



INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA DA E.S.A.L.Q. - USP

SÉRIE TÉCNICA

ISSN – 0100-8137

**ASPECTOS DA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES
FLORESTAIS**

ADMIR LOPES MORA
JOSÉ ELIDNEY PINTO JR.
SEBASTIÃO MACHADO DA FONSECA
PAULO YOSHIO KAGEYAMA

IPEF – Sér. Téc.	Piracicaba	v.2	n.6	p. 1 – 60	Jun. 1981
------------------	------------	-----	-----	-----------	-----------

ASPECTOS DA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS

SUMÁRIO

1. Introdução
 - 1.1. A importância nos programas florestais
 - 1.2. A situação no Brasil
2. Caracterização da Produção de Sementes
3. Fatores que Influenciam a Produção de Sementes
 - 3.1. A formação de gemas florais
 - 3.1.1. Fatores ambientais
 - 3.1.2. Fatores fisiológicos
 - 3.1.3. Fatores genéticos
 - 3.2. A polização
 - 3.2.1. Condições ambientais
 - 3.2.2. Insetos
 - 3.2.3. Distância entre as árvores
 - 3.3. A fertilização
 - 3.3.1. Dispersão do pólen e receptividade da flor
 - 3.3.2. Suprimento natural de pólen
 - 3.3.3. Incompatibilidade
 - 3.3.4. Endogamia
4. Desenvolvimento e Diferenciação do Embrião
5. Maturação do Fruto e da Semente

6. Problemas que Ocorrem na Produção de Sementes

6.1. Genéticos

6.1.1. Diferenças genéticas

6.2. Fisiológicos

6.2.1. Idade e dimensões das árvores

6.2.2. Crescimento reprodutivo x crescimento vegetativo

6.2.3. Periodicidade na produção de sementes

6.2.4. Incompatibilidade na enxertia

6.2.5. Idade e localização do propágulo na copa da árvore

6.3. Ambientais

6.3.1. Fatores climáticos

6.3.2. Fatores edáficos

6.3.3. Localização geográfica

6.4. Silviculturais

6.4.1. Espaçamento

6.5. Danos causados por fungos, insetos, pássaros e mamíferos

7. Considerações Finais

8. Referências Bibliográficas

ASPECTOS DA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS

- RESUMO -

A produção de sementes florestais melhoradas qualitativa e quantitativamente, um dos instrumentos do Melhoramento Florestal, tem-se mostrado progressivamente como um dos fatores preponderantes no desenvolvimento da silvicultura brasileira. Face ao seu estágio atual de desenvolvimento técnico-científico e às necessidades relativas ao cumprimento dos programas de reflorestamentos pré-determinados, torna-se necessário melhor investigar os fatores envolvidos na produção de sementes de espécies florestais que vem sendo utilizadas.

Dentro desse enfoque e com o apoio de bibliografia especializada no assunto, o presente trabalho tem por objetivo apontar os principais fatores que afetam a produção de sementes e que estão envolvidos em seus diferentes estágios. Na medida do possível, os exemplos existentes nas condições brasileiras foram abordados e discutidos.

ASPECTS OF THE FOREST SEED PRODUCTION

- SUMMARY -

The production of improved forest seed, a tool of the forest improvement programmes, is becoming one of the main factors in the Brazilian forestry development. Due to the present technical and scientific development and to the reforestation program needs, further studies of the factors involved in the seed production of *Pinus* and *Eucalyptus* species are necessary.

Based on this approach and with the support of specific literature, the present paper points out the main factors affecting the different stages of the seed production and, whenever possible, the examples under the Brazilian conditions were discussed.

ASPECTOS DA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS

Admir Lopes Mora*
José Elidney Pinto Junior*
Sebastião Machado da Fonseca*
Paulo Yoshio Kageyama**

1. INTRODUÇÃO

1.1. A Importância nos Programas Florestais

Principalmente pelo fato do Brasil possuir um amplo programa florestal, as sementes tornam-se um dos fatores essenciais dentro do contexto florestal.

Por sua vez, com a aplicação de métodos de Melhoramento Genético, pode-se obter maiores ganhos tanto sob o ponto de vista quantitativo como qualitativo na produção de madeira, explorando-se a variabilidade natural da espécie e, através da produção de sementes, há a possibilidade de recombinação, e com isso a criação de novos genótipos, além da perpetuação dos indivíduos.

No entanto, apesar das importâncias que caracterizam a produção de sementes, muitos fatores biológicos e ambientais interferem na obtenção de sementes com as qualidades genéticas e fisiológicas desejáveis.

Neste trabalho, apesar da amplitude e complexidade dos fatores envolvidos tanto na floração como na produção de sementes, procurou-se abordá-los integralmente, porém, de forma objetiva e separadamente.

Os fatores envolvidos em cada processo foram citados e descritos sucintamente, procurando dar uma idéia da situação de cada um deles e, quando possível, exemplificados com a finalidade de melhor ilustrar e entender suas ações.

Como fatores foram considerados todos aqueles elementos que direta ou indiretamente contribuem para aumentar ou diminuir, ou mesmo impedir as realizações dos processos nos quais eles participam parcial ou integralmente.

1.2. A Situação no Brasil

A importância alcançada principalmente pelos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, durante vários anos de observações experimentais, em diversas regiões do Brasil, devido tanto as suas boas características de adaptação ecológica para rápido crescimento, como ainda pela quantidade e, conseqüentemente, múltiplas utilizações de suas madeiras, é de fato incontestável e surpreendente.

No entanto, apesar dos esforços empregados até o momento para a obtenção de sementes com os níveis de qualidade desejados, pouco foi conseguido em relação à disponibilidade dessas sementes, em quantidades suficientes para suprir a demanda requerida ao cumprimento do extenso e crescente programa de florestamento/reflorestamento do país, fato este salientado por *KANO et alii (1979)*, conforme mostra a tabela 1.

* IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

** Departamento de Silvicultura – ESALQ-USP

Tabela 1 – Oferta e demanda de sementes para os programas florestais brasileiros.

Áreas Produtoras de Sementes (ACS e APS) Certificadas pelo IBDF até 04/79		Consumo anual (kg)
Espécies	Estimativas de Produção Anual (kg)	
<i>Eucalyptus</i> spp	3322	20.000
<i>Pinus</i> spp	6970	15.000

FONTE: KANO *et alii* (1979)

De acordo com NASCIMENTO & KIZE (1978), das sementes que se encontravam para comercialização em agosto de 1978, 31% para o *Eucalyptus* spp e 40% para o *Pinus* spp eram de produção própria, enquanto que o restante era importado.

A tabela 2 e 3 permitem uma melhor visualização do consumo e importação de sementes.

Tabela 2 – Quantidade de Sementes de *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp Importadas por Espécies no Período de 1972 a junho de 1978.*

Espécies	Unidade: kg							Total
	Ano							
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978*	
<i>E. grandis</i>	100	1900	1200	1790	10169	13478	9848	46485
<i>E. saligna</i>	-	300	300	-	798	-	-	1398
<i>E. camaldulensis</i>	-	-	-	200	-	-	30	230
<i>E. alba</i>	-	-	-	800	-	-	-	800
<i>E. viminalis</i>	-	-	-	75	-	-	-	75
<i>E. globulus</i>	-	-	-	-	110	-	-	110
<i>E. tereticornis</i>	-	-	-	-	-	-	100	100
<i>E. cloeziana</i>	-	-	-	790	300	240	50	1560
<i>E. citriodora</i>	-	-	-	275	20	165	656	1116
Total dos <i>Eucalyptus</i>	100	2200	1500	12110	11397	13883	10684	51874
<i>P. oocarpa</i>	250	1380	200	700	534	-	1000	4064
<i>P. patula</i>	-	800	-	100	47	-	-	947
<i>P. tropicalis</i>	-	-	-	150	-	-	-	150
<i>P. taeda</i>	400	300	2850	10110	1100	-	2183	16943
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	200	900	2120	4425	8907	1935	1578	20065
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	-	1200	700	300	980	200	275	3655
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	300	900	1100	3750	1700	1990	2590	12330
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	-	-	-	-	-	885	-	885
Total dos <i>Pinus</i>	1150	5480	6970	19535	13268	5010	7626	59039
Total	1250	7680	8470	31465	24665	18893	18310	110913

FONTE: NASCIMENTO & KINE (1978)

Tabela 3 – Quantidade de Sementes Consumidas em 1977, por Estado e por Espécie.

Unidade: kg

Espécies	Estados										Total
	MG	Brasília	MT	RGS	Goiás	PR	BA	SP	SC	ES	
<u>E. grandis</u>	3101	123	932	-	51	76	-	244	-	81	4608
<u>E. saligna</u>	917	14	135	-	14	-	28	99	-	-	1207
<u>E. citriodora</u>	-	-	696	-	-	-	201	-	-	-	897
<u>E. urophylla</u>	-	19	85	-	-	-	53	14	-	-	171
<u>E. cloeziana</u>	181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	181
<u>E. viminalis</u>	-	-	-	0,4	-	20	-	-	31	-	51,4
Total de <u>Eucalyptus</u>	4199	156	1848	0,4	65	96	282	357	31	81	7115,40
<u>P. taeda</u>	-	-	-	112	-	1262	-	1,76	1226	-	2601,76
<u>P. elliottii</u> var. <u>elliottii</u>	-	-	-	964	-	1084	-	41	827	-	2916
<u>P. caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	944	17	69	-	-	5	330	-	-	-	1365
<u>P. caribaea</u> var. <u>Bahamensis</u>	74	-	29	-	-	-	29	-	-	-	132
<u>P. caribaea</u> var. <u>caribaea</u>	82	-	53	-	-	-	142	-	-	-	277
<u>P. oocarpa</u>	83	14	232	-	-	-	-	-	-	-	329
Total dos <u>Pinus</u>	1183	31	383	1076	-	2351	501	42,76	2053	-	7620,76
Total	5382	187	2231	1076,4	65	2447	738	399,76	2084	81	14736,16

FONTE: *NASCIMENTO & KINE (1978)*

2. CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SEMENTES

O período de duração para produção de sementes de espécies florestais é, talvez, o principal fator que deve ser considerado quando comparado com a produção de sementes de espécies agrícolas.

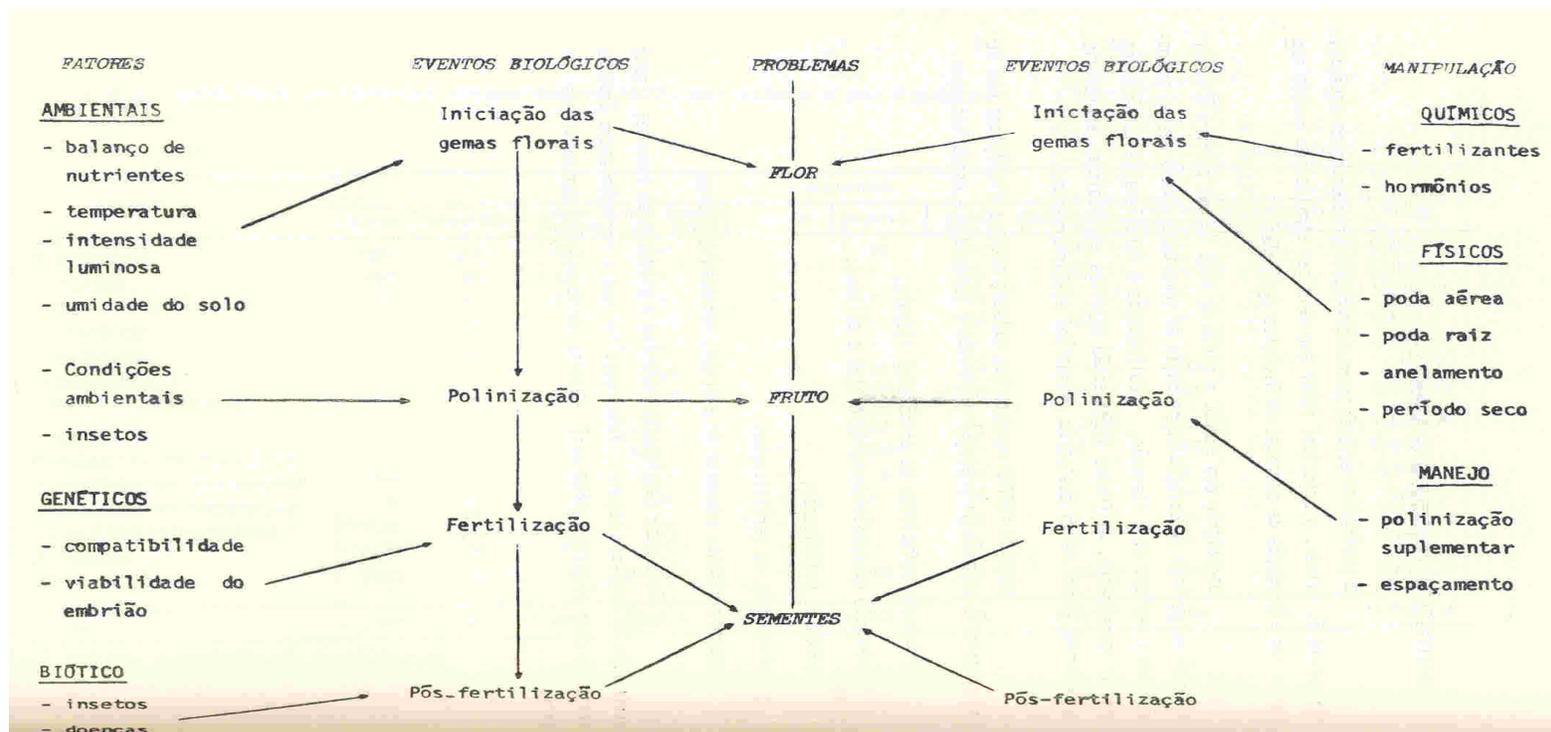
Na maioria dos casos, o ciclo de vida de uma cultura é menor ou igual ao período de duração da produção de sementes. Sendo assim, mesmo que todo o período de floração, polinização e fertilização tenha transcorrido normalmente, os frutos ainda estão sujeitos aos efeitos ambientais ou externos, fatos estes que serão discutidos posteriormente.

FENCHNER (1979) comenta que existem eventos biológicos que devem proceder o sucesso da produção de frutos e sementes, e estes incluem:

- iniciação suficiente de primórdios florais;
- adequado desenvolvimento de óvulos e estames;
- adequada polinização;
- efetivação da fertilização;
- desenvolvimento adequado do embrião, sementes e frutos.

Todo esse complexo envolve a produção de sementes está sumarizado no esquema a seguir. Vale ressaltar que a variação entre árvores ocorre em cada nível e também está sujeita às condições ambientais de cada ano.

Esquema 1 – Estágios da produção de sementes e os fatores naturais e artificiais



Adaptado de: FECHNER (1979)

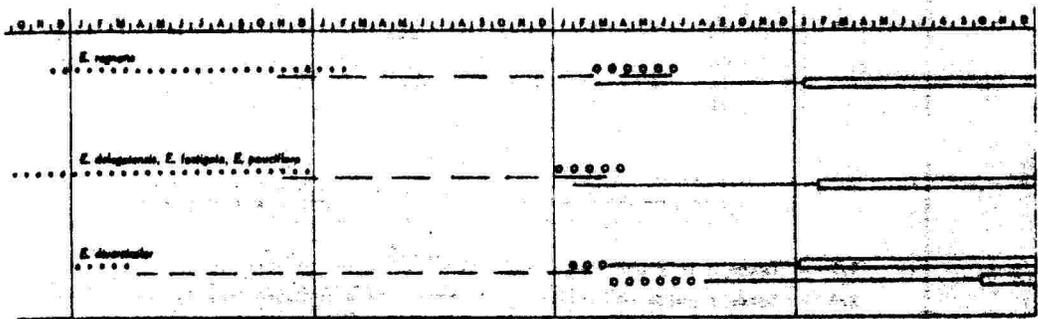
Considerando somente as espécies florestais, observa-se uma grande diferença entre coníferas e Folhosas.

As estruturas associadas à propagação sexuada das árvores surgem em inflorescência, situadas em ramos especializados denominados flores nas angiospermas, e pinhos ou estróbilos nas ginospermas (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972).

Os requisitos básicos para a ocorrência da floração nas plantas apóiam-se na exigência de um determinado período de tempo necessário ao crescimento, formação das estruturas e para a maturação fisiológica dos órgãos reprodutivos, desde que não existam impedimentos de origem genética e/ou ambientais (DORMAN, 1976).

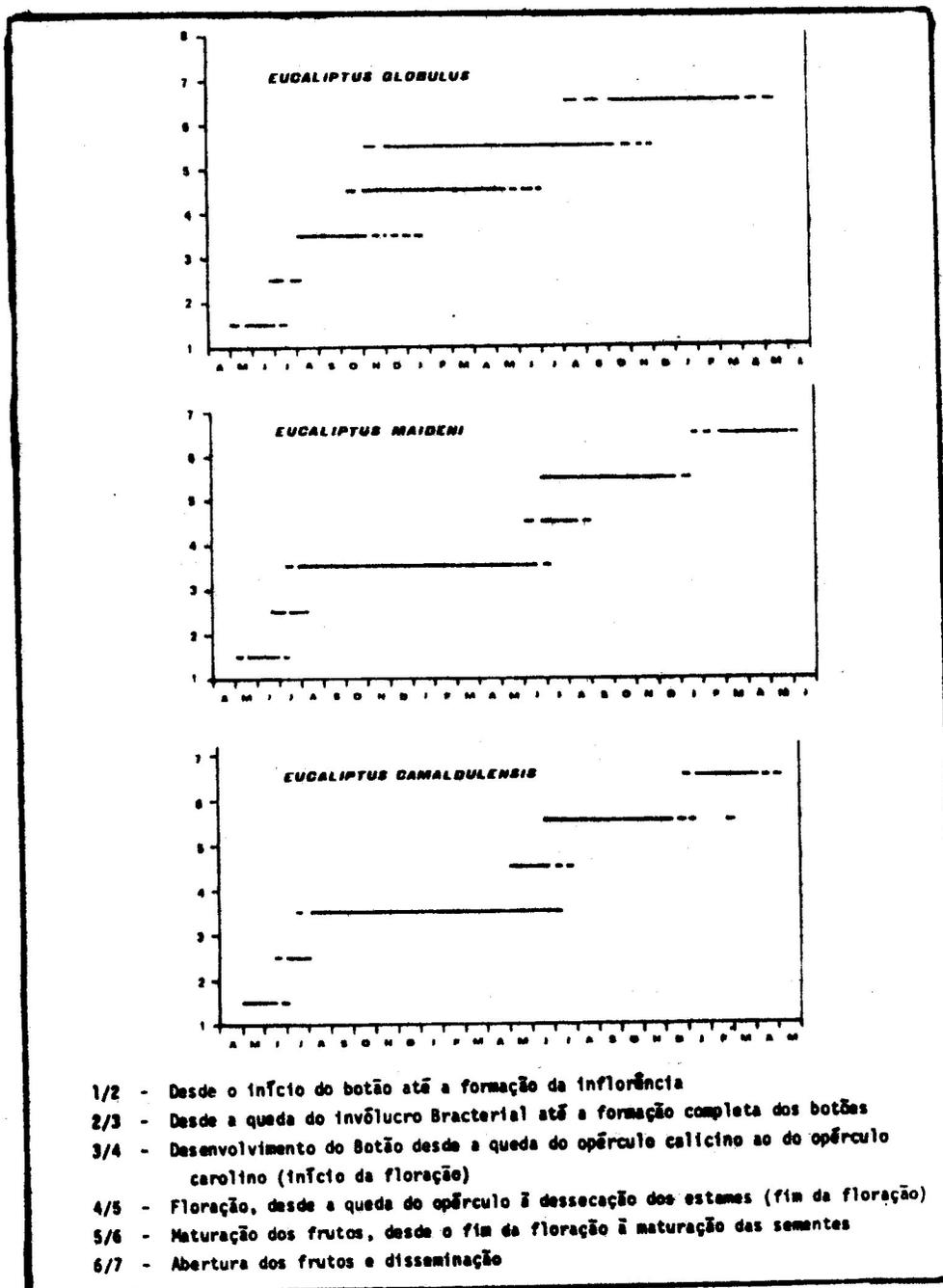
A seguir, são mencionados 4 exemplos, onde poder-se-á observar a variação de floração e frutificação entre espécies de um mesmo gênero, entre anos para uma mesma espécie, a duração dos diferentes estágios de produção de sementes entre espécies e para as coníferas, a diferença entre as épocas de formação dos órgãos reprodutores.

Exemplo 1 – *Eucalyptus* na Austrália.

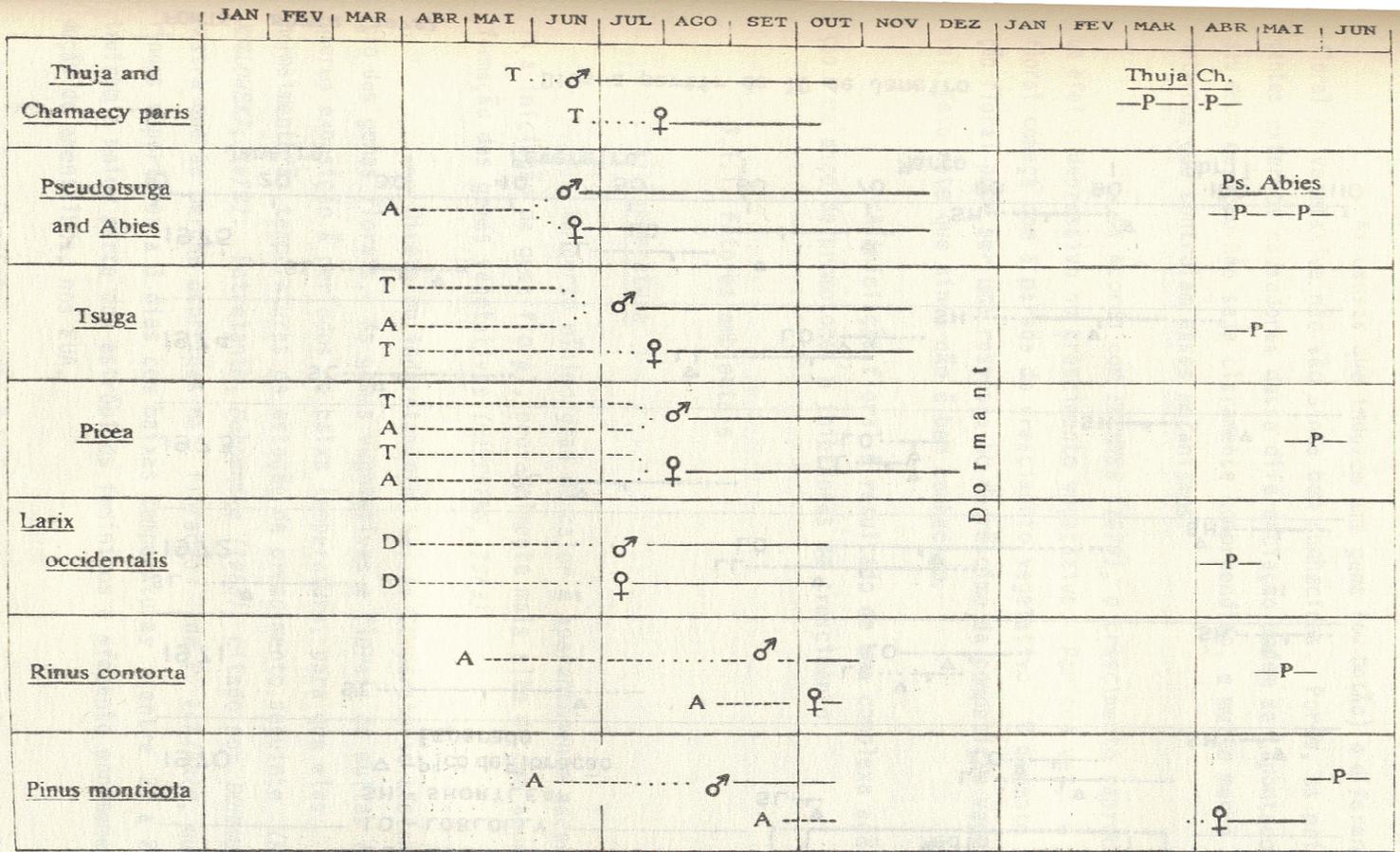


FONTE: CREMER (1978)

Exemplo 2 – *Eucalyptus* em Portugal.



Exemplo 3 – Coníferas no Noroeste dos Estado Unidos



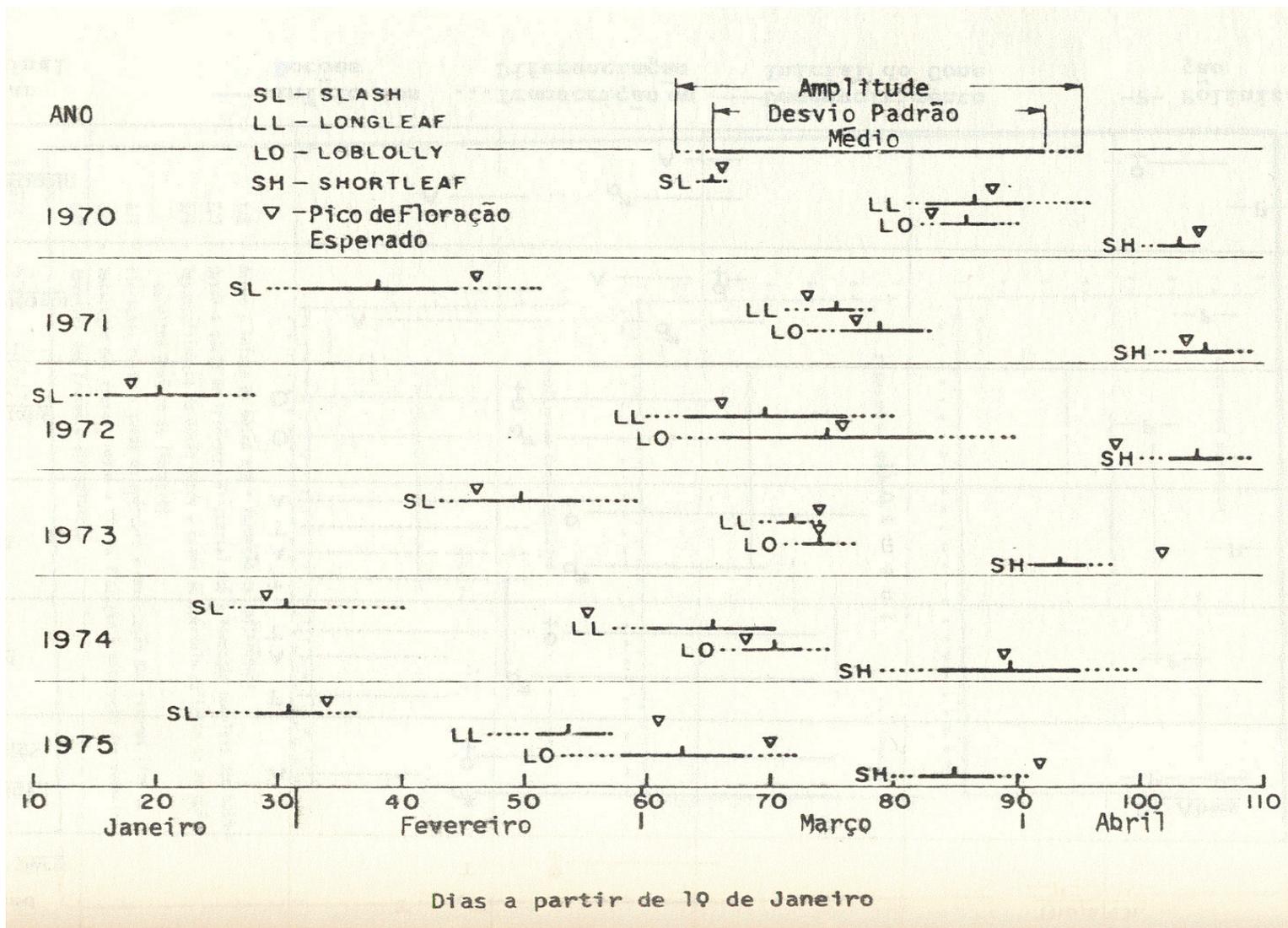
A - Axilar — Início dos Botões ... Transcrição ou Diferenciação — Desenvolvimento Inicial do Cone -P- Polinização

T - Terminal

D - Anã

Fonte: OWENS E MOLDER (1979)

Exemplo 4 – Época de floração de *Pinus* no Sudeste do Alabama – EEUU.



FONTE: BOYER (1978).

3. FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUÇÃO DE SEMENTES

3.1. A Formação de Gemas Florais

As causas que induzem uma gema (ou botão) a diferenciar-se em floral ou vegetativa não são ainda bem conhecidas. Porém, os principais agentes externos causadores dessa diferenciação podem ser apontados, embora seu modo de ação não seja claramente compreendido, e muito menos os fatores internos que controlam esses mecanismos.

De acordo com *FECHNER (1979)*, o crescimento reprodutivo tem um efeito depressivo no crescimento vegetativo. Por sua vez, a iniciação floral começa com a parada do crescimento vegetativo. O momento da iniciação floral pode ser uma resposta ao decréscimo da competição vegetativa-floral, fato este que ainda não é bem conhecido.

A iniciação floral é resultado de uma complexa ação, interação e balanço de promotores e inibidores de crescimento.

3.1.1. Fatores ambientais

a) Temperatura

Um certo mínimo grau de calor é aparentemente necessário para a iniciação da gema floral, provavelmente mais alto do que aquele para formação das gemas vegetativas (*MATTHEWS, 1963*).

Direta ou indiretamente, baixas temperaturas afetam a iniciação das gemas florais. As gemas vegetativas e florais de muitas espécies requerem exposição à períodos de baixa temperatura, para que elas respondam normalmente às temperaturas da estação de crescimento seguinte (*KRAMER & KOZLOWSKI, 1972*). Entanto, *Schoenike (1955)*, citado por *DORMAN (1976)*, mostra que as perdas ocorridas na floração de *P. echinata*, quando períodos superiores a 3 dias com baixas temperaturas (entre 21 a 24°F), destruíram a maior parte dos estróbilos femininos e afetando enormemente a produção de amentilhos, nos EUA.

Condicionamento à baixas temperaturas pode ter duplo efetivo: 1º) quebrando a dormência das gemas florais existentes, 2º) causando desenvolvimento dos brotos vegetativos em repouso, que mais tarde produzirão novos crescimentos, inclusive formação de gemas florais. Baixas temperaturas ocorrendo esporadicamente no início do outono ou fim da primavera matarão as gemas vegetativas e reprodutivas, bem como as flores em desenvolvimento (*KRUGMAN et alii, 1974*).

DORMAN (1976) relata que, para a iniciação das gemas florais, as condições atmosféricas ideais são aquelas representadas por dias quentes, secos e ensolarados.

SLEE (1977), associando o produto da temperatura média do mês pelo número de horas do período escuro, detectou que a faixa ideal para melhores produções de sementes situa-se como similar ou levemente superior à zona de ocorrência natural, em relação ao TD. (Temperatura x Período escuro – hora).

b) Fotoperíodo

Uma das características fisiológicas encontradas em muitas espécies florestais, como função de suas ocorrências em amplas variações latitudinais, é alguma regulação fotoperiódica de crescimento e floração (PRYOR, 1976).

Segundo Wareing (1956), citado por KRUGMAN et alii (1974), o fotoperíodo é importante para a iniciação flora de algumas plana florestais. Espécies de dias longos, curtos e neutros têm sido identificadas entre o limitado número testado. Para *P. sylvestris*, dias longos são necessários para a iniciação das gemas florais, enquanto que para o *P. contorta* a floração é mais abundante sob a influência de dias curtos.

Nas condições brasileiras, onde quase todo continente está compreendido no hemisfério sul, entre as latitudes de 0 a 34°S, os maiores e menores comprimentos de dia que podem ocorrer, segundo as latitudes, encontram-se na tabela 4.

Tabela 4 – Comprimentos de dia máximo e mínimo, segundo as latitudes e estações do ano.

Latitude (S)	Comprimento do dia (Horas)	
	Primavera e Verão	Outono e Inverno
0°	12:00	12:00
10°	12:35	11:25
20°	13:13	10:47
30°	13:56	10:04
40°	14:51	9:09

Adaptado de *Elementos de Meteorologia do Ministério da Agricultura (1971)*.

Isto implica em dizer que se uma espécie exige no máximo 10 horas de luz para florescer nas condições do Brasil, isto só será possível em latitudes compreendidas entre 30 a 40°S, se outros fatores não limitarem a floração.

Segundo SALISBURY & ROSS (1976), é importante estar ciente da extrema plasticidade nos tipos de respostas ao comprimento de dia, até mesmo dentro de uma dada espécie quando em latitudes diferentes e mesmo dentro de pequenas variações latitudinais. Existem várias interações entre fotoperíodo e temperatura, pois requerimento por baixas temperaturas pode ser seguido por um requerimento de dia longo.

TURNBULL (1975) aponta que há uma aparente controvérsia acerca da influência do fotoperíodo na floração. Vários autores afirmam que o fotoperíodo é um fator que controla o sexo na floração em Cupresaceae, Taxodiaceae e para algumas espécies de *Pinus*. Entretanto, Owens & Pharis (1971), citados por PHARIS (1976), relatam que embora o sexo do estróbilo possa ser influenciado pelo comprimento do dia, naturalmente o fotoperíodo por si só não pode ser o fator causal único, uma vez que a diferenciação sexual das flores pode ocorrer sobre um mesmo fotoperíodo.

c) Fotossíntese

Intensidade, duração e qualidade da luz são determinantes do vigor da planta e exercem importante função na floração Adequada fotossíntese durante períodos críticos é essencial para a iniciação e desenvolvimento das flores. Assim, árvores crescendo em locais aberto ou onde não haja competição entre as copas pela luz são mais vigorosas,

têm copas mais cheias e produzem mais flores. Aquelas recebendo fraca luz, e posições suprimidas, podem existir por anos sem produzir muitas flores (*KRUGMAN et alii, 1974*).

Práticas culturais tais como desbaste, fertilização e irrigação, que promovam o desenvolvimento da copa para a fotossíntese, contribuem para aumentar a floração e o desenvolvimento de frutos (*Bilon, 1965; Grigeby, 1966*). Por outro lado, práticas tais que impessam a fotossíntese, como desrama, desfoliação e pulverização, tendem a reduzir a iniciação das gemas florais (*KRAMER & KOZLOWSKI, 1960; KRUGMAN et alii, 1974*).

d) Umidade do Solo

Uma redução ou uma maior tensão de umidade no solo durante o verão é freqüentemente associada à formação de gema floral, especialmente em *Fagus sylvatica* L. e *Pseudotsuga menziensis* Mirb. (*KRUGMAN et alii, 1974 e MATTHEWS, 1963*). Talvez um limitado período de suprimento de água restringido é criticamente importante para promover a iniciação de flores (*KRUGMAN et alii, 1974*). Porém, um período prolongado de seca torna-se limitante ou até mesmo prejudicial.

TURNBULL (1975) relata que a redução no suprimento de água ocorrida no verão tem sido favorável para o início da floração para algumas espécies de eucaliptos.

Por outro lado, a irrigação pode ser ineficiente ou promover efeitos negativos na iniciação das gemas florais.

Portanto, a eficiência da irrigação sobre a iniciação das gemas florais, desde que aplicada isolada ou conjuntamente com outros tratamentos culturais, dependerá da pévia investigação dos níveis adequados de suprimentos de água, visando principalmente evitar o desequilíbrio entre os sexos das flores produzidas.

e) Nutrição Mineral

Um nível relativamente alto de nutrientes no solo é essencial para regular a iniciação de gemas florais e o alto vigor vegetativo, por si só, não impede a iniciação de tais gemas. A floração e subsequente produção de sementes usualmente são melhores em locais mais férteis (*KRUGMAN, 1974*).

Embora a nutrição afete o balanço entre o crescimento vegetativo e reprodutivo, a definição deste balanço, suas bases fisiológicas e precisamente como poderiam ser modificadas são relativamente desconhecidas. A associação de abundante floração com uma alta proporção de carboidrato/nitrogênio dentro dos tecidos é bem documentada na literatura horticultural (*Baldwin, 1942*, citado por *KRAMER & KOSLOWSKI, 1972*). Recentemente, estudos tem levantado a possibilidade que um aumento na razão carboidrato/nitrogênio é um resultado e não a causa da iniciação floral (*MATTHEWS, 1963; KRUGMAN et alii, 1974*).

Favoráveis respostas tem sido obtidas com a aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio, sozinhos ou combinados, mas esses tratamentos têm geralmente estimulado a floração por apenas um ano (*MATTHEWS, 1963; KRUGMAN et alii, 1974*).

Fato que deve ser ressaltado, basenado-se nos trabalhos consultados, é que as respostas das plantas à fertilização variam amplamente, tanto com relação à

espécie, entre indivíduos de mesma espécie, idade das árvores, condições edáficas locais, tratamentos culturais, caracteres genéticos, principalmente.

3.1.2. Fatores fisiológicos

a) Período juvenil ou vegetativo

O primeiro requisito a ser cumprido para que plantas arbóreas floresçam é “amadurecer” (maturação). Isso exige um certo período de tempo para que a planta cresça, se estruture e amadureça fisiologicamente para uma abundante floração e futura produção de sementes. A extensão deste período varia grandemente, até mesmo entre espécies de um mesmo gênero. *Pinus banksiana* Lamb. Nos Estados do Lago e *P. sabiniana* Dougl. na Califórnia podem produzir cones tão cedo quanto no terceiro ano, *P. contorta* Dougl. na Califórnia podem produzir cones tão cedo quanto no terceiro ano, *P. contorta* Dougl. E *P. rígida* Mill. aos 5 ou 6 anos. Outros *Pinus* podem não florir até que eles atinjam 15 a 30 anos de idade (KRUGMAN *et alii*, 1974).

CHAPERON (1977) comenta que, no Congo, o *Eucalyptus deglupta* floresce aos 6 meses de idade, mas a maioria das espécies introduzidas florescem substancialmente no 3º ano.

No Brasil, sabe-se que, em média, o *E. urophylla* produz sementes aos 2 anos, enquanto que o *E. grandis* produz aos 4 anos de idade. Para o *Pinus oocarpa* tem-se observado que a produção de sementes ocorre no 7º ou 8º ano.

Ao se considerar o sexo das flores, pode-se dizer esse período varia até mesmo dentro do indivíduo. Em *Pinus nigra* e *Pinus sylvestris* uma distinção deve ser feita entre o início da floração masculina e feminina. Nestas espécies, flores do sexo feminino são geralmente produzidas vários anos antes das do sexo masculino e Wareing, em um recente trabalho descreve esse fenômeno mais detalhadamente. Em *P. sylvestris*, os cones femininos aparecem numa idade relativamente precoce, 5 a 10 anos, e nascem nos ramos mais vigorosos e dominantes. Os masculinos, ao contrário, aparecem primeiro na região basal dos galhos inferiores e, com o aumento da idade do ramo, são encontrados progressivamente em maior quantidade nos ramos laterais de maior categoria morfológica. É comum ver em árvores de *P. sylvestris*, nos galhos mais baixos e mais felhos, predominância de cones masculinos e na parte superior, cones femininos e ramos vegetativos. Para reinterpretar essas observações é permissível sugerir que a iniciação de cones femininos depende de a árvore atinja um tamanho mínimo, enquanto que o aparecimento dos masculinos depende de um certo grau de desenvolvimento dos ramos (MATTHEWS, 1963).

b) Reguladores de crescimento

Nas árvores florestais, o conhecimento do mecanismo das trocas internas associadas ou que conduzem à floração ainda é pouco conhecido (MATTHEWS, 1963). A maioria das evidências fundamentam-se em experimentos conduzidos com plantas anuais, mas os mesmos princípios aplicam-se à formação de flores em plantas florestais (Lang, 1965; citado por KRUGMAN *et alii*, 1974).

Em recentes análises do desenvolvimento de flores e frutos, *Leopold* sugere que pelo menos quatro tipos de substâncias de crescimento podem estar envolvidas em cada passo do crescimento reprodutivo, são elas: as AUXINAS, GIBERELINAS, CITOCININAS e INIBIDORES DE CRESCIMENTO (*MATTEWS, 1963* e *KRUGMAN et alii, 1974*). *Leopold* faz mais duas sugestões: (1) parece razoável conceber controles de crescimento como múltiplas interações dos vários reguladores e (2) desde que há numerosos meios alternativos de obter algum importante estado fisiológico, diferentes reguladores de crescimento podem estar exercendo diferentes papéis nas diferentes espécies (*MATTHEWS, 1963*).

b.1) O papel da AUXINA

O papel da AUXINA na iniciação floral é muito incerto. Auxinas podem estimular uma resposta de floração quando aplicadas em apropriados tempo, mas é duvidoso que elas exerçam um papel importante e direto nos eventos internos da fotoindução (*Lang, 1961, 1965*). Por outro lado, a floração de *Larix leptolepis* Sieb. E Zuec. (Gordon) foi marcadamente aumentado pela troca na posição dos galhos – maior ângulo do galho em relação à vertical, mais densa a floração (*Wareing & Langman, 1959; Langman, 1961*). A distribuição de brotos florais nos galhos também é influenciada pela posição do galho na árvore, indicando claramente um efeito gravitacional, que pode envolver redistribuição de uma substância reguladora, sendo auxinas as mais prováveis. Em *Cryptomeria japonica* Dan, a iniciação floral foi associada com reduzidos níveis de auxina, com flores masculinas tendo a se formarem em locais onde os níveis eram mais baixos (*Hashizume, 1960*). Auxinas aplicadas tem sido creditadas como sendo fator modificante na fotoindução ou, algumas vezes, um inibidos de crescimento vegetativo causando aumento na floração como em *Litchee chinensis* e *Citrus limon* L. (*KRUGMAN et alii, 1974*).

b.2) as GIBERELINAS

As giberelinas, potentes reguladores de crescimento, produzidas como um produto metabólico pelos fungos *Gibberella fujikuroi*, uma séria doença do crescimento do arroz, têm estimulado pesquisas de interesses amplamente variados (*Marth & Mitchell, 1961*). Giberelinas endógenas parecem ter um íntimo papael na iniciação floral e um marcante efeito quando externamente aplicada (*Lang, 1965*). Envolvimento de giberelina na iniciação florestal tem sido deduzido principalmente de respostas obtidas segundo sua aplicação externa nas folhas ou outras partes da planta (*KRUGMAN et alii, 1974*).

BRUNE (1972), trabalhando com mudas de *Cupressus arizonica* Greene, encontrou uma interação na aplicação de giberelina com fotoperíodo. Sob 16 horas de luz houve maior produção de estróbilos de ambos os sexos. Porém, mais estróbilos femininos se desenvolveram como resultado da aplicação de 100 ppm GA₃ do que com 1000 ppm. E sob 8 horas de fotoperíodo, pulverização de 1000 ppm GA₃ foi mais eficiente do que 100 ppm para a indução dos estróbilos.

Apliação de giberelina tem estimulado formação de gemas florais em árvores adultas de *Taxodium distichum* L., *Cryptomeria japonica* Don, *Juniperus virginiana* L. e *Libocedrus decurrens* Torn. (*Sato, 1963; citado por KRUGMAN et alii, 1974*). Nenhuma floração foi estimulada em *Larix leptolepis*, *Pseudotsuga taxifolia*,

Cryptomeria japonica var. *elegans*, *Cunninghamia lanceolata*, *Sequóia gigantea* e *Taiwania cryptomerioides* (Kato) (MATTHEWS, 1963).

Em *Cryptomeria japonica* Don, a espécie mais estudada, árvores mais velhas são mais estimuladas do que mudas. Formação de flores masculinas foram geralmente promovidas por concentrações de 10 a 200 ppm, e flores femininas de 200 a 300 ppm. Concentrações acima de 600 ppm impedem a iniciação de flores de ambos os sexos. Em adição à concentração, método de tratamento, momento de aplicação, idade e variedade da árvore, e se usada em combinação com outros hormônios, a resposta obtida é afetada (Sato 1963; citado por KRUGMAN et alii, 1974).

Mistura de giberelinas aplicadas com auxina e tratamentos culturais, tais como estrangulamento, fertilização nitrogenada, poda, ou stress são particularmente bem sucedidas em Pinaceae (Pharis, 1979).

b.3) CITOCININAS e INIBIDORES DE CRESCIMENTO

Citocininas e inibidores de crescimento, ambos tem sido encontrados em árvores (Gyertych, 1964), porém seus papéis na iniciação floral ainda não são bem conhecidos. Em 1965, Lang relatou que aplicações simultâneas de citocinina com auxina, giberelina, ou ácidos nucléicos produziram resposta de floração em algumas plantas, maior do que produziria a aplicação de cada um isoladamente. Balanço entre vários endógenos promotores e inibidores de crescimento parece exercer uma importante função na iniciação flora e crescimento de todas as plantas (KOZLOWSKI, 1972 e KRUGMAN et alii, 1974).

b.4) Ácidos Nucléicos

Ácidos nucléicos podem estar envolvidos no transporte de hormônios, na floração ou estímulos da folha para causar formação de primórdios florais nos brotos. Ambos, iniciação e desenvolvimento de primórdios florais ocorrem durante períodos quando células estão se dividindo e quando a síntese de ácidos nucléicos está presente. A eficiência da fotoindução da folha pode ser aumentada ou diminuída por troca no nível metabólico dos ácidos nucléicos (Lang, 1965). Em brotos de angiosperma, o ácido ribonucléico (RNA) aumenta durante a diferenciação dos brotos florais (Gifford & Lance-Nougared, 1964). A floração de árvores frutíferas tem sido aumentada através da aplicação direta de PURINAS e PIRIMIDINAS, sugerindo que a estimulação é relacionada ao nível de ácido nucléico (Kessler et alii, 1959; citado por KRUGMAN et alii, 1974).

Cada espécie, idade, igualmente para cada clone e cada site devem requerer tratamentos altamente específicos na forma de nível de dosagem, frequência de aplicação, mistura de hormônio e tratos culturais (PHARIS, 1979).

c) Origem do propágulo

Constatou-se uma maior produção de cones quando o material para enxertia foi originado da metade inferior da copa. Por outro lado, suspeitava-se que propágulos provenientes de árvores já propagadas vegetativamente (ramet) poderiam ser mais produtivos do que aqueles oriundos de matrizes originadas de sementes (ortet) (MATTHEWS, 1963).

Tem sido constatado pela Cooperative Tree Improvement Program (Anon., 1970), na Universidade do Estado da Carolina do Norte, como na Rodésia, que os pomares mais jovens produziram flores mais precoce e densamente do que aqueles estabelecidos no início do programa. A origem do propágulo pode ao menos ser parte da explicação deste fato, desde que progressivamente os novos pomares contenham maior proporção de enxertos com propágulos oriundos de “ramets” ao invés de “ortets” (MATTHEWS, 1963).

d) Natureza do porta-enxerto

Foi constatado por BARNES & MULLIN, (1974) que o porta-enxerto exerce um importante papel na produção de cones. Foi encontrado para *P. kesiya* enxertado em *P. taeda*, comparado com enxertos homeoplasto de *P. kesiya*, que os primeiros tiveram mais baixa produção e menor taxa de crescimento. Por outro lado, houve diferença na produção entre os enxertos homeoplasto de *P. elliotii*, assim uma arma de imediato valor prático para aumentar a produtividade do pomar. Isto certamente levaria a identificar ou melhorar famílias de porta-enxertos dentro da espécie, no sentido de se aumentar a produção dos pomares de sementes (BARNES & MULLIN, 1974).

O sucesso da indução de floração em ramos juvenis pode ser dependente da combinação dos enxertos e o tipo de enxertia (SIMAK, 1979).

Em pomares de árvores frutíferas, porta-enxertos selecionados são usados para controlar o tamanho das árvores enxertadas e a natureza da produção de fruto. Com similar seleção em árvores de pomares de semente, poderiam ser atingidos iguais benefícios na uniformidade e controle do comportamento da árvore. Porém, JOHNSSON *et alii* não encontraram nenhuma influência quando usaram mudas de *P. mugo* e de duas origens de *P. sylvestris* sobre a produção de semente de vários clones de *P. sylvestris*. Assim, a única evidência utilizável para árvores florestais é negativa (MATTHEWS, 1963). O progresso na seleção de porta-enxertos de árvores florestais para pomares de sementes é impedido pela dificuldade de enraizamento de estacas e mergulhia de *Larix*, *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Fagus*, *Fraxinus* e outros gêneros. Seria, portanto, muita ingenuidade esperar rápidos resultados de estudos de interações entre porta-enxertos com respeito à iniciação floral em árvores florestais (MATTHEWS, 1963).

3.1.3. Fatores Genéticos

BARNES & MULLIN (1974), ERIKSSON (1977), CREMER (1978) e SPRAGUE *et alii* (1979) comentam que o mais importante fator afetando a produção de sementes é a inerente habilidade da árvore produzir flores.

DORMAN (1976) salienta que os genótipos selecionados para crescimento e forma apresentam grande variação na produção de sementes, existindo indivíduos nos quais não é viável se processar a colheita.

Em um item posterior será discutida a variação genética na floração e produção de sementes.

3.2. A Polinização

A formação de sementes é iniciada após uma bem sucedida união dos elementos reprodutivos masculino e feminino, que inicia com a transferência do grão de pólen, por algum meio, dos estames ou cones estaminados para os pistilos ou cones ovulados – Polinização e subsequente crescimento do tubo polínico até atingir o ovário e posterior união dos gametas – Fertilização (*KRUGMAN et alii, 1974*).

Diversos autores, tais como *Matthews (1963)*; *Hadders & algren (1961)*; *Johnson & Kiellander (1953)*; *Stefansson (1953)*; *Simak et alii (1954)*; citados por *MATTHEWS (1963)*; *BROWN (1971)*; *DORMAN (1974)* *PHARIS (1976)*; *SWEET & KRUGMAN (1977)*; *JONSSON, EKBERG & ERISSON (1976)*, além de muitos outros, tem enfatizado que a floração abundante e a produção de sementes com boas qualidades dependem dos vários fatores presentes nos processos da polinização, na germinação do pólen, no crescimento do tubo polínico, na fertilização e desenvolvimento do embrião.

A importância de uma polinização adequada para o desenvolvimento de sementes viáveis tem sido levantada por *Sarvas (1952; 1956 e 1962)*, citado constantemente por *MATTHEWS (1963)*. A polinização cruzada é o que geralmente ocorre para muitas espécies florestais, onde um número considerável dessas espécies são mais ou menos auto-estéreis, porém não é regra absoluta (*MATTHEWS, 1963*).

O Pólen de espécies florestais é transportado principalmente pela ação dos ventos e insetos, mas a água, gravidade, animais e pássaros podem estar envolvidos na sua dispersão (*Matthews, 1963*; *McWilliam, 1959*; *Sarvas, 1962*); citados por *BROWN (1971)*; *DORMAN (1976)*.

3.2.1. Condições ambientais

a) Vento

Segundo *KRUGMAN et alii (1974)*, o vento é o principal agente na locomoção do pólen das Ginospermas e também para o pólen daquelas Angiospermas desprovidas de acessórios nas partes florais, em especial para o pólen de espécies que produzem amentilhos.

a.1) Direção e velocidade do vento

DORMAN (1976) relata que a estrutura do pólen, com os dois sacos aéreos, lhe confere alta capacidade ou poder de flutuação, permitindo o seu transporte pelo ar por longas distâncias.

Sarvas (1962), citado por *MATTHEWS (1963)*, tem observado que a direção constante do vento resulta na polinização mais de um lado da copa da árvore do que dos outros lados.

MATTHEWS (1963) comenta que os ventos fortes quase sempre são prejudiciais na polinização, os quais podem arrastar grandes quantidades de pólen para fora da área em que deve ocorrer a polinização, ao encontrar um obstáculo. Além disso, os ventos fortes podem acelerar o desprendimento do pólen, tanto na forma gradativa como brusca, onde nesse último caso poderá ocorrer num período de tempo em que a flor feminina não se encontre mais receptiva. Por outro lado, ventos com baixa velocidade (muito fracos) não promoverão a dispersão, e a massa de pólen cairá quase somente na área compreendida pela projeção da copa da árvore.

Diversos trabalhos mostram que, embora o pólen tenha capacidade de percorrer longas distâncias, a sua grande massa não consegue se distanciar muito de sua fonte, e uma das explicações para esse fato seria devido à barreira física existente, formada pelas próprias árvores vizinhas que circundam uma fonte qualquer (MATTHEWS, 1963).

b) Condições atmosféricas

MATTHEWS (1963) relata que chuvas pesadas, além de danificar por completo os amentilhos, e quando prolongada, podem impedir a liberação e locomoção do pólen. Da mesma forma foi observado por Schoenike (1955), citado por DORMAN (1976), que um período superior a 5 dias de chuvas pesadas, as quais ocorreram no auge do despreendimento do pólen de *P. taeda*, provocaram grandes perdas, com o arraste do mesmo para o solo.

Pharis & Morf (1968 e 1972); Pharis et alii (1969), citados por PHARIS (1976), observaram para algumas espécies de coníferas de origem de zonas temperadas, que o desenvolvimento dos estróbilos, para o despreendimento do pólen e receptividade da flor feminina, é influenciado pelo comprimento do dia e baixa temperatura.

JONSSON, EKBERG & ERIKSSON (1976), estudando o florescimento do *P. sylvestris*, observaram que a temperatura é um dos principais fatores que influencia a dispersão do pólen de ano para ano, onde o tempo para o início do despreendimento do pólen bem como a sua duração são funções da sua localização na copa da árvore. O início para a receptividade da flor bem como a sua duração também foram influenciadas pela temperatura.

Alta umidade impede a liberação do pólen conduzido pelo vento e, durante prolongados períodos chuvosos, amentilhos superamadurecidos algumas vezes caem ainda cheios de pólen (Christiansen, 1960; citado por KRUGMAN et alii, 1974). WRIGHT (1976) menciona que a viabilidade do pólen é grandemente afetada sob condições de alta umidade relativa.

TENEUSSEN & VOORHOEVE (1973) questionaram alguns aspectos relacionados com a produção de sementes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* no Surinam. Assim, indagam esses autores: será que essa espécie produzirá sementes em todo Surinam? Se o fizer, qual será a intensidade? Sementes tem sido coletadas no Surinam, mas o número de sementes viáveis pro clone é baixíssimo ou nulo. O problema é atribuído ao fato das árvores serem consideradas jovens (idade mínima – 20 anos), mas provavelmente as condições climáticas (tempo chuvoso) no período ótimo de floração são favoráveis à polinização aberta.

As mesmas questões podem ser feitas para a mesma espécie nas condições de Curuana-PA, onde o *P. caribaea* var. *hondurensis* está florindo intensamente aos dois anos de idade e em condições climáticas similares às do Surinam.

Buell (1974), citado por DROMAN (1976), observando a dispersão do pólen de *P. echinata*, verificou que a mesma era eficiente quando as condições de temperatura e características dos ventos eram adequadas, e a umidade era baixa, não dependendo somente da quantidade de pólen produzido.

Schoenike (1955), citado por *DORMAN (1976)*, observou que a influência da geada sobre a viabilidade do pólen de *P. echinata* foi altamente significativa, baseando-se na porcentagem de germinação em laboratório, a qual revelou-se muito baixa, onde dos 17 diferentes lotes de pólen somente um germinou, com o índice de 3%. *BROWN (1971)* também enfatiza as perdas relacionadas com a viabilidade baixa do pólen de *P. sylvestris* e seus reflexos na produção de sementes.

Boyer (1966), citado por *DORMAN (1976)*, verificou que, durante uma tempestade de chuvas, a quantidade de pólen de *P. sylvestris* no ar era insignificante.

IBRAHIM (1977) constatou que a falta de movimentos do ar dentro das plantações de *Pinus*, na planície dos trópicos úmidos na Malásia, traz complicações ao mecanismo de transporte do pólen. Os estróbilos femininos podem ser abortados por causa da falta de pólen, alta umidade diária e o movimento do ar dentro dessas plantações.

GALLEGOS (1979) cita que, em 20 Pomares de Sementes de *P. taeda* de produção comercial, um “stress” de umidade durante o 1º ano de ciclo reprodutivo é benéfico para a iniciação dos primórdios reprodutivos femininos. Entretanto, durante o desenvolvimento e maturação do cone foi constatado ser prejudicial para a produção de sementes.

3.2.2. Insetos

São os principais agentes polinizadores das espécies com flores de coloração intensa e brilhante, aromáticas, e freqüentemente possuem pólen pesado e pegajoso (*KRUGMAN et alii, 1974*).

Segundo *TURNBULL (1975 b)* a polinização em *Eucalyptus* spp é realizada principalmente por insetos (abelhas, borboletas, mariposas e outros insetos). Entretanto, também tem-se observado os pássaros como agentes polinizadores de algumas espécies, e o vento como agente polinizador auxiliar para outras determinadas espécies de eucalipto.

Os *Eucalyptus* são reputados por serem protandros e principalmente polinizados por inseto (*Krug & Alves, 1949 e Pryor, 1951*), ainda assim os pássaros também participam em alguns casos (*Christensen, 1971*). De acordo com *Pryor & Boden (1962)*, flores de eucalipto são visitadas por uma grande variedade de insetos na Austrália, incluindo 11 espécies da ordem Coleóptera, um mesmo número na Hymenoptera e Lepidóptera e alguns da ordem Hemíptera e Díptera (*HODGSON, 1976*).

As ordens dos insetos polinizadores que merecem destaque são: Coleóptera (besouros), Lepidóptera (borboletas e mariposas), Díptera (moscas, mosquitos pólvora, borrachudos, etc.) e Hymenoptera (vespas, abelhas e outros) (*KOZLOWSKI, 1972*).

a) Fatores que afetam a atividade dos insetos

De acordo com *MATTHEWS (1963)*, foi observado que as melhores condições atmosféricas para a atividade dos insetos na polinização são aquelas representadas por dias claros, quentes e calmos.

Por outro lado, os atrativos apresentados por cada tipo de flor podem exercer influência no número de visitas realizadas pelos insetos àquela flor, principalmente com relação ao fornecimento de alimentos (néctar ou pólen). Algumas flores satisfazem

outros instintos dos insetos, por exemplo: sexo, oviposição e territorialidade (*Kullenger, 1961*), enquanto outras fornecem locais para oviposição e alimentos para o desenvolvimento das larvas dos insetos (*KOZLOWSKI, 1972*).

FECHNER (1979) afirma que as abelhas tendem estabelecer sua atividade com a 1ª flor que ela visita na manhã. Depois da 1ª visita ela tende a voar da antera para o estigma da mesma flor. Então, vai de flor para flor da mesma cor, odor e forma, na mesma árvore ou vizinha. Depois retorna à colméia, e outras abelhas receptam a mensagem e vão também visitar o mesmo tipo de flor naquele dia.

A aplicação de inseticidas para o controle dos insetos nocivos, prática comum em pomares de sementes nos U.S.A., torna-se problemática devido à susceptibilidade daqueles insetos benígnos que efetuarão a polinização. Dessa forma, torna-se necessário pesquisar sobre os hábitos daqueles insetos prejudiciais e benígnos, assim como sobre o hábito de floração das plantas e toxicidade do inseticida para os insetos polinizadores, para se dar início ao controle dos mesmos. Assim, a aplicação de inseticidas em períodos que não haja floração é desejável, caso contrário, se não for possível a aplicação nessa época e sim quando houver flores, o inseticida deverá possuir curta ação residual, e deveser aplicado durante a noite, uma vez que os insetos polinizadores benígnos (normalmente as abelhas) não se encontram nas plantas durante esse momento (*TODD & McGREGOR, 1961*).

Um dos fatores importante e que deve ser considerado é a forma e tamanho do talhão. As condições ideais para a polinização se verificam em talhões extensos, possuindo árvores com copas bem desenvolvidas e proporcionadas (*MATTHEWS, 1963*).

3.2.3. Distância entre as Árvores

Wang et alii (1960), citado por *BANNISTER (1965)*; e *Buell (1974)*, citado por *DORMAN (1976)*, observaram que a concentração de pólen na atmosfera decresce rapidamente com o aumento da distância da origem ou fonte de pólen.

TURNBULL (1975) comenta que árvores crescendo em espaçamentos maiores produzem maiores quantidades de sementes que aquelas crescendo em espaçamentos mais apertados. Entretanto, se muito isoladas devido a grandes distâncias entre as árvores existentes, o recebimento de uma quantidade adequada ou nenhum pólen ocorrerá. Dessa forma, não existindo a polinização cruzada, a produção de sementes viáveis será reduzida devido a alta ocorrência de auto-polinização (*NIKLES, 1975*; *KEIDING, 1975^a*; *TURNBULL, 1975^b*; *DORMAN, 1976*; *SWEET & KRUGMAN, 1977*). *KELLISON (1969)* relata ainda que, além do suprimento de pólen ser limitado, a sua distribuição será inadequada, favorecendo a ocorrência da auto-polinização nos pomares de sementes.

Wright (1966) e *Wang (1960)*, citados por *BANNISTER (1966)*, estimaram teoricamente o tamanho da vizinhança (em n° de árvores) a vários espaçamentos, em populações de *P. radiata* na Nova Zelândia, com base na dispersão do pólen de *P. elliottii*, o qual parece ser similar ao do *P. radiata*. Neste trabalho a relação entre a densidade da população e a dispersão do pólen (cruzamentos) não foi verificada à distâncias superiores a 225 pés (72 metros), a qual pode ser vista na tabela a seguir (Tabela 5).

Tabela 5 – Tamanho da vizinhança, em n° de árvores, em função de vários espaçamentos, em populações de *P. radiata* na Nova Zelândia.

Distância entre árvores		Tamanho da vizinhança (n° de árvores)	N° árvores	
em pés	em metros		por acre	por ha
10	3,05	3.179	436	1077
20	6,10	795	109	269
30	9,14	353	48	119
66	20,12	73	10	28
132	40,23	18	3	8
198	60,35	8	1	3
264	80,47	5	-	-
330	100,58	3	-	-
396	120,58	2	-	-
462	140,82	1	-	-
528	160,93	1	-	-
594	181,05	1	-	-
660	201,17	1	-	-

3.3. A Fertilização

Neste item serão vistos alguns fatores que influenciam direta ou indiretamente o processo de fertilização e que podem agir durante ou após o processo da fertilização.

3.3.1. Dispersão do pólen e receptividade da flor

Um dos fatores altamente importantes para a ocorrência da fertilização é a presença de um determinado grau de sincronização entre o período de dispersão do pólen e o período em que a flor feminina se encontra receptiva dentro de uma mesma espécie. Este fator tem sido frequentemente ressaltado por diversos autores, tais como *PHARIS (1976)*, *BROWN (1971)*, *MATTHEWS (1963)*, *DORMAN (1976)*, *TURNBULL (1975a)*, *TURNBULL (1975)*, *NIKLES (1975)*, *KEIDING (1975a)*, *TURNBULL (1975b)*, *SWEET (1975)*, *KELLISON (1969)*, *SHOULDERS (1967)*, *SMITH (1966)*, e outros.

Outros fatores poderão estar impedindo a perfeita locomoção do pólen, tais como a posição inadequada da fonte de pólen, distribuição das árvores, barreiras físicas constituídas pelas próprias árvores, e a quantidade e natureza do pólen (*MATTHEWS, 1963*).

ERIKSSON (1977), estudando a variação na frequência da floração entre clones de *Picea abies*, *P. sylvestris* e *P. contorta*, determinou que o fator dispersão de pólen e receptividade do estróbilo feminino são fundamentalmente importantes na efetividade da fertilização e provavelmente são governados pelo regime de temperatura, e que essas variações também foram observadas entre indivíduos de uma mesma espécie.

Da mesma forma observaram *JONSSON, EKBERG & ERIKSSON (1976)*, no período de receptividade do estróbilo feminino, em pomares de *P. sylvestris* na Suécia, o qual sofreu influência da temperatura. Além disso, esses autores observaram que

a posição do estróbilo na copa da árvore é de grande importância para o início da receptividade, não havendo influência da origem dos clones na sequência da receptividade. O padrão geral de desenvolvimento para os estróbilos crescendo na parte sudeste do enxerto foi precoce e de curta duração na receptividade, enquanto que aqueles localizados na parte nordeste da copa apresentaram florescimento tardio e com um longo período na receptividade.

VARNELL (1976) também observou que a temperatura é um fator importante na duração do período de receptividade dos estróbilos femininos de *P. elliottii*, onde verificou que um período de máxima receptividade ocorreu de forma precoce em invernos menos rigorosos. Conforme o autor, para o desenvolvimento normal de estróbilos femininos de *P. elliottii* e para que seja atingido um máximo período na receptividade foi preciso cerca de 420 graus-hora acima de um mínimo aproximado de 40°F (de acordo com a análise de somatório de temperatura – Σt).

Boyer & Words (1973) e Boyer (1973), citados por VARNELL (1976), observaram um melhor desenvolvimento do amentilho e do pólen de *P. palustris* na presença de temperaturas mais altas.

Entretanto, Godard (s.d.), citado por VARNELL (1976), relata que alguns clones atingem um período de máxima receptividade precocemente, enquanto outros são tipicamente tardios.

MATTHEWS (1963) relata que a dispersão do pólen, nas espécies polinizadas pelo vento, não só depende das condições atmosféricas durante o período de florescimento, mas também da velocidade em que ele se locomoverá por esse último autor, observando o comportamento da floração de *Bétula verrucosa*, *B. pubescens*, *Picea abies* e *P. sylvestris*, na Finlândia, concluiu também que a duração do período da receptividade depende da temperatura. No caso de *Picea abies* e *P. sylvestris*, um máximo de dispersão do pólen se dá durante o período da manhã, enquanto para a *Bétula* spp se dá após o meio dia.

A viabilidade do pólen para algumas Angiospermas limita-se entre um período de minutos ou horas, no máximo para poucos dias à árias semanas (Maheshwari, 1950), e para as Ginospermas a viabilidade do grão de pólen pode permanecer por várias semanas, se protegido da luz solar direta (STANLEY, 1965; citado por KRUGMAN et alii, 1974). A viabilidade do pólen é afetada por baixas temperaturas, provocando a sua esterilidade, bem como pelos ventos fortes que ocasionam a sua liberação prematura e subsequente dessecação, é também afetada pelas altas umidades (KRUGMAN et alii, 1974).

O comportamento do pólen no óvulo de *P. sylvestris* pode abrigar 5 ou mais grãos de pólen, o que está em função da densidade e tamanho do grão de pólen e do tamanho desse compartimento no óvulo. Assim, se o número de grãos de pólen por compartimento do óvulo é pequeno, ou o número de arquegônios por óvulo é baixo, considerando-se ainda a baixa viabilidade do pólen, isso resultará numa baixa ou nenhuma produção de sementes viáveis (BROWN, 1971).

Na maioria das Angiospermas, a receptividade do estigma de uma determinada espécie permanece por alguns dias, mas entre espécies poderá variar de horas a semanas (KRUGMAN et alii, 1974). Para as Ginospermas essa variação na receptividade poderá ocorrer de dias a uma semana (KOZLOWSKI, 1972).

A duração do período de receptividade, como já visto, depende em grande parte da temperatura, umidade e movimento do ar.

JONSSON, EKBERG & ERIKSSON (1976) observaram diferenças significativas entre estróbilos de um mesmo enxerto, com respeito ao início da receptividade e dispersão do pólen, as quais foram maiores que aqueles valores médios para a diferença entre clones, em pomares de sementes de *P. sylvestris* na Suécia.

3.3.2. Suprimento natural de Pólen

Nem sempre uma quantidade de pólen adequada é produzida para que os processos de polinização e fertilização ocorram normalmente e consigam atingir altos níveis de produção de sementes viáveis. Excluindo os fatores já citados, que influenciam a polinização e fertilização, seja eles internos ou externos, isso decorre muitas vezes do desequilíbrio da produção de flores femininas e masculinas, acarretando uma deficiência no suprimento adequado de pólen. Este fato é frequentemente observado em pomares de semente de polinização aberta, onde muitas vezes pulverizações, em número variável, suplementares com pólen são realizados para garantir uma boa produção de sementes viáveis (HADDERS, 1977; SWEET & KRUGMAN, 1977; WAKELY, WELLS & CAMPBELL, 1966; JONSSON, EKBERG & ERIKSSON, 1976).

Polinização inadequada provavelmente é o maior fator que limita o suprimento de sementes. Somente 10% dos óvulos desenvolvem-se para sementes viáveis. A polinização controlada aumentou a proporção de sementes férteis, mas a introdução de colméia de abelhas em povoamentos de *E. regnans* não aumentou a produção de sementes (CREMER, 1978).

3.3.3. Incompatibilidade

É o mecanismo pelo qual a fertilização é impedida, devido à inabilidade do tubo polínico crescer no interior do estilete.

Muitas hipóteses têm tentando explicar as causas dessa incompatibilidade. Alguns autores sugerem que essas causas seriam de origem fisiológica, devido à compatibilidade ou não de substâncias emitidas pelo pólen no processo de fertilização, enquanto outros autores determinam-nas como sendo de origem genética (PHARIS, 1976; DORMAN, 1976; KNOX *et alii*, 1972 e VAN DER DONK *et alii*, 1974). A explicação genética para esse fenômeno é que a reação da incompatibilidade é controlada por um genoma. Se os S – alelos no pólen e estilete são idênticos o crescimento de tubo polínico é impedido.

DORMAN (1976) comenta que para muitas espécies de *Pinus* que sofreram hibridação, a incompatibilidade tem sido atribuída ao crescimento excêntrico do tubo polínico, resultante da sua insuficiência para o alcance do óvulo a tempo para uma fertilização efetiva (Stockwell, 1939; Buchholz, 1944). Outros autores, tal como McWilliam (1959), citado por DORMAN (1976), relatam que ao hibridizar algumas espécies de *Pinus*, ocorreu a inabilidade do tubo polínico como causa da incompatibilidade. Hym & Yim (1963), citados por DORMAN (1976), em estudos conduzidos na Coreia, verificaram que o crescimento do tubo polínico variou conforme o tipo de cruzamento interespecífico, porém, em determinados casos como no cruzamento do *P. rígida* x *P. taeda*, o crescimento do tubo polínico foi normal. Chira & Bertal (1965), citados também por DORMAN (1976), estudando o conteúdo de carboidratos no pólen de 20 espécies de *Pinus*, sugeriram que diferenças no tipo de açúcar presente em cada espécie e o efeito desses açúcares podem ser

uma das razões para a incompatibilidade de algumas espécies, inibindo ou estimulando a penetração do tubo polínico durante a germinação. *PHARIS (1976)* sugere que alguns desses problemas de incompatibilidade parecem ter uma base hormonal envolvida no processo.

Strohl & Seikel (1965), citados por *DORMAN (1976)*, demonstraram que a fração flavonóide e carbonato solúvel oriundas de éteres e ésteres variaram no pólen de *P. taeda*, *P. elliottii*, *P. palustris*, *P. echinata*, *P. resinosa*, *P. ponderosa* e *P. bauksiana*, porém de ácidos fenólicos ou ésteres do ácido cumarático não variou no pólen dessas espécies.

3.3.4. Endogamia

Sweet (1975), citado por *KEIDING (1975a)*, comenta que a auto-fecundação normalmente reduz o vigor e aptidão das árvores, sendo importante conhecer a sua extensão naquelas espécies de interesse econômico, e que cuidados especiais devem ser tomados com relação à composição e seleção dos pomares para as espécies dióicas.

TURNBULL (1975b) e *CHAPERON (1977)*, observando a floração em *Eucalyptus* spp., verificaram que em áreas subtropicais e tropicais a floração pode ocorrer em idades ainda precoces (2 – 4 anos idade). As flores são bissexuais e se localizam no final de ramos longos. Quando há a liberação do opérculo, e antera já possui o pólen maduro, embora o estigma de uma mesma flor não esteja receptivo na maioria dos casos, a qual só se torna receptiva após alguns dias. Este sistema auxilia a promoção da polinização cruzada, embora a auto-fecundação seja possível em espécies auto-compatíveis, se existir uma demora no desprendimento do pólen ou quando o pólen é utilizado de flores de uma mesma árvore, o qual tem sua maturação em período de tempo diferente. Ressalta ainda que períodos longos de floração dos clones durante o ano promoveria o aumento de possibilidade de polinizações cruzadas entre os mesmos.

A floração irregular em alguns casos pode acarretar problemas nos resultados dos testes de progênes e na proporção de cruzadas e auto-fecundadas.

Freqüentemente auto-fertilização, devido à deficiência na polinização ou a um atraso na floração, é restringida pela competição entre tubos polínicos dentro do estigma. Isto favorece a polinização cruzada e cruzamento interespecíficos.

HADRES & KOSKI (1975) demonstram o efeito da endogamia em *Picea abies*, conforme pode ser observado na figura 1.

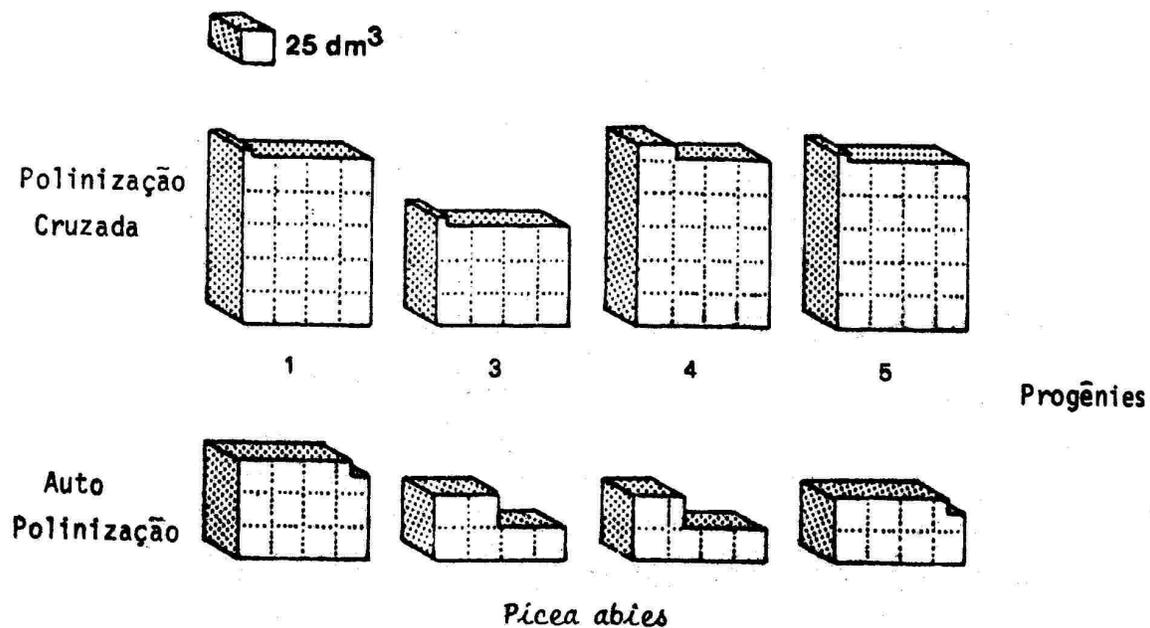


Figura 1 – Volume médio para 4 progênies de *Picea abies* aos 61 anos de idade.

FONTE: HADRES & KOSKI (1975)

Hodgson (1974), citado por TURNBULL (1975b), estudando a auto-polinização em *E. grandis*, em pomares de sementes com 40 clones, observou que quase todos os clones mostraram ser auto-fertilizáveis em vários níveis. Uma estimativa da auto-fertilização tem sido observada variando de 10 – 39% durante as várias épocas de florescimento (sazonal). A produção relativa de sementes oriunda da auto-fecundação variou de 2 – 20%, quando comparadas com aquelas oriundas de polinização cruzada.

Franklin (1968), citado por DORMAN (1976), estudando o efeito da auto-fecundação sobre as sementes produzidas, verificou que um índice de 14,3% foi obtido para a viabilidade da semente de 75 famílias auto-fecundadas, e para as 75 famílias de *P. taeda* que foram intercruzadas se obteve um índice de 74,2% de sementes viáveis.

JONSSON, EKBERG & ERIKSSON (1976) observaram que a freqüência da auto-fecundação para a maioria dos clones, em pomares de *P. sylvestris* na Suécia, foi baixa, entretanto foram extremamente alta para o caso específico de 2 clones.

Segundo NIKLES (1975), é desejável minimizar a auto-fecundação e maximizar a polinização cruzada no pomar. Tem sido observado que a maior proporção de pólen receptado por uma determinada árvore, de espécie polinizada pelo vento, vem de sua vizinhança.

4. DESENVOLVIMENTO E DIFERENCIAÇÃO DO EMBRIÃO

O desenvolvimento do embrião é influenciado pelos fatores genéticos e/ou ambientais.

Buchhols (1946), citado por *BARNER (1975)*, mostra que mais de 98% das sementes de *Pinus* spp. possui um só embrião maturo, mas ocasionalmente podem ter mais de um embrião por semente. *Berlyn (1962)*, citado por *BARNER (1975)*, verificou a ocorrência de 4 embriões por sementes em *P. lambertina*, *P. cembra* e *P. strobus*, onde uma progressiva redução no tamanho e desenvolvimento do embrião foram observados em algumas sementes. *Nelson (1941)*, citado por *DORMAN (1976)*, observou anormalidades nas sementes, caracterizada pela poliembrião (2 ou mais embriões na mesma semente) em *P. taeda*, *P. elliottii* e *P. echinata*. Relata ainda que embriões gêmeos são normalmente orientados na mesma direção no interior da semente, e a ponta da raiz ou radículas emergem da semente de um mesmo ponto. Entretanto, são raros os casos em que os embriões estão invertidos no interior da semente. Assim, uma muda oriunda dessas sementes poliembriônicas seria aparentemente anormal. Os 2 tipos de poliembrião em coníferas foi bem descrito por *Chamberlain (1935)*, citado por *DORMAN (1976)*.

Muller-Olsen & Simak (1954), citados por *BROWN (1971)*, a través de desenvolvimento de técnicas não destrutivas de radiografia, examinando embriões e endospermas de sementes de *Pinus* sp. definiram 5 classes de embriões e 2 de endospermas. Na classe 0 a semente não possuía endosperma ou embrião; na classe I a semente possuía endosperma mas não possuía embrião; na classe II a semente possuía endosperma e um ou mais embriões pequenos; na classe III a semente possuía endosperma e um embrião; e na classe IV as sementes eram completas na sua formação. As 2 classes de endospermas foram: Classe A – quando o endosperma preenchia a cavidade da semente e absorvia bem o raio-X; e classe B – quando o endosperma não se desenvolvia completamente, apresentando-se contraído e deformado. *Buszewics et alii (1955)*, *Gustafsson (1954)*, *Anderson (1965)*, citados por *DORMAN (1976)*, relatam que a proporção da classe IV de sementes decresce com o aumento da latitude e altitude da origem das sementes, mostrando desta forma o efeito do ambiente no desenvolvimento do embrião. Quanto aos fatores genéticos, estariam envolvidos genes letais causando um colapso no desenvolvimento do embrião. Por outro lado, ocorrendo a auto-polinização, haveria um aumento na homozigose (combinações homozigóticas de genes recessivos deletérios), a qual afetaria o desenvolvimento do embrião (*DORMAN, 1976*). A auto-fecundação em *P. sylvestris* aumenta a proporção das classes 0-III (*Ehrenberg & Simak, 1957; Plym Forshell, 1953; Ehrenberg et alii, 1953;* citados por *DORMAN, 1976*).

No entanto, a poliembrião arquegonial também poderá ocorrer. *Sarvas (1962)*, citado por *DORMAN (1976)*, relata que óvulos de estróbilos de *P. sylvestris* podem conter um, dois ou três arquegônios, tubos capazes de receber o tubo polínico, onde, como resultado de um abundante suprimento de pólen, ocorrerá a polinização múltipla, assim resultando a poliembrião. Neste caso o nº de embriões abortados seria menor que o nº de sementes viáveis, desde que houvessem chances de desenvolvimento para o embrião, ou seja, se um embrião não conseguisse se desenvolver, haveria uma outra oportunidade para o desenvolvimento de outro embrião no mesmo óvulo. Por exemplo, se a mortalidade do embrião é 30%, a porcentagem de sementes viáveis, quando o óvulo tem um só arquegônio, seria de 30%; e no caso do óvulo possuir 2 arquegônios, a porcentagem de sementes viáveis seria de apenas 9%.

5. MATURAÇÃO DO FRUTO E DA SEMENTE

O tempo para a maturação do fruto e da semente variam entre espécies e entre indivíduos de uma mesma espécie, bem como a época em que se verifica essa maturação, a qual depende das condições ambientais locais. Como já visto, durante o período entre a polinização e a maturação do fruto e semente, uma ampla variação de causas podem provocar a queda dos frutos ou, na sua sobrevivência devido a óvulos defeituosos, aborto do óvulo ou do embrião (Sweet, 1963; citado por PHARIS, 1976; SWEET & KRUGMAN, 1977).

Condições atmosféricas tais como dias quentes, secos e ensolarados e o acúmulo de nutrientes armazenados também favorecem o amadurecimento do fruto e da semente. Allen (1958), citado por MATTHEWS (1963) tem observado uma considerável variação na qualidade das sementes e período de tempo necessário para a maturação do fruto e semente, em árvores individuais e talhões de uma mesma espécie.

Dorman & Barber (1956), citados por DORMAN (1976), determinaram o período de tempo gasto para a maturação dos cones de *P. taeda*, *P. elliottii* e *P. palustris*, e em época se dava a maturação das sementes (mesmo padrão utilizado para a floração), onde foi observada uma variação entre árvores dentro de cada espécie, e de ano para ano, no tempo necessário para a maturação das sementes.

Diversos autores têm observado que a maturação fisiológica da semente ocorre quando o seu peso seco atinge um valor máximo. Esse fato é de suma importância para se estabelecer o momento de coleta dos frutos, principalmente devido às perdas decorrentes da abscisão dos mesmos. Segundo BROWN (1971), a abscisão dos frutos pode ocorrer a qualquer momento após a polinização. Entretanto, a sua queda é normal após se verificar a maturação real dos mesmos. No entanto, verifica-se grande perda de sementes ocasionada pela abscisão dos frutos.

6. PROBLEMAS QUE OCORREM NA PRODUÇÃO DE SEMENTES

Até agora, neste trabalho já foram abordados os diversos fatores que influenciam a iniciação e desenvolvimento dos órgãos reprodutivos (floração), até a sua maturação. Além disso, os aspectos mais importantes com relação à dispersão do pólen e receptividade da flor também foram levantados, mostrando a sua importância na iniciação do processo de polinização.

Entretanto, a ocorrência equilibrada e abundante da floração não significa que uma boa produção de sementes viáveis será alcançada. Isso devido aos vários fatores que controlam e interferem nos processos de polinização, fertilização do óvulo, desenvolvimento do embrião e da semente, e maturação do fruto e da semente.

Assim, muitos pesquisadores tem procurado investigar quais as causas que provocam uma redução na produção de sementes viáveis, e em que fase da produção de flores e de sementes elas são mais efetivas.

6.1. Genéticos

6.1.1. Diferenças Genéticas

Diversos autores têm observado a existência de uma considerável variação, para um determinado local, na floração e conseqüente produção de sementes entre árvores. Varnell et alii (1967), citados por DORMAN (1976), relata que em

plantações de *Pinus* spp., manejados intensivamente na Flórida - USA, houve uma forte correlação entre os fatores hereditários, ambientais e a floração na produção de sementes. *DORMAN* (1976) ressalta que, se árvores jovens têm um adequado crescimento em um determinado espaçamento, os fatores genéticos são os parâmetros mais importantes no controle da floração. *SHOULDERS* (1967), estimulando a floração em *P. palustris*, observou que o fator capacidade de florescer foi o mais relevante dentre aqueles que influenciaram e estimularam a floração feminina. *Larsen* (1966), citado por *HEDEGART* (1975, relatou que a idade inicial de floração tem sido com. provada estar sob forte influencia genética. Por exemplo, na Tailândia tem-se observado plantas florescendo aos 3 meses de idade em viveiro, enquanto outras com 27 anos ainda não produziram flores. Segundo esse mesmo autor, a qualidade e quantidade de frutos produzidos dependem de um grande número complexo de fatores, sendo o genótipo da planta, idade e tamanho os principais dentre outros. *VARWELL et alii* (1967) reportam ainda que a variação entre árvores sugere que fatores endógenos, onde alguns presumivelmente são hereditários, influenciaram a produção de cones e de sementes em pomares de *P. elliotii*, nos U.S.A.. Mas os fatores endógenos ou diferentes os quais estão envolvidos na produção de estróbilos femininos e de frutos não são aqueles mesmos que influenciam o número de sementes por cone e a porcentagem de sementes viáveis em *P. elliotii*. Neste caso, a precipitação, temperatura e dimensões de árvores não influíram na produção de cones, no número de sementes viáveis por cone ou no numero de sementes por cone. Assim, a importância relativa dos fatores endógenos enfatiza o papel da fisiologia e herança na produção de cones e sementes de *P. elliotii*.

CRAPERON (1977) destaca que o ponto essencial é a grande variabilidade nas datas de floração em *Eucalyptus*. Essas datas variam de acordo com a espécie, dentro da espécie, clone e árvore.

MORA & FERREIRA (1978) encontraram para o *E. urophylla*, uma variação extremamente alta no comportamento dos clones e seus enxertos em relação à intensidade de frutificação (desde clones que não florescem até clones que florescem o ano todo).

ELDRIGE (1976) afirma que existe uma variação individual na floração do *E. deglupta*. Completando essa observação, *ASHTON* (1975) ressalta que a variação individual na floração encontrada em *E. regnans* é função do local e idade da árvore.

SPRAGUE et alii (1979) destaca que o mais importante fator afetando a produção de sementes é a inerente habilidade do clone produzir flores. A variação genética tem sido constatada como o fator mais importante afetando a produção de estróbilos femininos em *P. palustris*. Experiências mostram que 20% dos clones produziram 80% das sementes em um pomar jovem.

Bilan (1960), *Crocker* (1964), *Hocker* (1962), *Shoulders* (1967), *Stephens* (1967) apontam que a floração discrepante entre árvores é resultado de diferenças na herança das mesmas (citados por *SCHULTZ*, 1971).

As características de herdabilidade não só são importantes aquelas em que promoverão uma melhor floração e produção de sementes, como também aquelas em que se manifestarão resistentes contra as condições adversas do meio (temperatura, umidade, solo, etc.), e principalmente resistência ao ataque de pragas e/ou doenças.

BARNES & MULLIN (1974), na Rodésia, em pomares de *P. elliotii*, *P. taeda*, *P. patula* e *P. kesiya* verificaram que haviam diferenças clonais no período em

que ocorria o pico de floração, exceção feita ao *P. kesiya*. Outro dado interessante levantado por esses mesmos autores para *P. taeda* e *P. kesiya* é que o melhor produtor de cones não é o melhor produtor de pólen e vice-versa.

VARNELL et alii (1975) estudaram a variação e herdabilidade de frutificação em *P. elliotii* var. *elliotii* e os resultados encontrados foram: $h^2 = 0,50$ (estaquia); $h^2 = 0,49$ (enxertia), e por progênie ($h^2 = 0,13$) no sentido restrito, enquanto que *Schimidling* (1974), em *P. taeda*, determinou entre $h^2 = 0,4$ e $0,7$ no sentido amplo.

Como exemplos, pode-se citar os resultados obtidos por *SUMMERVILL et alii* (1979), *HARE* (1979) e *GODDARD & ROCKWOOD* (1978). O primeiro autor estudando 10 clones, cada um representado por 5 enxertos, detectou em *P. palustris* diferenças entre clones tanto para o número de flores masculinas como femininas (Figura 2).

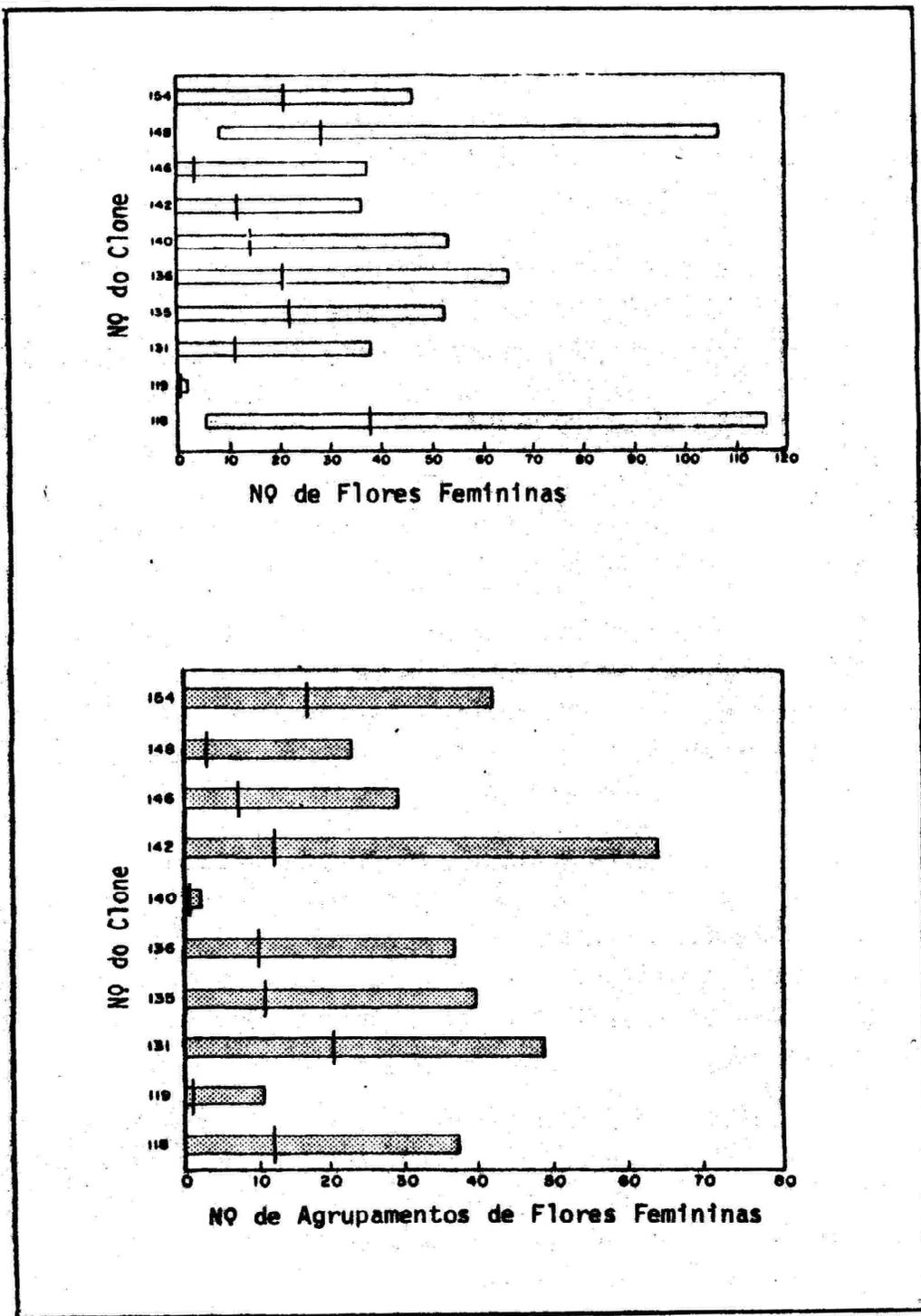


Figura 2 – Amplitude e média da produção do no de flores femininas para diferentes clones de *Pinus palustris*

FONTE: SUMMERVILL (1979)

HARE (1978) estudando a variação da floração em 5 famílias de *P. taeda*, sendo estas representadas por 8 árvores cada uma, encontrou altas variações entre e dentro de famílias, conforme a tabela 6.

Tabela 6 – Flores masculinas em *P. taeda*

FAMÍLIA	ÁRVORES FLORESCENDO (%)
4	50
21	75
18	87
17	62
15	100

FONTE: HARE (1979)

Já GODDARD & ROCKWOOD (1978) avaliaram a floração da 2ª. Geração em clones de *P. taeda* em pomares localizados em Illinois, após 7 anos de idade. Os resultados encontrados (Tabela 7) revelaram uma ampla diferença de comportamento em relação à floração.

Tabela 7 – Floração em *P. taeda* nos Illinois em 1977.

Clone Mãe		Progênie (Clonal)		
Nº	Produção de Cone (Taxado como)	% de Enxertos Florescendo	Flores por Enxerto Média	Enxerto Máxima
111-56	Bom	74	49.2	237
106-56	Bom	34	5.9	92
255-55	Bom	54	3.9	21
11-57	Médio	54	3.2	17
84-57	Ruim	11	2.8	34
16-57	Bom	24	1.9	21
240-55	Bom	12	1.2	31
242-55	Ruim	21	1.2	16
50-57	Bom	17	1.1	15
249-55	Bom	17	0.8	12
17-57	Ruim	11	0.4	7
257-56	Bom	6	0.3	9
1-56	Ruim	10	0.2	3
87-56	Bom	6	0.2	3
248-56	Bom	0	0.0	0

FONTE: GODDARD & ROCKWOOD (1978)

Face aos fatos evidenciados, a seleção dos clones para o estabelecimento do pomar de sementes deve se basear, principalmente dentre os parâmetros considerados no critério de seleção, na capacidade de florescer e na produção de sementes, já que o objetivo principal é este. No entanto, a seleção clonal para essas características de

floração e produção de sementes tem sido muitas vezes secundária e, em muitos casos, altamente negativa, devido à mesma se basear em outras características (forma, padrão de crescimento, qualidade da madeira, ramificação, etc.) (SWEET & KRUGMAN, 1977). Assim, é inevitável que ocorram dificuldades na obtenção de colheitas produtivas de sementes e, para algumas espécies, torna-se necessário o estabelecimento de extensos pomares para se obter pequenas produções de sementes.

6.2. Fisiológicos

6.2.1. Idade e dimensões das árvores

Árvores jovens comumente produzem baixas quantidades de sementes, entretanto, com o aumento da idade e tamanho da árvore, há um acréscimo, rapidamente, na produção de sementes (TURNBULL, 1975; HEDEGART, 1975; MATTHEWS, 1963; SCHULTZ, 1971; JONSSON & EKBERG & ERIKSSON, 1976; VARNELL 1976; DORMAN, 1976). Árvores mais velhas, as quais possuem copas mais amplas, são capazes de produzir um grande número de gemas florais, entretanto a produção pode estagnar-se ou declinar se houver um decréscimo no vigor da árvore (TURNBULL, 1975; Hocker, 1962; citado por MATTHEWS, 1963). Árvores grandes, com copas bem desenvolvidas, aparentemente devem possuir maior capacidade de produção de sementes devido a sua superioridade na utilização de nutrientes (MATTHEWS, 1963; TURNBULL, 1975), entretanto poderá ser ainda devido a outros fatores. Larson & Schulbert (1970), citados por TURNBULL (1975), bem como outros diversos trabalhos, tem sugerido que a produção de frutos aumenta com a idade e crescimento em diâmetro das árvores, onde, após ter atingido um limite, a produção de frutos começa a declinar, principalmente quando há uma queda no vigor das árvores, caso do *P. ponderosa*. Sementes de árvores dominantes, em florestas naturais ou implantadas, freqüentemente possuem maior potencial de viabilidade que aquelas sementes de árvores co-dominantes ou dominadas (TURNBULL, 1975).

TURNBULL (1975a) relata que a idade de produção de sementes em eucaliptos varia entre as espécies, porém pequenas quantidades são produzidas aos 5 anos de idade em algumas espécies. O tamanho da copa é um fator importante na qualidade e quantidade de sementes produzidas, onde observou-se que cerca de 80% do peso total de sementes ocorrem na classe dominante de copa de *E. regnans* e *E. delegatensis* (Cunningham, 1960; Jacobs, 1955). Árvores dominantes de *E. grandis* produzem mais sementes viáveis na germinação que as sementes de árvores co-dominantes e dominadas.

TURNBULL (1975), MATTHEWS (1963) relatam que a altura parece ter um efeito muito pequeno sobre a produção de sementes, bem menor que o efeito do diâmetro do tronco. Entretanto, HEDEGART (1975) reporta que na Tailândia, foi observado que a produção de frutos sofreu um acréscimo médio de 9% para cada 5 m acrescido na altura de *Tectona grandis*.

A relação entre a produção de sementes e tamanho da copa ou diâmetro, ou ambos, copa e diâmetro, tem sido demonstrada para muitas espécies de *Pinus* (Campelli, 1958; Fowells & Schubert, 1956; Grano, 1957; Hagner & Callin, 1959; citados por MATTHEWS, 1963) e também para outras espécies, como *Larix*, *Picea*, *Pseudotsuga*.

Devido o diâmetro do tronco e o tamanho da copa estarem geralmente relacionados para muitas espécies, o potencial de produção de sementes pode ser avaliado nas árvores com base no diâmetro ou volume do tronco. Entretanto, nem todas as árvores selecionadas por esses parâmetros serão boas produtoras de sementes (MATTHEWS, 1963). JONSSON, EKBERG & ERIKSSON (1976), observando a floração de *P. sylvestris*, verificaram que havia uma relação entre a produção de pólen e o diâmetro das árvores no pomar de sementes.

ALLEN (1963); Grano (1957), citado por MATTHEWS (1963), observaram um forte correlação entre a produção de cones e o tamanho das árvores, especialmente o diâmetro do tronco de *P. palustris*, enquanto que VARNELL (1976) não encontrou nenhuma influência das dimensões das árvores sobre a produção de cones, nº de sementes por cone e porcentagem de sementes viáveis, em *P. elliotii*.

6.2.2. Crescimento reprodutivo x Crescimento vegetativo

O crescimento reprodutivo parece provocar uma séria redução nas reservas alimentares, as quais estariam, na sua maior parte, suprindo o crescimento vegetativo, desviando-as para si a produção de flores, frutos e sementes (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972; SWEET & KRUGMAN, 1977; MATTHEWS, 1963). Huber & Van Jazewitsch (1956), citados por KRAMER & KOZLOWSKI (1972), revelaram que, para algumas espécies estudadas, foi observado uma redução nos anéis de crescimento da madeira em anos que ocorria boa produção de sementes. Entretanto, esse fato não foi observado por esses e outros pesquisadores, quando estudaram algumas outras espécies. Lomis (1935); Eaton (1931) e outros, citados também por KRAMER & KOZLOWSKI (1972), verificaram um acentuado crescimento radicular das plantas após se efetuar a coleta de seus frutos.

SWEET & KRUGMAN (1977); MATTHEWS (1963), mostram que a floração pode ser estimulada através de meios em que se apresentem desfavoráveis ao crescimento vegetativo. Técnicas seriam empregadas para eliminar a competição por nutrientes entre as estruturas reprodutivas e vegetativas, tais como o emprego de produtos químicos que pudessem controlar o crescimento vegetativo e favorecesse o reprodutivo, e também todas aquelas culturais empregadas comumente para atingir essa finalidade (poda da copa, raiz, anelamentos, “choque”- “stress”, etc.). Também deve ser dada importância para a eliminação da competição entre as próprias estruturas reprodutivas, o que é altamente desejável para a produção equilibrada de frutos nos vários locais da copa da árvore.

JONSSON, EKBERG & ERIKSSON (1976) relatam que a latitude desempenha um fator importante no crescimento reprodutivo x crescimento vegetativo, no caso do *P. sylvestris* há um aumento na frequência da floração e produção de sementes, com subsequente redução do crescimento vegetativo em latitudes mais Sul (Suécia), além de depender do site local. KEIDING (1975a), KELLISON (1969) realçam a importância na escolha do site adequado para o estabelecimento de pomares de sementes, onde aconselham a utilização de solos não muito férteis, devido ao fato dos mesmos fornecerem boas condições para o crescimento vegetativo.

Fielding (1960), citado por MATTHEWS (1963), estimou cerca de 16% do incremento médio anual de madeira, em peso seco, de *P. radiata*, crescendo em

site médio na Austrália, aos 40 anos de idade, são representados pelo pólen, cones e sementes.

6.2.3. Periodicidade na produção de sementes

A maior parte das espécies florestais apresenta uma periodicidade na produção de boas quantidades de sementes. Diversos trabalhos têm ressaltado essa periodicidade (TURNBULL, 1975; 1975a; KRAMER & KOZLOWSKI, 1972; SHOULDERS, 1967; VARNELL, 1969; KEIDING, 1975), mostrando uma variação também entre indivíduos dentro de uma espécie. A forma ou tipo de periodicidade mais comum é a bianual, entretanto não é regra geral. Por exemplo, a *Tectona grandis* apresenta boas produções de sementes a cada 3-4 anos (Murthy, 1973; citado por TURNBULL, 1975); 2-3 anos para *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. saligna* (Ashton, 1956; Cunningham, 1960; citados por TURNBULL, 1975a), 2 anos para *P. palustris* (SHOULDERS, 1967).

TURNBULL (1975) sugere que a causa para essa periodicidade na produção de sementes possivelmente seria devido à depressão de nutrientes armazenados e perda das folhas. Lester (1967), citado por BROWN (1971), sugere que pode ser devido a um curto período de tempo existente para a demanda de nutrientes, na iniciação dos primórdios florais, ocasionando assim essa lacuna entre os anos de boa produção. Tiren (1935), citado por MATTHEWS (1963), mostrou que a formação das gemas florais de *Picea abies* reduziu o potencial do desenvolvimento vegetativo, no qual são produzidas as gemas florais para a próxima estação de floração provocando, dessa forma, a periodicidade na produção de sementes. MATTHEWS (1963) também é da opinião que a periodicidade é provocada pelo esgotamento de nutrientes armazenados e perda das folhagens (crescimento vegetativo) que acompanham a produção de sementes.

Wenger (1957), Grano (1973), citados por VARNELL (1976), observando a periodicidade na produção de cones de *P. elliotii*, sugere que é controlada por reguladores internos da árvore.

KEIDING (1975a) e MATTHEWS (1963) relatam que a periodicidade na floração e produção de sementes dependerão, em larga escala, dos agentes externos, tais como agentes climáticos adversos, ataque de pragas e/ou doenças, pássaros e mamíferos (Eastman, 1960; romasov, 1957; Turcek, 1960).

6.2.4. Incompatibilidade na enxertia

A enxertia, como meio de se propagar plantas vegetativamente, tem-se mostrado experimentalmente como a técnica mais eficiente no estabelecimento de pomares de sementes clonais.

A enxertia tem revelado bons resultados para muitas espécies testadas, a qual proporciona uma floração em idades precoces (ZOBEL & McELWEE, 1964; MATTHEWS, 1963; TURNBULL, 1975b; KELLISON, 1969; DORMAN, 1976 e outros). Tem sido documentado que enxertos realizados no campo tem promovido floração precoce e mais abundante que aqueles realizados no viveiro em recipientes e pelo método de encostia. Talvez, isso seja devido à alteração do potencial reprodutivo ou devido a um desenvolvimento mais lento dos enxertos realizados no viveiro e aqueles feitos pela encostia (Koenig, 1968; citado por KELLISON, 1969).

Desde que a união dos tecidos do enxerto e porta-enxerto seja completa, e uma boa nutrição do enxerto seja obtida, serão produzidas plantas vigorosas.

Entretanto, quando a enxertia é utilizada em larga escala nos pomares de sementes, o problema de incompatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto é freqüente, e pro vezes muito sério. *Lantz (1973)*, citado por *DORMAN (1976)*, notifica sobre um levantamento realizado sobre 31 pomares de sementes de *P. taeda* nos U.S.A., onde somente uma média de 22% dos clones enxertados sobreviveram. *Otherbach (1963)* reporta um outro levantamento onde cerca de 11% dos clones tiveram seus floemas bloqueados, e desses, 7,5% não conseguiram sobreviver. *Messe (1962)* tem discutido sobre os problemas de incompatibilidade na enxertia de *Pinus* do sul dos U.S.A. (*DORMAN, 1976*).

Segundo *BARNES & MULLIN (1974)*, constatou-se que o porta-enxerto desempenha importante função na produção de frutos, os quais podem controlar o tamanho das árvores enxertadas e a natureza do fruto produzido. Entretanto, poucos estudos tem sido feitos neste campo, visando comprovar esses fatos, principalmente devido à dificuldade de enraizamento de estacas, como é o caso de *Eucalyptus* spp., a qual proporcionaria de modo rápido e econômico meios para a seleção de porta-enxertos. No entanto, para espécies que não apresentam dificuldades no enraizamento, isso poderia ser obtido.

Com relação à origem do propágulo, aqueles que são coletados da metade inferior da copa da árvore possuem maior capacidade de produção de cones. Também, que propágulos oriundos de árvores propagadas vegetativamente (rametes) provavelmente são mais produtivos que aqueles oriundos de árvores oriundas de sementes (ortetes)(*MATTHEWS, 1963*).

Entretanto, a incompatibilidade resultante de enxertia não se constitui um grave problema. A seleção de clones, com o objetivo de repor aqueles não bem sucedidos, deve ser feita no ato de planejamento do pomar de sementes.

MATTHEWS (1963) comenta que diferenças básicas na floração, produção de frutos e sementes viáveis mostradas pela maioria das plantas são notadas quando se utiliza material vegetativo de árvores adultas.

6.2.5. Idade e localização do propágulo na copa da árvore

Diversos autores têm afirmado que a coleta do material vegetativo (propágulo) para a enxertia deve ser feita na metade superior da copa da árvore, local esse que recebe maior quantidade de luz e, portanto, livre de competição entre as copas das árvores. Não só esse cuidado é recomendado, como também a coleta de material vegetativo recém-produzido pela árvore.

Estas recomendações estão baseadas em estudos desenvolvidos para verificar o comportamento do enxerto e porta-enxerto após a enxertia, principalmente com relação aos problemas que causam a incompatibilidade entre ambos, desenvolvimento anormal e a não presença de floração.

Boden (1968), citado por *TURNBULL (1975b)* tem mostrado que, para a maioria das espécies de eucaliptos, material vegetativo de brotações adultas enxertados sobre mudas tem resultado numa boa produção de sementes em curto período de tempo.

DORMAN (1976) também observou que material vegetativo juvenil, oriundo de brotações de mudas de polinização controlada ou de árvores plus, produziram

mais estróbilos masculinos que material fisiologicamente adulto, além de não observar nenhuma diferença na produção de estróbilos femininos de *P. taeda*, nos U.S.A..

Entretanto, para algumas espécies, verifica-se que, após esse material vegetativo juvenil (recém produzido pela árvore) ser enxertado, apesar de apresentar um desenvolvimento aparentemente normal, a floração masculina é muito baixa ou, quase sempre, inexistente. As razões possíveis para explicar tal fato não estão bem escalarecidas, havendo muita controvérsia ainda acerca desse fato. Wareing & Morby (1963), citados por SWEET & WILL (1965), relatam que a iniciação da floração masculina, baseada no alcance de um determinado grau de envelhecimento para a sua ocorrência, argumento esse utilizado por muitos pesquisadores para explicar a ausência da floração masculina nas fases iniciais, é suficientemente complexo para sobrepor às condições de competição por nutrientes entre os constituintes das gemas. Em resumo, esses autores, bem como SWEET & WILL (1965) que observaram a floração em *P. radiata* na Nova Zelândia, sugerem que a floração masculina mais rápida que a normal pode ocorrer após a enxertia, a qual restringe o suprimento adequado de nutrientes para o enxerto.

Nikles (1973), citado por KEIDING (1975a), aponta técnicas de propagação vegetativa e outras para a aplicação dentro dos estágios de desenvolvimento das árvores, as quais promovem simultaneamente a floração masculina e feminina em pomares clonais de coníferas.

6.3. Ambientais

As variações das condições ambientais, influenciando nos processos fisiológicos das árvores, resultam numa variação da produção de sementes (TURNBULL, 1975). NIKLES (1975) ressalta que há necessidade de um maior e melhor conhecimento dos fatores ambientais que influenciam a produção de sementes, onde alguns pomares de *P. patula*, *P. raedata* e *P. caribaea* com baixa ou nenhuma produção de sementes foram verificados, devido estarem localizados em sites inadequados.

6.3.1. Fatores climáticos

KEIDING (1975) relata que muitas espécies em climas tropicais úmidos, com mudanças pronunciadas nas estações do ano, podem ter uma floração e produção de sementes mais contínua durante o ano que aquelas espécies crescendo em climas temperados e sem variações de estações. Sweet (1975), citado por KEIDING (1975a), aconselha a escolha apropriada do site, o qual deve possuir condições climáticas favoráveis para promover uma boa floração e produção de sementes. Da mesma forma, HEDEGART (1975) relata que a qualidade e quantidade das sementes produzidas dependem, em grande parte, das condições climáticas locais, além de outros fatores mais complexos.

JONSSON, EKBERG & ERIKSSON (1976) apresentam resultados de porcentagem de perdas de estróbilos femininos, durante a receptividade e desenvolvimento dos frutos, num período de 4 anos de observações em pomares de *P. sylvestris*, na Suécia.

Tabela 8 – Porcentagem de decréscimo no número de estróbilos femininos em pomares de sementes de *P. sylvestris*.

Ano	% decréscimo de nº estróbilos femininos durante		Redução Total
	Receptividade	Desenvolvimento dos cones	
1972	4,00	-	-
1973	7,88	- 15,89	22,53
1974	10,21	25,60	33,20
1975	61,79	-	33,20

FONTE: JONSSON, EKBERG & ERIKSSON (1976).

Segundo esses autores, os dados de 1972-1975 indicam que o decréscimo no número de estróbilos femininos ocorreu principalmente durante a receptividade e desenvolvimento dos cones. A porcentagem de estróbilos femininos perdidos durante a receptividade, no ano de 1975, foi extremamente alta e, provavelmente, devido ao desenvolvimento lento e demorado causado pelas condições atmosféricas não favoráveis. Além disso, concluíram que o estágio de receptividade dos óvulos proporcionou condições para a fertilização somente por 3 dias, onde no primeiro dia essa contribuição foi de 4-5 vezes mais efetiva que no segundo dia.

VARNELL (1976), estudando o efeito da dimensão da árvore e fatores climáticos na produção de cones e sementes de *P. elliotii*, nos U.S.A., observou também que a proporção de cones maduros depende da produção que ocorre 18 meses antes, e da sobrevivência dos estróbilos femininos durante o período seguinte até a maturação em 1962; 80% da produção de estróbilos femininos em 1965 atingiram a maturação em 1966; e quase 100% dos estróbilos femininos produzidos em 1967 e 1968 atingiram a maturação em 1968 e 1969.

6.3.2. Fatores edáficos

KEIDING (1975a); KELLISON, (1969) enfatizam a importância dos fatores edafo-climáticos na escolha do local para se estabelecer os pomares de sementes, devido a sua influência sobre a produtividade do pomar. A textura e estrutura do solo são considerações importantes, devido a sua influência no desenvolvimento da planta, e também com relação ao suprimento de água disponível durante o ao e a drenagem do mesmo. O tipo de solo desejável é aquele com fertilidade média, porém não é requisito fundamental, pois, poderá sofrer fertilizações minerais quando possuir baixa fertilidade. No entanto, solos altamente férteis não são apropriados para a produção de sementes, devido os mesmos favorecerem o crescimento vegetativo.

Outras propriedades que devem ser consideradas são: a) profundidade – solos mais profundos são considerados mais adequados à produção de sementes, devido à maior área de exploração de nutrientes em água pelas raízes; b) aeração; c) compactação; e d) presença de microrganismos no solo, em níveis elevados, e conforme a relação C/N poderá haver a competição por nutrientes, prejudicando a floração e a produção de sementes.

6.3.3. Localização geográfica

Um dos fatores predominantes para se obter uma boa floração e produção de sementes é a escolha adequada do site onde será estabelecido o pomar de sementes (DORMAN, 1976; KEIDING, 1975a e muitos outros). SWEET & KRUGMAN (1977) verificaram que o estabelecimento de pomares de *P. radiata* na Nova Zelândia, em sites adequados, produziram cerca de 7 vezes mais cones que em sites médios, e 40 vezes mais que em sites pobres. Da mesma forma observaram Florence & McWilliam (1956), citados por DORMAN (1976), em pomares de *P. elliottii* e *P. taeda* nos U.S.A..

A escolha adequada do site não só aumentará o nível de floração e produção de sementes, como também poderá reduzir a periodicidade na floração, reduzir a competição entre as estruturas vegetativas e principalmente promover a floração em idade precoce das árvores (SWEET & KRUGMAN, 1977).

A importância da escolha de um site adequado para a produção de sementes é demonstrado por SWEET (1975) que analisou a produtividade do *P. radiata* em 129 sites na Nova Zelândia. Cada parcela foi representada por 7 árvores, cuja colheita de sementes foi feita aos 5 anos de idade. Os resultados obtidos (Figura 3) revelam a existência de poucos sites com ótimas produções.

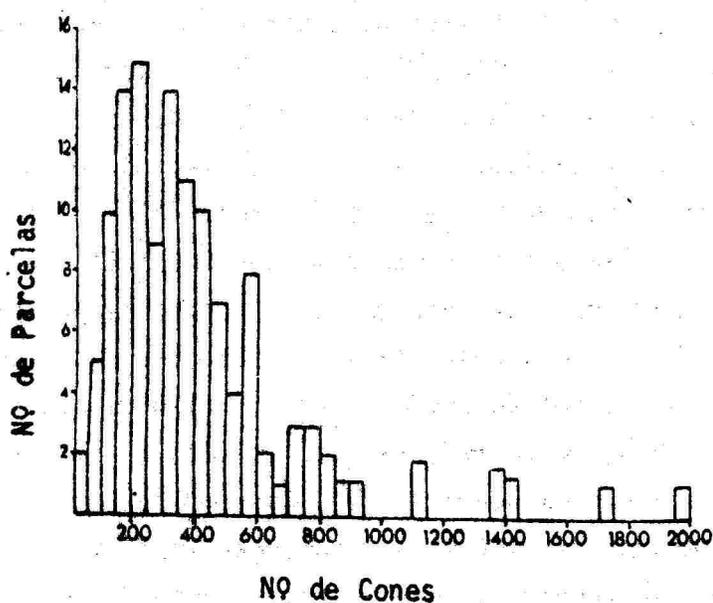


Figura 3 – Histograma da frequência de parcelas referentes à produção de cones em *Pinus radiata*.

FONTE: SWEET (1975).

Outros parâmetros devem também ser considerados na escolha do local, tais como: acesso durante todas as estações do ano, permissão para aplicação dos tratamentos culturais (topografia), condições ideais de clima, bom suprimento de água, etc. (KELLISON, 1969).

Contudo, mesmo quando os pomares de sementes são estabelecidos em um site uniforme, haverá ainda uma grande variação na floração e frutificação, onde

alguns clones não apresentarão flores nos primeiros anos (*Hadders & Ahgren, 1958; Johnson, 1961; Simak et alii, 1954; Johnson & Kiellander & Stefansson, 1953; citados por MATTHEWS, 1963*).

6.4. Silviculturais

6.4.1. Espaçamento

Os espaçamentos utilizados para a produção de sementes variam desde 3 x 3 m até 12 x 12 m; entretanto, variam de espécie para espécie, e com a região (solo e clima). *KEIDING (1975a)* tem observado espaçamento de 5 x 5 m para coníferas de clima temperado, 9 x 9 m para *Pinus* spp. e 12 x 12 m para *Tectona grandis* na Tailândia, e que espaçamentos devem ser adequados para o livre desenvolvimento das copas das árvores. Além disso, o autor enfatiza a necessidade de se utilizar espaçamentos iniciais menores pelas seguintes razões: a) para proporcionar melhores condições para a polinização entre os clones; b) maiores quantidades de sementes poderiam ser colhidas antes das árvores atingirem um amplo tamanho; c) o desbaste aumentaria o espaço entre os clones, de forma irregular talvez, e portanto espaçamentos mais amplos estabelecidos poderiam resultar em aberturas maiores entre árvores, além de aumentar os custos de manutenção (capinas, etc., e talvez fosse susceptível à erosão devido ao não entrelaçamento das copas das árvores).

KELLISSON (1969) também defende a idéia de estabelecimento de pomares em espaçamentos iniciais dobrados em relação ao espaçamento final do pomar. Citando *Godard (1965)*, *Nilsson & Wiman (1967)* relatam que experiências tem mostrado que a metade das árvores dos pomares tem sido perdida devido à incompatibilidade, genótipos inferiores e outras causas. Assim, se essas perdas ocorrerem em pomares com amplos espaçamentos entre as árvores, o pomar tornar-se-ia altamente improdutivo. Além disso, um outro fator favorável à utilização de espaçamentos iniciais menores nos pomares é a escassez de pólen nos primeiros anos, comum para muitas espécies.

NIKLES (1975) relata que muitas espécies necessitam muito espaço para uma abundante floração num pomar de sementes. Para algumas espécies tropicais, por exemplo o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, espaçamentos de 5 x 5 m são aceitáveis, nos quais a floração ocorre em idades precoces, em geral 2 – 3 anos após o plantio.

DORMAN (1976) reporta que, na Austrália, a máxima produção de sementes por árvore de *P. taeda* e *P. elliottii*, entre 13 e 16 anos de idade, em espaçamentos 9 x 9 m, é da ordem de 0,9 kg e 0,5 kg sementes viáveis por árvores, respectivamente. Também foi observado que a produção de pólen acompanhou a relação produção de cones e espaçamentos.

Observações para determinar a relação entre a produção de sementes e o espaçamento, em talhões de *P. elliottii* e *Araucária cunninghamii*, com idade entre 12 – 18 anos, e densidade de 124 – 1976 árvores/ha (50 – 800 árvores por acre) (*Florence & McWilliam, 1956*), têm sido feitas.

Esses mesmos autores, citados por *DORMAN (1976)*, concluíram que a densidade de árvores/ha para uma máxima produção de cones/árvore é muito menor que aquela para a máxima produção de cones por ha. Além disso, a produção de pólen é maior em espaçamentos maiores, refletindo na produção de uma maior quantidade de sementes viáveis por cone (*TURNBULL, 1975*), a qual pode ser devido a um maior tamanho das copas das árvores. *KEIDING (1975)* observa que, em geral, árvores individuais produzem

maiores quantidades de sementes imediatamente após a abertura do espaçamento, devido a subsequente liberação da copa da árvore, porém não se sabe se esse efeito é permanente e que é provável que a produção de sementes por árvore aumente, mas o quanto disso afeta o total da produção, por unidade de área, não é muito bem conhecido ainda.

SMITH (1966), estudando a floração em plantações de *P. palustris*, com 5 – 6 anos de idade (U.S.A.), e a influência dos tratos culturais na floração, observou que o espaçamento 3 x 3 m o desenvolvimento das plantas foi mais vigoroso e mais rápido, além da floração precoce das árvores, do que naqueles povoamentos plantados no espaçamento 1,8 x 1,8 m e em site semelhante àquele, aos 12 anos de idade, onde poucas árvores haviam iniciado a floração nesta idade.

Entretanto, determinada importância deve ser dada ao espaçamento das árvores, o qual poderá limitar a polinização cruzada, podendo originar um aumento do grau de auto-polinização das árvores no pomar de sementes.

6.5. Danos causados por fungos, insetos, pássaros e mamíferos

Após a planta sobrepujar os fatores para florir, ela está sujeita a uma outra série de fatores durante a fase de desenvolvimento dos botões florais, período de floração, polinização, fertilização e amadurecimento dos frutos, concorrendo para diminuir a produção final.

Diversos autores, tais como *TURNBULL (1975)*; *KEIDING (1975a)*; *CHAIKLOM (1975)*; *TURNBULL (1975a)*; *WAKELY, WELLS & CAMPBELL (1966)*; *VARNELL (1976)*; *SWEET & KRUGMAN (1977)*; *SCHULTZ (1971)*, e muitos outros, são unânimes ao relatar a importância dos insetos, pássaros, mamíferos e alguns fungos patógenos causando enormes danos nas flores, frutos, sementes e madeira de diversas espécies florestais nos U.S.A.

Coyne (1957) relata a coleta de 24 espécies de insetos, dentre as ordens principais (mariposas, besouros e dípteros) destruidores das 4 espécies mais importantes de *Pinus* do sul, nos U.S.A.. *Yearian & Varren (1964)* listaram 34 espécies de insetos que atacam os cones de *P. taeda* e *P. echinata*, os quais se alimentam das brácteas e escamas dos cones. *Cadê & Heikkinen (1965)* verificaram uma mariposa causando perdas potenciais em botões florais de *P. taeda* e *P. echinata* (citados por *DORMAN, 1976*).

TURNBULL (1975) relata que em regiões tropicais os insetos podem provocar danos em maiores proporções que aqueles ocasionados pelas condições atmosféricas, em eucaliptos. *Lester (1967)*, citado por esse mesmo autor, relata perdas de até 60% na produção de cones de *P. ponderosa*, que ocorrem entre o 1º e o 2º ano de produção, causada pelos insetos.

CHAIKLOM (1975) listou as principais ordens de insetos que atacam *Tectona grandis* e *Pinus* spp., Lepidóptera, Coleóptera, Homóptera, Hemiptera e Díptera, salientando ainda a importância dos danos na produção de flores, frutos e sementes causados pelos insetos, em *P. kesiya*, *P. merkusii*, *P. patula*, *P. taeda*, *P. elliotii* e *P. caribaea*, em Bangkok.

TURNBULL (1975a) relata as perdas potenciais na colheita de sementes, principalmente devido à queda dos botões florais ocasionada pelos insetos na Austrália. Os insetos depositam seus ovos nas flores durante o desenvolvimento da cápsula, onde as larvas se alimentam dos óvulos fertilizados, ocasionando perdas da ordem de 15 – 20% na viabilidade das sementes.

ASHTON (1975) estimou as perdas de botões, flores e frutos para o *E. regnans*, as quais atingiram 89%. Estas perdas foram provocadas pelo ataque de insetos, fungos, pássaros e abscisão natural, enquanto que MORA & FERREIRA (1978) encontraram 55%, em média, para clone de *E. urophylla* instalados em Piracicaba.

Merkel (1958), citado por NORMAN (1976), relata os danos causados pelo *Cronartium strobilum* (cone rust), o qual proporciona condições favoráveis para a postura de ovos de mariposas em cones de *P. taeda* e *P. elliotii*, e que essa infecção ocorre durante o período de polinização.

TURNBULL (1975a) tem observado que determinados fungos tem causado danos às flores e outras partes das árvores de *Eucalyptus* spp.

Tem sido relatado também danos causados pelos mamíferos, principalmente roedores, em frutos e sementes de *Pinus* e *Eucalyptus* (KEIDING, 1975a; TURNBULL, 1975a). varnell (1976) observou danos na produção de sementes em pequena escala, somente no mês de agosto, causados por esquilos.

TURNBULL (1975) relata que na Austrália, tem sido observado a destruição da maior parte das flores das árvores de *E. grandis* pelos papagaios, em determinadas ocasiões.

Debarr (1969), citado por SCHULTZ (1971), reporta que tripés (*Gnophothrips piniphilus*) podem infectar e causar danos superiores a 30% nas flores, em estágios iniciais de desenvolvimento, em pomares de sementes de *P. elliotii* e outras espécies de *Pinus*.

A periodicidade na floração e produção de sementes, em parte poderá ser amenizada através da proteção dos pomares de sementes contra os agentes climáticos desfavoráveis, contra os pássaros, animais, insetos e outros patógenos (MATTEWS, 1963).

KELLISON (1969) recomenda a escolha de locais para o estabelecimento de pomares de sementes, onde a ocorrência de doenças e/ou pragas e ataques de animais seja baixa ou inexistente.

Os meios de proteção dos pomares de sementes contra os insetos devem ser criticamente analisados, principalmente o uso de inseticidas. Se possível, recomenda-se o controle biológico da área ao invés do controle químico (KEIDING, 1975a; DORMAN, 1976). Em relação às medidas de controle, CHAIKLOM (1975) realça os cuidados a serem tomados para não afetar aqueles insetos responsáveis pela polinização e aqueles inimigos naturais da praga. Enfatiza também que a combinação do controle biológico e químico, com a aplicação de inseticidas seletivos, e o controle cultural com a seleção de variedades resistentes, os quais podem ser um meio eficiente no combate aos insetos e outros patógenos.

DORMAN (1976) indica vários produtos, dosagens, forma e época de aplicação, equipamentos para a aplicação, equipamentos para a aplicação que podem ser utilizados no controle químico de insetos e patógenos que danificam flores, frutos e sementes dos *Pinus* do Sul nos U.S.A.. Ressalta ainda que o controle dos fatores ambientais é difícil, exceto para áreas manejadas para a produção de sementes, onde as mesmas deverão ser localizadas em regiões onde a probabilidade de perdas devido ao ataque de pragas e/ou doenças seja baixa. Além disso, tem mostrado que os programas americanos no controle de doenças e/ou pragas vem obtendo relativo sucesso, e o desenvolvimento de produtos químicos e equipamentos para a aplicação tem sido mais efetivo e obtidos, cada vez mais, a custos mais baixos.

Por exemplo, nos pomares de sementes os inseticidas são aplicados em árvores com 4 anos de idade, num raio de 2,5 m, na quantidade de 28 a 56 kg/ha (25 – 50 libras/acre) de Thimet e 56 kg/ha de Di-Syston, com um controle de 96 – 100% no ataque de insetos de 2ª e 3ª gerações (DORMAN, 1976).

WAKELY, WELL & CAMPBELL (1966) relatam que a aplicação de inseticidas sistêmicos é feita conjuntamente com a pulverização de pólen nos pomares de sementes para a produção de híbridos de *P. echinata* X *P. elliottii* (mistura de pólen + inseticida), a qual é aplicada com pulverizadores.

No Texas, os cones das árvores são protegidos contra os esquilos, pela colocação de tiras de alumínio ao redor do tronco da árvore.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de sementes de espécies florestais, que envolve diversas fases desde o início da gema floral até a maturação da semente, é um sistema bastante complexo, exigindo conhecimentos básicos tanto sobre a biologia da floração e frutificação como acerca dos fatores que afetam esses processos, para a produção de sementes de qualidade superior, qualitativa e quantitativamente.

Como as espécies respondem diferentes quanto à produção de sementes, as extrapolações não podem ser feitas quando se passa de uma para outra espécie. Isso se torna ainda mais importante quando se considera que os principais conceitos nesse campo foram emitidos principalmente em função de estudos com espécies de clima temperado, fazendo com que se tenha cautela na sua utilização e, mais ainda, impelindo-nos à realização de pesquisa com as espécies de climas tropicais e subtropicais.

Os estudos básicos já realizados e que vêm sendo conduzidos tem revelado que muitos problemas existem em relação à produção de sementes florestais, e que ainda estamos muito distantes do total aproveitamento dos recursos disponíveis para a produção racional de sementes com nossas espécies potenciais. Isso vem mostrar o campo aberto e a necessidade da pesquisa nessa área, principalmente para as espécies que tem apresentado problemas quanto à floração em determinadas situações, tal como vem ocorrendo com variedades de *P. caribaea* no Estado de São Paulo e com o *E. dunnii* no sul do Brasil.

Dessa forma, uma visão global de como se dá a floração e a frutificação nas espécies florestais de importância permite melhor identificar as possíveis causas de falhas na produção de sementes e a melhor maneira de solucioná-las, fazendo com que o programa de melhoramento genético com as espécies tenha solução de continuidade.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHTON, D.M. – Studies in flowering behavior in *Eucalyptus regnans*. Australian journal of botany, Melbourne, 23: 399-411, 1975.

BANNISTER, M.H. – Variation in the breeding system of *Pinus radiata*. Wellington, New Zealand Forest Service, 1965. (reprint 145).

BARNER, H. – Tree seed development and germination. In: FAO/DANIDA. Training course of *Pinus patula*, *P. elliottii*, *P. taeda* and *P. kesiya* in Rhodesia. Salisbury, Rhodesia Forestry Commission, 1974. 81p.

- BOYER, W.D. – Heat accumulation: an easy way to anticipate the flowering of Southern pine. Silvae genetica, Frankfurt, 20 (2): 121-32, 1971.
- BRUNE, A. – Control of flowering in *Cupressus arizonica* Greene seedkudgs. In: IUFRO GENETICS – SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokyo, 1972. Proceedings. Tokio, Government Forest Experiment Station of Japan, 1972. p.D-9 (V): 1-12.
- CHAIKLOM, D. – Effects of insects pests on flowering and fruiting on forest trees. In: FAO/DANIDA. Training course on forest seed collection and handling. Roma, 1975. v.2, p.265-72.
- CHAPERON, H. – Details of breeding improvement of *Eucalyptus* trees in Congo-Brazzaville. In: NIKLES, D.G.; BURLEY, J. & BARNES, R.D. Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1978. p.1016-26.
- CREMER, K.W. – The genetics and breeding of Southern pines. Washington, USDA, 1976. p.101-8.
- DORMAN, K.W. – The genetics and breeding of Southern pines. Washington, USDA, 1976. 407p.
- ELDRIDGE, K.G. – Breeding system variation and genetic improvement of tropical eucalypts. In: BURLEY, J. & STYLES, B.T. Tropical trees. London, Academic Press, 1976. p.101-8.
- ELEMENTOS de meteorologia: nível médio. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Meteorologia, 1971, p. II-10/11.
- ERIKSSON, G. – Do flowering characteristics constitute a contrait for Forest tree breeding in Sweden? In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, March 21-26, 1977. Canberra, CSIRO, 1977. v.2, p.883-93.
- FECHNER, G.H. – The biology of flowering and fertilization. In: SYMPOSIUM ON FLOWERING AND SEED DEVELOPMENT IN TREES, Starkville, May 15-18, 1978. Starkville, Southern Forest Experiment Station, 1979. p.1-24.
- GALLEGOS, C.M. – Criteria for selecting loblolly pine seed orchard sites in the Southeastern United States. In: SYMPOSIUM ON FLOWERING AND SEED DEVELOPMENT IN TREES, Starkville, May 15-18, 1978. Starkville, Southern Forest Experiment Station, 1979. p.163-76.
- GODDARD, R.E. & ROCKWOOD, D.L. – Cooperative forest genetics research program: twenty-second progress repot. Gainesville, School of Forest Resources and Conservation, 1980. 15p.

- GOES, E. – Os eucaliptos: ecologia, cultura, produções e rentabilidade. Lisboa, Portucel, 1977. 366p.
- HADDERS, G. – Experiments with supplemental mass pollination in seed orchards in *Pinus sylvestris*. WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, March 21-26, 1977. Canberra, CSIRO, 1977. v.2, p.967-79.
- HADDERS, G. & KOSKI, V. – Probability of inbreeding in seed orchards. In: FAULKNER, R., ed. Seed orchards. London, Her majesty's Stationery Office, 1975. p.108-16.
- HARE, R.C. – Promoting flowering in loblolly and slash pine with branch bud, and fertilizer treatments. In: SYMPOSIUM ON FLOWERING AND SEED DEVELOPMENT IN TREES, Starkville, May 15-18, 1978. Starkville, Southern Forest Experiment Station, 1979. p.112-21.
- HEDEGART, T. – Pollination of teak. Silvae genetica, Frankfurt, 22(4): 124-8, 1973.
- HEDEGART, T. – Some aspects of flowering and reproductive behaviour in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden at J.D.M. Keet Forest Research Station: 1 – flowering, controlled pollination methods, pollination and receptivity. South African forestry journal, Johannesburg (97); 18-28, 1976.
- HOWCROFT, N.H.S. – Observations on the development of ovulate strobili and maturation and ripening of cones of *Pinus merkusii*. Tropical forestry research note, Papua (SR-29): 1-12, 1974.
- IBRAHIM, S. – Problems of seed production in moist tropical climates. WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, March 21-26, 1977. Canberra, CSIRO, 1977. v.2, p.807-19.
- JONSSON, A.; AKBERG, I. & ERIKSSON, G. – Flowering in a seed orchard of *Pinus sylvestris* L. Studia forestalia suecica, Estocolmo (135): 1-44, 1976.
- KANO, N.K. et alii – Situação da produção de sementes florstais no Brasil. Circular técnica. IPEF, Piracicaba (48): 1-9, mai.1979.
- KEIDING, H. – Seed stands. In: FAO/DANIDA. Training course on Forest seed collection and handling. Roma, FAO, 1975. v.2, p.192-204.
- KEIDING, R.C. – Seed production in seed orchards. In: FAO/DANIDA. Training course on forest seed collection and handling. Roma, FAO, 1975. v.2.
- KELLISSON, R.C. – Establishment and management of clonal seed orchards of pine. Raleigh, North Carolina State University, 1969. 7p.

- KNOX, R.B.; WILLING, R.R. & PRYOR, L.D. – Interspecific hybridization in poplars using recognition pollen. Silvae Genetica, Frankfurt, 21(3/4): 65-9, 1972.
- KOZLOWSKI, T.T. – Seed biology. New York, Academic Press, 1972. v.2, p.220-76.
- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. – Fisiologia das árvores. Lisboa, Fundação Calouste gulbenkian, 1972. 745p.
- KRUGMAN, S.L. et alii – Seeds of woody plants in the United States. Washington USDA. Forest Service, 1974. p.5-29.
- MATTHEWS, J.D. – Factors affecting the production of seed by forest trees. Apud: Forestry abstracts, Oxford, 24(1): 1-13, 1963.
- MORA, A.L. & FERREIRA, M. – Estudo do florescimento em *Eucalyptus urophylla*. Boletim informativo. IPEF, Piracicaba, 6(19): 23-41, 1978.
- NASCIMENTO, J.R. & KISE, C.M. – Diagnóstico sobre sementes florestais. In: IBDF/COPLAN. Diagnóstico do setor florestal brasileiro. Brasília, 1978. p.125-78.
- NIKLES, D.G. – Seed orchards: concept and design. In: FAO/DANIDA. Training course of forest seed collection and handling. Roma, 1975. v.2, p.212-34.
- OWENS, J.N. & MOLDER, M. – The time and patterns of cone differentiation in Western North American Conifers. In: SYMPOSIUM ON FLOWERING AND SEED DEVELOPMENT IN TREES, Starkville, May 15-18, 1978. Starkville, Southern Forest Experiment Station, 1979. p.25-32.
- PHARIS, R.P. – Manipulation of flowering in conifers through the use of plant hormones. In: MIKSHE, J.P. Modern methods in forest genetics. Berlin, Springer-Verlag, 1976, p.265-82.
- PHARIS, R.P. – Promotion of flowering in the *Pinaceae* by hormones: a reality. In: LAKE STATES FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE, 13, St. Paul, August 17-18, 1977. USDA. Forest Service. NC General technical report, St. Paul (50); 1-10, 1979.
- PRYOR, L.D. – Biology of Eucalyptus. London, Edward Arnold, 1976. p.27-9.
- SALISBURY, F.B. & ROSS, C. – Plant physiology. Belmonte, Wadsworth, 1976. p.555-619.
- SCHULTZ, R.P. – Stimulation of flower and seed production in a young slash pine orchard. USDA. Forest Service. SE research paper, Asheville, (91): 1-10, 1971.
- SHOULDERS, E. – Fertilizer application, inherent fruitfulness, and rainfall affect flowering of longleaf pine. Forest science, Washington, 13(4): 376-83, 1967.

- SIMAK, M. – Precocious flower induction in *Pinus sylvestris* by grafting. In: SYMPOSIUM ON FLOWERING AND SEED DEVELOPMENT IN TREES, Starkville, May 15-18, 1978. Starkville, Southern Forest Experiment Station, 1979. p.63-76.
- SLEE, M.U. – Daylength and temperature and performance of *Pinus caribaea*. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, March 21-26, 1977. Canberra, CSIRO, 1977, v.1, p.520-30.
- SMITH, L.F. – Early flowering in longleaf pine. Journal of forestry, Washington, 64 (3): 198-9, mar.1966.
- SPRAGUE, J. et alii – The management of Southern pine seed orchards to increase seed production. In: SYMPOSIUM ON FLOWERING AND SEED DEVELOPMENT IN TREES, Starkville, May 15-18, 1978. Starkville, Southern Forest Experiment Station, 1979. p.145-62.
- SUMMERVILLE, K.O. et alii – Cone abortion in longleaf seed orchard: fertilization and irrigation effects. In: SYMPOSIUM ON FLOWERING AND SEED DEVELOPMENT IN TREES, Starkville, May 15-18, 1978. Starkville, Southern Forest Experiment Station, 1979. p.187-98.
- SWEET, G.B. – Flowering and seed production. In: FAULKNER, R., ed.. Seed orchards. London, Her Majesty's Stationery Office, 1975. p.72-82.
- SWEET, G.B. & KRUGMAN, S.L. – Flowering and seed production problems and a new concept of seed orchards. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, March 21-26, 1977. Canberra, CSIRO, 1977. v.2, p.749-59.
- SWEET, G.B. & WILL, G.M. – Precocious male cone production associated with low nutrient status in clones of *Pinus radiata*. Nature, London, 226 (4985): 739, 1965.
- TEUNISSEN, L. & VOORHOEVE, J. – Selection and breeding to improve some tropical conifers. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1973. p.267-77.
- TODD, F.E. & MCGREGOR, S.E. – The yearbook of agriculture. Washington, USDA, 1961. p.247-50.
- TURNBULL, J.W. – Assessment of seed and timing of seed collection. In: FAO/DANIDA. Training course on forest seed collection and handling. Roma, 1975, v.2, p.79-94.
- TURNBULL, J.W. – Improved seed sources of *Eucalyptus*. In: FAO/DANIDA. Training course on forest seed collection and handling. Roma, 1975, v.2, p.360-70 (b).
- TURNBULL, J.W. – Seed collection of *Eucalyptus* spp. In: FAO/DANIDA. Training course on forest seed collection and handling. Roma, 1975, v.2, p.337-46.

VAN DER DONK, J.A.W. – Gene activity and the incompatibility reaction in petunia. In: LINSKENS, H.F. Fertilization in higher plants. Amsterdam, North-Holland, 1974. p.274-84.

VARNELL, R.J. – Cone and seed production in slash pine: effects of tree dimensions and climatic factors. USDA. Forest Service. SE research paper. Asheville (145): 1-10, 1976.

WAKELY, P.C.; WELLS, O.D. & CAMPBELL, T.E. – Mass production of shortleaf x slash pine hybrids by pollinating unbagged female flowers. USDA. Forest Service. NC research paper, St. Paul (6): 78-9, 1966.

WRIGHT, J.W. – Introduction to Forest genetics. New York, Academic Press, 1976. p.279-84.

ZOBEL, B. & McELWEE, R.L. – Seed orchards for the production of genetically improved seed. Silvae genetica, Frankfurt, 13 (1/2): 4-11, 1964.

Esta publicação é editada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, convênio Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos contidos nesta publicação, sem autorização da comissão editorial.

Periodicidade – irregular

Permuta com publicações florestais

Endereço

IPEF – Biblioteca
ESALQ-USP
Caixa Postal, 9
Fone: 33-2080
13.400 – Piracicaba – SP
Brasil

Comissão Editorial

Marialice Metzker Poggiani – Bibliotecária
Walter Sales Jacob
Comissão de Pesquisa do Departamento de Silvicultura – ESALQ-USP
Prof. Luiz Ernesto Geroge Barrichelo
Prof. Fábio Poggiani
Prof. Mário Ferreira

Diretoria do IPEF:

Diretor Científico – Prof. João Walter Simões
Diretor Técnico – Prof. Helládio do Amaral Mello
Diretor Administrativo – Prof. Ricardo Berger

Responsável por Divulgação e Integração – IPEF

José Elidney Pinto Junior