

TADEU JANKOVSKI

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO E DISSEMINAÇÃO DE SEMENTES
EM UM POVOAMENTO DE *PINUS TAEDA* L.**

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

CURITIBA
1985



COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

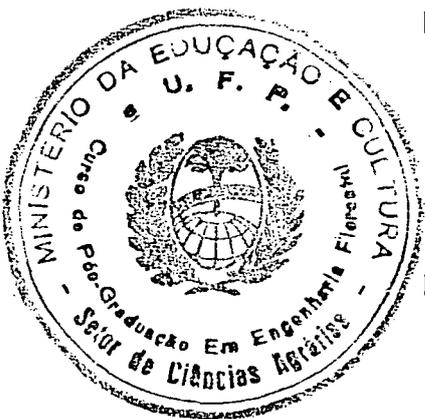
P A R E C E R

Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato TADEU JANKOVSKI, sob o título "AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO E DISSEMINAÇÃO DE SEMENTES EM UM POVOAMENTO DE *Pinus taeda* L", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, área de concentração: SILVICULTURA, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação, completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais. Observação: O critério de avaliação da Dissertação e defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 27 de agosto de 1985.

Onem

Professor Paulo Yoshio Kageyama, DR.
Primeiro Examinador



[Signature]
Professor Ronaldo Viana Soares, Ph.D
Segundo Examinador

[Signature]
Professor Rudi Arno Seitz, DR.
Presidente

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e à CAPES pelo apoio financeiro.

Ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade criada.

Ao orientador Prof. Dr. Rudi Arno Seitz, pela orientação e sugestões que enriqueceram este trabalho.

Aos Profs. Dr. Ronaldo Viana Soares e Dr. José Geraldo de Araújo Carneiro pelas sugestões e co-orientação.

Ao Prof. Dartagnan Baggio Emerenciano pelo auxílio na computação dos dados.

A todos os colegas e amigos que contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

TADEU JANKOVSKI, filho de José Jankovski e Maria Jankovski, nasceu em Balsa Nova, PR, a 21 de fevereiro de 1952.

Realizou seus estudos primários na Escola de Aplicação Padre José de Anchieta em Campo Largo, PR, o Ginásial no Colégio Comercial Presidente Kennedy em Campo Largo, PR, e o Técnico em Eletrotécnica na Escola Técnica Federal do Paraná em Curitiba, PR.

Em 1975, iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná, graduando-se em janeiro de 1979. No mesmo ano ingressou na Universidade Federal Rural de Pernambuco como Professor Colaborador, onde atualmente é Professor Assistente do Curso de Engenharia Florestal, responsável pelas disciplinas de Práticas Silviculturais e Silvicultura Regional.

Em março de 1983, iniciou o Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração Silvicultura, na Universidade Federal do Paraná, concluindo os requisitos para a obtenção do grau e título de Mestre em Ciências Florestais em agosto de 1985.

S U M Á R I O

	<u>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</u>	vi
	<u>LISTA DE TABELAS</u>	vii
	<u>RESUMO</u>	ix
1	<u>INTRODUÇÃO</u>	01
2	<u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	04
2.1	DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES DE <i>Pinus taeda</i>	04
2.2	PERIODICIDADE DA PRODUÇÃO DE SEMENTES	06
2.2.1	Variação anual	06
2.2.2	Variação estacional	09
2.2.3	Previsão de safras de sementes	12
2.3	RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DE SEMENTES E CARACTERÍS- TICAS DA ÁRVORE MATRIZ	14
2.3.1	Idade	14
2.3.2	Dimensões da árvore	15
2.3.3	Frutificações anteriores	16
2.4	RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DE SEMENTES, O AMBIENTE E OS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS	17
2.4.1	Qualidade do sítio	17
2.4.2	Respostas aos cortes de liberação	18
2.4.3	Respostas à fertilização	20
2.5	DISTÂNCIA DE DISSEMINAÇÃO DAS SEMENTES	21
2.6	MÉTODOS DE COLETA	23

2.7	VIABILIDADE DAS SEMENTES DISSEMINADAS	25
3	<u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	28
3.1	LOCAL DO ESTUDO	28
3.2	COLETA DAS SEMENTES	29
3.2.1	Armadilhas utilizadas	29
3.2.2	Distribuição das armadilhas	31
3.2.3	Periodicidade de coleta	32
3.3	AValiação DA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES	32
3.4	AValiação DO NÚMERO DE CONES NAS ÁRVORES MATRI- ZES	36
3.5	QUANTIFICAÇÃO DAS SEMENTES REMANESCENTES NOS CO- NES	36
3.6	ANÁLISE DOS DADOS	37
4	<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	38
4.1	QUEDA SEMANAL DE SEMENTES	38
4.2	PRODUÇÃO DE SEMENTES EM UM ANO	45
4.3	DISTÂNCIA DE DISSEMINAÇÃO	49
4.4	PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO	55
4.4.1	Porcentagem de germinação em função da distân- cia da bordadura	55
4.4.2	Porcentagem de germinação em função da época de disseminação	57
5	<u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	62
	<u>SUMMARY</u>	65
	<u>APÊNDICE</u>	66
	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	70

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA

1	ARMADILHA UTILIZADA NA COLETA DAS SEMENTES DISSEMINADAS	30
2	DISPOSIÇÃO DAS PARCELAS E ARMADILHAS NA ÁREA DE COLETA	33
3	NÚMERO DE SEMENTES COLETADAS POR SEMANA DURANTE O PERÍODO DE OBSERVAÇÃO	39
4	UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA NOS PERÍODOS DE COLETA	41
5	CURVA DA PRODUÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE DIAS DE OBSERVAÇÃO NA ÁREA DE COLETA	43
6	DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES MATRIZES NA ÁREA DE OBSERVAÇÃO E SUA PRODUÇÃO DE CONES	44
7	CURVAS DA DISSEMINAÇÃO TOTAL DAS SEMENTES E DAS SEMENTES GERMINADAS NA ÁREA LIVRE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DA BORDADURA	51
8	CURVA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES EM FUNÇÃO DA ÉPOCA EM QUE OCORREU A DISSEMINAÇÃO.	60

LISTA DE TABELAS

TABELA

1	PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES APÓS TESTE DE QUEBRA DE DORMÊNCIA DAS SEMENTES COLETADAS NO POVOAMENTO EM QUE SE ENCONTRAVA A ÁREA DE ESTUDO	35
2	DISSEMINAÇÃO DAS SEMENTES NAS VÁRIAS DISTÂNCIAS DA BORDADURA NO INTERIOR DO POVOAMENTO	45
3	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA DISSEMINAÇÃO DE SEMENTES NO INTERIOR DO POVOAMENTO	45
4	DISSEMINAÇÃO DAS SEMENTES A DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDADURA NA ÁREA LIVRE	50
5	DISSEMINAÇÃO DAS SEMENTES A DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDADURA NAS DIFERENTES ÉPOCAS DE QUEDA NATURAL ...	53
6	GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DISSEMINADAS NAS DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDADURA DO POVOAMENTO	56
7	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DA BORDADURA	56
8	GERMINAÇÃO DAS SEMENTES NAS DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO EM QUE OCORREU A DISSEMINAÇÃO	58

TABELA

9	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE DISSEMINAÇÃO	59
10	VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS MÉDIAS NOS PERÍODOS DE COLETA DAS SEMENTES DISSEMINADAS	67

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental do Canguiri, da Universidade Federal do Paraná, em Piraquara a 20 quilômetros de Curitiba, em um povoamento de *Pinus taeda* com 19 anos de idade, tendo os seguintes objetivos: verificar a produção de sementes da safra de 1984, determinar a distância em que as sementes são disseminadas, observar a periodicidade estacional desta disseminação e determinar a porcentagem de germinação destas sementes. Na coleta das sementes foram utilizadas armadilhas, constituídas de caixas quadrangulares de 0,25 m², construídas em madeira e tela. A área de amostragem, 24 x 20 metros no interior do povoamento e 45 x 24 metros na área livre, foi dividida em parcelas de 6 x 5 metros, sendo localizada uma armadilha aleatoriamente, em cada parcela. Para efeito de análise de variância, foram considerados tratamentos as diferentes distâncias em relação à bordadura do povoamento. Foram feitas coletas semanais das sementes caídas nas armadilhas durante um ano de observação. As sementes coletadas receberam tratamento pré-germinativo, para o subsequente teste de germinação. Também foram contados os cones nas árvores da área de amostragem. A variação da quantidade de sementes disseminadas no interior do povoamento, a porcentagem de germinação em função da distância da bordadura e da época de coleta, foram analisadas através da análise de variância. A quantidade de sementes disseminadas na área livre foi analisada através da análise de regressão. Na safra de 1984 foram disseminadas 690 sementes por metro quadrado no interior do povoamento e 151 sementes na área livre até uma distância de 40 metros da bordadura. No interior do povoamento a distribuição das sementes foi uniforme sobre a área apesar da maior concentração de cones nas árvores da bordadura. Na área livre o número de sementes por unidade de área decresceu de forma exponencial à medida que a distância da bordadura aumentava. A disseminação de sementes teve início na última semana de abril apresentando alguns picos e depressões durante os 12 meses seguintes, sendo que a disseminação máxima por semana ocorreu na segunda semana de julho. Nas semanas finais deste período de 12 meses de observação a disseminação de sementes foi praticamente insignificante. A direção dos ventos, norte durante o período de maior dispersão, foi a principal responsável pela distribuição das sementes. Outros fatores meteorológicos tais como precipitação e umidade relativa do ar causaram maior ou menor disseminação durante alguns períodos. Nos testes de germinação não foi verificada diferença significativa entre as porcentagens de germinação das sementes coletadas a diferentes distâncias da bordadura. Por outro lado, quanto mais tempo as sementes levaram para cair menor foi a porcentagem de germinação.

1 INTRODUÇÃO

A região sul do Brasil teve um grande potencial de madeiras nativas até anos recentes. A instalação de indústrias do ramo madeireiro e a expansão agrícola nesta região, levaram a uma quase extinção das florestas nativas. Como o consumo de madeira continuou cada vez maior no final da década de 1960 foram introduzidas espécies exóticas de rápido crescimento para suprir esta demanda. Dentre as espécies exóticas introduzidas, destacou-se rapidamente o *Pinus taeda*, por apresentar alto incremento volumétrico e boa adaptação às condições climáticas de muitas regiões do sul do Brasil.

A regeneração das florestas plantadas de *Pinus sp.* no sul do Brasil deve ser motivo de pesquisas intensas. Grandes áreas reflorestadas com espécies deste gênero no fim da década de sessenta e início dos anos setenta estão em estado adiantado de desenvolvimento, sob um manejo nem sempre adequado. Os cortes intermediários devem ser executados, levando-se em conta a regeneração futura dos povoamentos.

Conforme INOUE, no Brasil, as espécies exóticas vêm sendo regeneradas artificialmente, o que acarreta custos elevados. A regeneração natural requer um maior conhecimento da autoecologia das espécies, sendo no entanto uma técnica de custos menos elevados que a regeneração artificial e a longo prazo obedece aos preceitos da silvicultura naturalista²⁷. Até

1960, grande parte dos povoamentos de *Pinus taeda* dos Estados Unidos foram restabelecidos por regeneração natural, tendo em vista os custos mais reduzidos⁵⁹.

Atualmente, no Brasil, a disseminação natural das sementes em povoamentos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* vem ocorrendo de forma marcante, promovendo a regeneração natural destas espécies em locais de condições favoráveis. Plantas jovens podem ser vistas nas proximidades dos povoamentos com mais de 15 anos de idade⁴³. Estes sinais positivos da reposição natural das árvores levam à suposição de ser esta forma de regeneração possível no restabelecimento de povoamentos em fase de corte final.

Estudos de produção e dispersão de sementes são necessários para o planejamento da regeneração natural de qualquer espécie florestal. Conforme ROE, o suprimento adequado de sementes viáveis é um dos três elementos essenciais a um estabelecimento bem sucedido de uma espécie. Os outros são: condições apropriadas do substrato e condições ambientais favoráveis ao crescimento. Estes dois últimos elementos são ineficientes quando a quantidade de sementes viáveis for insuficiente⁴¹.

Sabe-se que normalmente a produção de semente é bastante variável de ano para ano. Torna-se, portanto, imperativo saber a intensidade e periodicidade de produção destas sementes, para que se possa estabelecer as épocas adequadas dos tratamentos. Se por hipótese não se souber que a produção de sementes em um determinado ano será pequena e o sítio for preparado para a regeneração natural, esta poderá ser um fracasso.

Segundo o U.S.D.A. FOREST SERVICE, dois dos sistemas silviculturais muito utilizados para a regeneração de povoa-mentos de *Pinus* no sudeste americano são o sistema de corte em faixas e o sistema de porta sementes. Para se aplicar es-tes sistemas torna-se imprescindível o conhecimento da distân-cia e eficiência de disseminação das sementes, para que se possa determinar a largura das faixas de corte e/ou o número de árvores matrizes a permanecer na área após os cortes⁵¹.

O presente trabalho consiste em estudar a produção e disseminação de sementes de *Pinus taeda*, com vista aos seguin-tes objetivos:

1. verificar a produção anual de sementes em um povoa-mento de *Pinus taeda*, com 19 anos de idade;
2. determinar a relação entre a quantidade e distância de disseminação das sementes;
3. observar a periodicidade estacional desta dissemina-ção;
4. determinar a porcentagem de germinação das sementes disseminadas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES DE *Pinus taeda*

O *Pinus taeda*, assim como outras espécies do gênero *Pinus*, requer perto de três estações vegetativas para o completo desenvolvimento de suas sementes. No sudeste dos Estados Unidos, os botões florais começam a se formar em meados de junho a julho. Durante a primavera seguinte ocorre a floração. No segundo outono após a floração os cones chegam à maturação e as sementes são dispersadas (WENGER & TROUSOELL⁵⁹).

Na Carolina do Norte, os botões florais masculinos tornam-se visíveis em outubro, localizados como pequenos botões nas bases das brotações vegetativas. Algum tempo depois, botões florais femininos tornam-se evidentes, despontando próximo ao ápice das brotações terminais. O crescimento se acelera no fim do inverno e pouco antes da floração os botões masculinos são bastante visíveis. As flores masculinas estão agrupadas em inflorescências finas e alongadas de cor amarelada; as inflorescências femininas têm formato cônico de coloração rosada ou avermelhada^{13,59}. Conforme DORMAN & BARBER* citados por KRUGMAN & JENKINSON³¹, a floração nos Estados Unidos ocorre entre fevereiro e abril.

* DORMAN, K.W. & BARBER, S.C. Time of flowering and seed ripening in southern pines. USDA Forest Serv. Southeast Forest Exp. Sta. Pap., 72, 1956. 15 p.

Na base ventral de cada escama do cone feminino localiza-se um par de óvulos, que se abrem para baixo na direção axial dos cones. Na maturação do pólen, este é carregado pelo vento, assentando-se na micrópila dos óvulos. Ao amadurecerem, os óvulos secretam um fluido que preenche a micrópila. O fluido entra em contato com alguns grãos de pólen que flutuam no líquido e a seguir aderem aos tecidos da base da micrópila. Após aproximadamente dez minutos de reabsorção do fluido pelo óvulo, os tecidos onde se apóiam os grãos de pólen ficam livres do fluido. A seguir as micrópilas fecham-se, completando-se assim a polinização^{13,59}.

Em uma mesma árvore, as flores masculinas tendem a amadurecer antes das femininas. Desta forma, a polinização depende do pólen de árvores vizinhas. Árvores isoladas geralmente apresentam poucas sementes viáveis devido a este fato^{50,53}.

O óvulo contém vários arquegônios, sendo que todos podem ser fecundados. Normalmente apenas um deles ganha supremacia, aquele que foi fecundado primeiro, desenvolvendo um embrião que absorve os demais. A partir da fertilização, os cones e as sementes se desenvolvem rapidamente e a maturação ocorre no outono^{31,59}. No Brasil não foram encontrados dados a respeito da época de maturação das sementes de *Pinus taeda*. Entretanto, MATTOS relata que a maturação dos cones de *Pinus sp.* verifica-se, geralmente a partir do fim do verão ou início do outono³⁶.

2.2 PERIODICIDADE DA PRODUÇÃO DE SEMENTES

2.2.1 Variação anual

A produção de sementes das espécies florestais varia pouco ou consideravelmente de ano para ano. Esta variação pode ainda ser regional ou mesmo em um determinado sítio⁵⁹.

BOE, pesquisando a produção de sementes em *Picea engelmannii*, no Estado de Montana, constatou que houve boa produção de sementes apenas em 5 dos 22 anos observados³. DAHMS & BARRET observaram em Oregon que o *Pinus contorta* produziu 12 safras satisfatórias em 16 anos, enquanto *Pinus ponderosa* produziu apenas 5 safras boas em 22 anos⁹. De acordo com HICKEY *et alii*, *Nothofagus cunninghamii* produziu três grandes safras em 9 anos de observação na Tasmânia. Neste estudo não houve variações pronunciadas na produção de sementes nos diferentes sítios localizados em diferentes altitudes²⁶. Conforme FRANKLIN, *Pinus monticola* produziu três grandes safras em 6 anos de observação em Oregon. Não houve variação de produção nos 9 sítios observados. Já para *Abies procera* a variação na produção de sementes entre oito localidades estudadas foi considerável¹⁷.

Para *Pinus taeda*, nos Estados Unidos, foram comprovadas variações na produção de sementes de ano para ano, assim como, em diferentes regiões. JEMISON & KORSTIAN observaram a produção de sementes desta espécie na Carolina do Norte no período de 1936 a 1944. Durante este período ocorreram duas safras boas, três safras medianas e três safras pobres²⁸. POMEROY & KORSTIAN continuaram observando o mesmo experimento por mais 5 anos. Neste período ocorreram duas safras boas,

uma safra mediana e duas safras pobres³⁸. GRANO, pesquisando a produção de sementes de *Pinus taeda*, em Arkansas no período de 1949 a 1956, observou a ocorrência de boa produção nos anos de 1951 e 1952 e más produções nos anos de 1949, 1950 e 1956. Ocorreram produções intermediárias nos demais anos²¹.

Em anos de produção excepcional de sementes de *Pinus taeda*, tal qual ocorreu em 1947 nos Estados Unidos, quase todas as árvores capazes de produzir sementes apresentam cones. Em anos de produção moderada, alguns povoamentos têm boa produção outros tem má produção. Podem ocorrer safras boas em alguns povoamentos mesmo nos piores anos⁵⁹.

As razões para uma variação anual na produção de sementes ainda não estão bem entendidas (TROUSDELL⁴⁶). Conforme WENGER & TROUSDELL, o número de botões florais formados varia de ano para ano por razões difíceis de se determinar. A floração pode ser destruída por temperaturas muito baixas. Chuvas fortes podem impedir a polinização. A polinização pode ser inibida devido a dispersão do pólen ocorrer em época imprópria. A fertilização pode não ocorrer mesmo havendo polinização. Secas podem retardar o desenvolvimento do ciclo reprodutivo em qualquer época. Pode ainda ocorrerem danos causados por insetos aos cones e às sementes⁵⁹.

A influência do clima como causa da periodicidade na produção de sementes é comprovada por algumas pesquisas. LESTER demonstrou que para *Pinus resinosa* a temperatura média do mês de abril e do período julho-setembro, dois anos antes da maturação dos cones, se relaciona de modo positivo com o número de cones produzidos³². ROESER observou que devido às grandes geadas e tempestades de neve ocorridas em

1930 no Colorado, apenas 7% dos botões florais femininos em *Pseudotsuga menziesii* desenvolveram cones; os demais botões foram danificados⁴². Conforme FRASER, a formação de botões florais em *Picea glauca* e *Picea mariana* é favorecida por temperaturas e insolações elevadas¹⁹. DEWERS & MOEHRING concluíram que povoamentos de *Pinus taeda*, nos Estados Unidos, que sofrem falta de água durante o período em que ocorre a formação de botões florais produzem mais cones. A irrigação neste período reduz a quantidade de cones produzidos. Isto ocorre porque a falta de água deprime o crescimento vegetativo e promove a diferenciação de tecidos reprodutivos¹².

A fisiologia da floração em árvores florestais é muito complexa. É provável que sejam muitos os sistemas bioquímicos e fisiológicos que estão envolvidos na periodicidade da formação de botões florais. A teoria proposta por KLEBS em 1910, que o estímulo e a periodicidade da floração se devem à proporção relativa de carbono/nitrogênio na planta, foi bastante aceita porque explica razoavelmente muitas características comumente observadas na produção de sementes das árvores. Entretanto, fatos como o aumento da produção de sementes quando se aplica fertilizantes nitrogenados em árvores com boa exposição ao sol, põem em dúvida esta teoria (KRAMER & KOZLOWSKI³⁰, DANIEL *et alii*¹⁰).

Parece claro que grandes produções de sementes consomem quantidades consideráveis de carboidratos o que induz a uma periodicidade na produção de sementes (DANIEL *et alii*¹⁰). TAPPEINER observou um menor desenvolvimento das acículas e das brotações vegetativas em *Pseudotsuga menziesii* nos anos em que ocorriam grandes safras de sementes⁴⁵.

SCHMIDTLING*, citado por DANIEL *et alii*¹⁰, afirma que, de forma geral, quase todas as respostas a tratamentos que induzem uma boa floração podem explicar-se melhor em termos de uma maior disponibilidade de nitrogênio no período crítico da formação dos primórdios florais do que em relação à quantidade de carboidratos disponíveis. KRAMER & KOZLOWSKI afirmam que os efeitos benéficos do nitrogênio na frutificação são em parte indiretos, e que a aplicação de nitrogênio em doses elevadas pode diminuir a frutificação³⁰.

Os insetos muitas vezes possuem capacidade de reduzir a produção de sementes. Em algumas espécies como *Pinus ponderosa* e *Pseudotsuga menziesii* os insetos podem comprometer toda a produção de sementes em alguns anos (DANIEL *et alii*¹⁰). Conforme KNIGHT, em 1949 na Carolina do Norte, uma pequena mariposa, *Dioryctria amatella* causou defeitos em 29% dos cones de *Pinus taeda*²⁹. Segundo TROUSDELL, os maiores danos em um ciclo reprodutivo de *Pinus taeda* na Carolina do Norte foram causados por chuvas prolongadas em abril do primeiro ano, durante a polinização; insetos no desenvolvimento inicial dos cones de maio a outubro do primeiro ano e as geadas de março do primeiro ano durante a floração⁴⁶.

2.2.2 Variação estacional

Após a maturação dos cones, algumas espécies do gênero *Pinus* disseminam suas sementes imediatamente enquanto outras permanecem com os cones fechados por vários meses ou

* SCHMIDTLING, R.D. Fruitfulness in conifers: nitrogen, carbohydrate and genetic control. In: REID, C.P.P. & FECHNER, G.H. 3.rd. North Am. for. biol. Workshop, Fort Collins, Co., 1974. Proceedings.

anos. Existem espécies que disseminam suas sementes somente quando os cones se desintegram no chão. Em *Pinus taeda* a disseminação ocorre logo após a maturação dos cones (KRUGMAN & JENKINSON³¹).

A abertura dos cones é causada pela redução da umidade destes. Os cones se abrem e fecham várias vezes antes da queda total das sementes, devido a variação das condições climáticas (MAIR³⁵). Segundo JEMISON & KORSTIAN, apesar das condições atmosféricas terem algum efeito sobre a abertura inicial dos cones, sua maior influência recai sobre os picos e depressões tardias na curva de distribuição estacional. Na Carolina do Norte, condições atmosféricas quentes, secas e turbulentas promoveram maior queda de sementes de *Pinus taeda*, enquanto condições atmosféricas úmidas e frias retardaram a queda²⁸.

FORD *et alii* relatam que durante o pico máximo de dispersão de sementes de *Betula uber*, ocorreram temperaturas elevadas e precipitações moderadas. Acreditam os autores que a alta umidade ocorrida dez dias antes do período da queda máxima de sementes promoveu a degradação dos tecidos dos estróbilos acelerando a liberação das sementes no período seco seguinte¹⁶.

HETHERINGTON observou em um estudo de disseminação de sementes de *Tsuga heterophylla* na ilha de Vancouver, boas correlações entre quedas elevadas de sementes e umidade relativa do ar abaixo de 60%. As quedas elevadas também foram associadas a períodos de alta radiação solar e ventos fortes. Não foram encontradas correlações entre queda de sementes e temperaturas acima e abaixo do normal²⁵.

O modelo da variação estacional na queda de sementes difere de ano para ano em algumas espécies. DAHMS & BARRET observaram estas diferenças para *Pinus contorta* e *Pinus ponderosa* em Oregon⁹. BJORKBOM também observou estas diferenças para *Betula papyrifera* em Maine. Neste estudo não foram encontradas relações entre a variação estacional da dispersão e o volume das safras de sementes².

Com relação aos diferentes locais, pode ou não haver diferença na variação estacional da queda de sementes. ROE não encontrou grandes diferenças em um estudo feito com *Picea engelmannii* em três sítios diferentes no Colorado⁴¹. Enquanto HETHERINGTON encontrou variações consideráveis nas diferentes áreas de estudo com *Tsuga heterophylla* na ilha de Vancouver²⁵.

A variação estacional na queda das sementes de *Pinus taeda* segue, de uma maneira geral, um modelo que varia pouco nas diferentes localidades e nos diversos anos^{34,38}. CAMPBELL não observou diferenciação na variação estacional nos dois sítios de *Pinus taeda* estudados, um com elevada cobertura do dossel e outro com o dossel pouco denso. Estes sítios foram observados nos anos de 1949 e 1950, na Louisiana. A queda de sementes teve início em 10 de outubro processou-se rapidamente no decorrer deste mês e do seguinte, tendo uma diminuição em dezembro, quando caíram 21% das sementes, contra 60% nos dois meses anteriores. Após fevereiro caíram apenas 6% das sementes coletadas⁵.

JEMISON & KORSTIAN, pesquisando a dispersão de sementes de *Pinus taeda* na Carolina do Norte, durante 8 anos, observaram o início da queda entre 6 e 29 de outubro. O maior

pico na queda ocorreu, em todos os oito anos, em princípios de novembro. Cerca de 85% das sementes foram disseminadas até 1º de janeiro²⁸. POMEROY & KORSTIAN observaram o mesmo experimento por mais 5 anos. O modelo de variação estacional da queda de sementes foi o mesmo. Concluíram os autores que para a regeneração natural o preparo do solo deve ser concluído até o fim de outubro e que os cortes de regeneração devem ser feitos em janeiro³⁸.

2.2.3 Previsão de safras de sementes

O nível aproximado da produção de cones de um determinado povoamento de *Pinus taeda* pode ser estimado antes da maturação dos cones. Isto porque os cones permanecem nas árvores por duas estações de crescimento, até a maturação. Para obter-se uma estimativa de uma provável safra, os cones podem ser contados a qualquer tempo na árvore. Entretanto, estimativas feitas dois anos antes da maturação dos cones estão sujeitas a erros excessivos. Ocorre que muitos cones são perdidos durante a primeira estação de crescimento, principalmente pelo ataque de insetos. Durante a estação de dormência e a segunda estação de crescimento as perdas são bem menores (WENGER & TROUSDELL⁵⁹).

Conforme WENGER, a estimativa do número de cones de *Pinus taeda* pode ser feita por meio da contagem dos cones com binóculo, aplicando-se ao número contado um fator de correção obtido através da contagem exata de cones em um número de 15 a 25 árvores derrubadas. A contagem dos cones com binóculo deve ser feita sempre pela mesma pessoa, de uma mesma maneira sistemática⁵⁵. CROKER recomenda a mesma técnica para

previsão de safras de sementes de *Pinus palustris*. Para esta espécie foi observada uma variação da precisão em função da época de contagem com binóculo, sendo as mais precisas, as feitas durante o período nu (com acículas pouco desenvolvidas) ou ao final do último período vegetativo dos cones⁷.

TROUSDELL pesquisou um método de previsão de safras futuras de sementes de *Pinus taeda* através da contagem dos cones em maio, 6 meses antes da maturação. Nesta época, os cones do último ano tinham completado seu ciclo, porém ainda estavam na árvore. Os cones do próximo ano tinham em torno de uma polegada (2,5 cm) de comprimento e já sofreram a maior parte da redução por perdas casuais. Os novos cones estavam começando sua primeira estação de crescimento. Nas amostras foram utilizados brotos com 90 cm de comprimento. O número de cones contados para a nova safra foi expresso como um múltiplo da safra anterior. A porcentagem de sementes viáveis deve ser ajustada dependendo da safra ser boa ou ruim⁴⁶.

Segundo WENGER & TROUSDELL, as previsões de safras feitas com um ano de antecipação parecem ser as ideais para que o engenheiro florestal tenha tempo para preparar as condições que requer uma boa regeneração natural. Tais previsões requerem a contagem dos cones com um ano de idade, os quais são muito pequenos, resultando em pouca precisão⁵⁹.

WENGER desenvolveu um modelo de variação na produção de sementes de *Pinus taeda* baseado nas safras anteriores e nas chuvas de maio a julho dois anos anteriores à produção de sementes. Conforme o autor, os botões florais somente são formados em abundância quando ocorre um suprimento elevado de carboidratos. Desta forma, se houver uma boa safra, pode-se

prever que a segunda safra posterior a esta será pobre. A umidade do solo também é importante na absorção de minerais pela planta, portanto um suprimento adequado de umidade pode promover uma maior frutificação. Baseado nestes princípios, o autor concluiu que a produção de sementes é diretamente proporcional às chuvas de maio a julho e inversamente proporcional à safra de dois anos interiores⁵⁸.

2.3 RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DE SEMENTES E CARACTERÍSTICAS DA ÁRVORE MATRIZ

2.3.1 Idade

Os trabalhos que versam sobre a relação entre produção de sementes e características da árvore matriz não mencionam com clareza qual a idade da árvore em que ocorre uma maior produção de sementes. Estes trabalhos mencionam principalmente a idade do início de produção de sementes e as amplas faixas de idade em que a produção de sementes é satisfatória.

Conforme DORMAN, o *Pinus taeda* pode chegar à maturidade sexual entre 10 e 15 anos de idade¹³, entretanto WEDDELL relata que povoamentos de *Pinus taeda* com 5 anos de idade no Alabama, produziram safras consideráveis de sementes com mais de 50% de viabilidade⁵⁴. WAKELEY afirma que aos 7 anos *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* produzem sementes de alta viabilidade⁵³. RIGHTER afirma existirem observações de flores pistiladas aos 5 anos de idade e flores entaminadas aos 6 anos de idade em *Pinus taeda*⁴⁰.

Conforme WENGER & TROUSDELL, a produção de sementes de árvores dominantes e codominantes de *Pinus taeda* aumenta

gradualmente até 30 a 50 anos de idade⁵⁹. Segundo WAKELEY, o *Pinus taeda* produz sementes suficientes para coleta ou regeneração natural a partir de 15 anos de idade. Afirma o autor que sementes de árvores jovens possuem elevada viabilidade e têm maior tamanho que as provenientes de árvores idosas⁵². WAKELEY menciona que o início das coletas comerciais de sementes de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* pode ocorrer aos 12 anos de idade⁵³.

Idades avançadas aparentemente não têm efeito adverso na produção de sementes. Povoamentos com 145 anos na Carolina do Norte produziram tantas sementes quando um povoamento de 95 anos durante um período de 7 anos⁵⁹.

KNIGHT afirma existir relação entre a idade e a porcentagem de cones danificados por insetos. Existe uma tendência de ocorrerem maiores perdas nos povoamentos mais idosos²⁹.

2.3.2 Dimensões da árvore

Em povoamentos de *Pinus taeda* que já alcançaram uma produção plena de sementes, as safras de cones variam com o tamanho da árvore. O número total de cones produzidos está relacionado mais intimamente com o diâmetro à altura do peito (DAP), do que com qualquer outra dimensão da árvore (WENGER & TROUSDELL⁵⁹).

Conforme POMEROY*, citado por WENGER & TROUSDELL⁵⁹, características da árvore, tais como altura, comprimento da

* POMEROY, K.B. Loblolly pine seed trees: selection, fruitfulness, and mortality. U.S. Forest Service Southeast. For. Exp. Sta, Sta. Paper, 5, 1949. 17 p.

copa, porcentagem da copa, densidade da copa e área da copa não são indicadores consistentes de frutificação. GRANO concluiu em seu trabalho sobre potencialidade na produção de cones de *Pinus taeda*, que árvores com grandes podas produzem mais cones que árvores de menores copas, estando as demais características em igualdade. Uma vez que existe uma estreita relação entre o diâmetro à altura do peito e o diâmetro da copa, a seleção de árvores baseada no diâmetro automaticamente abrange o tamanho da copa. O autor concluiu ainda que árvores com copas muito densas produzem mais cones que árvores com copas medianamente ou pouco densas. Árvores com menos de 12 polegadas (30,5 cm) de DAP não produzem sementes suficientes para uma boa regeneração natural²¹.

HEIDMANN relata que a produção de sementes de *Pinus ponderosa* tem uma certa correlação com o DAP, no entanto ela não é suficientemente alta para prever produções de sementes. Esta correlação parece ser maior para árvores entre 30 e 50 cm de DAP²³. Árvores com mais de 50 cm de DAP não apresentaram boa correlação²³. WENGER afirma que em árvores de *Pinus taeda* com mais de 12 polegadas (30,5 cm) de DAP, a produção de sementes é proporcional a este parâmetro⁵⁷. Resta salientar que no Brasil não foram encontrados dados a este respeito.

2.3.3 Frutificações Anteriores

Algumas árvores de *Pinus taeda* produzem grandes safras de sementes, outras produzem safras pobres e outras têm ampla variação de produção, o que leva a crer que a capacidade de frutificação é, até certo ponto, de caráter hereditário¹⁴. Como mencionado no item anterior, em muitos casos a produção de sementes está estreitamente relacionada ao DAP da árvore. En-

tretanto GRANO observou que a produção de sementes de *Pinus taeda*, em Arkansas, muitas vezes estava mais intimamente relacionada às produções passadas do que ao diâmetro²¹. WENGER chegou a uma conclusão semelhante em povoamentos de *Pinus taeda* na Virgínia, durante os anos de 1949, 1959 e 1951.⁵⁷ GRANO sugere que se leve em conta, na seleção de árvores porta-sementes, principalmente as frutificações anteriores. Segundo este autor, árvores com frutificações anteriores produziram em oito anos mais que três vezes a quantidade de sementes produzidas por árvore que não tiveram frutificações no passado²².

WENGER & TROUSDELL relatam que frutificações passadas são os melhores indicadores da frutificação futura. Entretanto, isto não minimiza a importância do DAP⁵⁹.

2.4 RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DE SEMENTES, O AMBIENTE E OS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS

2.4.1 Qualidade do sítio

Não foram encontrados trabalhos que relacionam a qualidade do sítio à produção de sementes em povoamentos de *Pinus taeda*. Entretanto, KRUGMAN & JENKINSON relatam que a floração e subsequente produção de sementes de *Pinus sp* é usualmente tanto maior quanto mais fértil for o sítio³¹. WAKELEY afirma que os *Pinus* do sudeste americano produzem sementes com maior frequência e maior abundância nos melhores sítios⁵³. FRANKLIN observou variações consideráveis na produção de cones de *Abies procera* e *Tsuga mertensiana* nas diferentes localidades estu-

dadas, enquanto em *Abies amabilis* não foram encontradas tais diferenças¹⁷.

KNIGHT verificou que a qualidade do sítio influi na perda de cones por insetos. Em sítios bons a porcentagem de cones danificados por insetos foi maior que em sítios pobres. A causa desta diferenciação é o fato de que em sítios bons, existe uma elevada produção de sementes mesmo nos anos de má produção, o que pode manter a população de insetos em níveis mais altos que em sítios mais pobres, onde praticamente não existe produção naqueles anos²⁹.

2.4.2 Resposta aos cortes de liberação

Incremento marcante na produção de cones tem sido observado freqüentemente alguns anos após a liberação das árvores da competição. Até recentemente, este incremento era atribuído à expansão da copa e das raízes como resposta à competição removida. Conseqüentemente, pensava-se que o incremento da produção ocorria de 5 a 10 anos após os cortes (WENGER & TROUSDELL⁵⁹).

Conforme WENGER, as maiores safras de sementes de *Pinus taeda*, produzidas após cortes de liberação, são uma resposta à maior umidade do solo, fator este mais marcante que a maior iluminação⁵⁸.

EASLEY, em 1950, instalou um experimento num povoamento de *Pinus taeda*, na Virginia, onde foram feitos cortes de liberação numa área de 5 acres (2 ha). A produção de sementes nesta área foi observada durante 8 anos após os cortes. Ocorreram grandes incrementos na produção de sementes no terceiro, quarto e quinto ano após os cortes. Depois do quinto ano a

produção seguiu normalmente sem ocorrerem maiores incrementos¹⁵. TROUSDELL também observou, na Carolina do Norte, que existia um grande incremento na produção de sementes de *Pinus taeda* no terceiro ano após os cortes de liberação. Em 1948 a produção de sementes em povoamentos que sofreram liberação foi maior que dez vezes a produção esperada em povoamentos sem cortes de liberação⁴⁶. WENGER observou, em povoamentos de *Pinus taeda* na Virginia, que sofreram liberação, uma produção de 51 cones por árvore em 1949, enquanto árvores testemunhas produziram apenas 5 cones por árvore. Em 1950 e 1951 o sucesso dos cortes de liberação se repetiu, sendo que árvores liberadas produziram 107 e 132 cones comparados a 16 e 48 cones nas testemunhas⁵⁷.

TROUSDELL em seu trabalho de estimativa do número de árvores de *Pinus taeda* necessárias para uma regeneração natural satisfatória através do método de porta-sementes na Virginia, afirma que em povoamentos onde não foram feitos cortes de liberação foram necessárias 29 árvores por acre (4.047 m²), enquanto em povoamentos onde foram feitos cortes de liberação foram necessárias apenas 9 árvores por acre (4.047 m²)⁴⁷.

Os cortes de liberação em povoamentos de *Pinus taeda* devem ser feitos na primavera, para que ocorra incremento na produção de sementes no terceiro outono sucessivo. Cortes feitos durante ou após o mês de junho não refletem na safra de cones até o quarto ano subsequente (WENGER & TROUSDELL⁵⁹). Quanto à área livre que cada árvore deve ter, não existem resultados efetivos. Entretanto WENGER em seu experimento na Virginia, efetuou cortes de liberação de forma que cada árvore tivesse um espaço para crescimento de duas e meia a três vezes a largura da copa⁵⁷.

Árvores maiores produzem muito mais cones após liberação que árvores menores. Da mesma forma, árvores que tiveram frutificações anteriores produziram muito mais cones após os cortes de liberação que árvores que não apresentavam frutificações anteriores. Conseqüentemente, durante os cortes de liberação, devem ser deixadas árvores de maior tamanho e que já apresentaram frutificações anteriores. Cortes de liberação não apresentam efeito na porcentagem de cones danificados por insetos, número total de sementes por cone ou porcentagem de sementes não viáveis^{21,48,57}.

Se as respostas aos cortes de liberação são sempre positivas, por outro lado existe controvérsia na correlação existente entre o número de sementes produzidas e a área basal do povoamento. ROE afirma que em *Picea engelmannii*, a quantidade de sementes produzidas é proporcional à área basal do povoamento, para árvores com mais de 10 polegadas de diâmetro (25,4 cm)⁴¹. FRANKLIN relata em seu trabalho sobre disseminação de sementes de *Tsuga mertensiana*, que a margem sul da clareira estudada foi a que produziu mais sementes, margem esta que apresentou maior área basal¹⁷. Entretanto HEIDMANN, observou que as parcelas de estudo em povoamentos de *Pinus ponderosa* que apresentaram menor área basal foram as que mais produziram sementes²³.

2.4.3 Respostas à fertilização

O sucesso obtido pelos agricultores na fertilização de pomares sugere a aplicação desta prática para aumentar a produção de sementes de espécies florestais. De acordo com

alguns resultados obtidos, a fertilização pode aumentar substancialmente a produção de sementes de algumas espécies florestais^{6,11}.

WENGER aplicou fertilizantes em dois povoamentos de *Pinus taeda* na Virginia, com 25 e 40 anos de idade. O fertilizante NPK 7:7:7 foi aplicado até 60 cm além da projeção da copa. Foram utilizadas dosagens de 25 e 50 libras (11,34 e 22,68 kg) por árvore. No povoamento jovem, tanto as árvores pouco fertilizadas como as árvores fortemente fertilizadas, produziram significativamente mais cones que as testemunhas, na terceira estação vegetativa após fertilização. Entretanto, a maior produção das árvores fortemente fertilizadas não foi significativa em relação às pouco fertilizadas. No ano seguinte, não foram notadas diferenças na produção de sementes entre árvores tratadas e testemunhas. A resposta à fertilização, somente no primeiro ano efetivo de fertilização, indica que seu efeito foi diretamente nutricional, e não indiretamente através de um maior desenvolvimento da folhagem ou maior reserva de carboidratos⁵⁶.

Pelo exposto, pode-se deduzir que ainda não existem pesquisas suficientes que possam comprovar uma resposta satisfatória na produção de sementes de *Pinus taeda* quanto à aplicação de fertilizantes.

2.5 DISTÂNCIA DE DISSEMINAÇÃO DAS SEMENTES

Informações sobre a distância a que as sementes podem ser disseminadas em quantidades consideráveis são muito importantes, quando se planeja regenerar um povoamento por cortes em faixas ou pelo método de porta-sementes. Como é de se

esperar, a quantidade de sementes disseminadas varia significativamente com a distância da fonte e com a direção dos ventos predominantes, tanto em povoamentos de *Pinus* como de outras espécies florestais (WENGER & TROUSDELL⁵⁹).

Conforme ALEXANDER & ROE, a distribuição das sementes de *Picea engelmannii* nas clareiras decresce numa forma exponencial à medida em que aumenta a distância da fonte^{1,41}. BOYER observou a mesma tendência em povoamentos de *Pinus palustris*⁴.

Segundo DAHMS, o modelo de disseminação de sementes de *Pinus contorta* foi semelhante nas quatro direções estudadas, norte, sul, leste e oeste, havendo no entanto diferenças, na quantidade de sementes disseminadas⁸. FORD *et alii* relatam que tanto o modelo de disseminação, como a quantidade de sementes disseminadas foi diferente nas orientações estudadas com relação a uma só árvore de *Betula uber*¹⁶.

De forma geral, a disseminação é observada com maior intensidade na direção dos ventos predominantes. DAHMS & BARRETT relatam que a dispersão das sementes de *Pinus ponderosa* em clareiras decresce rapidamente à medida que aumenta a distância da bordadura. O número de sementes dispersadas a 20 metros da bordadura varia entre 3,2 a 16,2% do número dispersado dentro do povoamento⁹. Segundo pesquisa de JEMISON & KORSTIAN, realizada num povoamento de *Pinus taeda*, na Carolina do Norte, ocorreu uma dispersão de 25,9% do total disseminado no período de 1936 a 1940 na faixa de 0 a 10 metros distantes da fonte, 18,9% na faixa de 10 a 20 metros, 13,3% na faixa de 20 a 30 metros e 11,7% na faixa de 30 a 40 metros da bordadura, enquanto no interior do povoamento foram dissemina-

das 30,2% das sementes coletadas³⁹. Observando o mesmo experimento no período de 1944 a 1948, POMEROY & KORSTIAN afirmam que 27,9% das sementes foram disseminadas na faixa de 0 a 30 metros distantes da bordadura e 7,3% na faixa de 90 a 120 metros. Concluíram os autores que poucas sementes são carregadas na direção dos ventos predominantes, além dos 90 metros distantes da bordadura e, na direção oposta aos ventos predominantes, poucas sementes caem além dos 30 metros. Os ventos predominantes são a principal influência na direção e distância de distribuição das sementes³⁸.

2.6 MÉTODOS DE COLETA

No estudo da dispersão de sementes das diversas espécies florestais, são utilizados vários tipos de armadilhas. Estas consistem basicamente de um recipiente, dentro do qual as sementes possam cair, e aí ficar armazenadas.

BOE estudou um modelo de armadilha que consiste de quatro tábuas formando um quadrado. Uma tela de malha grossa recobre a parte superior da caixa, permitindo a passagem das sementes e evitando o ataque de predadores. Uma tela de malha fina reveste a parte inferior da caixa, deixando escoar a água e retendo as sementes. O tamanho desta armadilha é de 1 pé quadrado (0,093 m²).³

HERMAN idealizou uma armadilha de 12,5 por 24 polegadas (31,8 x 61 cm) que consiste de tábuas laterais e três camadas de tela de nylon. Uma superior, de malha grossa, por onde passam todas as sementes, uma intermediária, de malha média, por onde passam sementes pequenas e uma inferior, de malha fina, por onde escoar a água. Esta armadilha pode ser uti-

lizada tanto para coleta de sementes como do material residual da floresta²⁴.

RANDALL utilizou, num estudo de dispersão de sementes de *Picea* e de *Abies*, armadilhas confeccionadas de secções de tubos galvanizados de 10 polegadas (25,4 cm) de diâmetro presos a estacas. Na parte inferior do tubo foi acoplado um saco de algodão onde ficavam retidas as sementes³⁹. HETHERINGTON, para estudar a disseminação de sementes de *Tsuga heterophylla*, utilizou armadilhas em forma de funil com 0,4 m² de área na parte superior. Na parte inferior da armadilha era amarrado um saquinho o qual era removido com as sementes por ocasião da coleta, sendo reposto outro saquinho vazio²⁵. ZASADA & GREGORY, avaliando a produção de sementes de *Betula papyrifera* utilizaram armadilhas de 0,05 m², de forma circular, construídas de aros de rodas de trator. A parte superior e o fundo foram recobertos com telas de arame⁶⁰.

A malha das telas das armadilhas, tanto superior como inferior, é bastante variável de acordo com o tamanho das sementes em estudo. FORD *et alii*, pesquisando a dispersão de sementes de *Betula uber*, utilizaram tela para a parte superior de malha 1,25 cm.¹⁶

As dimensões das armadilhas são bastante variáveis. FORD *et alii* utilizaram armadilhas de 0,5 x 0,5 m e 10 cm de profundidade. MACKINNEY & KORSTIAN utilizaram armadilhas de 0,3 m², para estudar a dispersão de sementes de *Pinus taeda*³⁴. DAHMS & BARRETT utilizam armadilhas de 0,54 m² para o estudo de dispersão de sementes de *Pinus ponderosa* e *Pinus palustris*⁹.

A distribuição das armadilhas no povoamento e nas clareiras seguem dois tipos básicos: distribuição sistemática e distribuição aleatória. MACKINNEY & KROSTIAN, para estudo da dispersão de sementes de *Pinus taeda*, utilizaram o delineamento de quadrado latino, sendo que, em cada parcela foram sorteadas aleatoriamente duas amostras³⁴. RANDALL instalou um experimento em clareiras de povoamentos de *Picea* e de *Abies*, distribuindo as armadilhas duas a duas em quatro filas direcionadas de conformidade aos pontos cardeais³⁹. DAHMS & BARRETT distribuíram as armadilhas em linhas espaçadas sistematicamente nos povoamentos de *Pinus ponderosa* e *Pinus palustris* e nas clareiras adjacentes⁹.

O intervalo entre as coletas das sementes varia conforme os objetivos da pesquisa. Quando se planeja estudar apenas a variação anual na produção de sementes, as coletas geralmente são feitas ao fim de cada estação^{1,8}. Quando o objetivo é a periodicidade estacional de dispersão, as coletas geralmente são feitas semanalmente^{16,28,41}.

2.7 VIABILIDADE DAS SEMENTES DISSEMINADAS

Em certos anos, grande parte das sementes disseminadas têm poder germinativo reduzido. Portanto, não basta determinar apenas o número de sementes disseminadas, mas sim, o número de sementes viáveis disseminadas que tenham condições de formar mudas na regeneração (JEMISON & KORSTIAN²⁸, WENGER & TROUSDELL⁵⁹).

Conforme pesquisas realizadas com várias espécies nos Estados Unidos, existem oscilações consideráveis na viabili-

dade das sementes de ano para ano. Em geral, quanto maior é a produção anual de sementes, maior é a viabilidade e quanto menor a produção menor a viabilidade^{2,5,9,18,28,38}.

JEMISON & KORSTIAN encontraram, no período de 1937 a 1944, em povoamentos de *Pinus taeda*, variações na viabilidade das sementes disseminadas que vão de 56,6% em 1937, quando a produção foi de 281.120 sementes por acre (4.047 m²), a 29,4% em 1942, quando a produção foi de 18.160 sementes por acre (4.047 m²)²⁸. POMEROY & KORSTIAN obtiveram resultados semelhantes no período de 1944 a 1948, no mesmo experimento³⁸. CAMPBELL observou 71% de viabilidade, em 1960, num povoamento de *Pinus taeda* e *Pinus echinata*, quando foram produzidas 645.700 sementes por acre (4.047 m²). Em 1962, 27% das sementes disseminadas foram viáveis, quando a produção foi de 68.332 sementes/acre⁵.

Na disseminação de sementes podem ainda existir ou não variações na viabilidade, conforme a época do ano em que caem as sementes e a distância em que estas são carregadas.

JEMISON & KORSTIAN observaram em um povoamento de *Pinus taeda*, um breve e ligeiro aumento de viabilidade no início da queda das sementes e uma definida diminuição na viabilidade à medida que se estendia o período de dispersão. O aumento da viabilidade ocorria até a segunda ou terceira semana de queda das sementes. Conforme estes autores, sementes pequenas e imperfeitas eram liberadas primeiramente. A viabilidade alcançava um pico juntamente com a maior queda e, a seguir, diminuía até a vigésima quinta semana²⁸. Conforme CAMPBELL, a produção de sementes sadias diminuía gradualmente de outubro a maio. Isto significa que as sementes vazias

tendem a permanecer nos cones até sua completa abertura⁵.

MackINNEY & KORSTIAN relatam, em seu experimento, que a viabilidade das sementes de *Pinus taeda* em 1937 caiu de 70% na segunda semana de queda para 30%, dezesseis semanas depois³⁴.

HETHERINGTON observou na Ilha de Vancouver que as sementes de *Tsuga heterophylla* e *Thuja plicata* disseminadas no centro da clareira tinham menor poder germinativo que aquelas disseminadas próximo à bordadura²⁵. Conforme FRANKLIN & SMITH a viabilidade das sementes de *Tsuga mertensiana* disseminadas em várias distâncias da bordadura, não diferiu de forma significativa¹⁸. Entretanto, POMEROY & KORSTIAN observaram, em povoamentos de *Pinus taeda*, um decréscimo na porcentagem de sementes viáveis à medida que a distância da fonte aumentava. Isto indica que as sementes vazias têm menor peso e podem ser carregadas a maiores distâncias pelo vento³⁸.

Conforme WAKELEY, a qualidade das sementes não é afetada pela idade da árvore matriz. A viabilidade das sementes provenientes de árvores jovens é tão alta quanto as de árvores adultas⁵³.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental do Canguiri, da Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Piraquara, a uma distância de 20 km de Curitiba. Suas coordenadas geográficas são 25°25' de latitude sul e 49°30' de longitude oeste de Greenwich, com altitude de 930 m acima do nível do mar.

A coleta de dados foi feita em um povoamento de 1,2 ha de *Pinus taeda* com idade de 19 anos, plantado no espaçamento de 2 x 2 m e que já sofreu dois desbastes, um em 1973 e outro em 1977. A área basal do povoamento no local do estudo foi de 42,2 m²/ha, com um DAP médio de 27,2 cm, uma altura média de 18,3 m, com 688 árvores por hectare.

O terreno tem um declive suave, com exposição sul. Conforme GALVÃO *et alii* o solo é classificado como rubrozen e apresenta as seguintes características: 1,5 m de profundidade, textura argilosa, permeabilidade moderada e fertilidade baixa²⁰.

Segundo a classificação de Koeppen, o clima da região é do tipo Cfb, isto é, temperado com chuva o ano todo e verão morno. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C, sendo que onze meses apresentam temperatura média su-

perior a 10°C, com possibilidade de mais de cinco geadas por ano. A precipitação média anual é de 1451,8 mm, regularmente distribuídos. Janeiro é o mês mais chuvoso com 190,7 mm e agosto o mais seco com 78,2 mm. A umidade relativa do ar apresenta média anual de 81,5% (MAACK³¹).

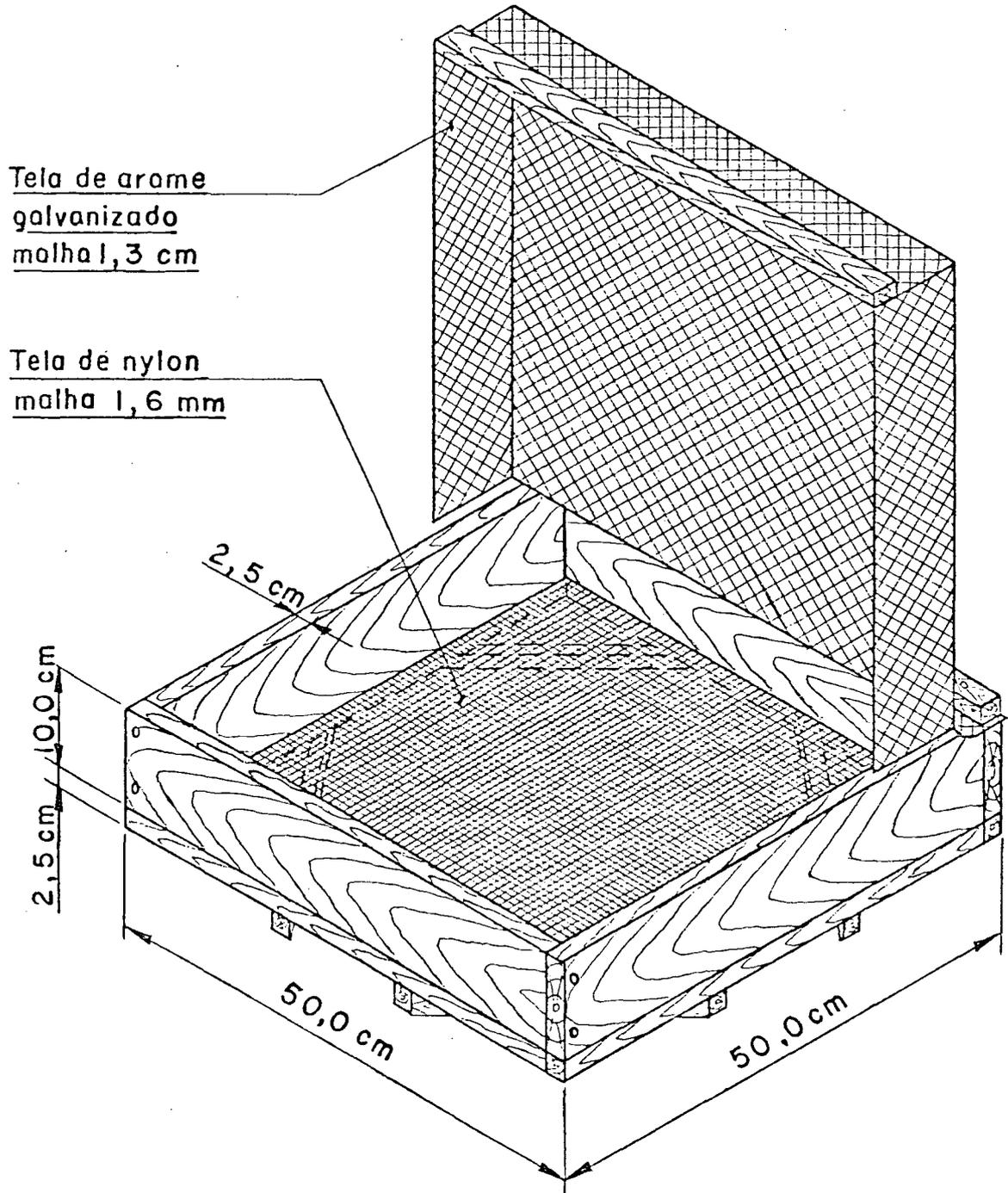
3.2 COLETA DAS SEMENTES

3.2.1 Armadilhas utilizadas

A coleta das sementes foi feita através de armadilhas, ou seja, caixas quadrangulares de madeira e tela. Estas caixas foram construídas com quatro tábuas laterais de 50 cm de comprimento, 10 cm de largura e 2,5 cm de espessura. A base inferior da caixa era constituída de uma tela de nylon branca, com malha de 1,6 mm, fixa às tábuas laterais por meio de quatro ripas de 50 cm de comprimento, 2,5 cm de largura e 2,5 cm de espessura. Em cada canto da parte inferior da caixa foi pregada uma travessa de 2,5 x 2,5 cm, com a finalidade de dar reforço à estrutura e elevar a superfície da tela inferior do solo. A parte superior da caixa era formada por uma tela de arame com malha de meia polegada (1,27 cm). Esta tela foi presa apenas em um dos lados da caixa, por uma ripa de 2,5 x 2,5 cm. Os outros três lados da tela ficaram simplesmente moldados à caixa sem serem pregados, com o objetivo de facilitar o seu erguimento por ocasião da coleta das sementes (FIGURA 1).

A tela inferior tinha objetivo reter as sementes caídas na caixa e permitir o escoamento da água. A tela superior, por onde passaram as sementes, tinha por objetivo proteger as sementes amostradas da ação de predadores.

FIGURA 1. ARMADILHA UTILIZADA NA COLETA DAS SEMENTES DISSEMINADAS



As armadilhas foram construídas tendo como base o modelo de BOE³. As dimensões foram estabelecidas com base em trabalhos desenvolvidos nos Estados Unidos com os mesmos objetivos. As malhas das telas foram escolhidas de acordo com o tamanho das sementes, sendo previamente testada a eficiência da passagem destas pela tela superior na queda natural.

3.2.2 Distribuição das Armadilhas

As armadilhas foram distribuídas na área de coleta conforme o delineamento estatístico completamente casualizado, constituindo 13 tratamentos e 4 repetições. Cada tratamento representava uma distância da armadilha em relação à bordadura do povoamento. Para avaliar a distância de disseminação das sementes, foram distribuídas armadilhas no exterior do povoamento, até uma distância de 40 metros da bordadura, o que equivale a aproximadamente duas vezes a altura das árvores. Esta área será chamada de área livre. Um nono tratamento foi estabelecido a 55 metros da bordadura, na área livre, para verificar se nessa distância ainda caíam sementes em quantidades consideráveis. Portanto, foram nove os tratamentos no exterior do povoamento, ou seja na área livre.

Foram instaladas armadilhas também no interior do povoamento a partir da bordadura, até uma distância de 20 metros, aproximadamente uma vez a altura das árvores, com o objetivo de avaliar a disseminação de sementes dentro do povoamento. Foram 4 os tratamentos dentro do povoamento.

A área correspondente a cada tratamento foi dividida em parcelas. Cada parcela media 5 metros no sentido perpendicular e 6 metros no sentido paralelo à bordadura. Desta forma,

a área de coleta perfazia uma área de 480 m² no interior do povoamento e 1080 m² na área livre, incluindo o nono tratamento a 55 metros de distância da bordadura. Em cada parcela foi sorteado aleatoriamente um ponto, onde foi instalada uma armadilha de 0,25 metros quadrados (FIGURA 2). Por conseguinte a área efetiva de coleta de sementes somou 13 m².

A área livre onde foram instaladas as armadilhas estava recoberta por plantas herbáceas, gramíneas e alguns arbustos. Antes da distribuição das armadilhas foi feita uma roçada baixa em toda a área, tendo as armadilhas sido instaladas ao nível do solo, tanto no exterior como no interior do povoamento.

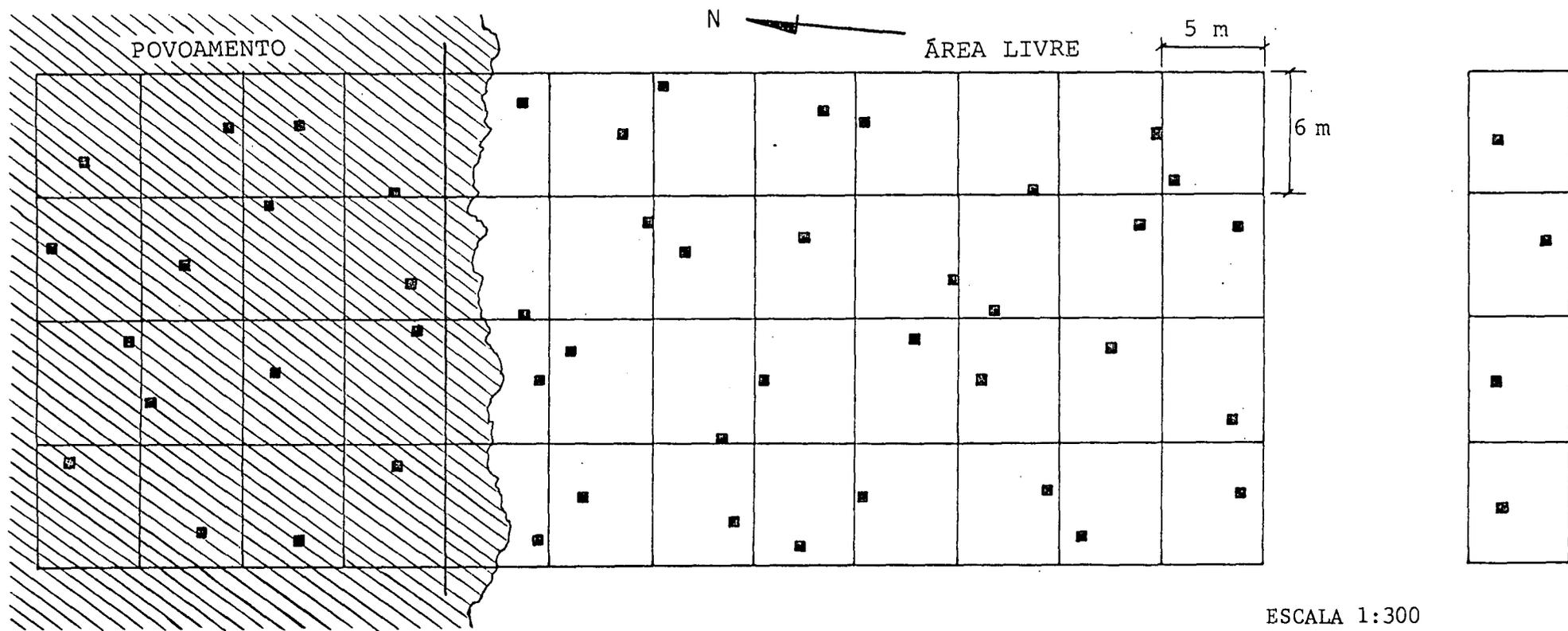
3.2.3 Periodicidade de coleta

As armadilhas foram instaladas quando as sementes iniciaram sua maturação, ou seja, quando os cones mudaram de coloração verde para marrom. Isto ocorreu na última semana de março de 1984. A partir da instalação, a área de coleta foi visitada semanalmente. Em cada visita as sementes encontradas nas armadilhas foram coletadas separadamente por tratamento e anotado o número por armadilha. A área de coleta foi observada pelo período de 1 ano a partir da data de instalação.

3.3 AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Após cada coleta, as sementes foram levadas para o laboratório e pesadas. A seguir foram submetidas a tratamentos pré-germinativo e realizados os testes de germinação.

FIGURA 2. DISPOSIÇÃO DAS PARCELAS E ARMADILHAS NA ÁREA DE COLETA



A escolha do tratamento pré-germinativo empregado neste estudo foi em função do que se utiliza nas empresas florestais brasileiras. Optou-se pelo tratamento que consta da imersão em água a 5°C na câmara frigorífica por 48 horas, mais duas semanas de permanência em câmara frigorífica a 5°C, sempre úmidas, porém sem imersão na água. PASZTOR obteve bons resultados com um tratamento semelhante³⁷.

A escolha de um tratamento pré-germinativo através de um teste preliminar de quebra de dormência das sementes coletadas não foi possível, tendo em vista que as primeiras sementes coletadas, em número muito pequeno, teriam que ser armazenadas até a obtenção do resultado deste teste. O armazenamento poderia alterar a germinação das sementes.

Entretanto, para verificar se o tratamento pré-germinativo escolhido era o mais apropriado para as sementes estudadas, foi feito, paralelamente aos testes de germinação das sementes coletadas, um teste de quebra de dormência com sementes coletadas no mesmo povoamento em que se encontrava a área de coleta. Foram estudados os seguintes tratamentos além da testemunha (sem tratamento):

- 48 horas de imersão em água a 5°C, mais 3 semanas umedecidas na câmara frigorífica a 5°C;
- 48 horas de imersão em água a 5°C, mais 2 semanas umedecidas na câmara frigorífica a 5°C;
- 48 horas de imersão em água a 5°C mais uma semana umedecidas na câmara frigorífica a 5°C;
- 48 horas de imersão em água a 5°C;
- 2 semanas umedecidas na câmara frigorífica a 5°C.

A avaliação dos tratamentos foi feita apenas em termos de germinação total, seguindo as normas internacionais de aná-

lise de sementes florestais. Como pode ser visto na TABELA 1 foi pequena a diferença na porcentagem de germinação entre os tratamentos estudados. A análise de variância ao nível de 95% de probabilidade não detectou diferença significativa entre os tratamentos estudados.

TABELA 1. PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES APÓS TESTE DE QUEBRA DE DORMÊNCIA DAS SEMENTES COLETADAS NO POVOAMENTO EM QUE SE ENCONTRAVA A ÁREA DE ESTUDO

Tratamento	% de germinação
48 h em água + 3 sem. na câmara frig.	70,5
48 h em água + 2 sem. na câmara frig.	72,0
48 h em água + 1 sem. na câmara frig.	72,0
48 h em água	71,5
2 semanas na câmara frigorífica	73,5
testemunha	65,0

Findo o tratamento pré-germinativo, as sementes foram colocadas para germinar em germinadores do tipo JACOBSEN, a uma temperatura de 25°C, por um período de 45 dias. O substrato utilizado foi o papel filtro umedecido. Nos testes de germinação foi verificada apenas a capacidade germinativa. O vigor de germinação não foi estudado.

3.4 AVALIAÇÃO DO NÚMERO DE CONES NAS ÁRVORES MATRIZES

Tendo por finalidade saber como se distribuíram as árvores matrizes na área de amostragem, foram contados os cones da safra de 1984, de todas as árvores que se encontravam dentro da amostra do povoamento. Nesta contagem foi utilizada uma escada padrão COPEL (Cia. Paranaense de Eletricidade), para subir até a altura intermediária da árvore. Desta posição contaram-se os cones, seguindo os galhos de um determinado verticilo, um após outro. A contagem de cones de uma determinada árvore foi feita sem troca de posição do observador, para que não houvesse confusão na seqüência da contagem. Ocasionalmente, foi utilizado um binóculo para comprovar se determinado cone pertencia à presente safra ou não.

3.5 QUANTIFICAÇÃO DAS SEMENTES REMANESCENTES NOS CONES

Após completado um ano de observação do experimento, fez-se uma amostragem dos cones da safra de 1984, para verificar se ainda existiam sementes nestes. Foram coletados cones de diferentes posições das árvores e de diferentes pontos da área de coleta. Os 16 cones coletados, 4 em cada quadrante da área de coleta foram descamados e contadas as sementes produzidas no cone e as remanescentes. A germinação destas sementes foi testada da mesma forma que daquelas disseminadas durante o período de observação. Foram feitas 4 repetições, cada uma com 30 sementes.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Para avaliar a variação na disseminação de sementes dentro do povoamento utilizou-se a análise de variância, aplicando-se o teste de F ao nível de 95% de probabilidade. Os dados, número de sementes coletadas, foram transformados logaritmicamente, conforme recomendação de STEEL & TORRIE⁴⁴.

Na análise de disseminação de sementes na área livre foram testadas equações relacionando a distância de disseminação com o número de sementes coletadas. Da mesma forma foi estudada a tendência da produção acumulada de sementes em função do tempo de disseminação.

A porcentagem de germinação foi analisada nas várias distâncias da bordadura do povoamento e nas diferentes épocas de coleta, através da análise de variância. Para tanto, os dados, porcentagens de germinação, foram transformados em $\text{arc. sen. } \sqrt{\%}$, conforme recomendação de STEEL & TORRIE⁴⁴. Nesta análise utilizou-se um número variável de repetições, contendo cada uma 30 sementes, devido ao pequeno número de sementes coletadas nas armadilhas mais distantes da bordadura do povoamento na área livre e no final do período de coleta. A porcentagem de germinação foi relacionada com a época de disseminação por meio de equações de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 QUEDA SEMANAL DE SEMENTES

Durante as quatro primeiras semanas de observação do experimento não foi encontrada nenhuma semente nas armadilhas. A dispersão teve início na última semana de abril, já que no dia 19 de maio foi feita a primeira coleta de sementes. Durante o mês de maio foram disseminadas poucas sementes e somente na última semana deste mês ocorreu uma disseminação considerável de sementes. A partir daquela semana a disseminação foi elevada até o fim de setembro. A partir de então a disseminação diminuiu consideravelmente, permanecendo baixa até o final do período de observação.

Na FIGURA 3 estão representados os números de sementes obtidos em cada coleta semanal durante o período de observação. Verifica-se que durante o período de observação houve picos e depressões na disseminação de sementes. Ocorreram três picos marcantes: o primeiro na primeira semana de junho, o segundo, e maior, na segunda semana de julho e o terceiro na terceira semana de setembro. Depois ocorreram, esporadicamente, outros picos menos significativos devido o pequeno número de sementes ainda existentes nos cones.

Durante o período de maior queda de sementes, o gráfico de dispersão apresentou também duas depressões consideráveis, uma em meados de julho e outra na segunda quinzena de

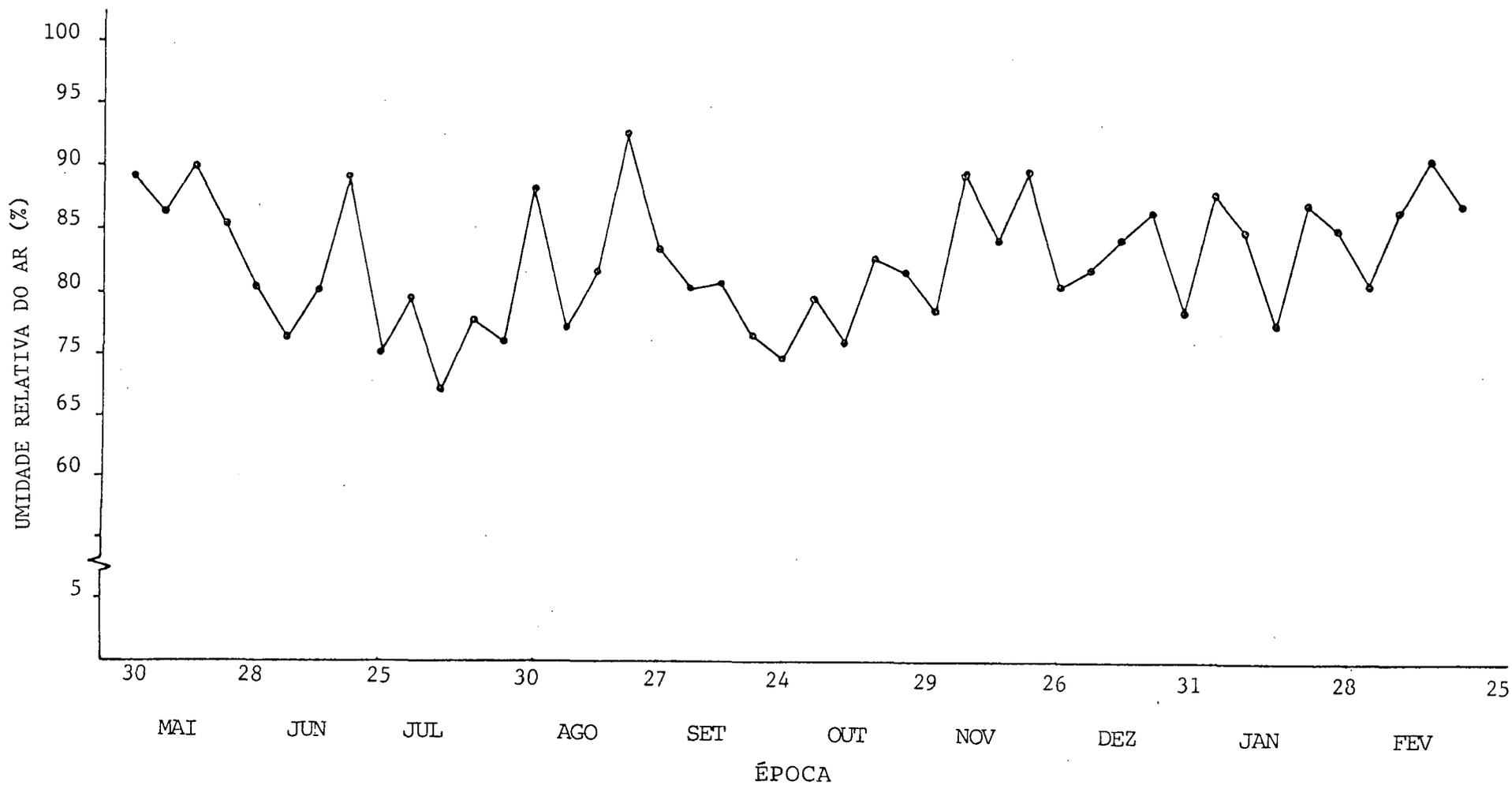
agosto. De setembro até o final do período de observação as depressões ocorridas foram pouco marcantes devido ao pequeno número de sementes disseminadas neste período. Na segunda quinzena de fevereiro e em março e abril de 1985 a quantidade de sementes disseminadas foi praticamente desprezível.

Os picos e depressões na dispersão das sementes são causados por fatores climáticos. Entre estes, os que mostraram ter influência considerável na queda das sementes foram: temperatura, precipitação, umidade relativa, insolação e velocidade do vento. A direção do vento determina em qual lado da área livre as sementes são disseminadas com maior intensidade. Existe ainda uma interação entre as variáveis, muitas vezes uma ocultando a ação de outra. É o caso da ocorrência de ventos fortes associados a um período chuvoso. O vento forte contribui para uma boa dispersão, mas a alta umidade provoca o fechamento dos cones não permitindo a saídas das sementes.

Entre as variáveis meteorológicas acima citadas a que apresentou uma influência marcante e constante, na maior ou menor disseminação de sementes foi a umidade relativa do ar (FIGURA 4). Outras variáveis que tiveram alguma influência, foram a precipitação, a insolação e o vento. Temperatura e velocidade média do vento elevadas nem sempre promoveram grandes disseminações de sementes. Seu efeito muitas vezes foi anulado pela precipitação e pela elevada umidade relativa do ar.

De forma geral duas a três semanas antes da ocorrência de cada pico de dispersão ocorreram poucas precipitações e a umidade relativa foi baixa, enquanto a insolação e a temperatura foram elevadas. Isto significa que os efeitos destes

FIGURA 4. UMIDADE RELATIVA DO AR, MÉDIA NOS PERÍODOS DE COLETA



fatores são marcantes somente quando eles ocorrem em um período de tempo maior, ou seja, a ação de apenas uma semana destes fatores não é suficiente para que ocorra uma grande dispersão de sementes. Os ventos, por outro lado, tem sua ação imediata sobre a queda das sementes, quando os outros fatores são apropriados. A TABELA 10 do APÊNDICE mostra a variação dos principais fatores climáticos no período de coleta.

As associações aqui mencionados concordam com o estudo feito por HETHERINGTON²⁵ na dispersão de sementes de *Tsuga heterophylla*. JEMISON & KORSTIAN²⁸ observaram boas associações de disseminação de sementes de *Pinus taeda* com a temperatura, o que não se verificou neste trabalho.

A produção acumulada de sementes (em valores relativos), em função do tempo é apresentada na FIGURA 5. O gráfico desta figura resultou do ajuste dos dados pela equação:

$$y = a + bX + cX^2 + dX^3$$

onde:

y = produção acumulada das sementes disseminadas em porcentagem, tendo com 100% o total coletado durante o período de observação;

X = número de dias a partir do início de observação.

Os coeficientes encontrados foram os seguintes:

$$y = -69,2531161 + 1,7317643 X - 0,0058801 X^2 + 0,0000066 X^3$$

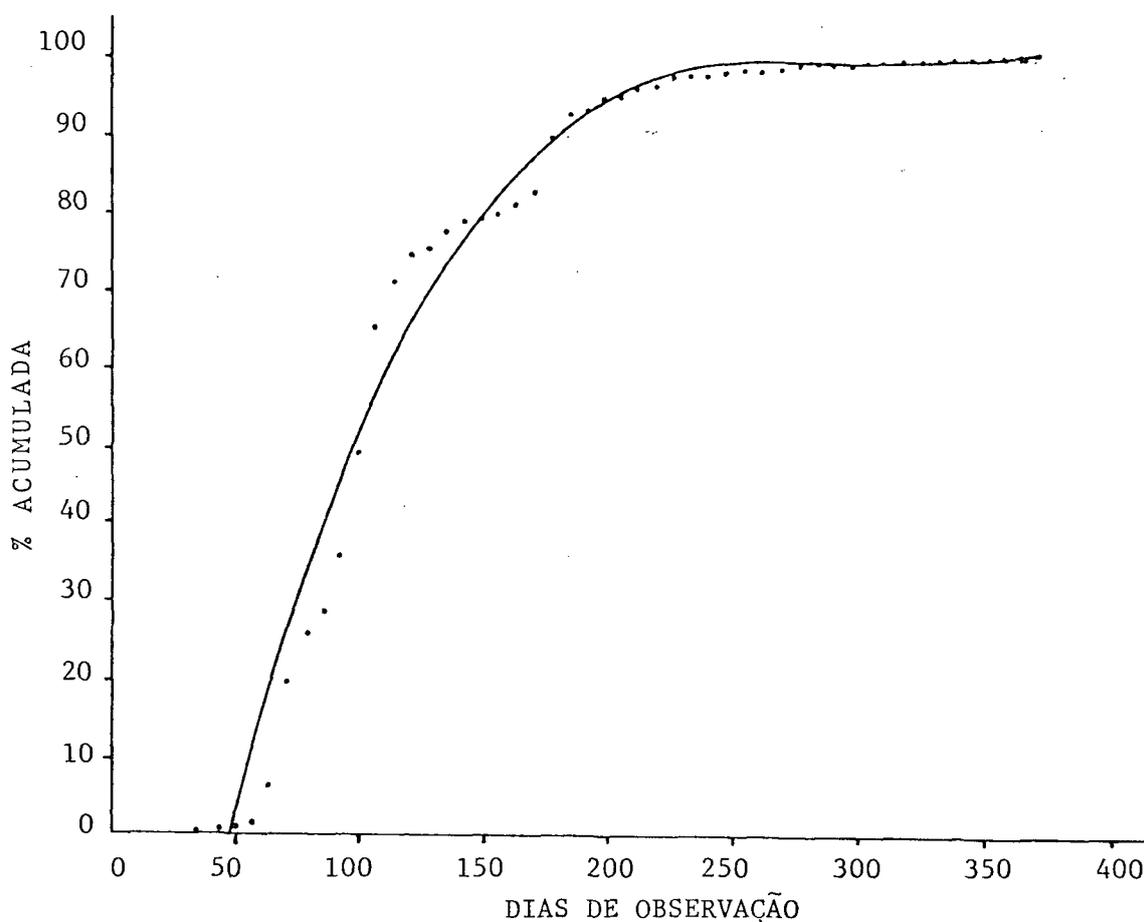
O coeficiente de determinação, o erro padrão da estimativa e o valor calculado no teste F encontrados foram:

$$R^2 = 0,98$$

$$S_{yx} = 5,265351$$

$$F = 613,46$$

FIGURA 5. CURVA DA PRODUÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE DIAS DE OBSERVAÇÃO NA ÁREA DE COLETA



Observou-se neste gráfico que a produção acumulada cresce rapidamente nos 200 dias iniciais de observação, diminuindo abruptamente nos 170 dias restantes. Nos primeiros 50 dias de observação (até a segunda semana de maio) foram disseminadas 3% das sementes, 53% nos primeiros 100 dias (até a segunda semana de julho), 93% até os 200 dias (até a segunda semana de outubro) sendo os restantes 7% disseminadas nos últimos 170 dias de observação.

A dispersão de sementes é um pouco mais prolongada nesta região que nos Estados Unidos, onde POMEROY & KORSTIAN³⁸ encontraram uma dispersão de 89% nos primeiros três meses.

O período que vai de junho a setembro é o que interessa para a regeneração natural por apresentar uma grande dispersão de sementes. A partir do fim de setembro a dispersão é pequena, praticamente não fornecendo sementes para uma regeneração natural significativa. Este período de grande dispersão poderá ocorrer um pouco mais cedo ou mais tarde, bem como poderá ser maior ou menor, em função da diferença nas condições climáticas de ano para ano. O modelo estacional de disseminação de sementes de *Pinus taeda* nos Estados Unidos mostrou-se pouco variável nos vários anos de observação (JEMISON & KORSTIAN, POMEROY & KORSTIAN³⁸).

O modelo de distribuição estacional proposto neste trabalho indica que, quando o objetivo é um melhor aproveitamento das sementes disponíveis para a regeneração natural, o preparo do terreno deve ser feito até o mês de maio.

A partir deste mês as sementes disseminam em proporções elevadas e devem encontrar um substrato apropriado para a germinação. Além disto, com a entrada do inverno, as geadas eliminam boa parte da vegetação concorrente por um período de pelo menos três meses. A retirada da madeira cortada no local da regeneração, quando for o caso, deverá ser feita antes do início da germinação, que ocorre a partir do mês de agosto, dependendo, das condições climáticas, conforme observação visual no local de coleta.

4.2 PRODUÇÃO DE SEMENTES EM UM ANO

A estimativa da produção de sementes foi baseada no número de sementes coletadas nas armadilhas. No interior do povoamento não foram observadas grandes diferenças de disseminação nas várias distâncias da bordadura (TABELA 2).

TABELA 2. DISSEMINAÇÃO DAS SEMENTES NAS VÁRIAS DISTÂNCIAS DA BORDADURA NO INTERIOR DO POVOAMENTO

Distância da bordadura (m)	Número de sementes coletadas por m ²
0 - 5	717
5 - 10	689
10 - 15	694
15 - 20	661

Não ocorreram diferenças significativas ao nível de 95% de probabilidade entre as quantidades de sementes disseminadas nos quatro tratamentos dentro do povoamento (TABELA 3).

TABELA 3. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA DISSEMINAÇÃO DE SEMENTES NO INTERIOR DO POVOAMENTO

F.V.	G.L.	SQ	QM	F
Trat.	3	0,08137	0,02712	1,05 ^{ns}
Res.	12	0,31073	0,02589	
Total	15			

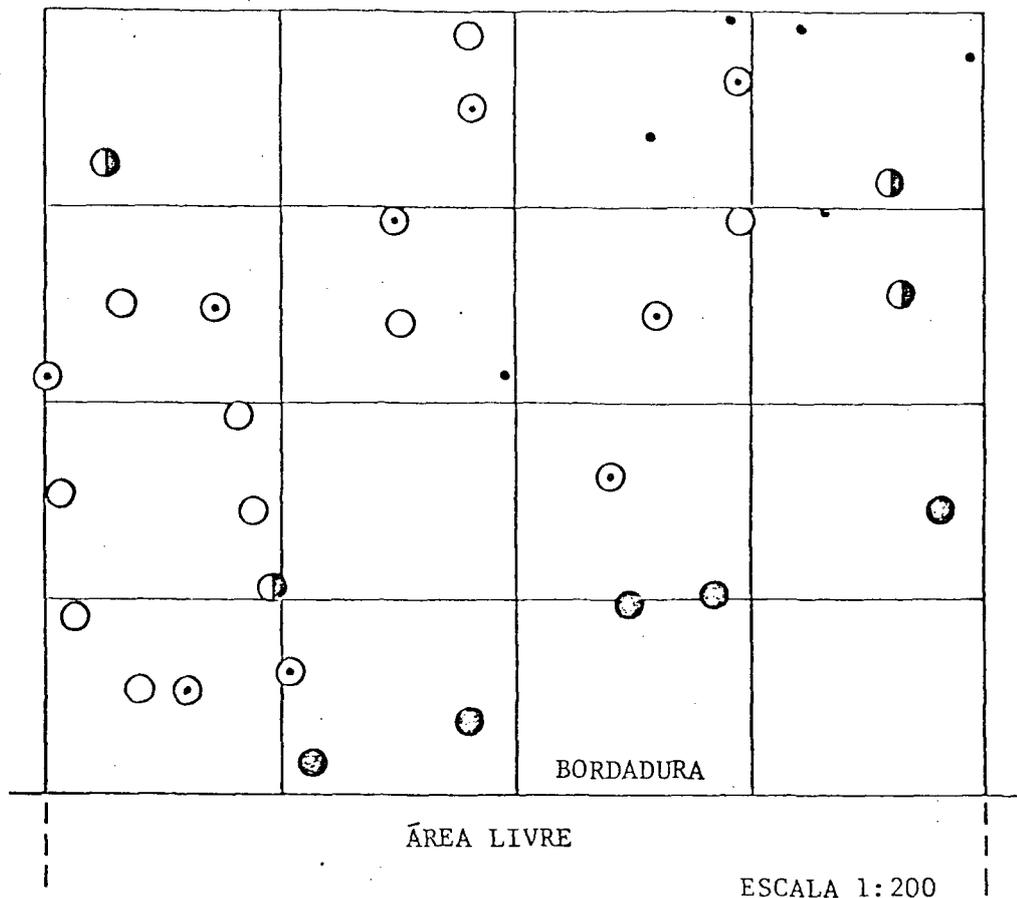
ns = indica que não houve diferença significativa ao nível de 95% de probabilidade.

Este resultado indica que a distribuição de sementes foi uniforme no interior do povoamento desde a bordadura até 20 metros distantes desta. No levantamento do número de cones por árvore, foi observado, por outro lado, que as árvores da bordadura do povoamento produziram mais cones que aquelas que se situam no interior do povoamento (FIGURA 6). Este fato é compreensível, tendo em vista que árvores livres possuem maior capacidade de produzir sementes que as oprimidas. Era de se esperar portanto, que a distribuição das sementes no interior do povoamento diferisse com relação às distâncias da bordadura. A não ocorrência desta variação deve ter sido causada pela ação dos ventos. Durante o período de maior disseminação de sementes, houve predominância dos ventos da direção norte. Como a área livre está ao sul do povoamento, grande parte das sementes produzidas pelas árvores da bordadura deve ter sido levada pelo vento para a área livre e desta forma a disseminação no interior do povoamento foi uniforme.

ALEXANDER pesquisando a disseminação de sementes de *Picea engelmannii* observou fato semelhante. Segundo o autor, o número de sementes coletadas no interior do povoamento foi mais influenciado pela localização do povoamento em relação aos ventos predominantes do que por características mensuráveis da fonte de sementes¹.

A produção de sementes no interior do povoamento, tendo como base a média dos quatro tratamentos, foi de 690 sementes por metro quadrado, sendo que a porcentagem de germinação foi de 76,2%. Tomando-se o peso de 1.000 sementes que foi de 19,6 gramas, tem-se 13,5 gramas de sementes por metro quadrado, o que equivale a uma produção de 135 kg de sementes por hectare.

FIGURA 6. DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES MATRIZES NA ÁREA DE OBSERVAÇÃO E SUA PRODUÇÃO DE CONES



Após um ano de observação do experimento, constatou-se através de amostragem dos cones da safra de 1984, que ainda permaneciam nestes 4,1% das sementes produzidas. Grande parte destas sementes encontrava-se na parte inferior dos cones onde as escamas, além de ter maior dificuldade de se abrir, ficam comprimidas por outros cones quanto estes estão dispostos em cachos. Devido a estes fatos acredita-se que muitas destas sementes nunca chegariam a cair dos cones. O teste de germinação das sementes remanescentes nos cones revelou que 50% delas tem capacidade germinativa.

A disseminação de sementes na faixa de 40 metros a partir da bordadura na área livre foi de 151 sementes por metro quadrado. Tomando-se o peso de 1.000 sementes que foi 19,7 gramas, tem-se 3,0 gramas de sementes por metro quadrado, o que equivale a 30 kg de sementes disseminadas em um hectare.

A produção de sementes aqui estimada é bem maior que aquela estimada no sudeste dos Estados Unidos, onde TROUSDELL⁴⁷ relata uma produção de 206 sementes por metro quadrado no interior do povoamento em 1947, considerado ano de grande produção. JEMISON & KORSTIAN estudando a dispersão de sementes em uma clareira de 40 metros, durante o período de 1936 a 1944, observaram uma disseminação que vai de 61 sementes por metro quadrado em 1936 a 4 sementes por metro quadrado em 1931²⁸. Comparando estes estudos com a produção de sementes observada neste trabalho, pode-se afirmar que esta é bastante superior à produção dos Estados Unidos e que a safra do ano de 1984 foi boa.

4.3 DISTÂNCIA DE DISSEMINAÇÃO

A disseminação de sementes na área livre decresce de maneira exponencial à medida que a distância da bordadura aumenta. Dentre os modelos de regressão estudados o que melhor se ajustou aos dados de disseminação na área livre foi:

$$\log y = a + bX + cX^2$$

onde:

y = número de sementes disseminadas por metro quadrado;

X = distância da bordadura do povoamento.

Para o número total de sementes disseminadas foram encontrados os seguintes coeficientes:

$$\log y = 2,713545 - 0,041743X + 0,000254 X^2$$

O coeficiente de determinação, o erro padrão da estimativa e o valor calculado do teste F encontrados foram:

$$R^2 = 0,94$$

$$S_{yx} = 0,096034$$

$$F = 228,36$$

Para o número de sementes disseminados com capacidade germinativa foram encontrados os seguintes coeficientes:

$$\log y = 2,590028 - 0,043426 X + 0,000278 X^2$$

O coeficiente de determinação, o erro padrão da estimativa e o valor calculado do teste de F encontrados foram:

$$R^2 = 0,94$$

$$S_{yx} = 0,094931$$

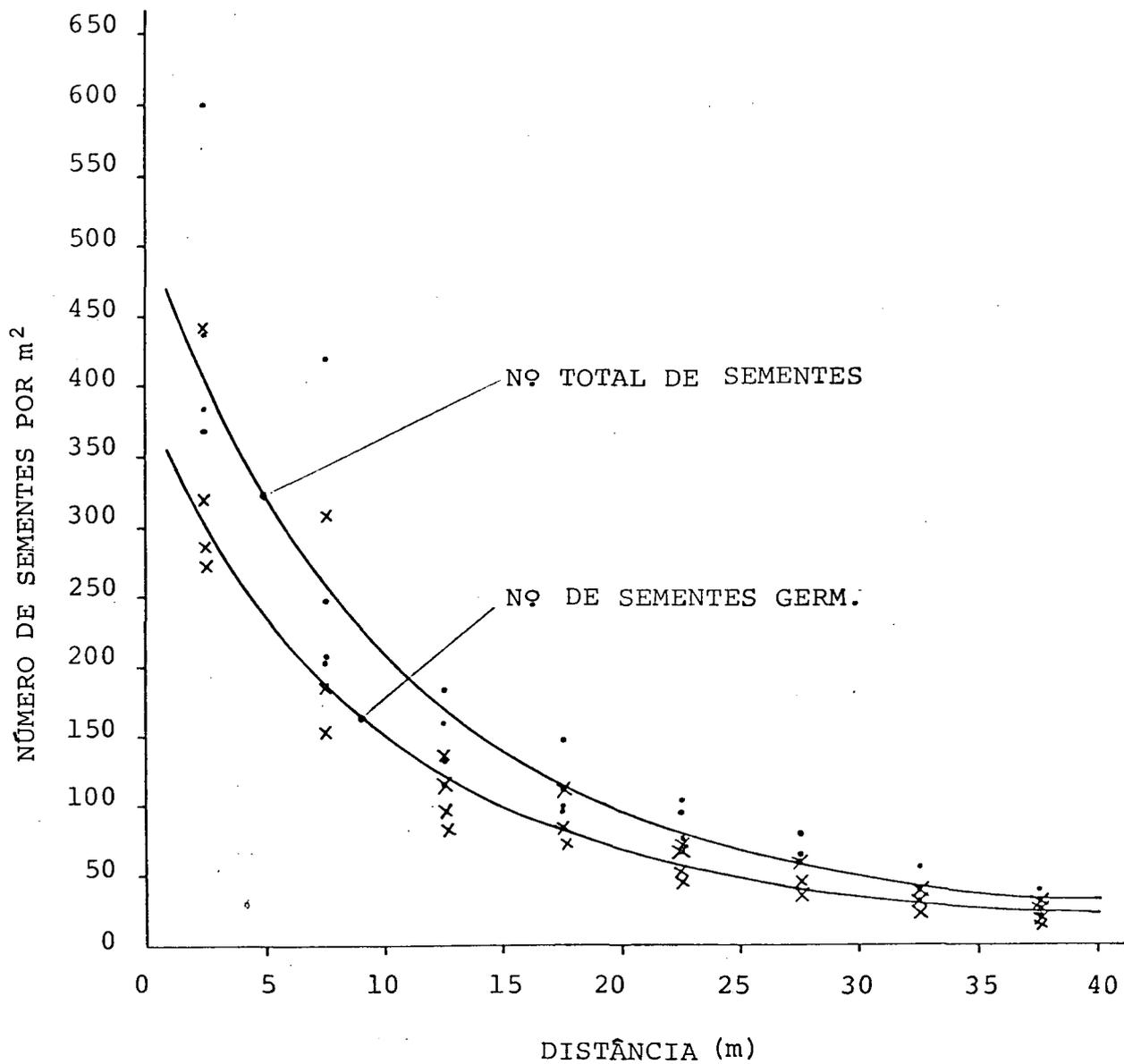
$$F = 244,72$$

Os coeficientes de determinação mencionados indicam que a distância da bordadura apresenta uma boa correlação com o número de sementes disseminadas. A FIGURA 7 mostra as curvas resultantes das equações apresentadas. Observa-se um decréscimo acentuado na disseminação de sementes, da bordadura até 15 metros da área livre. A partir desta distância a disseminação continua diminuindo embora de uma forma menos acentuada. A TABELA 4 apresenta o número de sementes disseminadas nas diferentes distâncias da bordadura do povoamento na área livre. Estes dados foram transformados em porcentagem do número de sementes disseminadas no interior do povoamento, para melhor expressar o decréscimo da disseminação à medida que a distância aumenta.

TABELA 4. DISSEMINAÇÃO DAS SEMENTES A DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDADURA NA ÁREA LIVRE

Distância da bordadura (m)	Número de sementes disseminadas por m ²	Porcentagem em relação ao interior do povoamento
Interior	690	100
0 - 5	447	64,7
5 - 10	270	39,1
10 - 15	148	21,4
15 - 20	114	16,5
20 - 25	86	12,5
25 - 30	66	9,6
30 - 35	42	6,1
35 - 40	31	4,5
55 - 60	25	3,7

FIGURA 7. CURVAS DA DISSEMINAÇÃO TOTAL DAS SEMENTES E DAS SEMENTES GERMINADAS NA ÁREA LIVRE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DA BORDADURA



O modelo de disseminação de sementes na área livre apresenta um decréscimo em função da distância mais acentuado do que aquele obtido por JEMISON & KORSTIAN para *Pinus taeda* na Carolina do Norte, no período de 1940 a 1944. Estes autores afirmam que na faixa de 0 a 10 metros foram disseminadas 84,8% das sementes encontradas no interior do povoamento e na faixa de 30 a 40 metros 34,3%²⁸. No presente trabalho observou-se 51,9% de disseminação na faixa de 0 a 10 metros e 5,4% na faixa de 30 a 40 metros.

O declínio mais acentuado das curvas da FIGURA 7 no início da área livre significa que boa parte das sementes foi disseminada sob a ação de ventos fortes, cuja direção não é perpendicular à bordadura do povoamento. Conforme verifica-se na TABELA 10 do APÊNDICE ocorreram muitos ventos fortes de direção noroeste durante o período de grande disseminação, enquanto a bordadura do povoamento está na direção leste-oeste. Outra razão deste declínio das curvas é a disseminação de sementes sob a ação de ventos moderados da direção norte, que foi a direção predominante do vento de abril até meados de setembro.

Na TABELA 5 foi relacionada a disseminação de sementes no interior do povoamento, nos primeiros 20 m e na faixa de 20 a 40 m da área livre, com a época de sua ocorrência. Nota-se que na faixa de 20 a 40 metros na área livre ocorreu disseminação de sementes somente durante um período curto que corresponde a época de maior disseminação. A partir do fim de setembro não foi encontrada nenhuma semente nesta distância. A principal causa desta ausência foi a predominância dos ventos da direção leste, os quais são paralelos à bordadura do

TABELA 5. DISSEMINAÇÃO DAS SEMENTES A DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDADURA NAS DIFERENTES ÉPOCAS DE QUEDA NATURAL

Época	Interior do povoamento		0-20 m da bordadura na área livre		20-40 m da bordadura na área livre	
	Nº de sem.	%*	Nº de sem.	%*	Nº de sem.	%*
8 Mai.	17	94,4	1	5,6		
22 Mai.	23	82,1	5	17,9		
5 Jun.	479	66,0	173	23,8	74	10,2
19 Jun.	243	67,9	94	26,2	21	5,9
3 Jul.	553	68,6	200	24,8	53	6,6
17 Jul.	623	70,2	202	22,7	63	7,1
31 Jul.	135	70,3	51	26,6	6	3,1
14 Ago.	116	81,7	26	18,3		
28 Ago.	22	75,8	7	24,2		
11 Set.	98	81,0	23	19,0		
25 Set.	242	61,9	138	35,3	11	2,8
9 Out.	63	81,8	14	18,2		
23 Out.	25	61,0	16	39,0		
6 Nov.	49	75,4	16	24,6		
20 Nov.	7	70,0	3	30,0		
4 Dez.	18	85,7	3	14,3		
18 Dez.	8	72,7	3	27,3		
2 Jan.	19	73,1	7	26,9		
15 Jan.	8	88,9	1	11,1		
29 Jan.	5	83,3	1	16,7		
12 Fev.	18	90,0	2	10,0		
26 Fev.	2	100,0				
12 Mar.	1	100,0				

* porcentagem do total disseminado naquela época.

povoamento. Confirma-se desta forma, mais uma vez que após setembro a disseminação de sementes que ocorreu na área livre, principalmente a mais afastada da bordadura, é insignificante para a regeneração natural.

A quantidade de sementes necessária para repovoar uma área adequadamente depende das possibilidades de estabelecimento das mudas. Não se pode afirmar se o número de sementes disseminadas a 40 ou 60 metros distantes da bordadura é suficiente para uma regeneração natural satisfatória. Isto porque não existem trabalhos a respeito do estabelecimento de mudas de *Pinus taeda* em condições semelhantes as da área deste estudo. Somente combinando-se estes dois estudos pode-se apresentar uma resposta segura a este respeito.

SEITZ & CORVELLO encontraram 1.000 plantas de *Pinus elliottii* por hectare, a uma distância de 30 metros da bordadura na área livre, em local próximo ao presente estudo⁴³. Entretanto, estes dados não podem ser aqui aplicados, por tratar-se de espécies diferentes, e devido aquele estudo ter se realizado no primeiro ano de estabelecimento. De acordo com BARRETT* citado por JEMISON & KORSTIAN²⁸, na Carolina do Norte são necessárias 494.200 a 741.300 sementes por hectare para estabelecer um povoamento de 2.470 indivíduos. TROUSDELL, por outro lado, afirma que na Virgínia são necessárias 49.400 a 91.400 sementes por hectare para se conseguir uma regeneração natural satisfatória no primeiro ano de estabelecimento⁴⁷. Conforme TROUSDELL, também na Virgínia, foram necessárias 134 se-

* BARRETT, L.I. Observations on requirements for restocking cutover loblolly and shortleaf pine stands. Tech. Note, Appalachian For. Expt. Sta., 42, 1940. 9 p.

mentos viáveis para estabelecer uma planta de três anos em local onde foi feita uma queimada⁴⁹.

Comparando estes dois últimos dados a disseminação de sementes aqui estudada pode-se afirmar que se as condições do local deste trabalho fossem semelhantes às do sudeste dos Estados Unidos, seria possível regenerar naturalmente uma faixa de 60 metros de largura, tendo em vista que nesta distância foi observada uma disseminação de 252.000 sementes por hectare. Isto é confirmado por JEMISON & KORSTIAN, que na Carolina do Norte estimam poder regenerar satisfatoriamente faixas de 45 a 60 metros de largura perpendiculares a direção dos ventos predominantes²⁸.

4.4 PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO

4.4.1 Porcentagem de germinação em função da distância da bordadura

A porcentagem de germinação das sementes coletadas dentro do povoamento e a diferentes distâncias da bordadura na área livre não apresentou grandes diferenças (TABELA 6). A germinação média obtida nas sementes coletadas dentro do povoamento foi de 76,2% e na área livre oscilou entre 73,7% e 69,2%. A diferença entre estas médias não foi significativa ao nível de 95% de probabilidade, conforme se observa na TABELA 7.

A expectativa de que sementes leves não viáveis fossem carregadas pelo vento a maiores distâncias não foi confirmada neste trabalho. Entretanto, deve-se levar em conta que a análise de variância foi feita com dados coletados até 40 metros distantes da bordadura na área livre. Se houvesse condições

TABELA 6. GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DISSEMINADAS NAS DIFERENTES DISTÂNCIAS DA BORDADURA DO POVOAMENTO

Distância da bordadura (m)	Número de sementes testadas	Porcentagem de germinação
Interior	840	76,2
0 - 10	300	73,7
10 - 20	150	73,3
20 - 30	120	69,2
30 - 40	60	71,7
55 - 60	25	62,7

TABELA 7. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DA BORDADURA

F.V.	G.L.	SQ	QM	F
Trat.	4	107,63	26,91	0,79 ^{ns}
Res.	44	1487,74	33,81	
TOTAL	48	1595,37		

de analisar uma distância maior esta hipótese talvez pudesse ser confirmada. Assim ocorreu com os trabalhos realizados por JEMISON & KORSTIAN²⁸ e POMEROY & KORSTIAN³⁸, sendo que no primeiro não foi verificada diferença significativa até uma distância de 40 metros da bordadura, enquanto no segundo, onde foi analisado o mesmo experimento numa distância maior (119 metros), esta diferença foi detectada.

No último tratamento, a 55 metros da bordadura na área livre, foi obtida uma germinação de 62,7%, menor que aquela obtida no interior do povoamento. Entretanto devido ao pequeno número de sementes disponíveis nesta distância (TABELA 6), este tratamento não pode ser incluído na análise de variância.

4.4.2 Porcentagem de germinação em função da época de disseminação

A porcentagem de germinação das sementes coletadas nas diferentes épocas do ano varia consideravelmente, conforme se observa na TABELA 8. A germinação média obtida a cada duas semanas de coleta oscilou entre 83,6 e 63,3%, no período que vai de 5 de junho a 3 de outubro, quando foi obtido um número de sementes razoável para se fazer a análise de variância. A diferença entre estas médias foi significativa ao nível de 99% de probabilidade (TABELA 9).

TABELA 8. GERMINAÇÃO DAS SEMENTES NAS DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO EM QUE OCORREU A DISSEMINAÇÃO

Época de disseminação	Número de sementes testadas	Porcentagem de germinação
8/5	18	66,7
22/5	28	82,1
5/6	420	83,6
19/6	300	79,7
3/7	420	74,5
17/7	420	74,5
31/7	150	68,0
14/8	90	72,2
28/8	30	76,0
11/9	90	71,1
25/9	330	72,4
9/10	60	63,3
23/10	41	66,7
6/11	60	60,0
20/11	10	70,0
4/12	21	57,1
18/12	11	45,5
2/1	26	57,7
15/1	9	55,6
29/1	6	50,0
12/2	20	55,0

TABELA 9. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE DISSEMINAÇÃO

F.V.	G.L.	SQ	QM	F
Trat.	8	913,74	114,23	4,05**
Res.	67	1888,54	28,9	
Total	75	2802,28		

** = indica que houve diferença significativa, ao nível de 99% de probabilidade.

No primeiro mês em que ocorreu disseminação (maio de 84), e a partir de 23 de setembro, o número de sementes coletadas foi muito pequeno para se fazer análise de variância. Mesmo com este pequeno número de sementes disponíveis, observou-se uma germinação em torno de 50% no início do ano de 1985, ou seja, apenas a metade das sementes disseminadas germinaram, o que significa que muito pouco pode ser adicionado à regeneração natural nesta época.

A FIGURA 8 mostra a tendência da germinação em função da época de disseminação, que é expressa pela seguinte equação de regressão:

$$y = a + bX$$

onde:

y = porcentagem de germinação

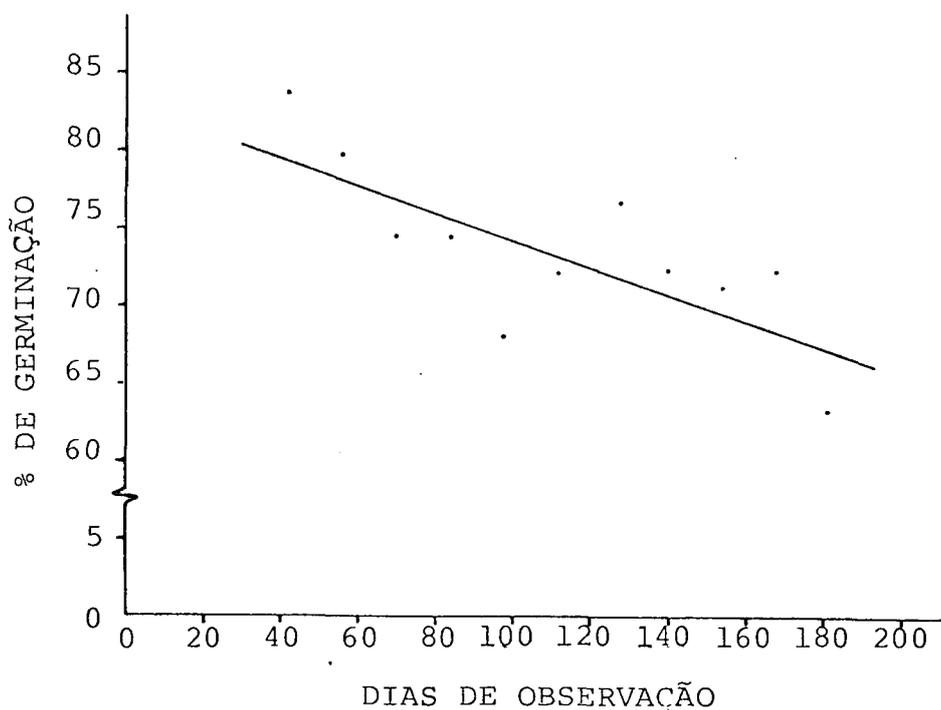
X = número de dias a partir do início de disseminação

Os coeficientes obtidos foram os seguintes:

$$y = 83,065669 - 0,085576X$$

o coeficiente de determinação, o erro padrão da esti-

FIGURA 8. CURVA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES EM FUNÇÃO DA ÉPOCA EM QUE OCORREU A DISSEMINAÇÃO



mativa e o valor calculado do teste F encontrados foram:

$$R^2 = 0,53$$

$$S_{yx} = 4,142208$$

$$F = 9,11$$

Nota-se que a equação de regressão teve um coeficiente de determinação bastante baixo. Portanto, esta equação não deve ser usada para estimar a porcentagem de germinação. Sua função é apenas mostrar a tendência da germinação em função da época de disseminação.

Observa-se um declínio na porcentagem de germinação, em função da época de disseminação, quanto mais tarde as se-

mentos são disseminadas menor é a germinação. A menor germinação das sementes disseminadas em períodos mais afastados da maturação, pode ser devido à deterioração das sementes, ou ainda ao fato de que as sementes que caem mais tarde provêm das porções inferiores dos cones, os quais se abrem com maior dificuldade e contêm muitas falhas. Observou-se que a maior parte das sementes não germinadas eram vazias.

A porcentagem de germinação obtida neste trabalho é maior que aquela que ocorre no sudeste dos Estados Unidos, onde JEMISON & KORSTIAN²⁸ observaram uma germinação de 60%, 4 semanas após o início da disseminação e 35% na vigésima semana de observação.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- 1 Na safra de 1984 foram disseminadas 690 sementes por metro quadrado no interior do povoamento de *Pinus taeda*, o que equivale a 135 kg de sementes por hectare.
- 2 Na área livre, numa faixa de 40 metros a partir da bordadura foram disseminadas 151 sementes por metro quadrado o que equivale a 30 kg por hectare.
- 3 A disseminação de sementes teve início na última semana de abril, continuou ocorrendo durante o período de um ano, embora a partir de meados de fevereiro do ano seguinte (1985) fosse praticamente nula. Recomenda-se, portanto, que em caso de incentivo à regeneração natural o preparo do solo esteja concluído até o início de maio.
- 4 Ocorreram picos e depressões de disseminação de sementes em função das condições climáticas. O maior pico de disseminação ocorreu na segunda semana de julho. O período de maior disseminação de sementes foi a partir da última quinzena de maio até a última quinzena de setembro. A partir desta data a disseminação foi bastante pequena. Nos 200 dias iniciais de observação ocorreu 93% de disseminação, ou seja até o início de outubro, o que significa que somente neste período são fornecidas sementes em quantidades significativas para a regeneração natural.

- 5 Ventos da direção norte predominaram durante o período de maior disseminação. Durante o período de pequena disseminação houve predominância dos ventos da direção leste. Recomenda-se que aberturas de faixas de regeneração sejam feitas na direção leste-oeste.
- 6 Baixa umidade relativa do ar, pouca precipitação e alta insolação associados a ventos fortes favoreceram a disseminação de sementes.
- 7 A disseminação de sementes no interior do povoamento foi uniforme desde a bordadura até 20 metros distantes desta, enquanto na área livre a disseminação decresceu de forma exponencial à medida que a distância da bordadura aumentava. Neste caso o número de sementes disseminadas tem uma boa correlação com a distância da bordadura com bom ajuste pelo modelo $\log y = a + bX + cX^2$ ($R=0,97$).
- 8 Na faixa de 0 a 5 metros junto à bordadura do povoamento na área livre, foram disseminados o equivalente a 64,7% das sementes disseminadas no interior do povoamento, ou seja, pouco mais da metade daquelas. Na última faixa da área livre, 55 a 60 metros distantes da bordadura, foram disseminadas 3,7% apenas, ou seja, 27 vezes menos que no interior do povoamento.
- 9 Na faixa de 20 a 40 metros na área livre ocorreu disseminação de sementes apenas durante o período que corresponde a época de maior disseminação, devido principalmente a mudança da direção dos ventos predominantes.

- 10 Considerando condições de regeneração semelhantes às do sudeste dos Estados Unidos, seria possível regenerar naturalmente uma faixa de 60 metros de largura, em função do número de sementes depositadas pelo vento e de sua capacidade germinativa.
- 11 Não houve diferença significativa na porcentagem de germinação de sementes em função da distância da bordadura na área livre até 40 metros. A porcentagem de germinação média no interior do povoamento foi de 76,2%, e na área livre oscilou entre 73,7 e 69,2%.
- 12 Quanto mais tarde as sementes são disseminadas, menor é a capacidade germinativa. As sementes disseminadas no início de junho tiveram uma capacidade germinativa de 83,6%, enquanto as disseminadas no início de outubro apenas 63,3%.
- 13 Após um ano de observação da área de coleta, as sementes que ainda permaneciam nos cones equivaliam a 4,1% do total produzido na safra. A porcentagem de germinação destas sementes foi de 50%.

SUMMARY

The objectives of this research were: to verify the production of seeds in the 1984 crop; to determine the seeds dissemination distance; to observe dissemination seasonal periodicity; and to determine the seeds germination percentage. The data were collected in a 19 years old stand of *Pinus taeda*, located in the Canguiri Experiment Station, of the University of Paraná, distant 20 km from Curitiba, State of Paraná. Seed traps constituted of square boxes of 0.25 m², constructed from wood and screen were used in the seed collection. The sample area of 24 x 20 m inside the stand, and 45 x 24 m outside the stand, were divided in plots of 6 x 5 m. One seed trap was randomly located in each plot. For statistical analysis the distances from the border of the stand were considered as treatments. The seeds were collected weekly during one year. The collected seeds were submitted to pre-germinative treatments prior to the germination test. In the 1984 seedcrop 690 seeds per square meter were disseminated inside stand, against 151 seeds outside stand, in a distance up to 40 m from the border. Inside the stand the distribution of seeds was uniform over the area, in spite of the greater concentration of cones on the border trees. Seed dispersal in the opening decreased exponentially as the distance from the stand increased. The seed dissemination begun on the last week of April. The greatest seedfall occurred on the second week of July. On the last weeks of the 12 months of observation period few seedfall occurred. North winds during the period of great dissemination, was the main responsible for the distribution of seeds. Other meteorological factors, such as precipitation and relative humidity were responsible for the greater or smaller dissemination during some periods. In the germinative tests no significant differences were found between germination percentages of seed collected at different distances from the stand edge. Otherwise, the lastet seedfall presented lower germination percentages.

APÊNDICE

TABELA 10. VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS MÉDIAS NOS PERÍODOS DE COLETA DAS SEMENTES DISSEMINADAS

Período	Temperatura média (°C)	Precipitação (mm)	Umidade (%)	Insolação (h)	Velocidade média do vento(m/s)	Vel. Máxima do vento		Direção predom.do vento		Nº de horas*
						Direção	Velocidade (m/s)	Direção		
3-9 abr.84	15,3	6,5	83,3	30,9	2,3	NW	9,3	E		69
10-16 abr.84	16,7	46,4	87,7	31,1	3,0	NW	18,8	E		73
17-23 abr.84	19,5	84,7	86,1	45,1	1,8	S	12,5	N		48
24-30 abr.84	14,4	35,5	88,6	29,7	1,7	N	7,7	N		48
1-7 mai.84	18,1	14,8	86,4	34,4	1,4	W	6,7	N		58
8-14 mai.84	16,6	64,2	90,0	18,3	2,1	SW	13,9	NE		52
15-21 mai.84	16,1	5,3	85,4	48,1	1,7	N	7,5	N		72
22-28 mai.84	17,0	0,0	80,4	62,1	1,1	N	6,4	N		58
29-4 jun.84	14,1	6,6	76,9	61,0	2,4	NW	15,4	N		53
5-11 jun.84	13,5	4,3	80,1	50,0	2,2	NW	17,0	N		66
12-18 jun.84	15,5	100,3	88,6	30,0	2,3	S	16,3	N		67
19-25 jun.84	15,8	0,0	75,6	50,6	2,1	NW	10,6	N		76
26-2 jul.84	11,0	2,9	79,7	50,2	2,4	N	14,2	NE		59
3-9 jul.84	17,1	44,8	72,4	39,6	3,7	N	18,9	N		79
10-16 jul.84	14,4	1,6	77,9	42,8	2,0	NW	11,5	NW		54
17-23 jul.84	13,8	0,1	76,1	47,8	2,1	SW	13,2	N		59
24-30 jul.84	9,4	0,1	88,7	24,4	2,3	N	9,7	E		67
31-6 ago.84	14,1	65,3	77,7	38,2	2,8	N	18,9	N		74
7-13 ago.84	15,6	27,2	81,9	27,1	2,0	NW	8,9	NE		47
14-20 ago.84	9,5	13,5	92,7	4,7	2,7	NE	13,5	E		85
21-27 ago.84	9,7	63,5	83,7	31,5	2,0	SW	12,6	N		55

TABELA 10. (Continuação)

Período	Temperatura média (°C)	Precipitação (mm)	Umidade (%)	Insolação (h)	Velocidade média do vento (m/s)	Vel. Máxima do vento		Direção predom. do vento	
						Direção	Velocidade (m/s)	Direção	Nº de horas *
28-3 set.84	12,0	0,1	80,4	44,7	2,2	E	10,1	E	82
4-10 set.84	13,5	12,1	80,7	36,9	2,1	S	11,5	N	48
11-17 set.84	14,7	0,0	76,7	39,7	2,3	W	16,8	N	30
18-24 set.84	14,0	42,2	75,0	43,2	3,3	SW	19,8	NE	58
25-1 out.84	13,1	55,1	79,6	45,0	2,5	SW	12,0	SW	44
2-8 out.84	17,6	12,9	76,1	32,0	2,5	NW	12,2	E	46
9-15 out.84	16,2	2,0	83,0	34,0	2,3	NW	10,1	E	56
16-22 out.84	16,9	23,0	81,9	41,3	2,6	NE	14,9	E	52
23-29 out.84	18,7	0,1	78,9	51,1	2,6	N	9,8	NE	65
30-5 nov.84	17,3	100,1	89,3	11,0	2,8	S	16,5	E	63
6-12 nov.84	18,7	50,7	84,6	19,6	2,5	W	12,5	E	42
13-19 nov.84	15,3	22,0	89,6	11,5	2,6	E	6,9	E	96
20-26 nov.84	18,8	45,8	80,7	36,3	2,3	S	13,8	N	45
27-3 dez.84	17,7	22,6	82,1	59,1	2,8	E	9,6	E	56
4-10 dez.84	18,7	40,3	84,3	40,2	2,5	W	11,3	E	49
11-17 dez.84	17,5	31,5	86,6	21,5	2,4	NW	11,2	E	62
18-24 dez.84	17,6	6,0	78,6	62,0	2,6	SW	11,5	E	59
25-31 dez.84	18,9	20,4	88,0	10,8	2,1	N	16,2	E	61
1-7 jan.85	19,5	26,8	85,0	45,5	2,8	W	15,2	E	73
8-14 jan.85	17,2	15,4	77,4	61,9	2,4	E	10,2	E	92
15-21 jan.85	18,5	10,3	87,3	24,4	2,6	SE	14,9	E	84

TABELA 10. (Continuação)

Período	Temperatura média (°C)	Precipitação (mm)	Umidade (%)	Insolação (h)	Velocidade média do vento(m/s)	Vel. Máxima do vento		Direção predom. do vento	
						Direção	Velocidade (m/s)	Direção	Nº de horas*
22-28 jan.85	18,5	30,8	85,1	40,8	2,8	E	10,3	E	121
29-4 fev.85	21,6	3,2	80,6	47,6	2,2	W	16,8	E	61
5-11 fev.85	20,6	86,0	86,7	29,4	2,3	S	20,2	NE	52
12-18 fev.85	21,2	81,1	90,7	26,4	2,3	SW	15,5	NW	48
19-25 fev.85	19,7	60,7	87,0	35,4	2,4	N	14,3	SE	58
26-4 mar.85	18,9	12,0	87,4	19,7	2,6	S	16,3	E	78
5-11 mar.85	19,7	25,1	86,6	32,8	1,8	SW	8,5	SW	46
12-18 mar.85	19,8	12,6	84,1	34,5	1,9	NW	10,5	N	72
19-25 mar.85	20,6	26,8	87,0	36,7	2,2	E	11,5	N	49
26-1 abr.85	20,7	30,4	88,2	36,2	2,3	W	20,8	E	58

* Número de horas por semana em que o vento soprou nesta direção, o total de horas na semana é 168.

Fonte: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALEXANDER, R.R. Seedfall and establishment of engelmann spruce in clearcut openings: a case history. USDA For. Serv. Res. Pap. RM- 53, 1969. 12 p.
- 2 BJORKBOM, J.C. Production and germination of paper birch seed and its dispersal into a forest opening. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-209, 1971. 14 p.
- 3 BOE, K.M. A one-foot-square wire seed trap. J. For., 53: 368-69, 1955.
- 4 BOYER, W.D. Longleaf pine seed dispersal. USDA For. Serv. Res. Note SO-3, 1963. 2 p.
- 5 CAMPBELL, T.E. Loblolly - shortleaf pine seedfall in Louisiana. J. For., 65: 894-895.
- 6 CHANDLER, R.F. The influence of nitrogenous fertilizer applications on the growth and seed production of certain deciduous forest trees. J. For., 36: 761-66.
- 7 CROKER, T.K. Binocular counts of longleaf pine strobili. USDA For. Serv. Res. Note SO-127, 1971. 3 p.
- 8 DAHMS, W.G. Dispersal of lodgepole pine seed into clear-cut patches. USDA For. Serv. Res. Note PNW-3, 1963. 8 p.
- 9 _____. & BARRETT. Seed production of Central Oregon ponderosa and lodgepole pines. USDA For. Serv. Res. Pap. PNW-191, 1975. 12 p.
- 10 DANIEL, T.W.; HELMS, J.A. & BACKER, F.S. Principios de silvicultura. México, McGraw-Hill, 1982. 492 p.
- 11 DETWILER, S.R. Better acorns from a heavily fertilized white oak tree. J. For., 41: 915-16, 1943.

- 12 DEWERS, R.S. & MOEHRING, D.M. Effect of soil water stress in initiation of ovulate primordia in loblolly pine. For. Sci., 16: 219-221, 1970.
- 13 DORMAN, K.W. The genetics and breeding of southern pines. Washington, USDA Forest Service, 1976. 407 p. (Agriculture handbook, 471).
- 14 DOWNS, A.A. Choosing pine seed trees. J. For., 45:593-4, 1947.
- 15 EASLEY, L.T. Loblolly pine seed production areas. J.For., 52: 672-3, 1954.
- 16 FORD, R.H.; SHARIK, T.L. & FERET, P.P. Seed dispersal of the endangered virginia round-leaf birch (*Betula uber*). Forest Ecology and Management, 6: 115-128, 1983.
- 17 FRANKLIN, J.F. Cone production by upper-slope conifers. USDA For. Serv. Res. Pap. PNW-60, 1968. 21 p.
- 18 _____. & SMITH, C.E. Seeding habits of upper-slope tree species. II. Dispersal of a mountain hemlock seedcrop on a clearcut. USDA For. Serv. Res. Note PNW-214, 1974. 9 p.
- 19 FRASER, D.A. The relation of environmental factors to flowering in spruce. In: THIMANN, K.V. The physiology of forest trees. New York, Ronald Press, 1957. p. 629-42.
- 20 GALVÃO, F., coord. Planejamento silvicultural para a Estação Experimental do Canguiri. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, 1984. 125 p.
- 21 GRANO, C.X. What loblollies are likely cone producers. J.For., 49: 734, 1951.
- 22 _____. Indices to potential cone production of loblolly pine. J. For., 55: 890-891, 1957.
- 23 HEIDMANN, L.J. Seed production in southwestern ponderosa pine on a sedimentary soil. USDA For. Serv. Res. Note RM-434, 1983. 2 p.

- 24 HERMAN, F.R. Seed trap liners of nylon tent screening. J. For., 61: 531, 1963.
- 25 HETHERINGTON, J.C. The dissemination, germination and survival of seed of the West coast of Vancouver Island from western hemlock and associated species. British Columbia Forest Serv. Res. Note, 39, 1965. 22 p.
- 26 HICKEY, J.E.; BLAKESLEY, A.J. & TURNER, B. Seedfall and germination of *Nothofagus cunninghamii* (Hook.) Oerst., *Eucryphia lucida* (Labill.) Baill and *Atherosperma moschatum* Labill. implications for regeneration practice. Aust. For. Res., 13: 21-28, 1982.
- 27 INOUE, M.T. Regeneração natural - seus problemas e perspectivas para as florestas brasileiras. Curitiba, FUFEP, 1979. 21 p. (FUFEP. Série técnica, nº 1)
- 28 JEMISON, G.M. & KORSTIAN, C.F. Loblolly pine seed production and dispersal. J. For., 42: 734-741, 1944.
- 29 KNIGHT, F.V. Survey gives new information on insect damage to loblolly pine cones. Forest Farmer, 10(11): 8, 1951.
- 30 KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T. Fisiologia das árvores. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1960. 745 p.
- 31 KRUGMAN, J.L. & JENKINSON, J.L. *Pinus* L. Pine. In: USDA Forest Service. Seeds of woody plants in the United States. Washington, USDA Forest Service, 1974. p. 598-638.
- 32 LESTER, D.T. Variation in cone production of red pine in relation to weather. Can. J. Bot., 45: 1682-1691, 1967.
- 33 MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba, CODEPAR, 1968. 350 p.
- 34 MACKINNEY, A.L. & KORSTIAN, C.F. Loblolly pine seed dispersal. J. For., 36: 465-68, 1938.
- 35 MAIR, A.R. Dissemination of tree seed sitka spruce, western hemlock and douglas fir. Scottish Forestry, 27: 308-14, 1973.

- 36 MATTOS, J.R. Espécies de *Pinus* cultivados no Brasil. São Paulo, Grupo Editorial Chácaras e Quintais, 1966. 133 p.
- 37 PASZTOR, Y.P.C. de. A embebição a frio para tratamento substituto da estratificação de sementes das espécies *Pinus elliottii* Engelmann e *P. taeda* L. Silvicultura em São Paulo, 1(1): 39-46, 1962.
- 38 POMEROY, K.B. & KORSTIAN, C.F. Further results on Loblolly pine seed production and dispersal. J. For., 47: 968-70, 1949.
- 39 RANDALL, A.G. Seed dispersal into two spruce fir clearcuts in Eastern Maine. Research in Life Sciences, 21(8): 1-11, 1974.
- 40 RIGHTER, F.I. Early flower production among the pines. J. For., 37: 935-938, 1939.
- 41 ROE, A.L. Seed dispersal in a bumper spruce seed year. USDA Forest Serv. Res. Pap. INT-29, 1967. 11 p.
- 42 ROESER, J. The influence of climate on seed production in douglas fir. J. For., 40:304-7, 1942.
- 43 SEITZ, R.A. & CORVELLO, W.V. A regeneração natural de *Pinus elliottii* em área de campo. In: SIMPÓSIO DA IUFRO-Florestas plantadas nos neotrópicos - seu papel como fonte de energia. Viçosa, 1983. Anais. (No prelo).
- 44 STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.M. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 480 p.
- 45 TAPPEINER, J.C. Effect of cone production on branch needle and xylem ring growth of Sierra Nevada douglas-fir. For. Sci., 15: 171-174, 1969.
- 46 TROUSDELL, K.B. A method of forecasting annual variation in seed crop for loblolly pine. J. For., 48: 345-48, 1950.
- 47 _____. Seed and seedbed requirement to regenerate loblolly pine. USDA For. Serv. Southeast. For. Exp. Sta. Station Paper, 8, 1950. 13 p.

- 48 TROUSDELL, K.B. Forecasting loblolly pine cone crops. South. Lumberman, 183(2297): 138, 1951.
- 49 _____. Favorable seedbed conditions for loblolly pine disappear 3 years after logging. J. For., 52: 174-176, 1954.
- 50 USDA FOREST SERVICE. Silvics of forest trees of the United States. Washington, 1965. 762 p. (Agriculture handbook, 271).
- 51 _____. Silvicultural systems for the major forest types of the United States. Washington, 1973. 114 p. (Agriculture handbook, 445).
- 52 WAKELEY, P.C. Loblolly pine seed production. J. For., 45: 676-77, 1947.
- 53 _____. Planting the southern pines. Washington, U.S. Dept. Agr. Monog. 18, 1951. 233 p.
- 54 WEDDELL, O.J. Viable seed from nine-year-old southern pine. J. For., 33: 902, 1935.
- 55 WENGER, K.F. How to estimate the number of cones in standing loblolly pine trees. USDA For. Serv. Southeast. Forest. Expt. Sta. Res. Notes 44, 1953. 2 p.
- 56 _____. The effect of fertilization and injury on the cone and seed production of loblolly pine seed trees. J. For., 51: 570-573, 1953.
- 57 _____. The stimulation of loblolly pine seed trees by preharvest release. J. For., 52: 115-118, 1954.
- 58 _____. Annual variation in the seed crops of loblolly pine. J. For., 55: 567-69, 1957.
- 59 _____. & TROUSDELL, K.B. Natural regeneration of loblolly pine in the South Atlantic Coastal Plain. Washington, 1958. 78 p. (Production Research Report, 13).
- 60 ZASADA, J.C. & GREGORY, R.A. Paper birch seed production in the Tanana Valley, Alaska. USDA Forest Serv. Res. Note PNW-177, 1972. 7 p.