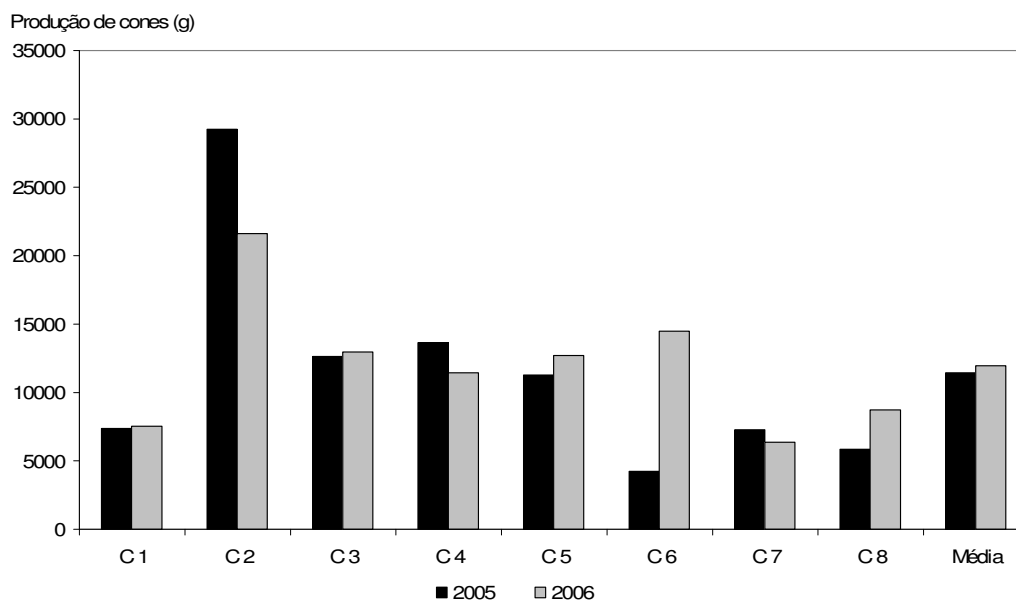
Apesar de não existir diferença significativa entre anos na análise da produção total da área, verifica-se uma diferença significativa entre clones em 2005 com relação à produção de cones por ramete (valor-p < 0,001), e produção de sementes (valor-p < 0,001). A produção média dos rames dos clones neste ano variou de 4,3kg a 29kg de cones e a produção de sementes variou de 65g a 1,6kg de sementes. O teste de comparações múltiplas evidenciou que apenas o clone 2 diferenciou dos demais. Em seu estudo com 15 clones de um pomar clonal com oito anos de *P. taeda*, BERGMANN (1968) também encontrou uma grande diferença na produção de cones por ramete, porém esse autor avaliou a quantidade (que variou de 1 a 268 cones) e não o peso desta produção.

Em 2006, apesar de não existir diferença estatística entre os clones para a produção de cones (valor-p: 0,085) esse valor variou de 6,3kg a 21,5kg de cones. Neste mesmo ano, a diferença na produção média de sementes por ramete variou de 126g a 907g e foi estatisticamente significativa (valor-p = 0,051). Neste caso, como no anterior, a diferença foi devida a um único clone, o mesmo clone 2, cuja produção média de sementes foi 277% superior à produção média dos demais. Esse clone ocupou o primeiro lugar do *ranking* de produção de sementes nos dois anos, mas a mesma tendência não aconteceu com relação os demais clones. A herdabilidade no sentido amplo encontrada para a produção de cones em 2005 foi de 0,08 e em 2006 de 0,05, resultados bastante inferiores dos reportados pelo estudo anteriormente citado de MATZIRIS (1993), com *Pinus nigra*, onde as herdabilidades para esta característica nas idades de 11, 12 e 13 anos foram superiores a 0,80.

Dentro de cada clone, ou seja, entre os rames, o coeficiente de variação para a produção de cones variou de 24% a 63% em relação à média em 2005 e de 24% a 96% em 2006, indicando uma grande variação entre rames de determinados clones. O coeficiente de variação para quantidade de sementes variou de 39% a 88% em 2005 e de 42% a 105% em 2006.

O Gráfico 2 apresenta a quantidade média de cones produzidos pelos rametes de cada clone do PCS nos dois anos do estudo. Em seis dos oito clones a produção de 2006 foi superior a de 2005. No entanto, o coeficiente de correlação de Spearman com relação à quantidade de cones produzidos nos dois anos foi positivo e não significativo ($r_s = 0,45$; $t_{\text{calculado}} = 1,19$; $t_{\text{tabelado}} = 3,5$), não havendo, portanto, uma associação significativa entre a posição ocupada pelos clones no *ranking* nos dois anos.

GRÁFICO 2 - PRODUÇÃO DE CONES PELOS CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS NOS DIFERENTES ANOS



O ano de 2006 foi melhor do ponto de vista de produção de cones em ambas as áreas, porém, ao contrário do reportado por MATZIRIS (1993) com *Pinus nigra* nem todas as matrizes e clones reportaram uma produção maior no ano de melhor colheita.

Verifica-se que a produção total de cones diferiu significativamente entre as áreas para os dois anos (valor-p em 2005 = 0,023; valor-p em 2006 = 0,019). Em 2005 o peso médio da produção de cones no PCS foi de 11,4kg, enquanto que na APS esse valor foi 57% inferior (4,9 kg), em 2006 o peso médio da produção total de cones no PCS foi de 11,9 kg, enquanto que na APS esse valor foi 49% inferior (6 kg).

A produção média de sementes por indivíduo foi maior no pomar clonal nos dois anos do estudo. O pomar teve uma vantagem de 251% na produção de sementes por indivíduo em 2005 e de 42% em 2006. Comparando-se, pelo teste t verifica-se que a diferença, no entanto, não foi significativa em 2005 (valor-p = 0,098) nem em 2006 (valor-p = 0,266).

Entre os fatores que poderiam explicar as diferenças na produção de cones e sementes na APS e no PCS estão:

1. A quantidade de pólen produzida nos respectivos anos/áreas. MATZIRIS (1997) trabalhando com *Pinus halapensis* encontrou diferenças estatísticas significativas entre clones na quantidade de sementes produzidas e proporção de sementes viáveis, atribuindo uma das causas à abundância de polinização; Observamos, visualmente, que a quantidade de pólen produzida na APS foi inferior à produzida no PCS;

2. Idade das áreas. No estudo de POWELL e WHITE, (1994), com *Pinus elliotii*, 50% da produção máxima de sementes por hectare foi alcançada aos 11 anos. Após essa idade a produção cresceu consideravelmente até atingir o ponto máximo entre 15 e 18 anos e, a partir daí, começou a decrescer. É claro que as condições encontradas no pomar clonal de Rio Negrinho são bastante diferentes daquelas encontradas na Florida, Geórgia e Alabama, onde os autores realizaram seu estudo, porém os resultados por eles encontrados são um indicativo da grande variação de produtividade esperada para idades distintas e grande é a diferença de idade entre a APS deste estudo (27 anos em 2005) e o PCS (11 anos em 2005).

3. Diferenças de espaçamento entre indivíduos. De acordo com POWELL E WHITE (1994), o aumento da produção de sementes em pomares desbastados começa a se tornar perceptível apenas após três ou quatro anos e, portanto, o desbaste sofrido pelo PCS em 2005 não deveria causar qualquer variação na produtividade de sementes em 2006 (mesmo porque o ciclo reprodutivo do *P.taeda* é de aproximadamente 20 meses). GARRIDO et al. (1984), trabalhando com *P. elliotii*, concluíram que o espaçamento adequado à produção máxima de sementes por árvore não é o mesmo que proporciona uma maior produção volumétrica por hectare, áreas de maior espaçamento apresentam uma maior produtividade individual. Com base nestes estudos não seria de se esperar uma grande variação de produtividade por indivíduo entre a APS e o PCS, visto que ambos apresentavam

em 2005 um número de indivíduos por área bastante semelhante (243 o PCS e 245 a APS), porém deve ser considerado que a APS foi desbastada com 18 anos e, conseqüentemente a copa de suas árvores é menor que a copa das árvores do PCS, o que justificaria a menor produção individual de cones e sementes da APS quando comparada ao PCS. Na média, árvores da APS apresentaram um diâmetro de copa de 7,7m em comparação a 11,3m das árvores do PCS.

4. Diferenças nas qualidades dos sítios e até mesmo influências micro-locais. Um florescimento baixo ou irregular é geralmente observado em pomares que não estão localizados em bons sítios de florescimento, e mesmo em bons sítios as influências micro-locais são significativas (SWEET, 2002). Até mesmo pelas distâncias que as separam as duas áreas apresentam características micro-locais bastante distintas.

Seria interessante, portanto, a continuidade do monitoramento das áreas deste estudo para verificar o real efeito da sazonalidade, idade e demais fatores sobre a produtividade de cones e sementes.

Como observado nos Gráficos 1 e 2 a falta de associação entre a produção de um ano e outro impede uma previsão confiável da participação de uma determinada matriz ou clone no futuro lote de sementes produzido. Mesmo em estudos mais prolongados, como MATZIRIS (1993), que avaliou a produção de três anos de um pomar clonal de *Pinus nigra*, não houve uma associação entre a posição ocupada no ranking em anos consecutivos, principalmente devido aos clones de produção intermediária. Porém, o autor encontrou associação entre o primeiro ano (de melhor produção) e o terceiro ano do estudo (de produção moderada), neste caso a variação no *ranking* foi menos acentuada (o segundo ano apresentou baixa produção). Com isso o autor sugeriu a presença de um efeito de um ano sobre o próximo, ou seja, a grande produção de um ano afetaria negativamente a produção do ano seguinte e a partir do terceiro ano a produção começaria a ser recuperada. Seria interessante, baseado nisso, a continuidade deste estudo por mais anos para verificar se *Pinus taeda* segue o mesmo padrão.

Para finalizar, SAYWARD (1975) estudando *P. strobus* chegou à conclusão de que a melhor maneira de prever a produção de sementes é estimar a produção de cones e o mesmo foi concluído neste estudo: em ambas as áreas e nos dois anos do estudo a produção de cones e sementes foram características significativamente

correlacionadas pelo coeficiente de Pearson ($r > 0,53$ em ambos os anos na APS e $r > 0,9$ em ambos os anos no PCS).

1.3.2 Tamanhos de Sementes

A entropia de SHANNON (1948) para a variação do tamanho de sementes das matrizes da APS e dos clones do PCS é apresentada nas Tabelas 9 e 10.

TABELA 9 - ENTROPIA DE SHANNON DAS MATRIZES DE *Pinus taeda* DA APS

MATRIZ	ENTROPIA DE SHANNON - SEMENTES	
	2005	2006
M 1	0,80	0,90
M 2	0,72	0,85
M 3	0,79	0,94
M 4	0,85	0,88
M 5	-	0,67
M 6	0,96	1,00
M 7	0,87	0,94
M 8	0,36	0,32
M 9	0,83	0,94
M 10	0,77	0,72
M 11	0,67	0,97
M 12	0,73	0,96
Média	0,77	0,84

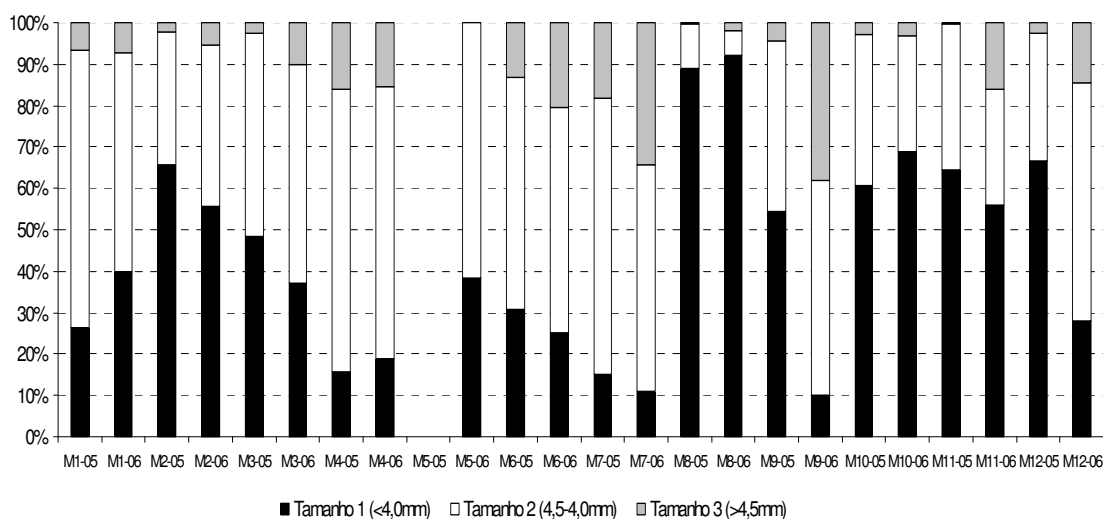
TABELA 10 - ENTROPIA DE SHANNON DOS CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS

CLONE	ENTROPIA DE SHANNON - SEMENTES	
	2005	2006
C 1	0,65	1,02
C 2	0,93	0,81
C 3	0,94	0,88
C 4	0,93	0,86
C 5	0,91	0,99
C 6	0,82	0,81
C 7	0,83	0,8
C 8	0,78	0,83
Média	0,85	0,88

Um valor alto para entropia de Shannon indica alta heterogeneidade dos dados, sendo que, neste caso, o maior valor seria 1,1, ou seja, se houvesse um terço do total de sementes em cada uma das três classes de tamanho. O menor valor, ou seja “0”, representa total homogeneidade dos tamanhos das sementes. A entropia de Shannon para as duas áreas evidencia que não houve uma tendência de concentração de sementes em uma determinada categoria de tamanho.

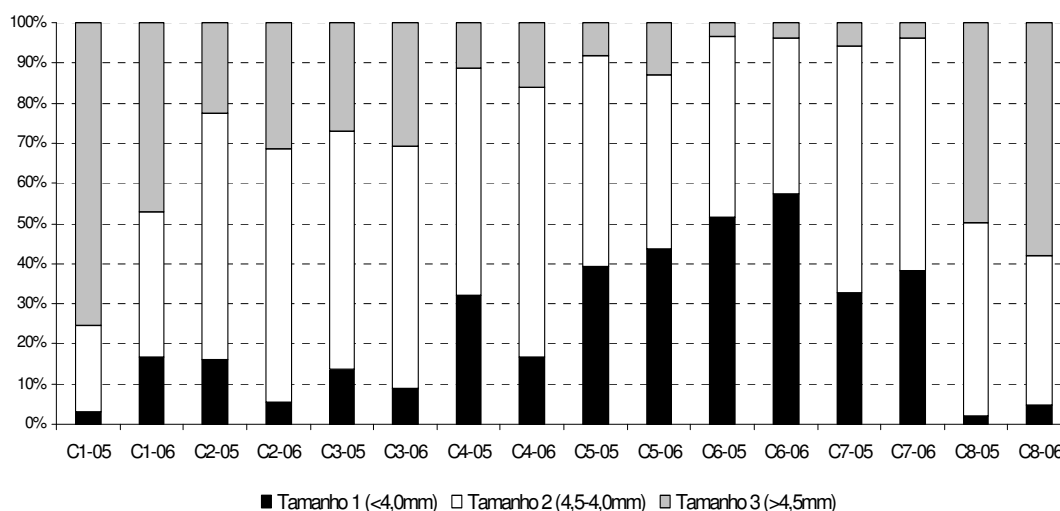
Os Gráficos 3 e 4 apresentam a distribuição de tamanho das sementes presentes nos lotes das diferentes matrizes e clones da APS e do PCS, respectivamente, nos anos avaliados.

GRÁFICO 3 - DISTRIBUIÇÃO DOS TAMANHOS DAS SEMENTES DE *Pinus taeda* PRODUZIDAS PELA APS EM 2005 (05) E 2006 (06)



A matriz 5 não produziu sementes no ano de 2005.

GRÁFICO 4 - DISTRIBUIÇÃO DOS TAMANHOS DAS SEMENTES DE *Pinus taeda* PRODUZIDAS PELO PCS EM 2005 (05) E 2006 (06)



Pelos Gráficos 3 e 4 percebe-se a diferença em tamanho entre sementes oriundas de diferentes matrizes e diferentes áreas de coleta. Para a APS, em 2005 49% das sementes foram menores que 4 mm (categoria 1 de tamanho), 45% estavam entre 4 e 4,5 mm de tamanho (categoria 2) e 6% das sementes foram superiores a 4,5 mm de tamanho (categoria 3) e em 2006 esses valores foram de 40%, 46% e 14%, respectivamente, para as categorias 1, 2 e 3 de tamanho.

Das sementes coletadas dos clones do PCS em 2005, 24% foram da categoria 1 de tamanho, 50% da categoria 2 e 26% das sementes da categoria 3. Em 2006 estes valores foram de 24%, 51% e 25%, respectivamente, para as categorias 1, 2 e 3 de tamanho. Nos dois anos do estudo a porcentagem de sementes maiores (categoria 3) foi superior nos clones avaliados do PCS quando comparados às matrizes da APS. Esta tendência está de acordo com o encontrado por SORENSEN e CAMPBELL (1985), que verificaram que em espécies de coníferas, sementes de rametes enxertados em pomares de sementes apresentam sementes maiores que aquelas coletadas nos ortetes originais. POWELL e WHITE (1994) constataram também que sementes de *Pinus elliottii* advindas de pomares adultos eram aproximadamente 15% maiores que aquelas oriundas de plantios e áreas de distribuição natural da espécie. Sementes de *P. sylvestris* provenientes de pomar clonal foram 56% maiores que sementes dos ortetes segundo HADDERS (1963) e de acordo com o estudo de PARKS (1978), sementes de *P. ponderosa*

provenientes de um pomar clonal foram cerca de 35% mais pesadas que sementes de áreas de distribuição natural da espécie.

Uma das razões atribuídas para o fato de pomares clonais produzirem sementes maiores que áreas de distribuição natural é o tamanho das copas. No estudo realizado por NOLAND et al. (2005) com *Pinus strobus* os autores avaliaram a variação natural de sementes da espécie com relação ao tamanho, forma e classe de copa das árvores matrizes. As sementes foram maiores nas árvores com copas dominantes, maior porção de copa viva e menor relação entre altura e diâmetro. Essa situação, como já citado, explica parte da variação entre APS e PCS tendo em consideração as melhores características de copa encontradas no PCS.

Em seu trabalho HELLMUM (1976), também encontrou grande variação na distribuição de tamanho de sementes de nove famílias de *Picea glauca* e grande variação no peso de sementes de cada uma delas. Além disso, a proporção de sementes de cada categoria de peso em cada clone não diferiu muito entre um ano e outro, o que também pode ser observado neste estudo (Gráfico 1.6). Dentre os clones avaliados nos dois anos, observa-se uma pequena variação de um ano para o outro com relação à distribuição do tamanho das sementes: em ambos os anos os clones que apresentaram a maior porcentagem de sementes maiores (tamanho 3) foram os clones 1 e 8 (ambos com mais de 50% de sementes tamanho 3 em 2005 e mais de 47% em 2006), e que os clones que apresentaram a maior produção de sementes menores (tamanho 1) foram os clones 5, 6 e 7 (mais de 30%).

1.3.3 Propriedades Tecnológicas dos Lotes de Sementes

A distribuição por tamanho, a capacidade de germinação e o IVG das sementes das diferentes matrizes da APS coletadas em 2006 são apresentadas na Tabela 11.

TABELA 11 - DISTRIBUIÇÃO POR TAMANHO, GERMINAÇÃO E IVG DAS SEMENTES DAS MATRIZES DE *Pinus taeda* DA APS - MÉDIA DE 6 REPETIÇÕES

MATRIZ	SEM 1 (%)	SEM 2 (%)	SEM 3 (%)	GERMINAÇÃO (%)	TUKEY ⁽¹⁾	IVG	TUKEY ⁽¹⁾
M 4	42,5	55,5	2,0	94,3	a	5,9	a
M 3	18,7	59,3	22,0	90,0	a b	5,9	a
M 8	36,3	49,8	13,9	87,0	a b c	4,6	b
M 7	35,0	53,0	22,0	86,0	a b c	3,8	c d
M 1	39,2	49,3	11,5	84,7	a b c	4,5	b
M 9	39,2	53,1	7,7	84,3	b c	3,9	b c d
M 6	10,9	54,9	34,1	84,0	b c	3,7	c d
M 10	28,0	57,4	14,6	83,3	b c	4,0	b c
M 5	25,0	54,5	20,5	79,3	c	3,5	c d
M 2	18,9	65,7	15,4	78,7	c	3,3	d
MEDIA	29,4	55,3	16,4	85,2		4,3	
MEDIANA	31,5	54,7	15,0	84,3		4,1	
C.V.				5,44%		21,57%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

O teste de Shapiro-Wilk indicou normalidade na distribuição dos resíduos das taxas de germinação (p -valor = 0,24), porém a homogeneidade das variâncias, verificada pelo teste de Bartlett, apresentou um p -valor inferior ao nível de significância adotado (p -valor = 0,038). Como a metodologia BoxCox não tornou os dados homocedásticos e o p -valor esteve próximo dos níveis de significância usuais decidiu-se prosseguir a análise paramétrica. Para os dados de IVG o p -valor resultantes do teste de Shapiro-Wilk foi 0,014, indicando a necessidade de transformação. Pela metodologia BoxCox chegou-se ao valor de lambda de 0,252, de forma que a variável IVG transformada adequou-se aos requisitos da ANOVA paramétrica. A ANOVA detectou diferença estatística na germinação (p -valor < 0,001) e IVG (p -valor < 0,001) de sementes das diferentes matrizes da APS.

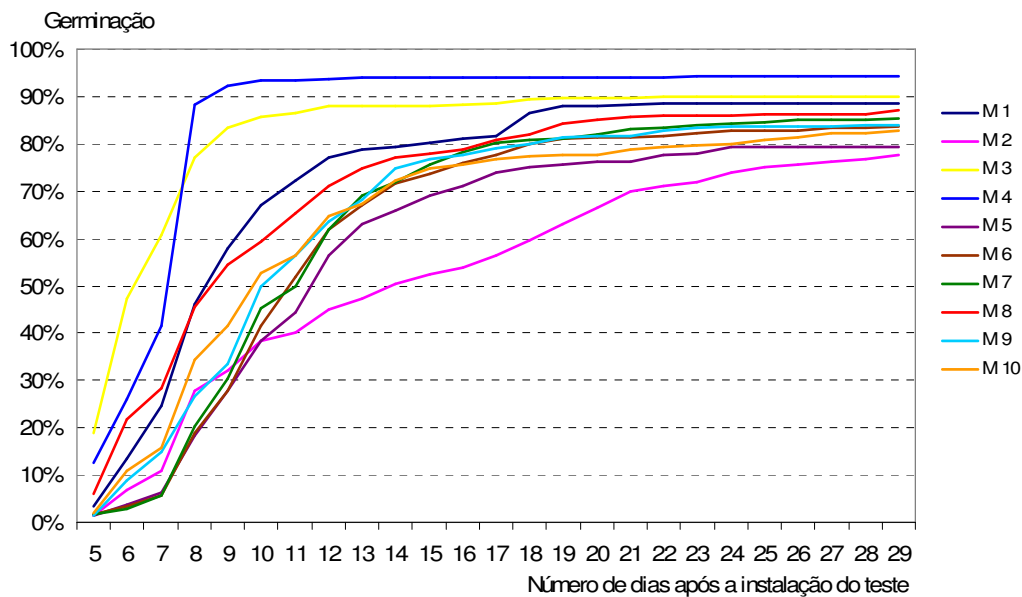
Na germinação 80% das matrizes produziram sementes com comportamento estatisticamente semelhante, e no IVG 50% das matrizes.

O lote de sementes da matriz 4, de 94,3 % de germinação, apresentou 42,5% das suas sementes com tamanho 1, 55% das suas sementes com tamanho 2 e 2% apenas de suas sementes com tamanho 3, enquanto que o lote de sementes de menor germinação, matriz 2 com 78,6% de germinação, teve 18,9% das suas sementes com tamanho 1, 65,7% com tamanho 2 e 15,4% com tamanho 3. No trabalho de DUNLAP e BARNETT (1983) com sementes de *Pinus taeda*, sementes

de menor tamanho (3,6 a 4 mm) ultrapassaram a taxa máxima de germinação alcançada pelas sementes maiores (mais de 4,8mm). Com base neste resultado, seria de se esperar, portanto, que as matrizes com menor porcentual de sementes com tamanho 3 apresentassem maior porcentagem de germinação. De fato a matriz 4, com apenas 2% de sementes com tamanho 3, apresentou a mais alta germinação, porém o mesmo não aconteceu com a matriz 7.

Com relação ao IVG, os lotes de sementes das duas matrizes de maior porcentagem de germinação também apresentaram um IVG estatisticamente superior aos das demais. No trabalho de DUNLAP e BARNETT (1983) com sementes de *Pinus taeda*, sementes de menor tamanho levaram mais tempo para iniciar a germinação. No entanto, as sementes menores foram capazes de manter a taxa de germinação por um intervalo de tempo maior que as sementes maiores. O Gráfico 5 apresenta a velocidade da germinação das sementes das diferentes matrizes da APS. Nela podemos verificar que a matriz 4, dentre as matrizes avaliadas no ensaio de germinação aquela que produziu o maior porcentual de sementes da categoria 1, (42,5%), apresentou também a maior velocidade de germinação de suas sementes, com praticamente todas as sementes viáveis já germinadas em 6 dias, o que vai contra o encontrado por DUNLAP e BARNETT (1983).

GRÁFICO 5 - GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE DIFERENTES MATRIZES DE *Pinus taeda* DA APS



A matriz que produziu sementes de menor velocidade de germinação foi também aquela que apresentou a menor taxa final de germinação (matriz 2), até o 8º dia apenas 28% das suas sementes estavam germinadas, em comparação a 88% da matriz 4.

Os dados levantados do PCS são apresentados na Tabela 12.

TABELA 12 - DISTRIBUIÇÃO POR TAMANHO, GERMINAÇÃO E IVG DAS SEMENTES DOS CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS - MÉDIA DE 6 REPETIÇÕES

CLONE	SEM 1 (%)	SEM 2 (%)	SEM 3 (%)	GERMINAÇÃO (%)	TUKEY	IVG	TUKEY ⁽¹⁾
C 13	12,7	69,4	17,9	90,7	a	5,3	b c d
C 4	16,7	67,1	16,1	86,7	a b	6,6	a
C 9	2,4	39,4	58,2	81,7	a b c	4,5	b c d
C 8	4,8	37,3	57,9	78,7	a b c d	4,9	b c d
C 2	5,4	63,2	31,4	77,0	a b c d	5,7	a b
C 10	27,2	54,2	18,6	75,7	a b c d	4,1	d e
C 7	38,2	58,2	3,6	72,3	a b c d	5,4	a b c
C 5	43,6	43,3	13,1	69,7	b c d e	4,4	c d
C 15	2,3	26,9	70,8	67,3	c d e f	5,2	b c d
C 11	14,2	72,1	13,8	65,0	c d e f	4,8	b c d
C 1	16,8	36,1	47,1	62,0	d e f	2,9	e f
C 3	9,0	60,4	30,6	53,3	e f g	2,6	f
C 12	52,2	44,1	3,7	51,0	f g	2,5	f
C 14	7,4	4,8	87,8	42,0	g	2,7	f
C 6	57,4	38,9	3,6	37,3	g	2,6	f
MÉDIA	20,7	47,7	31,6	67,4		4,3	
MEDIANA	14,2	44,1	18,6	69,7		4,5	
C.V.				23,42%		30,46%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

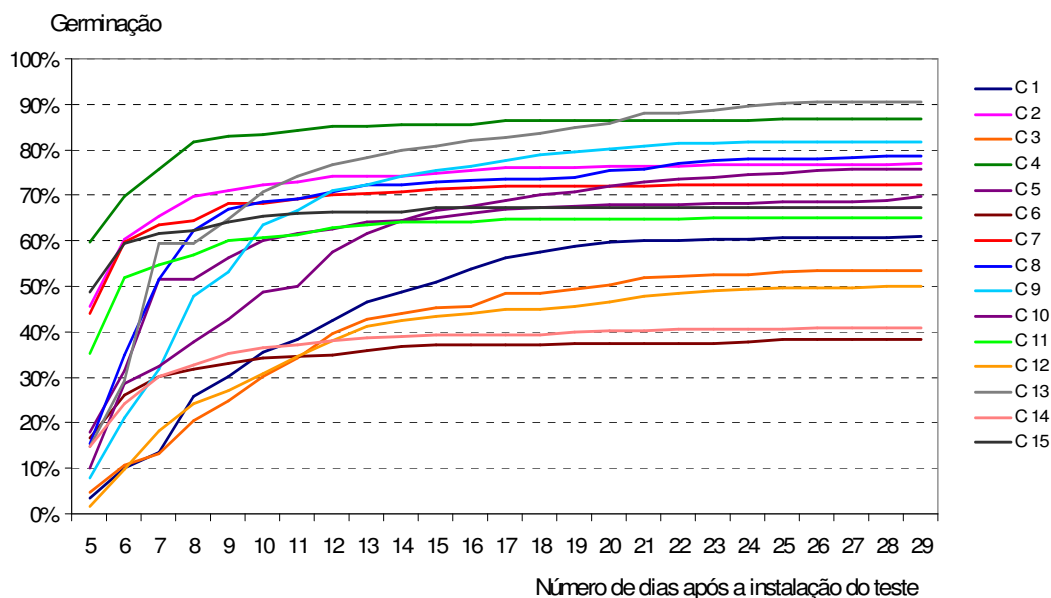
Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados e atendidos para os dados de germinação e IVG dos diferentes clones do PCS. A ANOVA realizada apresentou um valor-p < 0,001, tanto para germinação quanto para IVG, ou seja, detectou-se diferença estatística significativa entre os clones para ambas as características.

No pomar clonal, 53% das matrizes produziram sementes com germinação estatisticamente semelhante, enquanto que em termos de IVG esse valor foi de 46,6%. Os clones 13 e 4 foram os que apresentaram o maior potencial de germinação de suas sementes (91% e 87%, respectivamente). Estes clones estavam também entre os três clones que apresentaram o maior porcentual de sementes na categoria 2 de tamanho (C 13 com 69,4% e C 4 com 67,1%). Ainda no grupo dos clones que apresentaram estatisticamente maior porcentual de germinação estão os clones 9 e 8, que estão entre aqueles que produziram maior porcentual de sementes da categoria 3 (58,2% e 57,9%). No grupo dos clones que estatisticamente

apresentaram as mais baixas porcentagens de germinação estão os clones 6 (38% de germinação) e 12 (50% de germinação), os dois clones que apresentaram o maior percentual de sementes tamanho 1 (57,4% e 52,2%, respectivamente). É interessante observar que também fazem parte deste grupo o clone 14 (42% de germinação), que apresentou o maior percentual de sementes na categoria 3, com 87,8% de suas sementes nesta categoria.

Ainda, no PCS os clones que produziram sementes de maior porcentagem de germinação (clones 13, 4 e 9) não foram exatamente aquelas de maior velocidade de germinação (clones 4, 2 e 7), como pode ser observado no Gráfico 6.

GRÁFICO 6 - GERMINAÇÃO DE SEMENTES DOS DIFERENTES CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS



A variação existente na germinação de sementes provenientes de diferentes matrizes ou clones têm sido reportada por vários trabalhos (CHASURISRI et al., 1992; EL-KASSAY, 2006; BRAMLETT et al., 1983). Em seu estudo com clones de *Pinus contorta* var. *latifolia*, EL-KASSABY (2006) não encontrou diferenças significativas na germinação de sementes nos dois anos avaliados e concluiu que o componente genético (clones) foi o principal responsável pelas diferenças na germinação. BRAMLETT et al. (1983), estudando sementes de *Pinus virginiana* oriundas de cruzamentos dialélicos também verificaram grandes diferenças entre as sementes dos diferentes progenitores, ou seja, um forte controle genético no

processo de germinação. As maiores diferenças encontradas pelos autores entre a germinação dos lotes de sementes também ocorreram nos primeiros dez dias, com o decréscimo gradual da diferença após esse período. A capacidade específica de germinação explicou somente uma pequena porção da variação observada ao contrário da capacidade geral de germinação, que foi responsável por grande parte da variabilidade observada para IVG e capacidade de germinação. Com isso, os autores concluíram que apenas a seleção de matrizes ou clones com base em cruzamentos abertos seria suficiente como estratégia para aumento do IVG e capacidade de germinação do lote de sementes. Do ponto de vista prático a seleção de matrizes ou clones com base na capacidade de germinação precisa ser avaliada com cautela, visto que clones de alta performance genética podem estar entre aqueles de desempenho inferior em germinação.

A porcentagem média de germinação foi maior para as sementes oriundas da APS (85%) que do PCS (67%) e segundo o teste t essa diferença foi significativa (p -valor $< 0,01$). Nenhuma matriz da APS apresentou uma porcentagem de germinação inferior à média do PCS. Em ambos os casos houve uma alta correlação entre porcentagem de germinação e IVG: 0,76 na APS e 0,86 no PCS.

Cumprе ressaltar que foi utilizado o método de quebra de dormência proposto pelas Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 1992): as sementes permaneceram sempre úmidas durante 30 dias, em câmara fria, a 5°C. Estudos realizados com várias espécies citam que a eficiência do método utilizado pode variar entre famílias ou procedências. FONSECA (1982) percebeu diferenças significativas na germinação de sementes de diferentes procedências de *Mimosa scabrella*, com uma variação de 30% na germinação média dependendo da temperatura da água utilizada. O autor considerou a possibilidade de que a variação na porcentagem de germinação entre as procedências estudadas ocorresse devido a uma possível diferenciação das mesmas quanto ao grau de dormência das sementes e sugeriu a determinação do método de quebra de dormência mais eficiente para cada procedência. Como a resposta a diferentes métodos de quebra de dormência não foi um dos objetivos focados por este estudo, optou-se por um método comum para todas as famílias envolvidas.

As médias, por tratamento, do número de sementes por quilo, encontram-se nas Tabelas 13 (APS) e 14 (PCS).

TABELA 13 - NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO PARA AS MATRIZES DE *Pinus taeda* DA APS – MÉDIA DE 5 REPETIÇÕES

MATRIZ	Nº SEMENTES /KG	TUKEY ⁽¹⁾
M 1	40.519	a
M 8	37.965	b
M 7	36.523	b c
M 10	35.817	c
M 9	35.613	c
M 6	35.336	c
M 2	33.602	d
M 4	32.573	d e
M 3	31.726	e
M 5	29.223	f
MÉDIA	34.890	
MEDIANA	35.474	
C. V.	9,29%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

TABELA 14 - NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO PARA OS CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS – MÉDIA DE 8 REPETIÇÕES

CLONE	Nº SEMENTES/ KG	TUKEY ⁽¹⁾
C 14	47.647	a
C 5	47.450	a
C 6	44.919	b
C 3	40.879	c
C 12	39.177	c d
C 2	38.462	d
C 13	38.333	d
C 11	38.168	d e
C 10	37.647	d e f
C 7	36.697	e f g
C 1	36.647	f g
C 4	35.714	g
C 9	34.115	h
C 15	32.402	i
C 8	28.582	j
MÉDIA	38.456	
MEDIANA	38.168	
C. V.	13,57%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados e atendidos para o número de sementes por quilo das diferentes matrizes da APS. Já para os dados do PCS o teste de normalidade apresentou um valor-p muito baixo (0,004) e, portanto utilizou-se a transformação Box-Cox. Ao buscar a melhor transformação o valor encontrado para o parâmetro (λ) esteve próximo de 1, portanto optou-se por trabalhar com os dados originais. A ANOVA encontrou diferenças significativas entre o número de sementes por quilo das diferentes matrizes da APS e para os diferentes clones do PCS (p-valor < 0,001 em ambos os casos).

Na APS, a matriz 5 produziu sementes estatisticamente mais pesadas que as demais matrizes (29.223 sementes/ quilo) e a matriz 1 produziu sementes significativamente mais leves que as demais matrizes (40.519 sementes por quilo). A diferença percentual entre estas duas matrizes foi de 39%.

No PCS o clone 8, com 28.582 sementes por quilo, foi estatisticamente superior aos demais no peso de suas sementes (menor número de sementes por quilo), enquanto que os clones 14 e 5, com 47.647 e 47.450 sementes por quilo, produziram sementes significativamente mais leves que os demais. A diferença percentual entre estes clones foi de mais de 60%. No estudo conduzido por GRIFFIN (1975) com sementes de 30 clones de *P. radiata* o número de sementes por quilo também variou consideravelmente entre os clones (10.800 a 21.200 sementes por quilo).

Enquanto que a média de sementes por quilo da APS foi de 34.890 essa média foi 10,3% superior para o PCS (38.483 sementes por quilo), uma diferença significativa (p-valor =0,002), ou seja, matrizes da APS produziram sementes mais pesadas que os clones do PCS. É interessante notar pelos Gráficos 1.5 e 1.6 que foram os clones do PCS que apresentaram uma maior produção de sementes da categoria 3 (sementes maiores), ou seja, mesmo sendo em geral maiores as sementes do PCS não foram mais pesadas que sementes da APS. Nos trabalhos de AGUIAR e NAKANE (1983) para *E. citriodora*, e DONI FILHO (1974) para *E. grandis*, o peso de sementes foi maior quanto maior o seu tamanho, ao contrário do que foi aqui verificado.

Analisando cada matriz ou clone, verifica-se que aqueles que produziram um menor número de sementes por quilo (sementes mais pesadas, portanto), não foram

aqueles que apresentaram uma maior porcentual de sementes maiores. A matriz 5 da APS, por exemplo, com o menor número de sementes por quilo (29.223), apresentou 20,5% de sementes tamanho 3 (a média da APS foi 11%) e o segundo mais baixo potencial de germinação (79,3%). A matriz que apresentou o maior porcentual de sementes do tamanho 3 (matriz 6, 34%) foi a 5ª no *ranking* das que tiveram um menor número de sementes por quilo (sementes maiores). Nos lotes de sementes oriundos do PCS, verificou-se que o clone 14, por exemplo, com 87,8% de suas sementes tamanho 3, apresentou o maior número de sementes por quilo dentre os clones avaliados (47.647), ou seja, as sementes mais leves dentre todos os clones. Este mesmo clone foi, ainda, aquele que apresentou a segunda menor porcentagem de germinação dentre todos os avaliados (41% de germinação apenas). Por outro lado, o clone 8, também com uma grande porcentagem de sementes do tamanho 3 (58%) apresentou o menor número de sementes por quilo dentre os clones avaliados (28.582 sementes por quilo), ou seja, as sementes mais pesadas. Este mesmo clone mostrou ainda uma porcentagem de germinação de 78,7%, quase o dobro da anterior. Com isso fica claro que não é possível associar a distribuição dos tamanhos das sementes ao número de sementes por quilo das matrizes e clones avaliados.

Ao contrário do que foi verificado neste estudo, POWELL e WHITE (1994) estudando *P. ellioti* observaram que o número médio de sementes por quilo de lotes de plantios comerciais e de áreas de distribuição natural da espécie foi 21% superior à média de sementes por quilo de lotes de pomares clonais. Os mesmos autores verificaram que a produção total de cones e sementes por indivíduo aumentou gradualmente com a idade, porém o número de sementes por quilo não esteve correlacionado com esse fator.

Na prática a combinação do número de sementes por quilo com a germinação apresentada pelas matrizes ou clones nos possibilita estimar o total de mudas produzidas por um quilo de sementes. A matriz 5, por exemplo, com 29.223 sementes por quilo e 79,3% germinação, supondo uma perda de 10% em viveiro decorrente de fatores diversos, apresenta um potencial de produção de 20.251 mudas com um quilo de sementes. Já a matriz 1, com 40.519 sementes por quilo e 84,7% de germinação, supondo o mesmo porcentual de perda, tem um potencial de produção de 30.267 mudas - 49% mais mudas por quilo. Comparando os clones 8,

com 28.582 sementes por quilo e 57,9% de germinação (13.690 mudas por quilo de semente), e o clone 14, com 47.647 sementes por quilo e 87,8% de germinação (37.069 mudas por quilo de semente), a diferença chegaria a 170% mais mudas por quilo. Para o produtor da semente essa diferença pode não significar um prejuízo financeiro, visto que antes da semeadura é feita a retirada de sementes sobrenadantes (não-viáveis), o que teoricamente minimiza as diferenças de germinação, porém para o comprador de sementes se essa diferença não for minimizada por algum processo de eliminação de sementes inviáveis o reflexo no valor final da muda é grande. Outra consideração que deve ser feita é que a combinação destes dois fatores (germinação e número de sementes por quilo) afeta diretamente a participação das diferentes matrizes ou clones no lote de mudas.

A correlação Pearson entre porcentagem de germinação e número de sementes por quilo foi bastante baixa tanto para a APS quanto para o PCS (0,03 e -0,59, respectivamente). Com isso conclui-se que nem o tamanho da semente, nem o número de sementes por quilo são indicativos do potencial germinativo do lote: a indicação das matrizes que o compõem é o melhor indicativo deste potencial.

1.4 CONCLUSÕES PRELIMINARES

1. Existe variação entre anos na produção de sementes na APS. A produção de cones e sementes não é alterada significativamente entre anos no PCS. A produção de sementes varia entre clones. A produção de cones por indivíduo no PCS é significativamente superior à produção na APS. A produção de sementes foi significativamente superior no PCS em 2005.

2. As sementes produzidas no PCS são maiores que aquelas produzidas na APS.

3. A porcentagem de germinação e o peso das sementes produzidas pelas matrizes da APS são superiores aos das sementes produzidas pelos clones do PCS. A quantidade de sementes por quilo, porcentagem de germinação e velocidade de germinação varia entre matrizes da APS e clones do PCS. Não existe tendência de clones ou matrizes com sementes maiores apresentarem vantagens na germinação.

CAPÍTULO 2: EFEITO DO TAMANHO DAS SEMENTES DE *Pinus taeda* NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E VALOR GENÉTICO DO LOTE DE SEMENTES

2.1 INTRODUÇÃO

Fatores inerentes à própria posição das sementes na inflorescência e tamanho do cone influem no tamanho das sementes produzidas. Em coníferas, por exemplo, sabe-se que as maiores sementes ocorrem geralmente na porção mediana do cone (CHASURISRI et al., 1992). No estudo realizado por MATZIRIS (1997) em dois anos consecutivos em um pomar clonal composto por 76 famílias de *P. halepensis* os resultados mostraram a existência de uma variação genética significativa entre clones para peso úmido e seco de cones, número e volume de sementes extraídas, peso e volume de 1000 sementes, porcentagem de sementes viáveis e comprimento e largura de cones, sementes e asas das sementes. Quanto maior e mais pesados os cones, maior e mais pesadas as sementes que estes continham. As correlações encontradas entre anos mostraram que a produção, tamanho e qualidade de sementes nos clones são características geralmente estáveis entre um ano e outro.

Características relacionadas ao cone de origem são indicativas de aspectos relacionados à produtividade e características das sementes. No estudo de MATZIRIS (1998), com *P. halepensis* o rendimento de sementes viáveis por cone se mostrou fortemente correlacionado com o número total de sementes por cone ($r=0,95$). SAYWARD (1975) estudando *P. strobus* chegou à conclusão de que a melhor maneira de prever a produção de sementes é estimar a produção de cones.

O padrão de germinação de sementes em espécies varia de acordo com uma série de fatores além das condições ambientais já citadas durante o desenvolvimento da semente como, por exemplo, o tamanho das sementes (BELCHER et al., 1984; DUNLAP e BANETT, 1983; HELLMUM, 1990; CHASURISRI et al., 1992; entre outros). DUNLAP e BARNETT (1983) avaliaram o efeito do tamanho e do peso de sementes de *P. taeda* na taxa de germinação e velocidade de germinação e verificaram que sementes de menor tamanho levaram mais tempo para iniciar a germinação mas foram capazes de sustentar suas taxa máxima de germinação por um intervalo de tempo maior que as sementes maiores. Escassos

são os trabalhos que analisaram a influência do tamanho do cone sobre esta mesma característica.

O objetivo deste capítulo foi é avaliar a influência do tamanho do cone e da semente de *Pinus taeda* nas propriedades tecnológicas do lote de sementes e relacionar características do cone com a produtividade de sementes e propriedades tecnológicas do lote formado.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Área Produtora das Sementes

A coleta de sementes foi realizada no pomar clonal em Rio Negrinho-SC, de propriedade da empresa Modo Battistella Reflorestamento S.A. – MOBASA. Detalhes sobre o pomar já foram apresentados no capítulo anterior.

2.2.2 Árvores Matrizes Amostradas

Para este estudo foram coletados cones de sete clones do PCS no ano de 2006. Os indivíduos foram escolhidos aleatoriamente e estão entre aqueles avaliados no capítulo anterior.

2.2.3 Teste de progênies com 10 anos

Foram coletados dados de um teste de progênies com 10 anos, composto por progênies dos mesmos clones avaliados neste estudo, para analisar o valor genético de lotes de diferentes tamanhos de semente, considerando a participação de cada clone no lote. As mudas para o teste foram produzidas no viveiro da própria empresa, em 1996, a partir de sementes colhidas das árvores selecionadas nos plantios comerciais para composição do pomar clonal de sementes (PCS).

O teste de progênies foi implantado em 1997, em um delineamento em blocos ao acaso, com mudas oriundas de 120 árvores selecionadas. O plantio foi realizado sobre a linha do subsolador, mantendo um espaçamento de 2,5m por 2,5m entre mudas. Após o plantio foram realizadas manutenções para evitar a mato-competição

2.2.4 Coleta dos Cones

A coleta dos cones foi efetuada diretamente nas árvores, entre os meses de março e abril, em 2006, com o auxílio de um podão, procurando-se evitar a retirada involuntária dos cones imaturos.

Os cones coletados foram armazenados em sacos de aniagem, com capacidade de 25 kg de cones, devidamente identificados por matriz e, no caso do pomar, por ramete.

Após a secagem, as sementes que não saíram naturalmente foram extraídas dos cones manualmente.

2.2.5 Beneficiamento e Classificação das Sementes

Todo o processo de beneficiamento foi realizado manualmente, com a retirada das alas das sementes por fricção, com o auxílio de um pano úmido.

Ao final do beneficiamento, o conjunto de sementes produzido por cada cone (mantido isolado um a um) foi pesado, as sementes foram contadas e classificadas com o auxílio de peneiras de chapas metálicas com diferentes malhas segundo os seguintes tamanhos:

Sementes 1: Sementes menores que 4,0 mm;

Sementes 2: Sementes entre 4,0 e 4,5 mm;

Sementes 3: Sementes maiores de 4,5 mm;

2.2.6 Formação dos Lotes de Sementes para os Ensaio de Germinação

Para a formação dos três lotes de sementes representantes dos diferentes tamanhos de cones misturou-se 5 gramas de sementes de cada um dos sete clones do PCS (35 g de sementes cada tratamento).

Para a formação dos três lotes representantes dos diferentes tamanhos de sementes foram misturadas 4 g de sementes de cada um dos sete clones (totalizando cerca de 28 g cada lote).

2.2.7 Variáveis Analisadas

Foram avaliados a porcentagem de germinação, IVG e o número de sementes por quilo, conforme os itens 1.2.6.2. e 1.2.6.3 do capítulo anterior. Além disso, analisou-se o valor genético de lotes classificados por tamanho de sementes.

2.2.7.1 Valor genético dos lotes de sementes

No teste de progênies com 10 anos avaliou-se a circunferência a altura do peito de todos os indivíduos.

O valor genético de cada clone para esta característica foi estimado pelo programa Selegen REML/ BLUP (RESENDE et al., 1994).

Com o valor genético de cada clone, a frequência de cada tamanho de semente no clone e com o total de sementes por ele produzido (Capítulo 1) estimou-se o valor genético dos lotes do PCS de diferentes tamanhos de sementes em 2006.

2.2.8 Análises dos Dados

Para avaliação da porcentagem de germinação e IVG de sementes de diferentes tamanhos utilizou-se a mistura de material proveniente dos sete clones. Os dados foram analisados no programa *R* (*R Development Core Team, 2006*), segundo um delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições (gerbox) de lotes de 50 sementes, para cada um dos três tratamentos.

Considerou-se a média dos resultados obtidos nas repetições para cálculo da porcentagem de germinação e IVG. A comparação entre as médias dos tratamentos foi feita pelo teste de Tukey, utilizando também o programa *R* (*R Development Core Team, 2006*).

O número de sementes por quilo dos diferentes tamanhos de sementes foi analisado também com o programa *R* (*R Development Core Team, 2006*), considerando um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (tamanhos de cones e sementes), e oito repetições de 100 sementes cada. A comparação entre as médias dos tratamentos foi feita pelo teste de Tukey, utilizando o mesmo programa.

O esquema de análise adotado com os respectivos desdobramentos dos graus de liberdade dos tratamentos para estas características é mostrado na Tabela 15.

TABELA 15 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AVALIAÇÃO DO EFEITO DO TAMANHO DA SEMENTE NA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, IVG E NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO

F.V.	G. L.	Q.M.	F
Tamanhos de Semente	2	Q ₁	Q ₁ / Q ₂
Erro	21	Q ₂	
TOTAL	23		

O teste de progênes de 10 anos, avaliado para cálculo do valor genético dos lotes de diferentes tamanhos de sementes, foi implantado no delineamento de blocos ao acaso, com 5 blocos e 5 plantas por parcela. O teste foi composto por 120 progênes, porém apenas 15 foram consideradas neste estudo.

Os componentes de média foram estimados pelo programa Selegen REML/BLUP (RESENDE et al., 1994). Esse programa foi desenvolvido para análises genéticas de espécies perenes utilizando vários modelos de análise, neste estudo utilizou-se o modelo 1 (blocos ao acaso, progênes de meios-irmãos, várias plantas por parcela).

Com o valor genético de cada clone e com a freqüência do mesmo no lote de sementes de cada tamanho estimou-se o valor genético dos lotes de diferentes tamanhos de sementes.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Propriedades Tecnológicas dos Lotes de Sementes

As médias, por tratamento, de porcentagem de germinação e IVG encontram-se na Tabela 16, bem como os resultados dos testes de Tukey. Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados e atendidos.

A ANOVA obteve um p-valor inferior a 0,001 para a diferença na germinação e para a diferença de IVG entre sementes das diferentes classes de tamanho.

TABELA 16 - GERMINAÇÃO E IVG MÉDIO DE CADA CLASSE DE TAMANHO DE SEMENTE DE *Pinus taeda*

TAMANHO DA SEMENTE	GERMINAÇÃO (%)	TUKEY ⁽¹⁾	IVG	TUKEY ⁽¹⁾
SEMENTE 3	78,3	a	4,55	a
SEMENTE 2	59,5	b	3,41	b
SEMENTE 1	59,3	b	3,35	b
MÉDIA	65,7		3,77	
MEDIANA	59,5		3,41	
C.V.	16,60%		17,93%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Verifica-se pela Tabela 16 que a porcentagem de germinação e IVG foi estatisticamente superior para as maiores sementes.

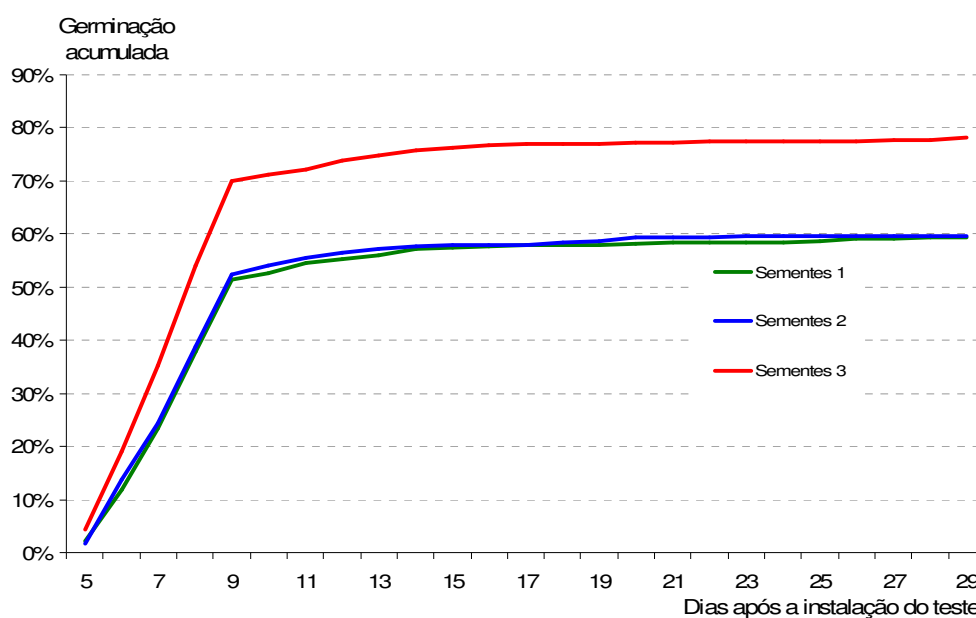
A germinação e IVG superior das maiores sementes de *Pinus taeda* vai de encontro ao constatado por GRIFFIN (1975) com *Pinus radiata*, onde sementes maiores apresentaram um maior percentual de germinação que sementes menores (96% e 84%). Esse resultado, porém, vai parcialmente contra ao encontrado por DUNLAP e BARNETT (1983), onde sementes de menor tamanho (3,6 a 4 mm) levaram mais tempo para iniciar a germinação e, conseqüentemente, apresentaram um menor IVG, porém ultrapassaram a taxa máxima de germinação alcançada pelas sementes maiores (mais de 4,8 mm).

Em termos de germinação, o contrário foi verificado em várias outras espécies: no gênero *Eucalyptus*, onde o trabalho realizado por CARVALHO et al. (1979) com as espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* mostrou que para estas espécies a porcentagem de germinação não é afetada pelo tamanho da semente, porém sementes médias e grandes germinam mais rapidamente que sementes pequenas. Trabalhos conduzidos com *Eucalyptus viminalis* (COZZO, 1964) e *Eucalyptus citriodora* (CÂNDIDO, 1970) também apresentaram resultados similares, com as sementes maiores germinando mais rapidamente do que as sementes menores, embora apresentando a mesma porcentagem de germinação. O peso da semente aparentemente também não afetou a germinação no estudo conduzido por SAYWARD (1975) com *P. strobus* e no estudo de BELCHER et al.

(1984) com *P. elliotii* sementes maiores tiveram menor taxa de germinação que sementes menores. Verifica-se, portanto, que existe uma grande diferença entre as espécies com relação ao efeito do tamanho da semente na germinação e IVG e mesmo para uma mesma espécie existem contradições.

Pelo Gráfico 7 verifica-se que apesar das sementes de diferentes tamanhos iniciarem sua germinação no mesmo período, sementes maiores apresentaram uma maior velocidade de germinação inicial: enquanto 52% das sementes de tamanho 1 e 2 haviam germinado até o 9º dia esse percentual foi de 70% para as sementes de tamanho 3.

GRÁFICO 7 - GERMINAÇÃO ACUMULADA DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE *Pinus taeda*



As médias, por tratamento, do número de sementes por quilo, encontram-se na Tabela 17 bem como os resultados dos testes de Tukey.

TABELA 17 - NÚMERO DE SEMENTES POR QUILO PARA CADA CLASSE DE TAMANHO DE SEMENTE DE *Pinus taeda*

TAMANHO DA SEMENTE	Nº SEMENTES/ KG	TUKEY ⁽¹⁾
SEMENTE 1	43.215	a
SEMENTE 2	35.745	b
SEMENTE 3	34.450	b
MÉDIA	37.803	
MEDIANA	35.745	
C.V.	12,52%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados e atendidos para o número de sementes por quilo. A ANOVA teve um p-valor significativo inferior a 0,001 para as diferentes classes de tamanho de semente.

Sementes menores também foram mais leves e um lote composto apenas por estas sementes apresentaria um número maior de sementes por quilo. Em termos percentuais a diferença entre o número de sementes por quilo de um lote composto por sementes grandes e um lote composto por sementes pequenas chegou a 25,4%. STURION (1984), para *Mimosa scabrella*, AGUIAR e NAKANE (1983) para *Eucalyptus citriodora* e DONI FILHO (1974) para *Eucalyptus grandis* também verificaram que o peso das sementes é menor quanto menor o seu tamanho. Esse resultado é importante também por permitir a comparação dos resultados deste estudo com estudos que analisaram o peso da semente de origem e não o tamanho.

Outro fato importante de ser observado é que por esses resultados verifica-se que a classificação em apenas duas categorias de tamanho (sementes menores ou maiores de 4,5 mm) já seria suficiente para homogeneizar a germinação e número de sementes por quilo.

2.3.2 Valor Genético do Lote de Sementes

A partir da quantidade de sementes produzidas por cada clone e da frequência de cada categoria de tamanho de semente foi calculado o valor genético dos lotes de diferentes tamanhos de sementes.

O lote de sementes de tamanho 1 (sementes menores) apresentou um valor genético para diâmetro de 20,15 cm, o lote de sementes tamanho 2 idem e o lote de sementes tamanho 3 um valor genético de 20,13cm.

Verifica-se que os lotes dos diferentes tamanhos de sementes apresentaram praticamente o mesmo valor genético, mesmo com as diferentes frequências de cada clone no lote. Com isso a classificação de lotes de sementes por tamanho não traria qualquer implicação do ponto de vista do ganho genético.

No entanto deve-se considerar que os clones avaliados apresentaram um valor genético bastante semelhante. O mais alto valor genético foi de 20,6 cm (C 5) e o mais baixo foi de 19,6 cm (C 9), sendo a média 20,1 cm. Caso esse valor fosse mais discrepante a influência das diferentes frequências de cada clone no lote de sementes produziria maior efeito sobre o valor genético final do lote de sementes.

Observa-se, com isso, que apesar de alguns estudos apresentarem situações alarmantes, como por exemplo, SILEN e OSTERHAUS (1979) com *Pseudotsuga menziesii*, onde 16 das 18 famílias avaliadas foram afetadas em diversos graus pela classificação de sementes (e seis perderiam mais de 50% de suas sementes com a desclassificação das sementes menores) é necessário observar o quanto essa mudança realmente reflete no valor genético do lote de sementes.

2.4 CONCLUSÕES PRELIMINARES

1. Lotes compostos por sementes maiores apresentam maior porcentagem de germinação e maior velocidade de germinação que lotes compostos por sementes menores.

2. Sementes menores são mais leves que sementes maiores (mais sementes por quilo).

3. Lotes classificados por tamanho de sementes apresentam valor genético similar.

CAPÍTULO 3: INFLUÊNCIA DA FAMÍLIA E DO TAMANHO DA SEMENTE DE *Pinus taeda* NA EMERGÊNCIA E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA MUDA

3.1 INTRODUÇÃO

O efeito de família na qualidade da muda produzida em viveiro tem sido bastante estudado. Após pesquisas com mudas de *P. taeda*, WOESSNER (1972) concluiu que o efeito das regas aplicadas no outono dependeu da família e procedência. Segundo SINGH et al. (2003) a variação entre mudas formadas em viveiro pode ser causada por diferenças no peso das sementes, características do microsítio e variações genéticas. CLAIR e ADAMS (1991) avaliando 39 famílias de polinização aberta de Douglas-fir também verificaram uma diferença significativa entre famílias com relação à emergência e velocidade de emergência.

Além da família vários estudos têm encontrado diferenças no desempenho em viveiro de mudas originadas de diferentes tamanhos de semente. CASTRO (1999) encontrou variação do desempenho de mudas de *P. sylvestris* de diferentes famílias e tamanhos de sementes com relação à emergência e crescimento inicial. DUNLAP e BARNETT (1984) determinaram o efeito do tamanho e do peso da semente na taxa de germinação e no crescimento da muda em estufa de *P. taeda* a partir de sementes de três diferentes categorias de tamanho provenientes de um único clone e verificaram que mudas originadas de sementes de menor tamanho levam mais tempo para iniciar a emergência, porém sustentam a taxa de emergência por mais tempo. BELCHER et al. (1984) consideram que uma emergência mais uniforme e uma maior uniformidade da densidade de mudas no canteiro sejam os reais benefícios da classificação de sementes por tamanho ou peso.

A importância da velocidade de emergência pode ser verificada no estudo de DEMERITT e HOCKER (1975) com sementes de *P. strobus* de diferentes fontes, onde as mudas que emergiram antes, mesmo que apenas uma semana, foram maiores após um ano. A correlação, porém, diminuiu após dois anos. Ainda de acordo com SCHMIDT (2000), uma baixa emergência ou o atraso na emergência são limitações sérias não somente para a utilização eficiente da semente, mas também para se evitar custos adicionais na produção. Segundo SCHMIDT (2000) a porcentagem de emergência e a velocidade de emergência também influenciam no

balanço genético do lote, visto que mudas de genótipos com dormência profunda, velocidade de emergência lenta e baixo crescimento inicial tendem a ser removidos do lote.

STURION (1984) estudando *Mimosa scabrella* não encontrou diferenças significativas entre tamanhos de sementes com relação à emergência em viveiro, porém dois meses após a semeadura constatou uma tendência de acréscimo da altura e diâmetro de colo em função do aumento do tamanho da semente. Com isso, o autor recomendou a separação das sementes em classes de tamanho pra facilitar os trabalhos de viveiro e a classificação de mudas para o plantio.

O objetivo deste capítulo foi avaliar a influência da família e do tamanho de sementes de *Pinus taeda* na emergência da muda, diâmetro do colo, altura e biomassa seca após seis meses em viveiro, com e sem uso de adubação.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Obtenção das Sementes

As sementes para o estudo foram colhidas em 2006 de 15 clones do pomar clonal de sementes (PCS) e de 10 matrizes da área de produção de sementes (APS), áreas estas já detalhadas nos capítulos anteriores. As sementes dos diferentes rametes que compunham o clone foram misturadas.

Foram avaliadas, portanto, 25 famílias. Como família entende-se o conjunto de progênes de meio-irmãos, ou seja, mudas que possuem o mesmo genitor feminino, mas, por serem originadas de polinização aberta, possuem diferentes genitores masculinos.

3.2.2 Condições de Semeadura e Desenvolvimento da Muda

O viveiro onde foram realizados os experimentos pertence à empresa Modo Battistella Reflorestamento S.A. e está localizado na cidade de Rio Negrinho/ SC.

O experimento foi realizado em duas fases: a primeira composta por sementes de clones e matrizes, sem adubação das mudas e a segunda fase composta apenas por sementes dos clones, com incorporação de adubo ao substrato e fertirrigações posteriores. O objetivo da segunda fase foi verificar a influência da adubação sobre as possíveis diferenças nas mudas oriundas de

diferentes tamanhos de sementes, uma vez que uma das razões atribuídas ao melhor desempenho de mudas oriundas de sementes maiores é a maior quantidade de tecido nutritivo (endosperma), nestas sementes (TRIPATHI; KHAN, 1990; ARUNACHALAM, et al., 2003;). Dessa forma o objetivo da segunda fase foi verificar se haveria ou não uma uniformização das mudas pela adição de adubo ao processo, o que “anularia” a vantagem das sementes com maior quantidade de tecido nutritivo.

Para quebra de dormência das sementes seguiu-se o protocolo convencionalmente utilizado pela empresa: imersão do lote de sementes em água durante 24 horas e posterior manutenção das sementes úmidas em ambiente resfriado (cerca de 5°C), durante trinta dias. Não foram retiradas as sementes sobrenadantes.

A primeira semeadura (sem adubação de base e qualquer fertirrigação posterior) foi feita em agosto de 2006 e a segunda (com adubação de base e fertirrigação) em abril de 2007, em bandejas plásticas com capacidade para 140 tubetes de 55 cm³. A disposição das bandejas em viveiro seguiu um delineamento em parcelas subdivididas, com três repetições.

A semeadura foi realizada manualmente, com utilização de talco para melhor visualização das sementes durante o manuseio. Colocou-se uma semente por tubete e uma fina camada do próprio substrato como cobertura.

O substrato utilizado foi o Florestal 1, da marca Mecprec, composto por casca de pinus bio-estabilizada, 17% de vermiculita, NPK 104 – 364 – 182 g/m³ e pH entre 4,5 e 5,5.

Na segunda semeadura foi incorporado ao substrato o adubo de liberação controlada Osmocote (200g/ 25 kg de substrato), composto por 18% de N, 5% de P₂O₅ e 9% de K₂O, e após dois meses iniciaram-se fertirrigações semanais com Peters (1,5 g/ litro d'água), composto por 8% de N total, 45% de P₂O₅ solúvel em água, 14% de K₂O, 0,1% de Mg, 0,0068% de B, 0,0036% de Cu, 0,05% de Fe, 0,025% de Mn, 0,0009% de Mo e 0,0025% de Zn.

As mudas foram espaçadas nas bandejas, ainda dentro da casa de sombra, aos dois meses de idade, em ambos os anos. No terceiro mês as mudas foram levadas para rustificação a céu aberto, mantidas protegidas por lona plástica na previsão de geadas.

3.2.3 Variáveis Analisadas

3.2.3.1 Emergência

A produção comercial de mudas raramente alcança o nível de controle ambiental semelhante ao conseguido em condições de laboratório, portanto testes similares de germinação e emergência foram conduzidos em viveiro e laboratório.

As mudas foram consideradas emergidas a partir do momento que o epicótilo apareceu acima da linha do substrato. A contagem do número de mudas emergidas foi diária, começando no quinto dia após a sementeira e ocorrendo até 30º dia.

O índice de velocidade de emergência - IVE foi determinado de acordo com o critério estabelecido por MAGUIRE (1962):

$$\text{IVE: } \sum_{i=1}^{30} \frac{E_i}{i}$$

E = Número de mudas emergidas i dias após a instalação do teste

i = Número de dias após a instalação do teste

A porcentagem de emergência foi calculada com base no número de mudas emergidas trinta dias após a instalação do teste em relação ao total de mudas amostradas.

3.2.3.2 Características morfológicas

Para as mudas da primeira sementeira, mantidas sem qualquer adição de adubo, após seis meses foram avaliadas a altura da parte aérea, diâmetro do colo e a biomassa seca total. Os procedimentos foram os mesmos para as mudas da segunda sementeira (com adubo), com exceção do fato de que não se avaliou a biomassa seca total.

A altura foi avaliada do início do colo ao broto terminal com precisão de centímetros. O diâmetro de colo foi avaliado através de paquímetro com precisão de décimos de milímetros. Todas as mudas sobreviventes foram medidas.

Para o ensaio de biomassa seca foram utilizadas nove mudas de cada um dos tratamentos (três de cada repetição). Essas mudas foram secas em recipientes de alumínio, sem tampa, em estufa à temperatura de 105°C, até atingir biomassa

seca constante. A determinação da biomassa seca total foi efetuada em uma balança analítica com precisão de centésimos de grama.

3.2.4 Análises dos Dados

Os testes foram implantados em um delineamento em blocos ao acaso com parcelas subdivididas. A primeira sementeira (sem adubo) envolveu dois fatores: família (em 10 níveis para a APS e 15 níveis para o PCS) e tamanho da semente (em três níveis), em um total de 30 tratamentos para a APS e 45 tratamentos para o PCS. Os níveis de família foram aplicados às parcelas e os níveis de tamanho de sementes às sub-parcelas.

Como o objetivo da segunda sementeira foi verificar se a adubação homogeneizaria as possíveis diferenças decorrentes dos diferentes tamanhos de sementes optou-se por um menor número de tratamentos, sendo avaliados então apenas nove famílias do PCS, em um total de 27 tratamentos.

As bandejas foram divididas em três sub-parcelas de quarenta mudas cada. Cada família ocupou três bandejas, e dentro de cada bandeja foram distribuídos aleatoriamente os três tamanhos de sementes. Uma bandeja de cada família representou a mesma em cada uma das três repetições do experimento. Na primeira sementeira foram semeadas 75 bandejas (25 bandejas dispostas aleatoriamente por repetição) e na segunda sementeira 27 bandejas, seguindo o mesmo padrão.

Todas as quarenta mudas representantes de cada tratamento em cada bloco tiveram a emergência acompanhada (base para o índice de velocidade de emergência – IVE e porcentagem de emergência). O esquema da ANOVA, em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, é mostrado nas Tabelas 18, 19 e 20.

TABELA 18 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AVALIAÇÃO DO EFEITO DA FAMÍLIA DA APS E DO TAMANHO DA SEMENTE NA EMERGÊNCIA, IVE, ALTURA, DIÂMETRO DE COLO E BIOMASSA SECA DE MUDAS, SEM ADUBAÇÃO

F.V	G. L.	Q.M.	F
Família	9	Q ₁	Q ₁ / Q ₃
Blocos	2	Q ₂	Q ₂ / Q ₃
Resíduo (a)	18	Q ₃	
Parcelas	29		
Tamanho de Semente (TS)	2	Q ₄	Q ₄ / Q ₆
Interação (Família X TS)	18	Q ₅	Q ₅ / Q ₆
Resíduo (b)	40	Q ₆	
TOTAL	89		

TABELA 19 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AVALIAÇÃO DO EFEITO DA FAMÍLIA DO PCS E DO TAMANHO DA SEMENTE NA EMERGÊNCIA, IVE, ALTURA, DIÂMETRO DE COLO E BIOMASSA SECA DE MUDAS, SEM ADUBAÇÃO

F.V	G. L.	Q.M.	F
Família	14	Q ₁	Q ₁ / Q ₃
Blocos	2	Q ₂	Q ₂ / Q ₃
Resíduo (a)	28	Q ₃	
Parcelas	44		
Tamanho de Semente (TS)	2	Q ₄	Q ₄ / Q ₆
Interação (Clone X TS)	28	Q ₅	Q ₅ / Q ₆
Resíduo (b)	60	Q ₆	
TOTAL	134		

TABELA 20 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AVALIAÇÃO DO EFEITO DA FAMÍLIA DO PCS E DO TAMANHO DA SEMENTE NA EMERGÊNCIA, IVE, ALTURA E DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS, COM ADUBAÇÃO

F.V	G. L.	Q.M.	F
Família	8	Q ₁	Q ₁ / Q ₃
Blocos	2	Q ₂	Q ₂ / Q ₃
Resíduo (a)	16	Q ₃	
Parcelas	26		
Tamanho de Semente (TS)	2	Q ₄	Q ₄ / Q ₆
Interação (Clone X TS)	16	Q ₅	Q ₅ / Q ₆
Resíduo (b)	60	Q ₆	
TOTAL	104		

O número de medidas tomadas para avaliação da altura e diâmetro de colo variou devido às diferenças de emergência. Os dados, portanto, foram desbalanceados. Além disso, os dados não atenderam os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, mesmo após uma série de tentativas de transformação. Optou-se então pela análise através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Os resultados de emergência e características morfológicas das mudas com e sem incorporação de adubo foram comparados ainda pelo coeficiente de correlação de Spearman (SIEGEL,1975), através da comparação da posição ocupada no *ranking* em cada situação (ver capítulo 1).

Três mudas de cada sub-parcela foram avaliadas para biomassa seca total após seis meses em viveiro sem adubação (nove mudas de cada tratamento). O esquema de análise de variância adotado, blocos ao acaso com parcelas subdividas, é apresentado nas Tabelas 18 e 19.

A análise estatística e os testes de comparação de médias de todas as variáveis apresentadas foram feitos utilizando o programa *R* (*R Development Core Team*, 2006).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Emergência

O teste de emergência completa o teste de germinação, que preliminarmente fornece indicações a respeito do número de sementes capazes de produzir plântulas normais. As médias das porcentagens de emergência das mudas produzidas com sementes coletadas em 2006 na APS estão na Tabela 21.

TABELA 21 - PORCENTAGEM DE EMERGÊNCIA DE MUDAS ORIGINADAS DOS DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE MATRIZES DE *Pinus taeda* DA APS MANTIDAS SEM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES

MATRIZ	SEMENTE 1	SEMENTE 2	SEMENTE 3	MÉDIA	TUKEY ⁽¹⁾
M 3	85,0	87,5	86,7	86,4	a
M 4	81,7	80,0	90,8	84,2	a b c
M 7	79,2	83,3	89,2	83,9	a b c
M 9	82,5	74,2	85,0	80,6	a b c
M 1	79,2	80,0	75,8	78,3	a b c
M 8	83,3	75,8	75,8	78,3	a b c
M 6	74,2	77,5	77,5	76,4	a b c
M 10	72,5	78,3	70,0	73,6	a b c
M 5	76,7	70,8	69,2	72,2	b c
M 2	66,0	74,2	76,7	72,3	c
MEDIA	78,0	78,2	79,7	78,6	
MEDIANA	79,2	77,9	77,1	78,3	
C.V.	7,5%	6,2%	9,7%	6,5%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Os pressupostos da ANOVA de normalidade e homocedasticidade foram verificados e atendidos. Pela ANOVA foi constatada diferença estatística significativa para emergência de mudas das diferentes famílias (p-valor = 0,09), mas não de diferentes tamanhos de sementes. Também não houve interação entre variáveis.

Apesar do teste de comparação de médias concluir que 90% das famílias apresentam emergência semelhante, na prática, uma diferença de 12%, encontrada entre as famílias 2 e 4, representa uma grande diferença em viveiro. Isso porque uma menor taxa de emergência implica em um maior tempo gasto na retirada de tubetes falhos (retrabalho), desperdício de substrato, adubo e água de irrigação. Ao

avaliar um lote de 1.000.000 de mudas semeadas, por exemplo, o prejuízo poderia chegar a R\$ 21.000,00 (partindo de um valor de venda de R\$ 180,00/ milheiro). É claro que deve ser considerado que antes da semeadura é usual a prática de retirada de sementes sobrenadantes, o que diminui consideravelmente a presença das sementes inviáveis no lote.

Com relação ao IVE das mudas da APS sem adubação os dados também apresentaram distribuição normal e foram homocedásticos. A ANOVA encontrou significância na diferença estatística para IVE entre mudas de diferentes famílias (p-valor < 0,001), porém não encontrou significância entre tamanhos de sementes e na interação entre famílias e tamanhos de sementes. Observa-se que 70% das famílias da APS apresentam um IVE estatisticamente semelhante, conforme a Tabela 22.

TABELA 22 - ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA DOS DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES PRODUZIDAS PELAS MATRIZES DE *Pinus taeda* DA APS MANTIDAS SEM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES

MATRIZ	SEMENTE 1	SEMENTE 2	SEMENTE 3	MÉDIA	TUKEY ⁽¹⁾
M 3	2,11	2,03	2,15	2,10	a
M 4	2,22	2,01	2,02	2,08	a
M 7	2,15	1,95	1,74	1,95	a b
M 1	1,64	1,64	1,67	1,65	b c
M 9	1,65	1,47	1,77	1,63	b c
M 8	1,51	1,56	1,74	1,61	b c
M 10	1,49	1,55	1,52	1,52	c
M 2	1,60	1,62	1,33	1,52	c
M 5	1,35	1,37	1,62	1,44	c
M 6	1,38	1,43	1,42	1,41	c
MÉDIA	1,71	1,66	1,70	1,69	
MEDIANA	1,62	1,59	1,71	1,62	
C.V.	19,07%	14,80%	14,77%	15,20%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

As médias das porcentagens de emergência das mudas originadas de famílias do PCS mantidas sem qualquer adubação encontram-se na Tabela 23.

TABELA 23 - PORCENTAGEM DE EMERGÊNCIA DE MUDAS ORIGINADAS DOS DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS MANTIDAS SEM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES

CLONE	SEMENTE 1	SEMENTE 2	SEMENTE 3	MÉDIA	TUKEY ⁽¹⁾
C 13	85,8	95,8	69,2	83,6	a
C 9	76,7	81,7	86,7	81,7	a
C 10	88,3	77,5	77,5	81,1	a b
C 4	88,3	74,2	79,2	80,6	a b c
C 2	76,7	71,7	75,0	74,4	a b c
C 8	71,7	69,2	70,8	70,6	a b c d e
C 12	74,2	65,8	67,5	69,2	a b c d e
C 14	62,5	73,3	57,5	64,4	b c d e f
C 11	68,3	58,3	65,0	63,9	c d e f
C 7	62,5	64,2	65,0	63,9	c d e f
C 5	59,2	69,2	55,0	61,1	d e f
C 3	53,3	58,3	63,3	58,3	d e f
C 15	54,2	54,2	61,7	56,7	e f
C 6	52,5	50,0	51,7	51,4	f g
C 1	38,3	39,2	45,0	40,8	g
MÉDIA	67,5	66,8	66,0	66,8	
MEDIANA	68,3	69,2	65,0	67,5	
C.V.	21,7%	20,7%	16,8%	18,4%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Os pressupostos da ANOVA de normalidade e homocedasticidade foram verificados e atendidos para os dados de emergência das mudas originadas de clones do PCS, mantidas sem adubação. A ANOVA indicou significância na diferença estatística entre emergência das diferentes famílias (p -valor < 0,001). Conforme a Tabela 23, 53% das famílias apresentaram comportamento estatisticamente semelhante para emergência. Não foi detectada, contudo, significância na diferença entre tamanhos de sementes e significância na interação entre tamanho de sementes e clones.

A diferença entre a emergência das diferentes famílias, que chegou a 43% , pode inviabilizar o uso do lote de sementes para a produção de mudas, caso a família 1, por exemplo, fosse a de maior representação no lote. A emergência mínima aceitável seria de 56% para que não houvesse lucro nem prejuízo com a venda das mudas (supondo um custo de produção de R\$100 por milheiro semeado e

um valor de venda de R\$ 180,00/ milheiro). Observamos que quatro das quinze famílias avaliadas estão muito próximas desse valor. Vale lembrar, mais uma vez, que a prática comum de retirada de sementes sobrenadantes antes da semeadura diminui consideravelmente a presença das sementes inviáveis no lote, mas não elimina totalmente a falta de emergência em viveiro.

Com relação ao IVE os pressupostos da ANOVA também foram atendidos. A ANOVA indicou significância na diferença estatística entre famílias do PCS (p -valor < 0,001), sendo que 47% das famílias apresentaram IVE estatisticamente semelhante (Tabela 24). Não foi detectada significância na diferença entre tamanhos de sementes e significância na interação entre tamanho de sementes e famílias.

TABELA 24 - IVE DAS SEMENTES DE DIFERENTES TAMANHOS PRODUZIDOS PELOS CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS MANTIDAS SEM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES

CLONE	SEMENTE 1	SEMENTE 2	SEMENTE 3	MÉDIA	TUKEY ⁽¹⁾
C 13	2,6	3,3	3,0	3,0	a
C 2	2,5	2,6	3,2	2,8	ab
C 11	3,0	2,3	2,5	2,6	abc
C 10	2,6	2,3	2,8	2,6	abc
C 7	2,4	2,8	2,0	2,4	abcd
C 4	2,3	2,2	2,5	2,3	abcd
C 15	2,7	2,1	2,1	2,3	bcd
C 3	2,5	2,2	1,9	2,2	bcde
C 9	2,1	1,8	2,2	2,0	cdef
C 12	1,5	1,9	2,0	1,8	defg
C 14	1,5	2,0	1,3	1,6	efgh
C 5	1,4	1,7	1,2	1,4	fgh
C 6	1,4	1,3	1,4	1,4	fgh
C 8	1,1	1,5	1,4	1,3	gh
C 1	1,1	0,9	0,9	1,0	h
MÉDIA	2,1	2,1	2,0	2,1	
MEDIANA	2,3	2,1	2,0	2,2	
C.V.	31,2%	29,0%	33,7%	29,2%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Mesmo que a retirada de sobrenadantes elimine boa parte do desperdício de recursos em viveiro, a diferença na porcentagem e velocidade de emergência das diferentes famílias no lote ainda traz sérias implicações para o balanço genético do lote de mudas, visto que sementes de genótipos com dormência profunda,

velocidade de emergência lenta e baixo crescimento inicial tendem a ser removidos (SCHMIDT, 2000b). Clones como o 1, com velocidade de emergência tão inferior à dos demais, tenderiam a ser substituídos logo na primeira classificação das mudas, para reaproveitamento do tubete. CLAIR e ADAMS (1991) avaliando 39 famílias de polinização aberta de Douglas-fir também verificaram que houve uma diferença significativa entre famílias com relação à emergência e velocidade de emergência. Segundo SCHMIDT (2000b) a taxa e a velocidade de emergência podem diferir devido ao armazenamento, pré-tratamentos e o manejo de sementes no viveiro. Ainda de acordo com SCHMIDT (2000b), uma baixa emergência ou o atraso na emergência são limitações sérias não somente para a utilização eficiente da semente, mas também para se evitar custos adicionais na produção, como aqui já mencionado. Talvez algumas das famílias avaliadas apresentassem melhor emergência após tratamentos mais severos de quebra de dormência. Em termos práticos uma diferenciação do tratamento de quebra seria justificável em situações onde a família em questão apresentasse um elevado valor genético.

Famílias da APS apresentaram porcentagem e velocidade de emergência significativamente superiores às famílias do PCS segundo o teste t (p -valores < 0,05). A diferença encontrada na emergência das sementes das diferentes famílias indica que na prática seria interessante o agrupamento das famílias de comportamento semelhante ou simplesmente a semeadura de cada família separadamente, de modo a aumentar a homogeneidade em viveiro. Isso facilitaria a organização de operações como a retirada de tubetes falhos e reduziria a heterogeneidade no crescimento de mudas de um mesmo canteiro na fase inicial. Já a separação de sementes por tamanho não traria qualquer benefício para a uniformidade de emergência das mudas neste estudo.

A falta de associação do tamanho da semente com a porcentagem e velocidade de emergência das mudas é bastante contraditória na literatura, existindo uma série de trabalhos que confirmam e contrariam este fato. No último caso existe o trabalho de DUNLAP e BARNETT (1983), também com *P.taeda*, onde sementes maiores apresentam um maior IVE, porém uma emergência final inferior às sementes menores. CLAIR e ADAMS (1991) avaliando 39 famílias de polinização aberta de Douglas-fir também verificaram em seu estudo que as famílias diferiram significativamente com relação à emergência e velocidade de emergência, porém

não encontraram correlações entre peso da semente e a porcentagem ou velocidade de emergência. REICH et al. (1994) estudaram 24 populações de *Pinus sylvestris* e verificaram que a porcentagem de germinação não esteve relacionada com o peso da semente de origem. Contrariamente, o trabalho desenvolvido por CASTRO (1999) com *Pinus sylvestris*, avaliando oito matrizes em dois tipos de solo, verificou que o peso da semente variou consideravelmente entre matrizes e que a emergência foi afetada pelo peso da semente, pelo solo e pela matriz. Também os estudos de GRIFFIN (1975) com *Pinus radiata* e de BELCHER et al. (1984) com *Pinus elliottii* tiveram resultados contrários aos aqui apresentados. Os autores consideraram que uma emergência mais uniforme e uma maior uniformidade da densidade de mudas no canteiro seriam os reais benefícios da classificação de sementes por tamanho ou peso, o que não foi aqui constatado.

Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade da ANOVA foram verificados e atendidos para os dados de emergência com adubação. A ANOVA também indicou diferença significativa entre famílias (p -valor $< 0,001$), diferença não significativa entre tamanhos de sementes e falta de interação entre famílias e tamanhos de semente para a característica emergência com adubação. Os resultados são apresentados na Tabela 25.

TABELA 25 - PORCENTAGEM DE EMERGÊNCIA DAS MUDAS DE SEMENTES DE DIFERENTES TAMANHOS PRODUZIDAS PELOS CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS COM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES

CLONE	SEMENTE 1	SEMENTE 2	SEMENTE 3	MÉDIA	TUKEY ⁽¹⁾
C 3	69,2	95,8	85,8	83,6	a
C 7	85,0	81,7	75,8	80,8	a
C 11	75,0	71,7	77,5	74,7	a b
C 9	67,5	65,8	74,2	69,2	a b c
C 1	65,0	58,3	68,3	63,9	b c d
C 4	61,7	54,2	54,2	56,7	c d
C 6	61,7	54,2	54,2	56,7	c d
C 13	51,7	50,0	52,5	51,4	d e
C 8	45,0	39,2	38,3	40,8	e
MEDIA	64,6	63,4	64,5	64,2	
MEDIANA	65,0	58,3	68,3	63,9	
C.V.	18,3%	27,4%	23,9%	22,1%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Tanto na semeadura com adubação como sem adubação 44% das famílias apresentaram comportamento estatisticamente semelhante com relação à emergência (lembrando que apenas nove famílias foram avaliadas nos dois casos), porém o grupo que apresentou comportamento semelhante diferiu nos dois casos. A diferença na emergência de cada família decorrente do uso do adubo não era esperada, visto que nesta fase a semente não depende de qualquer nutriente. Uma das situações esperadas seria a diferença na emergência com adubação e sem adubação decorrente da época de semeadura. A semeadura com incorporação de adubo ao substrato foi realizada no final de abril de 2007, um período em que a temperatura começa a diminuir. Já a semeadura sem incorporação de adubo foi realizada no ano anterior no período ideal, no mês de agosto, logo após a fase mais fria do ano. Como consequência do exposto, a porcentagem média esperada de emergência da segunda semeadura seria menor que a da primeira, o que não aconteceu em proporções consideráveis (66,1% foi a média de emergência das nove famílias avaliadas na primeira semeadura e 64,2% foi a média na segunda semeadura, uma diferença mínima). O que realmente foi observado foi uma grande mudança na posição ocupada pelos clones no ranking de emergência. Houve casos em que o percentual de emergência das sementes produzidas aumentou com a adubação (por exemplo, a família 3, onde a média de emergência foi de 58,3% sem adubo e de 83,6% com adubo) e casos em que a emergência diminuiu com a adubação (clone 13, com 83,6% de emergência sem adubação e 51,4% com adubação). O coeficiente de correlação de Spearman (r_s) indicou uma correlação não significativa entre os postos ocupados pelos clones nas duas semeaduras ($r_s = -0,33$), ou seja, não houve associação entre a emergência com e sem adubação das diferentes famílias.

Não existe, em literatura, nenhum estudo que explique a diferença na emergência de sementes decorrente de adubação. Fatores externos exercem influência decisiva sobre o processo de germinação, principalmente a água, a temperatura, o oxigênio e a luz (BORGES e RENA, 1993), porém não a adubação, uma vez que nesta fase a semente utiliza seu tecido de reserva, o endosperma, como fonte de energia, não dependendo de qualquer nutriente.

Os pressupostos da ANOVA foram atendidos para os dados de velocidade de emergência com adubação. A ANOVA indicou diferença significativa entre

famílias (p-valor < 0,001), diferença não significativa entre tamanhos de sementes e falta de interação entre famílias e tamanhos de sementes para o índice de velocidade de emergência. Os resultados são apresentados na Tabela 26.

TABELA 26 - IVE DAS SEMENTES DE DIFERENTES TAMANHOS PRODUZIDAS PELOS CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS COM ADUBAÇÃO - MÉDIA DE 3 REPETIÇÕES

CLONE	SEMENTE 1	SEMENTE 2	SEMENTE 3	MÉDIA	TUKEY
C 3	2,6	3,3	3,0	3,0	a
C 11	2,5	2,7	3,2	2,8	a b
C 1	3,0	2,3	2,5	2,6	a b c
C 6	2,7	2,1	2,1	2,3	b c d
C 4	2,7	2,1	2,1	2,3	b c d
C 7	2,1	1,8	2,2	2,0	c d
C 9	1,5	1,9	2,0	1,8	d e
C 13	1,4	1,3	1,5	1,4	e f
C 8	1,1	0,9	0,9	1,0	f
MEDIA	2,2	2,1	2,2	2,1	
MEDIANA	2,5	2,1	2,1	2,3	
C.V.	30,8%	34,3%	32,5%	30,6%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Na semeadura com adubação 44% das famílias apresentaram comportamento estatisticamente semelhante com relação ao IVE, valor próximo ao encontrado para a semeadura sem adubação (55%). A média do IVE nas duas situações foi bastante próxima (2,06 e 2,1), porém a posição ocupada no ranking de IVE também variou entre famílias.

O teste de emergência completa o teste de germinação, que preliminarmente fornece indicações a respeito do número de sementes capazes de produzir plântulas normais. Entretanto, por ser efetuado sob condições ótimas, o teste de germinação não prevê com exatidão a capacidade das sementes originarem mudas no viveiro, onde as condições dificilmente se aproximam das ideais. Além da capacidade de germinação da semente, a emergência em viveiro depende de fatores como a temperatura e a disponibilidade de água (TOLEDO e MARCOS FILHO, 1977), fatores que não variam nos ensaios padrões de laboratório.

Com base nestas considerações é perfeitamente compreensível a queda na porcentagem de emergência das famílias em viveiro quando comparada à

germinação em laboratório. STURION (1984), trabalhando com sementes de *Mimosa scrabella* de diferentes tamanhos e procedências verificou uma diferença de até 18% entre germinação e emergência.

Uma vez que não foi verificada diferença na emergência de mudas de diferentes tamanhos de sementes realizou-se a comparação da média de germinação dos lotes de sementes das diferentes famílias (sem classificação das sementes por tamanho – capítulo 1), com a média da emergência das mudas de diferentes tamanhos de sementes destas mesmas famílias, sem adubação. Para todas as famílias da APS e para 50% das famílias do PCS o valor médio de germinação (capítulo 1) foi inferior à média da emergência. As famílias da APS apresentaram uma emergência 7% inferior à germinação, sendo que em todos os casos a taxa de germinação foi superior a de emergência (Tabela 27). A correlação de Pearson entre germinação e emergência das sementes de famílias da APS foi significativa ($r=0,84$, $\alpha = 1\%$).

TABELA 27 - DIFERENÇA ENTRE GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIAS DE MUDAS DE MATRIZES DE *Pinus taeda* DA APS

MATRIZ	GERMINAÇÃO(%)	EMERGÊNCIA (%)	DIFERENÇA
M 1	84,7	78,3	6,3
M 2	78,7	72,3	6,4
M 3	90,0	86,4	3,6
M 4	94,3	84,2	10,2
M 5	79,3	72,2	7,1
M 6	84,0	76,4	7,6
M 7	86,0	83,9	2,1
M 8	87,0	78,3	8,7
M 9	84,3	80,6	3,8
M 10	83,3	73,6	9,7
MÉDIA	85,2	78,6	6,6

Já para as famílias do PCS (Tabela 28) nem sempre a taxa de germinação foi superior a de emergência, havendo casos em que a emergência foi 22,4% superior à germinação (família 14). Não existe explicação em literatura para esse resultado, visto que as condições em laboratório são consideradas ideais para a germinação todo o potencial da semente deveria ser ali manifestado. Uma das explicações para o resultado inesperado seria a perda de viabilidade das sementes no período entre o teste de germinação e emergência, porém a diferença de apenas

um mês entre um teste e outro descarta a possibilidade. Apesar das diferenças encontradas, para as sementes dos clones do PCS a correlação de Pearson também foi significativa ($r=0,67$, $\alpha = 1\%$).

TABELA 28 - DIFERENÇA ENTRE GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIAS DE MUDAS DE CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS

CLONE	GERMINAÇÃO (%)	EMERGÊNCIA (%)	DIFERENÇA (%)
C 9	81,7	81,7	0,0
C 10	75,7	81,1	-5,4
C 10	62,0	40,8	21,2
C 2	77,0	74,4	2,6
C 3	53,3	58,3	-5,0
C 11	65,0	63,9	1,1
C 4	86,7	80,6	6,1
C 12	51,0	69,2	-18,2
C 5	69,7	61,1	8,6
C 13	90,7	83,6	7,1
C 14	42,0	64,4	-22,4
C 6	37,3	51,4	-14,1
C 7	72,3	63,9	8,4
C 8	78,7	70,6	8,1
C 15	67,3	56,7	10,6
MÉDIA	67,4	66,8	0,6

Com e sem incorporação de adubo ao substrato, não houve diferenças significativas na porcentagem e velocidade de emergência dos diferentes tamanhos de sementes, ao contrário do verificado em laboratório para germinação (capítulo 1).

3.3.2 Características Morfológicas

3.3.2.1 Altura e diâmetro de colo

Inicialmente foram avaliadas as características das mudas mantidas em viveiro sem adubação e, na seqüência, mudas mantidas em viveiro com adubação. Com isso é possível avaliar o potencial inerente às sementes de diferentes tamanhos, onde a única fonte de nutrientes seria a do próprio endosperma, bem como avaliar a homogeneização provocada, ou não, pela adubação destas mudas, o que teoricamente eliminaria a possível vantagem das sementes maiores, uma vez que todas as mudas teriam a mesma disponibilidade de nutrientes.

Vários estudos citam a necessidade de adubação para a formação de mudas com qualidade. SIMÕES et al. (1971) avaliaram o efeito de vários tratamentos de adubação mineral na formação de mudas de *E. grandis* e verificaram que mudas não adubadas apresentaram uma altura cinco vezes inferior ao melhor tratamento após 90 dias em viveiro.

A Tabela 29 apresenta a média da altura e diâmetro de colo das mudas das diferentes famílias da APS, originadas dos diferentes tamanhos de semente, após seis meses em viveiro sem adubação.

TABELA 29 - ALTURA (ALT) E DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE MATRIZES DE *Pinus taeda* DA APS APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO

MATRIZ	SEMENTE 1		SEMENTE 2		SEMENTE 3		MÉDIA	
	ALT (cm)	D.COLO (mm)	ALT (cm)	D.COLO (mm)	ALT (cm)	D.COLO (mm)	ALT (cm)	D.COLO (mm)
M 8	11,7	1,9	11,7	1,9	12,4	2,0	11,9	2,0
M 6	11,4	1,8	11,5	1,8	12,3	1,9	11,7	1,8
M 1	11,6	1,7	11,5	1,8	12,0	1,8	11,7	1,8
M 4	11,4	1,8	11,6	1,8	11,8	1,9	11,6	1,8
M 2	11,3	1,7	11,6	1,7	11,2	1,7	11,3	1,7
M 7	11,0	1,9	11,4	1,8	11,6	1,9	11,3	1,9
M 9	11,3	1,8	11,4	1,9	10,9	1,9	11,2	1,9
M 5	10,8	1,7	11,7	1,8	10,8	1,8	11,1	1,8
M 3	9,9	1,4	10,2	1,5	10,5	1,6	10,2	1,5
M 10	9,4	1,4	9,8	1,5	10,4	1,6	9,8	1,5
MÉDIA	11,0	1,7	11,2	1,8	11,4	1,8	11,2	1,8
MEDIANA	11,3	1,8	11,5	1,8	11,4	1,8	11,4	1,8
C.V	6,9%	10,5%	6,0%	8,7%	6,4%	8,4%	6,0%	9,0%

Devido à falta de normalidade e homocedasticidade os dados foram avaliados por testes não-paramétricos. O teste de Kruskal-Wallis indicou diferenças significativas entre famílias, tamanhos de semente e interação entre famílias e tamanhos de semente (p-valores < 0,001) para a altura da muda, aos seis meses de idade. O mesmo aconteceu para a característica diâmetro de colo (p-valores < 0,001). Para a variável relação entre altura e diâmetro de colo (H/D), apresentada no Gráfico 8, houve diferenças significativas entre matrizes e interação entre matrizes e tamanhos de semente (p-valores < 0,001), porém não houve diferença significativa entre os tamanhos de sementes (p-valor = 0,80).

A Tabela 30 apresenta a média da altura e diâmetro de colo das mudas do PCS, originadas dos diferentes tamanhos de semente e mantidas sem adubação.

TABELA 30 - ALTURA E DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO

CLONE	SEMENTE 1		SEMENTE 2		SEMENTE 3		MÉDIA	
	ALT (cm)	D.COLO (mm)	ALT (cm)	D.COLO (mm)	ALT (cm)	D.COLO (mm)	ALT (cm)	D.COLO (mm)
C 6	13,4	1,9	14,5	1,9	14,1	2,0	14,0	1,9
C 15	13,0	1,8	14,9	1,9	13,8	1,8	13,9	1,8
C 7	12,6	1,8	13,7	1,9	13,8	1,9	13,4	1,9
C 9	13,6	1,9	13,0	1,9	13,3	1,9	13,3	1,9
C 12	12,8	2,0	13,0	1,9	13,3	2,0	13,1	2,0
C 14	12,6	1,9	12,8	1,8	12,8	1,8	12,8	1,8
C 13	12,2	1,8	13,0	1,8	13,0	1,9	12,7	1,8
C 2	12,0	1,8	12,6	1,8	12,2	1,8	12,3	1,8
C 11	11,8	1,9	11,5	1,8	12,8	1,9	12,0	1,9
C 10	12,2	1,7	12,0	1,7	11,8	1,6	12,0	1,7
C 4	11,0	1,7	12,2	1,8	12,8	1,9	12,0	1,8
C 3	12,1	1,6	12,2	1,7	11,7	1,6	12,0	1,6
C 1	11,3	1,8	11,9	1,9	12,0	1,9	11,7	1,8
C 8	10,8	1,8	12,2	1,9	11,4	1,8	11,5	1,8
C 5	10,9	1,8	10,8	1,9	10,7	1,9	10,8	1,9
MÉDIA	12,2	1,8	12,7	1,9	12,6	1,8	12,5	1,8
MEDIANA	12,2	1,8	12,6	1,9	12,8	1,9	12,3	1,8
C.V	7,3%	5,0%	8,5%	4,6%	7,8%	6,2%	7,3%	5,0%

O teste de Kruskal-Wallis também neste caso indicou diferenças significativas entre famílias, tamanhos de semente e interação entre famílias e tamanhos de semente para as características altura e diâmetro de colo da muda, aos seis meses de idade sem adubação (p-valores < 0,001). Para a variável relação entre altura e diâmetro de colo (H/D), que pode ser observada no Gráfico 9, houve diferenças significativas entre famílias e interação entre famílias e tamanhos de semente (p-valores < 0,001), porém não houve diferença significativa entre os tamanhos de sementes (p-valor = 0,17).

GRÁFICO 8 - INTERAÇÃO ENTRE MATRIZES E TAMANHOS DE SEMENTE PARA A RELAÇÃO ALTURA/ DIÂMETRO DE COLO DAS MUDAS DE *Pinus taeda* APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO

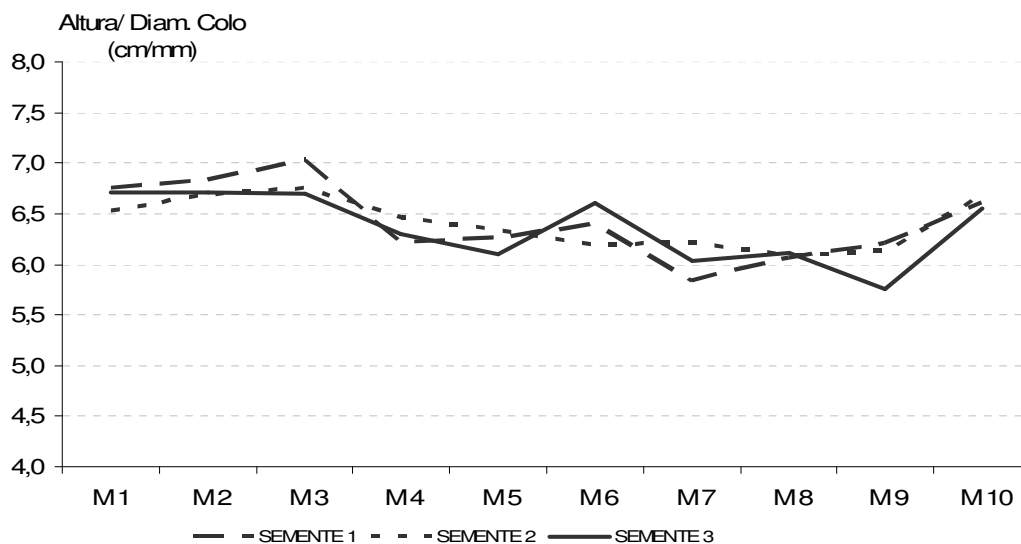
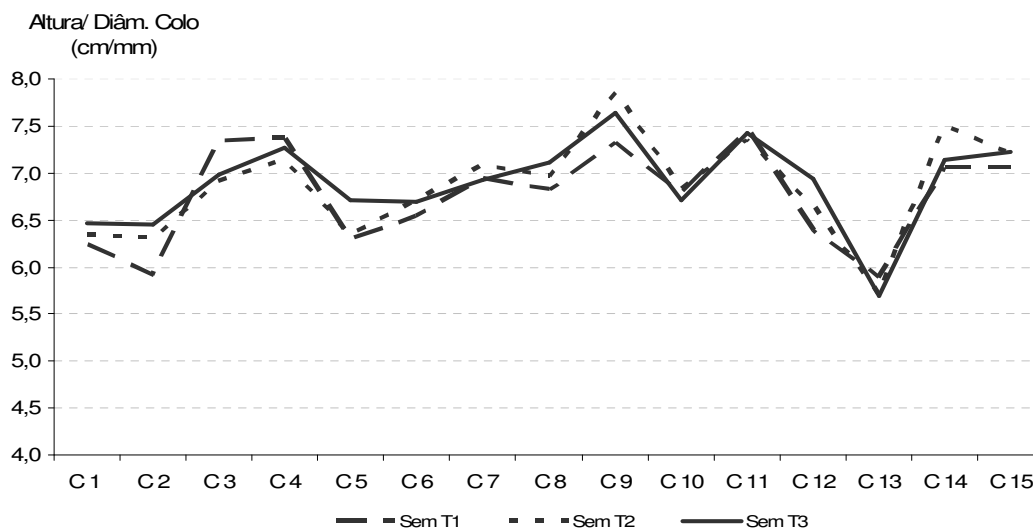


GRÁFICO 9 - INTERAÇÃO ENTRE CLONES E TAMANHOS DE SEMENTE PARA A RELAÇÃO ALTURA/ DIÂMETRO DE COLO DAS MUDAS DE *Pinus taeda* APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO

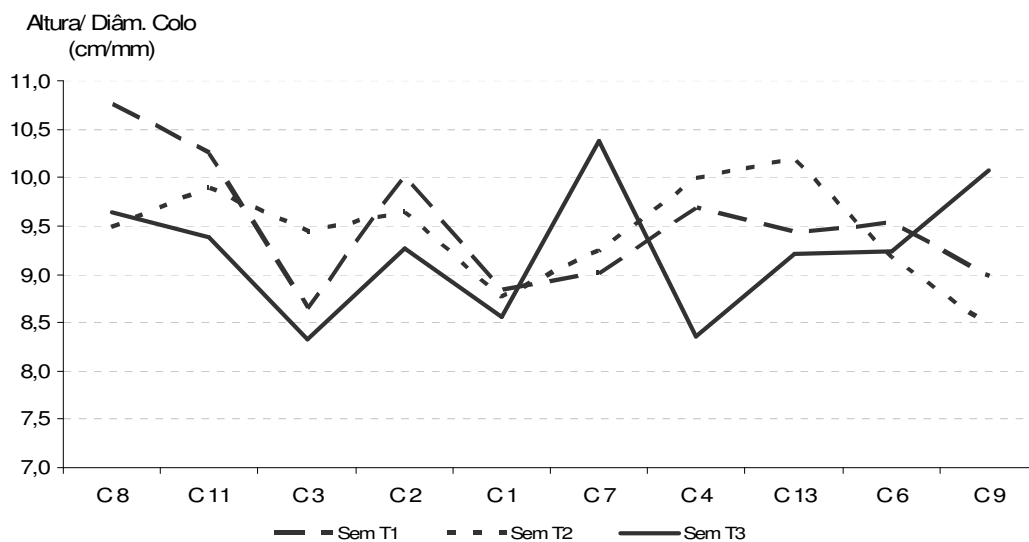


A seguir são apresentados os resultados com aplicação de adubação, Tabela 31 e Gráfico 10.

TABELA 31 - ALTURA (ALT) E DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO COM ADUBAÇÃO

CLONE	SEMENTE 1		SEMENTE 2		SEMENTE 3		MÉDIA	
	ALT (cm)	D.COLO (mm)	ALT (cm)	D.COLO (mm)	ALT (cm)	D.COLO (mm)	ALT (cm)	D.COLO (mm)
C 8	24,1	2,2	20,0	2,1	21,8	2,3	22,0	2,2
C 11	20,4	2,0	21,4	2,2	22,0	2,3	21,3	2,2
C 3	20,0	2,3	21,4	2,3	19,4	2,3	20,2	2,3
C 2	22,1	2,2	18,0	1,9	19,0	2,0	19,7	2,0
C 1	19,9	2,3	18,2	2,1	18,9	2,2	19,0	2,2
C 7	18,5	2,1	18,0	1,9	20,2	1,9	18,9	2,0
C 4	18,3	1,9	22,3	2,2	15,4	1,8	18,7	2,0
C 13	13,3	1,4	21,6	2,1	20,9	2,3	18,6	1,9
C 6	14,4	1,5	19,9	2,2	19,6	2,1	18,0	1,9
C 9	14,6	1,6	16,4	1,9	19,6	1,9	16,9	1,8
MÉDIA	18,6	2,0	19,7	2,1	19,7	2,1	19,3	2,1
MEDIANA	19,2	2,0	19,9	2,1	19,6	2,2	19,0	2,0
C.V	18,9%	16,9%	10,0%	6,3%	9,4%	8,2%	7,8%	7,2%

GRÁFICO 10 - INTERAÇÃO ENTRE CLONES E TAMANHOS DE SEMENTE PARA A RELAÇÃO ALTURA/ DIÂMETRO DE COLO DAS MUDAS DE *Pinus taeda* APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO COM ADUBAÇÃO



Os dados de altura e diâmetro de colo das mudas do PCS aos seis meses, com adubação, também foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis. Também neste caso existiram diferenças significativas entre famílias, tamanhos de semente e

interação entre famílias e tamanhos de semente para as características altura e diâmetro de colo das mudas (p -valores $< 0,001$). A diferença entre mudas oriundas dos tamanhos de sementes 1 e 3 que era de 3% sem adubação passou a 6% com adubação. A adubação, portanto, aumentou a diferença entre os tamanhos de sementes. Mesmo com adubação a diferença entre famílias permaneceu considerável (30% em altura ao comparar as famílias 8 e 9).

CARNEIRO (1995) recomenda que a relação H/D em qualquer fase do período de produção de mudas deva situar-se entre os limites de 5,4 e 8,1. Nos Gráficos 8 e 9 é apresentado o comportamento de cada família para a relação H/D aos seis meses de idade sem adubação e verifica-se que para todos os tamanhos de sementes e matrizes essa relação está dentro do considerado ideal pelo autor. No entanto, ao analisarmos o comportamento desta variável com adubação (Gráfico 10) verificamos que os valores diferem dos considerados ideais, ou seja, o aumento da altura da muda proporcionado pela adubação não foi proporcional ao incremento em diâmetro. Ainda, conforme CARNEIRO (1976), as dimensões das mudas são inferiores ao considerado ideal para plantio, mesmo com a adubação. Em seu estudo o autor recomendou o plantio de mudas com diâmetro de colo superior a 3,7 mm, o que equivaleria a uma altura entre 20 cm e 30 cm ($H/D = 5,4$ e $8,1$, respectivamente). Ainda, segundo SOUTH (2000) o plantio de mudas morfológicamente melhoradas, ou seja, com diâmetro de colo superior a 5mm aumenta a sobrevivência e o crescimento em campo. Estas mudas, entretanto, são conseguidas em canteiros de baixa densidade, com menos de 220 mudas por m^2 , densidade muito inferior da utilizada neste estudo (784 mudas por m^2). LANDIS (2003) é ainda mais exigente, e considera que a muda ideal de *Pinus taeda* deva ter 5,5 mm de diâmetro de colo e 25 cm de altura. Em canteiros com densidade tão elevada é praticamente impossível conseguir mudas dentro dos padrões recomendados por CARNEIRO (1995), SOUTH (2000) ou LANDIS (2003).

É importante notar também que apesar da significância encontrada na diferença de crescimento de mudas oriundas de diferentes tamanhos de sementes, a magnitude destas diferenças é bastante inferior daquela citada em literatura, com ou sem adubação (Tabelas 30 e 31). DUNLAP e BARNETT (1984) trabalhando com *P. taeda* encontraram uma vantagem de 30% na altura de mudas de classes de sementes maiores 11 semanas após a semeadura. No trabalho de GRIFFIN (1975)

com sementes de *P. radiata* após 32 semanas da semeadura mudas originadas de sementes maiores foram, na média, 18% mais altas que mudas originadas de sementes menores. STURION (1984), trabalhando com sementes de diferentes procedências e tamanhos de *Mimosa scabrella* verificou uma diferença de 50% na altura e de 38% para o diâmetro de colo de mudas oriundas de diferentes tamanhos de sementes em uma das procedências avaliadas, dois meses após a semeadura. Nos estudos citados realmente existiram fortes evidências de acréscimo da altura da muda e do diâmetro do colo em função do aumento do tamanho da semente. WENNSTROM et al. (2002) verificaram que um aumento do peso da semente de *P. sylvestris* de 3 para 7mg levou a um incremento em altura de 10 a 27%. No caso destes autores, a classificação das sementes se mostrou vantajosa por permitir a obtenção de canteiros com mudas de desenvolvimento semelhante e nitidamente de melhor qualidade.

A significância encontrada entre diferentes tamanhos de sementes decorre do grande tamanho da amostra, o que aumenta a capacidade do teste estatístico de detectar diferenças, mesmo que estas sejam pequenas. Na prática uma diferença de magnitude tão baixa não justificaria qualquer iniciativa de separação de sementes por tamanho. Devemos considerar, no entanto, a elevada densidade do canteiro, que impede um desenvolvimento satisfatório principalmente em termos de diâmetro de colo e a idade de avaliação das mudas, considerando que aos seis meses estas ainda não estariam aptas para envio a campo.

Já a diferença de 30% na altura de diferentes famílias do PCS com ou sem adubação e de 21,4% entre as famílias da APS sem adubação (famílias 10 e 8), justifica a separação de sementes por família no momento da semeadura, um processo cuja única implicação prática seria o aumento do esforço de identificação da matriz ou clone de origem em campo e a manutenção da identidade durante todo o processo de quebra de dormência e semeadura.

Levando-se em consideração que o tamanho da semente não influenciou significativamente na emergência em viveiro e que apesar de significativo o efeito sobre a altura e o diâmetro de colo da muda foi pouco pronunciado, para maior uniformidade em viveiro sugere-se a semeadura de sementes por família ao invés da classificação de sementes por tamanho, o que está de acordo com o trabalho de SHEAR e PERRY (1985).

Mudas do PCS apresentaram um melhor desenvolvimento em altura sem adubação (12,5cm) quando comparadas às mudas da APS (11,2cm). Pelo teste t verifica-se que esta diferença foi significativa (p -valor $< 0,01$). Para o diâmetro de colo o desenvolvimento foi semelhante (1,8mm). WENNSTROM, et al. (2002), estudando *P. sylvestris* também verificaram um desenvolvimento superior de mudas oriundas de pomar clonal em comparação a mudas de áreas de produção de sementes. Mesmo com melhores resultados quando comparadas às mudas da APS, as mudas do PCS ainda assim apresentam valores inferiores de altura e diâmetro de colo dos considerados ideais para plantio por CARNEIRO (1995), SOUTH (2000) ou LANDIS (2003).

3.3.2.2 Biomassa seca

A Tabela 32 apresenta a biomassa seca das mudas de diferentes tamanhos de sementes de cada matriz da APS sem adubação.

TABELA 32 - BIOMASSA SECA (g) DE MUDAS ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE MATRIZES DE *Pinus taeda* DA APS APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO

MATRIZ	SEMENTE 1	SEMENTE 2	SEMENTE 3	MÉDIA	TUKEY ⁽¹⁾
M 8	0,66	0,61	0,67	0,64	a
M 2	0,67	0,56	0,61	0,61	a b
M 4	0,62	0,55	0,62	0,60	a b
M 6	0,62	0,52	0,59	0,58	a b c
M 5	0,61	0,55	0,54	0,57	a b c
M 9	0,57	0,57	0,56	0,57	a b c
M 7	0,57	0,60	0,51	0,56	a b c
M 1	0,48	0,55	0,58	0,54	b c
M 10	0,45	0,47	0,54	0,49	c d
M 3	0,39	0,43	0,47	0,43	d
MÉDIA	0,56	0,54	0,57	0,56	
MEDIANA	0,59	0,55	0,57	0,57	
C.V	16,4%	9,7%	10,2%	10,9%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Os dados de biomassa seca das mudas da APS apresentaram distribuição normal e variâncias homogêneas nas diferentes matrizes e tamanhos de sementes, realizou-se então a análise paramétrica. A ANOVA encontrou diferenças significativas entre famílias (p -valor $< 0,001$) e nenhuma diferença significativa entre

tamanhos de sementes ou interação entre famílias e tamanhos de sementes. Das famílias analisadas, 70% apresentaram comportamento estatisticamente semelhante.

A Tabela 33 apresenta a biomassa seca das mudas de diferentes tamanhos de sementes de cada clone do PCS.

TABELA 33 - BIOMASSA SECA (g) DE MUDAS ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES DE CLONES DE *Pinus taeda* DO PCS APÓS SEIS MESES EM VIVEIRO SEM ADUBAÇÃO

CLONE	SEMENTE 1	SEMENTE 2	SEMENTE 3	MÉDIA	TUKEY ⁽¹⁾
C 8	0,68	0,79	0,77	0,75	a
C 6	0,69	0,77	0,76	0,74	a b
C 5	0,70	0,73	0,76	0,73	a b c
C 15	0,68	0,73	0,76	0,72	a b c
C 7	0,79	0,66	0,60	0,69	a b c d
C 12	0,66	0,73	0,57	0,65	a b c d
C 9	0,60	0,68	0,66	0,65	a b c d
C 2	0,57	0,65	0,68	0,63	b c d
C 14	0,57	0,65	0,65	0,63	c d
C 10	0,64	0,58	0,65	0,62	c d
C 11	0,58	0,62	0,67	0,62	c d
C 13	0,60	0,64	0,59	0,61	d
C 1	0,58	0,60	0,63	0,60	d
C 4	0,55	0,61	0,63	0,60	d
C 3	0,58	0,60	0,58	0,59	d
MÉDIA	0,63	0,67	0,66	0,66	
MEDIANA	0,60	0,65	0,65	0,63	
C.V	10,7%	10,0%	10,4%	8,5%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Os dados de biomassa seca das mudas do PCS também cumpriram os pressupostos da análise paramétrica. A ANOVA encontrou diferenças significativas entre famílias (p -valor $< 0,001$) e nenhuma diferença significativa entre tamanhos de sementes ou interação entre famílias e tamanhos de sementes. Das famílias analisadas, 73% apresentaram comportamento estatisticamente semelhante pelo teste de Tukey.

A correlação de Pearson foi significativa entre altura média e a biomassa seca das mudas da APS ($r=0,81$), porém não foi encontrada correlação significativa para as mudas do PCS ($r=0,20$). A diferença entre mudas da APS e do PCS pelo

teste t foi significativa ao nível de 5%, sendo as mudas do PCS mais pesadas que da APS.

O estudo de SHEAR e PERRY (1985) com *Pinus taeda* também verificou que o peso da semente é um mau preditor para o peso da futura muda. A falta de influência do tamanho da semente na biomassa seca das mudas vai contra ao encontrado por GRIFFIN (1975) com sementes de *P. radiata* classificadas por tamanho, onde após 32 semanas da semeadura mudas originadas de sementes maiores foram 45% mais pesadas que mudas originadas de sementes menores. STURION (1984) estudando o efeito do tamanho da semente de *Mimosa scabrella* também encontrou uma tendência significativa para o aumento do peso da matéria seca da parte aérea das mudas em função do tamanho da semente.

Em resumo, a influência do tamanho da semente nas características morfológicas das mudas após seis meses em viveiro foram irrelevantes na prática, o que não justifica a classificação de sementes por tamanho. Para maior homogeneidade das mudas em viveiro é recomendada a semeadura de cada família separadamente.

3.4 CONCLUSÕES PRELIMINARES

1. Existe diferença entre famílias para porcentagem e velocidade de emergência. Famílias da APS apresentam maior porcentagem de emergência que famílias do PCS.

2. O tamanho da semente não afeta a porcentagem de emergência e a velocidade de emergência.

3. Existem diferenças significativas entre famílias para altura, diâmetro de colo e biomassa seca.

4. Existem diferenças significativas na altura e diâmetro de colo de mudas oriundas de diferentes tamanhos de sementes, porém mínimas. A adubação não eliminou a diferença. Para biomassa seca não existe diferença entre mudas originadas por diferentes tamanhos de semente.

5. O desenvolvimento em altura e a biomassa seca de mudas do PCS são superiores ao de mudas da APS.

CAPÍTULO 4: EFEITO DA FAMÍLIA E DO TAMANHO DA SEMENTE DE *Pinus taeda* NA SOBREVIVÊNCIA EM CAMPO E CRESCIMENTO INICIAL EM ALTURA

4.1 INTRODUÇÃO

Vários estudos já foram realizados com o intuito de avaliar o efeito da família e do tamanho da semente sobre a sobrevivência em campo e desenvolvimento após o plantio. Sobre a sobrevivência em campo, segundo LEISHMAN et al. (2000) experimentos têm demonstrado que mudas provenientes de sementes maiores são mais tolerantes a muitas das dificuldades encontradas durante o estabelecimento em campo, tais como mato-competição, sombra, desfolhamento, seca e baixa disponibilidade de nutrientes. CASTRO (1999) encontrou variação no desempenho de mudas de *P. sylvestris* de diferentes famílias plantadas em diferentes solos com relação à sobrevivência.

Com relação ao desempenho em campo, ROBINSON e VAN BUIJTENEN (1979) encontraram correlações positivas entre o peso médio da semente por família e o volume aos 15 anos de idade para *P. taeda*. SLUDER (1979) também encontrou correlações positivas para tamanho de sementes de *P. taeda* e produtividade aos 15 anos, neste caso, porém, constatou-se que os indivíduos obtidos das maiores sementes foram menores que aqueles originados de sementes médias. WILCOX (1983) encontrou diferenças no tamanho das sementes resultantes de cruzamentos controlados de *P. radiata* e concluiu que estas diferenças influenciaram significativamente no crescimento até dois anos após o plantio. Este efeito do tamanho da semente, contudo, diminuiu com o tempo. Mesmo que o efeito do tamanho da semente não seja percebido em idades avançadas, apenas a correlação com a sobrevivência e crescimento inicial já traz efeitos positivos para os custos de implantação e manejo inicial do povoamento florestal.

O objetivo deste capítulo foi avaliar a influência da família e do tamanho de sementes de *Pinus taeda* na sobrevivência e no crescimento em altura nove meses após o plantio.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Obtenção das Mudanças

As mudas utilizadas foram provenientes do lote de sementes colhido em 2005 de 15 clones do Pomar Clonal de Sementes (PCS), já citado nos capítulos anteriores. As sementes foram classificadas por tamanho e clone de origem e passaram pelo tratamento de quebra de dormência adotado pela empresa (citado no capítulo 3) antes da semeadura. Foram semeadas em dezembro de 2005 e levadas para campo em outubro de 2006.

Ao substrato Mecprec® utilizado para semeadura foi incorporado Osmocote® (3 kg/ m³ de substrato) e não houve qualquer fertirrigação posterior. Após dois meses sob cobertura plástica as mudas foram alternadas na bandeja e, aos três meses, foram levadas para rustificação a céu-aberto. Foram utilizados tubetes de 55 cm³.

4.2.2 Condições de Plantio

As mudas foram plantadas em Rio Negrinho-SC, na primeira semana de outubro de 2006. A linha de plantio foi subsolada a uma profundidade de 50 cm, buscando-se manter uma distância de 2,5 m entre linhas. Entre indivíduos na linha a distância mantida foi de 2 m.

As mudas foram plantadas no campo em um delineamento em blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Foram plantadas mudas originárias de 15 clones do PCS, classificadas também por tamanho de semente, conforme descrito nos capítulos anteriores. Cada subparcela foi composta por uma linha de seis indivíduos e o experimento foi composto por cinco blocos, segundo a declividade do terreno, totalizando 1350 indivíduos.

A área total ocupada pelo experimento foi de 6750 m², totalmente composta por solo do tipo CAMBISSOLO Háplico.

Após o plantio a manutenção foi feita com a pulverização do herbicida Scout® na entrelinha (pós-emergente) e por roçadas. Um replantio foi realizado, 30 dias após a instalação do teste.

4.2.3 Variáveis Analisadas

Após um mês do plantio realizou-se um inventário de mortalidade. As mudas mortas foram repostas, porém permaneceram fora da avaliação posterior de crescimento. A mortalidade foi novamente inventariada aos nove meses, sem reposição de mudas.

Logo após o plantio e após nove meses em campo as mudas tiveram sua altura avaliada com o auxílio de uma fita métrica. Para análise dos dados considerou-se o crescimento ocorrido neste período. Mudas de replantio e mudas mortas após nove meses não foram consideradas.

4.2.4 Análise dos Dados

As mudas foram plantadas no campo seguindo um delineamento blocos ao acaso com parcelas subdivididas e cinco repetições. Devido ao insuficiente número de mudas produzidas pelo clone 13 o mesmo foi substituído por mudas do lote comercial no momento do replantio e eliminado da análise, restando, portanto, 14 clones (tratamentos principais) subdivididos em 3 tamanhos de sementes (tratamentos secundários). Cada subparcela foi composta por seis indivíduos. Os respectivos desdobramentos dos graus de liberdade dos tratamentos para a avaliação são mostrados na Tabela 34.

TABELA 34 - ESTRUTURA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AVALIAÇÃO DO EFEITO DA FAMÍLIA E DO TAMANHO DA SEMENTE NA SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO EM ALTURA

F.V	G. L.	Q.M.	F
Família (F)*	13	Q ₁	Q ₁ / Q ₃
Blocos	4	Q ₂	Q ₂ / Q ₃
Resíduo (a)	52	Q ₃	
Parcelas	69		
Tam. Sementes (TS)	2	Q ₄	Q ₄ / Q ₆
Interação (F X TS)	26	Q ₅	Q ₅ / Q ₆
Resíduo (b)	112	Q ₆	
Total	209		

* = Uma das famílias foi eliminada da análise.

A análise estatística e o teste de comparação de médias de Tukey para o crescimento das diferentes famílias e tamanhos de sementes após nove meses do plantio foram feitos utilizando o programa *R* (*R Development Core Team*, 2006).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sobrevivências após nove meses das mudas de cada família e tamanho de semente estão na Tabela 35.

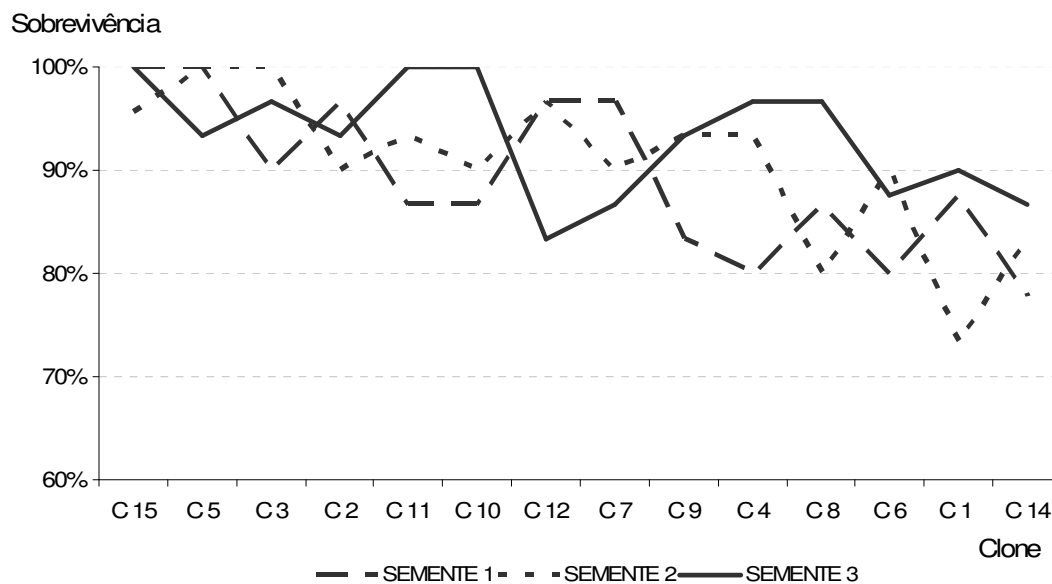
TABELA 35 - SOBREVIVÊNCIA DAS MUDAS DE *Pinus taeda* ORIUNDAS DE DIFERENTES FAMÍLIAS E TAMANHOS DE SEMENTES NOVE MESES APÓS O PLANTIO

CLONE	SEMENTE 1	SEMENTE 2	SEMENTE 3	MÉDIA
C 15	100,0%	95,7%	100,0%	98,6%
C 5	100,0%	100,0%	93,3%	97,8%
C 3	90,0%	100,0%	96,7%	95,6%
C 2	96,7%	90,0%	93,3%	93,3%
C 11	86,7%	93,3%	100,0%	93,3%
C 10	86,7%	90,0%	100,0%	92,2%
C 12	96,7%	96,7%	83,3%	92,2%
C 7	96,7%	90,0%	86,7%	91,1%
C 9	83,3%	93,3%	93,3%	90,0%
C 4	80,0%	93,3%	96,7%	90,0%
C 8	86,7%	80,0%	96,7%	87,8%
C 6	80,0%	90,0%	87,5%	85,8%
C 1	87,5%	73,3%	90,0%	83,6%
C 14	77,8%	83,3%	86,7%	82,6%
MÉDIA	89,2%	90,6%	93,2%	91,0%
MEDIANA	87,1%	91,7%	93,3%	91,7%
C.V	8,6%	8,2%	6,0%	5,3%

Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados e atendidos. Segundo a ANOVA existiu diferença significativa entre as famílias e interação entre famílias e tamanho da semente (Gráfico 11). Apesar de mudas oriundas de sementes menores terem apresentado na média uma menor sobrevivência (89,2%) que mudas oriundas das maiores sementes (93,2%), essa diferença não foi significativa, o que contraria a idéia de LEISHMAN et al. (2000) de que mudas provenientes de sementes maiores são mais tolerantes a muitas das dificuldades encontradas durante o estabelecimento do indivíduo. STURION (1984),

avaliando sementes de diferentes procedências e tamanhos de *Mimosa scabrella* também não encontrou diferenças significativas na sobrevivência de mudas de diferentes classes de tamanho de semente seis meses após o plantio.

GRÁFICO 11 - INTERAÇÃO ENTRE FAMÍLIAS E TAMANHOS DE SEMENTE PARA SOBREVIVÊNCIA DE *Pinus taeda* NOVE MESES APÓS O PLANTIO



A Tabela 36 apresenta o crescimento em altura para as diferentes famílias e tamanhos de sementes.

TABELA 36 - CRESCIMENTO EM ALTURA (cm) DAS MUDAS DE *Pinus taeda* ORIUNDAS DE DIFERENTES TAMANHOS DE SEMENTES NOVE MESES APÓS O PLANTIO

CLONE	SEMENTE 1	SEMENTE 2	SEMENTE 3	MÉDIA	Tukey ⁽¹⁾
C 3	31,9	31,3	28,3	30,5	a
C 12	27,3	29,5	33,5	30,1	a b
C 10	29,9	24,9	34,3	29,7	a b
C 2	30,8	28,6	28,6	29,3	a b
C 7	28,7	28,9	28,2	28,6	a b
C 9	29,4	25,4	29,8	28,2	a b
C 8	26,5	27,0	30,1	27,8	a b
C 1	27,6	28,0	27,5	27,7	a b
C 15	28,3	24,4	27,0	26,6	a b c
C 4	24,5	28,4	24,3	25,7	a b c
C 5	27,2	25,2	24,3	25,6	a b c
C 6	22,7	23,1	28,9	24,9	a b c
C 11	22,5	24,4	24,4	23,8	b c
C 14	24,8	19,6	16,8	20,4	c
MÉDIA	27,3	26,3	27,6	27,1	
MEDIANA	27,4	26,2	28,3	27,8	
C.V	10,5%	11,6%	15,7%	10,3%	

NOTA: (1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Os pressupostos da ANOVA foram verificados. Segundo o teste de Shapiro-Wilk o crescimento em altura, após nove meses do plantio, não apresentou uma distribuição normal e a variável foi transformada com base na metodologia Box-Cox, onde o valor para λ foi 0,575. Após a transformação os dados atenderam aos princípios de normalidade e homocedasticidade e realizou-se a análise paramétrica. Pela ANOVA foi constatada diferença estatística significativa entre famílias (p -valor < 0,001), mas não houve diferença entre diferentes tamanhos de sementes e não existiu interação entre famílias e tamanhos de sementes.

Das 14 famílias avaliadas, 12 apresentaram comportamento estatisticamente semelhante, mesmo com uma diferença de 22% em crescimento em altura (famílias 3 e 6). A família de melhor crescimento (família 3) cresceu 49,5% mais em altura que a família de pior crescimento (família 14). Segundo CARNEIRO (1983) mudas com crescimento inicial superior apresentam maiores chances de sobrevivência e requerem uma freqüência menor de tratamentos culturais de manutenção do plantio recém instalado quando comparadas às mudas de crescimento inicial lento. Bons indicadores morfológicos parecem aumentar o percentual de sobrevivência por

assegurar que a absorção de água pelas mudas plantadas iguale ou exceda a perda de umidade (CARNEIRO, 1995). Coincidentemente, verificamos que a família 14, de menor crescimento em campo, foi também aquela de menor sobrevivência após nove meses.

STURION (1984), estudando sementes de diferentes procedências e tamanhos de *Mimosa scabrella* também não encontrou diferença entre diferentes classes de tamanho de semente na altura seis meses após o plantio. FONSECA (1979), trabalhando com *Eucalyptus grandis*, também constatou que a altura das plantas não variou sete meses após o plantio em função do tamanho da semente. Ao contrário destes autores, entretanto, ROBINSON e VAN BUIJTENEN (1979) encontraram correlações positivas entre o peso da semente por família e o volume aos 15 anos de idade para *P. taeda*. SLUDER (1979) também encontrou correlações positivas para tamanho de sementes de *P. taeda* e produtividade aos 15 anos, neste caso, porém, constatou-se que os indivíduos obtidos das maiores sementes foram menores que aqueles originados de sementes médias. Mesmo sem apresentar diferença significativa, a maior média de crescimento em altura deste estudo foi apresentada pelas sementes maiores.

4.4 CONCLUSÕES PRELIMINARES

1. Existe diferença entre famílias para sobrevivência. Os diferentes tamanhos de semente não diferem com relação à sobrevivência.

2. As famílias diferem com relação ao crescimento em altura nove meses após o plantio. Os diferentes tamanhos de semente não diferem com relação a este crescimento.

SEÇÃO 3

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES GERAIS

Apesar da vantagem apresentada no primeiro ano do estudo pelo pomar clonal de sementes – PCS em termos de produção média de cones e quantidade de sementes produzidas por indivíduo em relação à área de produção de sementes – APS, no segundo ano do estudo a variação apresentada não foi suficiente para caracterizar uma diferença estatisticamente significativa. Nas duas áreas existiram matrizes/ clones que diferiram estatisticamente dos demais em termos de produção de sementes e não se observou qualquer padrão de produtividade, de forma que nem sempre os melhores indivíduos em um ano ocuparam posições de destaque no ano seguinte. Desta forma não é possível definir qualquer tendência de produtividade por área e nem por matrizes/clones de uma mesma área.

As sementes produzidas pelo PCS foram maiores quando comparadas às sementes da APS. Uma das razões atribuídas para o fato de pomares clonais produzirem sementes maiores que áreas de distribuição natural é o tamanho das copas. No estudo realizado por NOLAND et al. (2005) com *Pinus strobus*, os autores avaliaram a variação natural de sementes da espécie com relação ao tamanho, forma e classe de copa das árvores matrizes. As sementes foram maiores nas árvores com copas dominantes, maior porção de copa viva e menor relação entre altura e diâmetro.

Em termos de propriedades tecnológicas dos lotes de sementes a porcentagem de germinação foi maior para as sementes oriundas da APS (85%) que do PCS (67%). O número de sementes por quilo do PCS (38.483) foi estatisticamente superior ao da APS (34.890), ou seja, matrizes da APS produziram sementes mais pesadas que os clones do PCS, mesmo sendo menores em tamanho. Nas duas áreas existe diferença significativa na germinação, índice de velocidade de germinação - IVG e número de sementes por quilo das diferentes matrizes. Não existiu correlação entre a distribuição do tamanho das sementes e o número de sementes por quilo das famílias avaliadas. Conclui-se com isso que nem a distribuição dos tamanhos das sementes nem o número de sementes por quilo são indicativos do potencial germinativo do lote: a indicação das famílias que o compõem é o melhor indicativo deste potencial.

A formação de lotes de sementes de diferentes tamanhos não trouxe qualquer prejuízo ou vantagem do ponto de vista do ganho genético. Desta forma, apesar de alguns estudos apresentarem situações drásticas, como por exemplo, SILEN e OSTERHAUS (1979) com *Pseudotsuga menziesii*, onde 16 das 18 famílias avaliadas foram afetadas em diversos graus pela classificação de sementes (e seis perderiam mais de 50% de suas sementes com a desclassificação das sementes menores) é necessário observar o quanto essa mudança realmente reflete no valor genético do lote. No entanto deve-se considerar que os clones avaliados apresentaram um valor genético bastante semelhante. O mais alto valor genético foi de 20,6 cm (C 5) e o mais baixo foi de 19,6 cm (C 9), sendo a média 20,1 cm, nos dois anos. Caso esse valor fosse mais discrepante a influência das diferentes freqüências de cada clone no lote de sementes produziria maior efeito sobre o valor genético final do lote de sementes.

Ao uniformizar lotes de sementes pelo tamanho das sementes verificou-se que aqueles compostos por sementes maiores tiveram maior germinação e IVG. Uma vez, porém, que foi verificada uma maior porcentagem de germinação em sementes da APS, em geral de menor tamanho quando comparadas ao PCS, conclui-se que a diferença possa ser devido às famílias que formaram o lote de sementes o teste – todas oriundas do PCS. Mais importante que o tamanho da semente de origem é, portanto, a identidade das famílias que compõem o lote de sementes e em que proporção.

Esse fato fica ainda mais claro ao ser verificado que em viveiro não existiu influência do tamanho da semente nem na porcentagem e velocidade de emergência nem na biomassa seca das mudas. Para altura e diâmetro de colo, apesar de significativas, as diferenças entre os tamanhos de sementes na prática não merecem consideração. DUNLAP e BARNETT (1984) trabalhando com *P. taeda* também verificaram diferenças significativas na altura de mudas originadas das diferentes classes de sementes, 11 semanas após a semeadura. A vantagem por eles encontrada na altura das mudas originadas das sementes maiores sobre as mudas originadas das sementes menores, entretanto, foi de 30%, bastante superior ao aqui reportado. Na prática uma diferença de 1 cm (o que representou menos de 10% neste estudo) não justifica qualquer iniciativa de classificação de sementes por tamanho em viveiro. Por outro lado, a diferença superior a 20% na altura média de

mudas de diferentes famílias da APS e do PCS justifica a separação de sementes por família no momento da semeadura. Neste estudo, a separação de lotes de sementes segundo a família parece ser a única alternativa eficaz para a obtenção de canteiros com desenvolvimento uniforme, o que facilita o controle do crescimento e a classificação de mudas por ocasião do plantio.

Também no campo não se observou qualquer influência significativa do tamanho da semente na sobrevivência das mudas ou no crescimento em altura nove meses após o plantio. Mais uma vez ficou claro que é a diferença entre famílias que deve ser considerada.

Concluí-se, portanto, que o tamanho da semente apesar de ter influência significativa para as propriedades tecnológicas do lote de sementes (germinação, IVG e número de sementes por quilo) não tem qualquer influência no desenvolvimento em viveiro (onde apesar de significativas as diferenças na altura e diâmetro de colo foram mínimas) e em campo. Recomenda-se, portanto, que a semeadura em viveiro seja conduzida por família para maior homogeneidade de crescimento e que seja feito o agrupamento de famílias de desenvolvimento semelhante na ocasião do plantio, sem a preocupação com o tamanho de semente de origem.

2 REFERÊNCIAS

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2006. Brasília,DF, 2007. 80 p

ADAMS W. T.; JOLY, R. J. Allozyme studies in loblolly pine seed orchards: clonal variation and frequency of progeny due to self-fertilization. **Silvae Genetica**. v.29, n.1, p.1-5, 1980.

ADAMS, J. C.; THIELGES, B. A.; Seed sizes effects on first-and-second- year pecan and hybrid pecan growth. **Tree Planters' Notes**, Washington, v. 30, n.1, p. 31-33. 1979.

AGUIAR, J. B.; de NAKAME, J. T. Tamanho da semente de *Eucalyptus citriodora* Hook: influência sobre a germinação e vigor. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, v.13, n.53, p.25-28,1983.

AGUIAR, I. B. de.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. 1.ed. Brasília, DF, ABRATES. 1993. 350p.

ARUNACHALAM, A.; KHAN, M. L.; SINGH, N. D.; Germination, growth and biomass accumulation as influenced by seed size in *Mesua ferrea* L. **Turkish Journal of Botanic**, v. 27, p.343-348. 2003.

BAGCHI, S.K.; SHARMA, V.P. Short note: biometrical studies on seed characters of *Santalum album* L. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 38, n.3-4, p.152-153, 1989.

BAGCHI, S.K.; JOSHI, D.N.; RAWAT, D.S. Variation in seed size of *Acacia* spp. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.39, n.4, p.107-110, 1990.

BAKER, J. B.; LANGDON, O. G. Loblolly pine. Disponível em: <http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/Volume_1/pinus/taeda.html>.

Acesso em: 28 de mar. de 2006.

BARNETT, J.P. How seed orchard culture affects seed quality: Experience with the southern pines. **The Forestry Chronicle**, Ottawa, v.72, n.5, p.469-473, 1996.

BARNETT, J.P. McLEMORE, B.F. Storing southern pine seeds. **Journal of Forestry**, Washington, v.68, n. 1, p. 24-27, 1970.

BARROS, N.F; et al; Efeitos de recipientes na sobrevivência e no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* S. Hill ex Maiden, no viveiro e no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 2, n. 2, p. 141-151, 1978.

BELCHER, E.W.; LEACH, G.N.; GRESHAM, H.H. Sizing slash pine seeds as a nursery procedure. **Tree Planters' Notes**, Washington, v. 35, p.5-10, 1984.

BELING, R. R.; Madeira serrada e aglomerada. **Anuário Brasileiro da Silvicultura**, Santa Cruz do Sul, p.110-112, 2006.

BERGMANN, A. **Variation in flowering and its effect on seed cost**. Raleigh: School of Forest Resources, North Carolina State University. 63p. 1968. Technical Report, n.38

BONNET-MASIMBERT, M; WEBBER, J.B.; From flower induction to seed production in forest tree orchards. **Tree Physiology**, Victoria, v. 15, p.419- 426, 1995.

BORGES , E. E. de; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B; PINA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**, Brasília, DF: ABRATES, 1993. p.83-127.

BORGES, R.C.G. et al; Correlações entre caracteres de crescimento em *Eucalyptus grandis* S. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**. Viçosa, MG, v.4, n.2, p.146-156, 1980.

BRAMLETT, J. P.; DELL, T.R.; PEPPER, W.D. Genetic and maternal influences on Virginia pine seed germination. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 32, n.1-2, p.1- 4.1983.

BRAMLETT, D. L.; WILLIAMS, C.G.; BURRIS L. C.; Surrogate pollen induction shortens the breeding cycle in loblolly pine. **Tree Physiology**, Victoria, v.15, n.7-8, p.531-535, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **REGRAS PARA ANÁLISE DE SEMENTES**, Brasília, DF, 1992, 188 p.

BUENO, O. L.; LERENA, S. D.; MANZANO, I. C.; RUBIRA, J. L. P.; SIERRA, N. H; Influencia del tamaño de la semilla y diferentes dosis de fertilización sobre el crecimiento y supervivencia en campo de cuatro especies forestales. CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL, 2., 1997, Pamplona. **Actas del...** Pamplona, p. 461- 466, 1997.

BROWN, I. Flowering and seed production in grafted clones of Scots pine. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.20, n. 4, p. 121-132, 1971.

BROWN ,C.L.; GODDARD, R.E. Variation in nursery grown seedlings from individual mother trees in a seed production area. In: SOUTHERN FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE, 1959. Raleigh. **Proceedings...** Raleigh, NC, v.5, p. 68-76, 1959.

BURDON, R.D. Genetic diversity for the future: conservation, or creation and capture? In BURDON, R.D; MOORE, T. IUFRO '97 GENETICS OF RADIATA PINE, 1997, Rotorua. **Proceedings...**Rotorua , NZ, p.238-47, 1997.

CAMPBELL, R.K; SORENSEN, F.C. Genetic implications of nursery practices. In: DURYEY, M.L. e LANDIS, T.D. **Forest nursery manual: Production of barerrot seedlings**, Martinus Nijhoff/ Dr W. Junk Publ., 1984. p.183-191

CÂNDIDO, J. F. Efeito do tamanho da semente e do meio sobre a germinação de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.17, n.91, p. 77-85, 1970.

CARNEIRO, J.G. de A. **Determinação do padrão de qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo.** 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1976.

CARNEIRO, J. G.de A. Influência do sítio sobre o desenvolvimento de parâmetros morfológicos indicadores da qualidade de mudas. SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1. 1981, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: FUPEF e UFPR, 1981. p.41- 59.

CARNEIRO, J. G. de A. Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfofisiológicos que indicam sua qualidade. **Série Técnica. FUPEF**, Curitiba, n.12, p 1- 40, maio, 1983.

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais.** Curitiba: UFPR/ FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, N.M; AGUIAR, I.B; MAIOMONI-RODELLA, R.C.S; DAMASCENO, M.C.M; Influência do tamanho sobre a germinação e o vigor de sementes de eucalipto. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.1, n 1. p. 53-58, 1979.

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. Tamanho de sementes. In. ____ **Sementes - Ciência, Tecnologia e Produção.** Campinas: Fundação Cargill. 1983. 429 p.

CASTRO, J. Seed mass versus seedling performance in Scots pine: a maternally dependent trait. **New Phytologist**, n.144, p. 153-161, 1999.

CHAIURISRI, K., EDWARDS, D.G.W., EL-KASSABY, Y.A. Genetic control of seed size and germination in *Sitka spruce*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.41, n.6, p.348-355, 1992.

CHANDLER, R. F. Jr. The influence of nitrogenous fertilizer applications upon seed production of certain deciduous forest trees. **Journal of Forestry**, v.36, p.761-766, 1938.

CHAUNAN, P. S; RAINA, V. Effect of seed weight on germination and growth of chir pine (*Pinus roxburghii* Sargent). **Indian Forester**, Dehra Dun, v.106, n.1, p.53-59, 1980.

CHEN, Z.H.; PENG, J.F.;ZHANG, D.M.; ZHAO, J.G. Seed germination and storage of woody species in the lower subtropical forest. **Acta Botanica Sinica**, New York, n.44, p.1469-1476, 2002.

CLAIR, J. B. St., ADAMS, W.T. Effects of seed weight and rate of emergence on early growth of open pollinated Douglas-fir families. **Forest Science**, v.37, n.4, p.987-997, 1991.

COZZO, D. The relationship between seed size and plant height in *Eucalyptus viminalis*. **Revista Florestal Argentina**, v.7, n.4, p.101-105, 1964.

DEMERITT Jr, M. E., HOCKER Jr, H. W. Influence of seed weight on early development of eastern white pine. CONFERENCE NORTHEASTERN FOREST TREE IMPROVE, 22.1, 1975, New York. **Proceedings...** New York, 1975, p.130-137.

DiGIOVANNI, F., KEVAN, P. G.,ARNOLD, J. Coger planetary boundary layer profiles of atmospheric conifer pollen above a seed orchard in northern Ontario, Canada. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, n. 83, p.87-97, 1996.

DONI FILHO, L. **Influência do beneficiamento, em algumas características de um lote de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex maiden, baseado na separação pelo tamanho e peso específico.** 90f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1974.

DUNLAP, J. R., BARNETT, J.P. Influence of seed size on germination and early development of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) germinants. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.13, n.1, p.40-44, 1983.

EDWARDS, D.G.W e EL KASSABY, Y.A. Douglas-fir genotypic response to seed stratification. **Seed Science & Technology**, Zurich, n.23, p. 771-778, 1995.

EL-KASSABY, A. Y. **Improving lodgepole pine selected seed utilization through understanding germination behaviour**. ForGen Consulting Ltda, 2006. 18p. Technical Report.

EL-KASSABY, A. Y.; EDWARDS, D.; TAYLOR, D. W. Genetic control of germination parameters in Douglas-fir and its importance for domestication. **Silvae Genetic**, Frankfurt, v.41, n.1, p. 48-54, 1992.

ERIKSSON.O. Clonal life histories and evolution of seed recruitment. In: KROON e GROENENDAEL, J. **The Ecology and Evolution of Clonal Plants**, Backhuys: Leiden, 1997, p.221-226.

ERIKSSON, G.; JONSSON, A.; LINDGREN, D. Flowering in a clone trial of *Picea abies* karst. **Studia Forestalia Suecica**, Stacklen, n.110, 45p, 1973.

ERIKSSON, U., J. GUNNAR e C. ALMQVIST. Seed and pollen production after stem injections of gibberellin A 4/7 in fields-grown seed orchards of *Pinus sylvestris*. **Canadian Journal of Forest Resource**, Ottawa, v. 28, p.340- 346, 1998.

FRIEDMAN, S. T.; ADAMS, W.T. Genetic efficiency in loblolly pine seed orchards, Disponível em: <<http://www.rngr.net/Publications/sftic/1981/genetic-efficiency-in-loblolly-pine-seed-orchards/file>> Acesso em: 10 de out.de 2006.

FONSECA, A. G. da. **Efeito do sombreamento, tamanho e peso de sementes na produção de mudas *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e no seu crescimento inicial no campo.** 63 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1979.

FOSTER, S.A. On the adaptative value of large seeds for tropical moist forest trees: a review and synthesis. **Botanical Review**, New York, n. 52, p. 260-299, 1986.

GALLAGHER, J. N.; BISCOE, P. V. e SCOOT, R. K. Barley and its environment. V. Stability of grain weight. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, n.12, p.319-336, 1975.

GARRIDO, M. A. O.; GARRIDO, L. M. A.G.; RIBAS, C e ASSINI, J. L. A influência da densidade na produção de sementes de *Pinus elliottii* var *elliottii*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba, UFPR/IUFRO, 1984. p.134-139,

GRIFFIN, A.R. The effects of seed size, germination time and sowing density on seedling development in radiata pine. **Australian Forest Research**. Camberra, v.5, n.4, p.25-28,1975.

GRIGSBY, H. C. **Performance of large loblolly and shortleaf pine seedlings after 9 to 12 years.**, Southern Forest Experimental Station, New Orleans: USDA Forest Service Research Note. 1975. 4p.

HADDERS, G. Some causes of variation in the initial development of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). THE WORLD CONSULTATION ON FOREST GENETICS AND TREE IMPROVEMENT, 1963, Rome. **Proceedings...** Roma, FAO/ FORGEN, v.1, n. 63, 1963.

HARE, R.C. Application method and timing of gibberellin A4/7 treatments for increasing pollen cone bud production in southern pines. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, n.14, p.128-131, 1983.

HARPER J.L. **The population biology of plants**. London: Academic , 1977.

HELLUM, A.K. Grading seed by weight in White Spruce. **Tree Planters'Notes**, Washington, DC, v.27, n.1, p. 16-17, 1976.

HELLUM, A. K. Seed ecology in a population of *Acacia holosericea*. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.20, n. 7, p. 927-933, 1990.

HART, V.C.S.; CORDAZZO, C.V. Ecologia das sementes e estabelecimento das plântulas de *Hydrocotyle onariensis*. Lam. **Atlântica**, Rio Grande, v. 25, n.1, p. 61-65. 2003.

HIGA, A. R. Nova Lei de Sementes e Mudas de Espécies Florestais. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.84. 2004.

HIGA, A. R. Melhoramento. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.68, 2002.

HUMARA, J. M.; CASARES, A; MAJADA, J. Effect of seed size and growing média water availability on early seedling growth in *Eucalyptus globulus*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n.167, p. 1-11, 2002.

JARVIS, P. G. The effects of acorn size and provenance on the growth of seedlings of sessile oak. **Quartely Journal of Forestry** , London, n. 57, p.11-19, 1963.

JONES, R.H.; SHARITZ, R.R.;DIXON, P.M.; SEGAL, D.S.; SCHNEIDER, R.L. Woody plant regeneration in four foodplain forests. **Ecological Monographs**, Temple, n.64, p.345-367, 1994.

KANG K. S.; LINDGREN D. Fertility variation and its effect on the relatedness of seeds in *Pinus densiflora*, *Pinus thunbergii* and *Pinus koraiensis* clonal seed orchards. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 47, n4, p.196-201, 1998.

KOSKI, V. Embryonic lethals of *Picea abies* and *Pinus sylvestris*. **Acta Forestalia Fennica**, Helsinki, n.75, p.1-30, 1971.

KRONKA, F. J.N., BERTOLANI, F., PONCE, R. H., **A cultura do Pinus no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005. 160 p.

LANDIS, T.D. The target seedling concept - tool for better communication between nurseries and their customers. **National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations**, Ogden, 2002. Disponível em: <<http://www.fcnanet.org/proceedings/2002/landis.pdf>>. Acesso em 21 outubro 2007.

LAURIDSEN, E.B. Seed Processing - effect on seed quality. In: Innovations in tropical tree seed technology. IUFRO SYMPOSIUM OF THE PROJECT GROUP, 1995, Tanzania. **Proceedings...**, Tanzania, 1995, p.113-130.

LEISHMAN, M.R. WRIGHT, I. J. MOLES, A. T. e WESTOBY, M. The evolutionary ecology of seed size. In: FENNER, M. **Seed: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**. CAB International, Wallingford, 2000. p.31-57.

LINDGREN, D. Fractionation of seed orchard seeds by weight does have genetic implications. **Silvia Fennica**, Helsinki, n.16, p. 156-160, 1982.

LOWE, W.J.; VAN BUIJTENEN. Early testing procedures applied to tree improvement programs. SOUTHERN FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE, 20, 1989, Charleston, **Proceedings...**, Charleston, p.60-67, 1989.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Scienci**, v. 2, n. 2, p.176-177, 1962.

MALINOVSKI, J. R. **Métodos de poda radicular em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. e seus efeitos sobre a qualidade de mudas em raiz nua.** 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1977.

MATZIRIS, D. Variation in cone production in a clonal seed orchard of black pine. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.42, n.2-3, p.136-141, 1993.

MATZIRIS, D. Genetic variation in cone and seed characteristics in a clonal seed orchard of Aleppo pine grown in Greece. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 47, n.1, p. 37-41, 1998.

MATZIRIS D. Variation in growth, flowering and cone production in a clonal seed orchard of Aleppo pine grown in Greece. **Silvae genética**, Frankfurt, v.46, n.4, p.224-228, 1997.

MERGEN, F. e VOICHT, G.K. Effects of fertilizer applications on two generations of slash pine. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, n.24, p.407-409. 1960.

MOLES, A.T., WESTOBY, M. Seedling survival and seed size: a synthesis of the literature. **Journal of Ecology**, Oxford, n.92, p. 372-383, 2004.

MONTAGNA, R.G., YAMAZOC, G. Utilização da madeira de pequenas dimensões. **Silvicultura**, São Paulo, v. 2, n. 14, p.178- 179, 1978.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments.** New York: John Wiley & Sons, 1991.

MORGENSTERN, E. K. Genetic variation in seedlings of *Picea mariana* (Mill) BSP. I. Correlation with ecological factors. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.18, n.5-6, p.151-161, 1969.

MULLER-STARCK, G. Estimates of self – and cross-fertilization in a Scots pine seed orchard. In: CONFERENCE ON BIOCHEMISTRY AND GENETIC OF FOREST TREES, 1978, Umea. **Proceedings...** Umea. 1978. p.170-179.

NOLAND, T.H; PARKER, W.C.; MORNEAULT, A.E. Natural variation in seed characteristics of eastern white pine (*Pinus strobus* L.). **New Forests**, Dordrecht, n.32, p. 87-103, 2005.

OMOKHAFE, K. O., ALIKA, J.E. Clonal variation and correlation of seed characters in *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, n.19, p.175-184, 2004.

PARKS, G. Nursery bed results of wind stand and orchard collections of ponderosa pine. In WESTERN FOREST GENETICS ASSOCIATION ANNUAL MEETING, 1978, Vacouver. **Abstracts**. 1978.

PHILIPPE, G.; LEE, S. J.; SCHUTE, G.; HEOIS, B; Flower stimulation is cost-effective in Douglas-fir seed orchards. **Forestry**, London, v.77, n.4, p. 279-286, 2004.

POWELL, G.L., WHITE, T. L. Cone and seed yields from slash pine seed orchards. **Southern Journal of Applied Forestry**, Bethesda, v.18, n.3, p.122-127, 1994.

PULCKRIDGE, D. W. e DONALD, C. M., Competition among wheat plants sown at a wide range of densities. **Australian Journal Agricultural Research**, Melbourne, v.18, p.193-221, 1967.

R *Development Core Team*. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: < <http://www.R-project.org>>, Acesso em 15 jan. 2006.

REICH, P.B.; OLEKSYN, J.; TJOELKER, M.G.; Seed mass effects on germination and growth of diverse European Scots pine populations. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.24, p. 306-320, 1994.

ROACH D. A; Variation in seed and seedling size in *Anthoxanthum odoratum*. **The American Midland Naturalist**, Notre Dame, n. 90, p.493- 498, 1987.

ROBINSON, J. F. VAN BUIJTENEN, J.P. Correlation of seed weight and nurserybed traits with 5-, 10- and 15- year volumes in a loblolly pine progeny test. **Forest Science**, Lawrence, v. 25, p.591-596, 1979.

ROOK, D. A. Seedling development and physiology in relation to mineral nutrition. In: VAN DEN DRIESSE, R. **Mineral nutrition in conifer seedlings**. CRC, 1991. p.86-112..

SARVAS R. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*. **Communications Institute Forestalis Fenniae**, Helsinki, n.53, p. 1-198. 1962.

SAYWARD, W.R. 1975. Some cone and seed relationships for eastern white pine for the 1971 and 1973 seed years from the University of New Hampshire breeding arboretum. In: NORTHERN FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE, 22., 1975, New York. **Proceedings...** New York , 1975. p. 34-40.

SCHMIDT, L. Seed biology, development and ecology. In: __ **Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed**, Danida Forest Seed Centre, 2000a. 511p.

SCHMIDT, L. Genetic implications of seed handling. In: __ **Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed**. Danida Forest Seed Centre, 2000b. 511p.

SCHIMIDTLING R. C. Timing of fertilizer application important for management of Southern pine seed orchards. **Southern Journal of Applied Forestry**, Bethesda, v.7, n.2, p.76-81, 1983.

SHANNON, C.E. A mathematical theory of communication. **The Bell System Technical Journal**, Short Hill, v.27, p. 379-423, 1948.

SHEAR, T. H. e PERRY, T.O. Predicting loblolly pine seedling performance from seed properties. SOUTHERN FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE,18., 1988, Long Beach. **Proceedings...** Long Beach, 1985. p. 226-233.

SHEN, H. H., RUDIN, D. e LINDGREN, D.. Study of the pollination pattern in a Scots pine seed orchard by means of isozyme analysis. **Silvae Genetica**, Frankfurt, n.30, p.7-15, 1981

SHOULDERS, E. Effect of seed size on germination, growth and survival of slash pine. **Journal of Forestry**, Washington, DC, n. 59, p. 363-365, 1961.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1975.

SILEN, R.; OSTERHAUS, C. Reduction of genetic base by sizing of bulked Douglas-fir seed lots. **Tree Planters' Notes**, Washington, DC, v.30, n. 1, p. 24-30, 1979.

SIMÕES, J.W.;SPELTZ, R.M., SPELTZ, G.E.;MELLO, H.A. **Adubação mineral na formação de mudas de eucalipto**, IPEF, Piracicaba, n.2-3, p.35-49, 1971.

SLUDER, E. R. The effect of seed and seedling size on survival and growth of loblolly pine. **Tree Planters' Notes**, Washington, DC, v.30, n.4, p.25-28, 1979.

SNYDER, E. B. **Nursery selection of Loblolly Pine**. Gulfport: USDA Forest Service. Southern Forest Experimental Station. 1976. 3p. Research Note.

SORENSEN, F.C., CAMPBELL, R.K. Effect of seed weight on height growth of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii*) seedlings in a nursery. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.15, p.1109-1115. 1985.

SORENSEN, F.C., CAMPBELL, R.K. Seed weight – seedling size correlation in coastal Douglas-fir: genetic and environmental components. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.23, p.275-285, 1993.

SOUTH, D. Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth. **Forest and Wildlife Series**, Auburn, n.1, 2000. 14p.

SQUILLACE, A. E., e LONG, E. M. Proportion of pollen from non-orchard sources. In FRANKLIN, E. C. **Pollen Management Handbook**, Washington: USDA, 1981. p.30-40.

STURION, J. A. Produção de sementes florestais melhoradas. In. GALVÃO, A.P.M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.71-75.

STURION, J.A. **Influência da procedência e do tamanho de sementes de *Mimosa scabrella* Benth. na sobrevivência e crescimento de mudas no viveiro e após o plantio**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

SURLES, S.E., WHITE, T. L., HODGE, G.R., Genetic parameter estimates for seedling dry weight traits and their relationship with parental breeding values in slash pine. **Forest Science**, Lawrence, v.41, n.3, p.546-563, 1995.

SUTTON, R. Planting stock quality and grading. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.2, p.123-132, 1979.

SWEET, G. B. **Seed Orchard Research and Management in the 1990's** - A New Zealand Case Study. Christchurch, University of Canterbury. School of Forestry, 2002.

TRIPATHI, R. S. e KHAN, M. L.; Effects of seed weight and microsite characteristics on germination and seedling fitness in two species of *Quercus* in a subtropical wet hill forest. **Oikos**, n.57, p.289-296, 1990.

TYSON, H. Genetic control of seed weight in flax (*Linum usitatissimum*) and possible implications. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 77, n. 2, p.260 – 270, 1989.

TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**, São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224p.

VENCOVSKY, R. Effective size of monoecious populations submitted to artificial selection. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v.1, n.3, p. 181-191, 1978.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**, Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

ZANI FILHO, J; KAGEYAMA, P. Y. A produção de sementes melhoradas de espécies florestais, com ênfase em *Eucalyptus*. In SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba, PR. **Anais....** Curitiba, UFPR, 1984, p.1-8.

WALTER, M. B.; REICH, P.B. Seed size, nitrogen supply, and growth rate affect tree seedling survival in deep shade. **Ecology**, Tempe, n.81, p.1887-1901, 2000.

WENNSTROM, U.; BERGSTEN, U.; NILSSON, J. Effects of seed weight and seed type on early seedling growth of *Pinus sylvestris* under harsh and optimal conditions. **Scandinavian Journal of Forestry Research**, Umea, n.17, p.118-130, 2002.

WILCOX, M. D. Reciprocal cross effects in *Pinus radiata*. **Forest Science**, Lawrence, n.13, p.37-45, 1983.

WOESSNER, R. A. Growth patterns of one-year-old loblolly pine seed sources and inter-provenance crosses under contrasting edaphic conditions. **Forest Science**, Washington, n.18, p.205-210, 1972.

WOESSNER, R. A.; FRANKLIN, E. C. Continued reliance on wind-pollinated southern pine seed orchards, is it reasonable? SOUTHERN FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE, 12., 1973, Louisiana. **Proceedings...**, Louisiana, 1973. p. 64-73.