

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRÁRIA  
ESTAÇÃO FLORESTAL NACIONAL**

**COMPORTAMENTO REPRODUTIVO *Pinus pinaster* Ait.  
NUM POMAR CLONAL DE SEMENTES**

**Maria Carolina Mariano Carneira Varela**

**LISBOA 1989**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRARIA**

**ESTAÇÃO FLORESTAL NACIONAL**

**COMPORTAMENTO REPRODUTIVO DE *Pinus pinaster* Ait.**

**NUM POMAR CLONAL DE SEMENTES**

Trabalho apresentado como dissertação  
original para efeitos de acesso à categoria de  
Investigador Auxiliar

**Maria Carolina Mariano Cardeira Varela**

**Lisboa 1989**

## RESUMO

O objectivo deste trabalho é avaliar o valor do pomar II clonal de *Pinus pinaster* da Mata Nacional do Escaroupim como fonte seminal de qualidade genética superior.

Estudou-se a floração masculina e feminina nos aspectos fundamentais que determinam o padrão reprodutivo do pomar, tendo-se dado especial ênfase às estimativas do número e peso relativo dos clones que contribuem para a constituição genética da descendência - estudo quantitativo - e à dinâmica dos cruzamentos - estudo fenológico.

Do ponto de vista quantitativo as florações feminina e masculina foram objecto de estudo separado, mas com idêntica metodologia. Assim o pomar foi avaliado em 3 perspectivas fundamentais:

- como uma unidade no tempo e no espaço
- pelo comportamento a nível dos rametos, enquanto unidades físicas
- pelo comportamento dos clones enquanto unidades biológicas.

As produções relativas dos clones constituíram a base de trabalho para avaliação das assímetrias de fertilidade, sendo também usadas como base para a estimativa empírica do tamanho efectivo da população.

O estudo da floração feminina foi complementado pelo cálculo da repetibilidade, sendo as produções médias anuais dos clones comparadas por meio de análise de variância. O número de flores femininas por árvore foi usado como variável independente para modelos de estimativa de produção de pinhas.

Para o complemento do estudo da floração masculina avaliou-se a produção polínica por unidade de comprimento das inflorescências masculinas, o que constituiu a base para estimativa da produção de pólen por hectare.

Nos estudos fenológicos deu-se ênfase à evolução dos dois tipos de floração, com vista a avaliar a eficiência dos cruzamentos pelo grau de sincronização das fases de libertação do pólen e receptividade das pinhas ovulíferas.

## ABSTRACT

The main purpose of this work is to appraise the value of the Escaroupim *Pinus pinaster* clonal seed orchard as a seed source of "high genetic value".

Female and male flowering studies were focused on the fundamental aspects upon which reproductive pattern of the seed orchard depends, the number and relative weight of the clones contributing to progenies genetic pool - the quantitative study - and the mating dynamics - the phenologic study.

Quantitative data for female and male flowering are treated separately but under similar methodology. Seed orchard was studied under 3 main perspectives:

- as a unit in time and space
- at the ramets level, as its physic units
- on the clones behavior, as its biologic units

The relative productions of the clones were the basis to quantify fertility asymmetries and to the empirical evaluation of the population effective size.

Female flowering study was complemented through repeatability calculus, by means of analyses of variance of clone's average annual productions. Number of female conelets per ramet is the independent variable on cone production estimation models.

Pollen weight per centimeter of male catkins provided the basis to the evaluation of the pollen production per hectare.

The degree of mating synchronization was appraised through the phenologic study on the dynamics of pollen shedding and female receptivity phases.

## ÍNDICE

I - INTRODUÇÃO.....	1
II - MATERIAL E MÉTODOS.....	6
II. 1 - BREVE CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO REPRODUTIVO DO GÉNERO <i>PINUS</i> .....	6
II. 2 - OS POMARES DE CLONES DE PINHEIRO BRAVO.....	16
II. 3 - METODOLOGIA DA COLHEITA DE DADOS: CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	17
II. 4 - METODOLOGIA NAS OBSERVAÇÕES DA FLORAÇÃO MASCULINA.....	19
II. 4. 1 - Observações quantitativas.....	19
II. 4. 2 - Observações fenológicas.....	20
II. 5 - METODOLOGIA NAS OBSERVAÇÕES DA FLORAÇÃO FEMININA.....	22
II. 5. 1 - Observações quantitativas.....	22
II. 5. 2 - Observações fenológicas.....	23
III - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
III. 1 - ESTUDOS QUANTITATIVOS DA FLORAÇÃO FEMININA.....	25
III. 1.1 - Comportamento geral do pomar quanto às produções médias anuais.....	26
III. 1. 2 - Avaliação do padrão reprodutivo do pomar através das produções individuais dos ramos em estudo.....	33
III. 1. 3 - Contribuição individual dos clones para a floração total.....	41
III. 1. 4 - Modelos para estimativa da produção anual de pinhas por ramo.....	58
III. 2 - ESTUDOS QUANTITATIVOS DA FLORAÇÃO MASCULINA.....	62
III. 2. 1 - Comportamento geral do pomar quanto às produções médias anuais.....	62
III.2.2 - Avaliação do padrão reprodutivo do pomar através das produções individuais dos ramos em estudo.....	64
III. 2. 3 - Contribuição individual dos clones para a floração masculina total.....	71
III. 2. 4 - Caracterização dos estróbilos masculinos.....	86
III. 3 - ESTUDOS FENOLÓGICOS DA FLORAÇÃO MASCULINA E FEMININA.....	89
III. 4 - OBSERVAÇÕES FINAIS.....	100
IV - CONCLUSÕES.....	102
REFERÊNCIAS.....	104

## I - INTRODUÇÃO

O melhoramento genético das espécies florestais é uma das vias de aumento da produção e da qualidade dos produtos lenhosos, que assume particular importância quando se enfrentam procura crescentes e mais exigentes (CEE, 1985).

O sucesso a médio e longo prazo de uma estratégia de melhoramento florestal passa necessariamente pelo conhecimento do sistema genético da população, ou seja, a forma de acção e transmissão da informação genética. Neste contexto, o modo de reprodução e a dinâmica da população são os factores cujo conhecimento se torna mais premente.

Em termos florestais, o controlo ambiental é sempre limitado. Mesmo em casos de silvicultura baseada em técnicas bastante avançadas, os povoamentos, pelos seus longos ciclos, têm que responder a variações ambientais imprevisíveis, cuja ocorrência não é controlável pelo silvicultor quando da instalação.

As espécies alogâmicas, caso das coníferas das zonas temperadas, têm uma relação muito estreita entre o nível de heterozigocidade, o vigor e a sobrevivência, tendo desenvolvido ao longo da sua evolução formas adaptativas de constituição genética rica e flexível, que são constantemente um compromisso entre a resposta eficaz às condições do momento e a manutenção de reservas génicas a ser utilizadas pelas gerações futuras perante novas condições. Assim, no seu estágio natural, constroem patrimónios genéticos

de grande diversidade, com mistura equilibradas mas dinâmicas de heterozigóticos, que tendem a ser os melhores na resposta à variabilidade, e de homozigóticos, que são os especialistas para a estabilidade (FISHER, 1958; REHFELDT e LESTER, 1969).

Patrimónios genéticos ricos e flexíveis são, portanto, indispensáveis em Silvicultura.

Segundo a definição da OCDE (FEILBERG e SÆGAARD, 1975) "um pomar de sementes é uma plantação de clones ou descendências seleccionadas, isolada ou conduzida para evitar ou reduzir a polinização exterior, e conduzida para produção de semente frequente, abundante e de colheita fácil".

Pelas suas particularidades, os pomares produtores de semente, sendo unidades genéticas artificiais, são estruturas onde o conhecimento do sistema genético se coloca com bastante acuidade (STERN e ROCHE, 1974).

Constituídos por um reduzido número de clones - 30 a 300, segundo KOSKI (1980) e NAMKONG (1986) os Pomares Clonais de Sementes (P.C.S.) surgem como estruturas onde são possíveis apreciáveis ganhos genéticos, dado os cruzamentos se fazerem apenas entre indivíduos seleccionados, especialmente se se verificar uma contribuição aceitavelmente equilibrada e sincronizada dos vários clones para a semente produzida (CHAPERON, 1976; KOSKI, 1980).

A eficiência de um programa de melhoramento quantifica-se em termos de ganho genético, (FALCÓNER, 1981), o qual é tanto mais elevado quanto menor o tamanho da população, se considerados constantes os restantes factores. Os elevados ganhos teóricamente possíveis em populações reduzidas são contudo, nas espécies alogâmicas, limitados por vezes até contrariados, pela consanguinidade que se instala na população e que progride irreversivelmente à medida que se diminui o número de indivíduos. Do

aumento do grau de parentesco resulta geralmente diminuição do valor médio inicial de uma população de forma proporcional ao aumento da consanguinidade (FALCONER, 1981).

O tamanho de uma população progenitora é, assim, fundamentalmente uma solução de compromisso imposta pelos dos fenómenos de endogamia, até aos limiares em que a consanguinidade começa a contrariar o aumento do ganho genético.

Nos pomares de espécies monóicas em polinização livre, a consanguinidade não depende porém apenas do número de clones, mas também da contribuição de cada sexo, essencialmente do menos numeroso. Os desequilíbrios gaméticos podem ainda ser agravados por dessincronização floral entre os clones, compartimentando fenologicamente a população em grupos que originam descendências carregadas de ainda mais estreito grau de parentesco.

O património genético das espécies florestais que hoje se pretende melhorar é muito rico. O produto de milhões de anos de selecção natural pode, no entanto, ser desbaratado em escassas gerações de intervenção humana pouca cautelosa. Não sendo só por si conclusivos, os estudos de biologia floral permitem prevêr e actuar antes que ocorram graves distúrbios genéticos.

A experiência acumulada com a gestão de pomares clonais de sementes de coníferas confirma a necessidade de grandes cuidados na sua gestão e avaliação. Os P.C.S. são por definição estruturas de produção "abundante e regular". Exprime-se desta forma, bastante mais o desejo dos genéticos florestais de que o padrão geral de comportamento dos pomares de coníferas.

A assimetria de fertilidade entre clones é uma das situações mais indesejáveis mas, todavia bastante frequente (BHUMIBAHMON, 1978; VARNELL *et al.*, 1967).

A riqueza genética potencial, da semente produzida em pomares, é frequentemente estimada em termos de relação percentual entre a quantidade de

semente e o número de clones em frutificação. É padrão comum uma desigual contribuição gamética dos clones gerar relações cuja ordem de grandeza é de "80%-20%" (ROSS e PHARIS, 1980), "90%-50%" ou ainda situações tão drásticas como as sintetizadas na regra de DE BARR "90-10" citada por BYRAM, *et al.*, (1986).

Os efeitos da endogamia são ainda agravados devido à acumulação da homozigocidade se dar no sentido do aumento dos recessivos, forma bastante comum de expressão dos genes deletérios, aos quais se liga frequentemente diminuição da fertilidade. A última e mais grave das consequências da redução da população é a fixação pela deriva génica em curso.

Em P.C.S. os fenómenos de endogamia são justamente bastante temidos, não só pelas consequências imediatas a nível do valor de semente como por poderem comprometer o avanço de programas de melhoramento (ZOBEL *et al.*, 1972; ZOBEL e TALBERT, 1984).

Como o pinheiro bravo sofre depressão de consanguinidade para características economicamente importantes, como seja o crescimento em altura (BARADAT, 1987; BUTCHER, 1974) é particularmente premente em programas de melhoramento genético desta espécie dispôr de dados que permitam em cada geração estimar as consequências do programa em curso.

Em espécies de fecundação cruzada o nível de heterozigocidade deve ser mantido ou, pelo menos, em parte restaurado no final dos programas de melhoramento (ALLARD, 1971). Níveis seguros de variabilidade genética não são difíceis de conseguir no início dos programas de melhoramento e são susceptíveis de se conservar se a população for mantida em linhas endogâmicas cujo cruzamento é provocado em etapas apropriadas (ROULUND *et al.*, 1988). Esta metodologia permite, para um mesmo número inicial de clones, minimizar a consanguinidade em pomares de 2ª e 3ª geração. Contudo,

para uma eficaz divisão da população em linhas é mais uma vez essencial ter dados sobre o comportamento reprodutivo dos vários clones.

### Objectivos

A qualidade genética da semente produzida em pomares depende, para além de outros factores, do número bruto de clones e da sua contribuição para a floração masculina e feminina como ainda da eficiência dos cruzamentos.

A necessidade de avaliar a variabilidade genética potencial da semente produzida pelo pomar clonal II de Pinheiro bravo do Escaroupim, bem como a fundamentação de eventuais ajustamentos na condução do pomar constituem os objectivos fundamentais do presente trabalho.

Assim, estes estudos fornecem dados que poderão permitir:

- Estimar de forma empírica, o tamanho eficaz do sexo masculino ( $Ne_m$ ) e do sexo feminino ( $Ne_f$ ) da população, como forma de avaliar a riqueza genética potencial das descendências.
- Estimar o grau de sincronização floral entre os vários clones.
- Avaliar a quantidade de pólen por hectare produzido pelo pomar.
- Contribuir para a elaboração de um modelo de produção de semente, com vista a programar e racionalizar as operações de colheita das pinhas e processamento das sementes.
- Planejar os desbastes correntes do pomar por forma a garantir simultaneamente um número de ramos por hectare compatível com um bom nível de produção floral bem como corrigir eventuais desequilíbrios na contribuição quantitativa dos vários clones.
- Ajustar o desbaste genético numa solução de compromisso que mantenha níveis produção floral equilibrada, tanto masculina como feminina.

## **II - MATERIAL E MÉTODOS**

### **II. 1 - BREVE CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO REPRODUTIVO DO GÊNERO *PINUS***

O pinheiro bravo é uma gimnospérmica de ordem das Coniferales, família das pináceas. A ordem das Coniferales atingiu o seu máximo de expansão no período Carbonífero superior. Apesar de muito antiga, continua a representar uma parte importante da flora que cobre o planeta, não apresentando sinais de decadência (WILSON e LOOMIS, 1967).

O pinheiro bravo é uma espécie monóica, heterosporófica e alogâmica. A ocorrência de genótipos produtores de apenas floração masculina ou feminina, ou mesmo sem produção floral é possível, de um modo bastante semelhante ao que sucede em outras coníferas (ROSS e PHARIS, 1987).

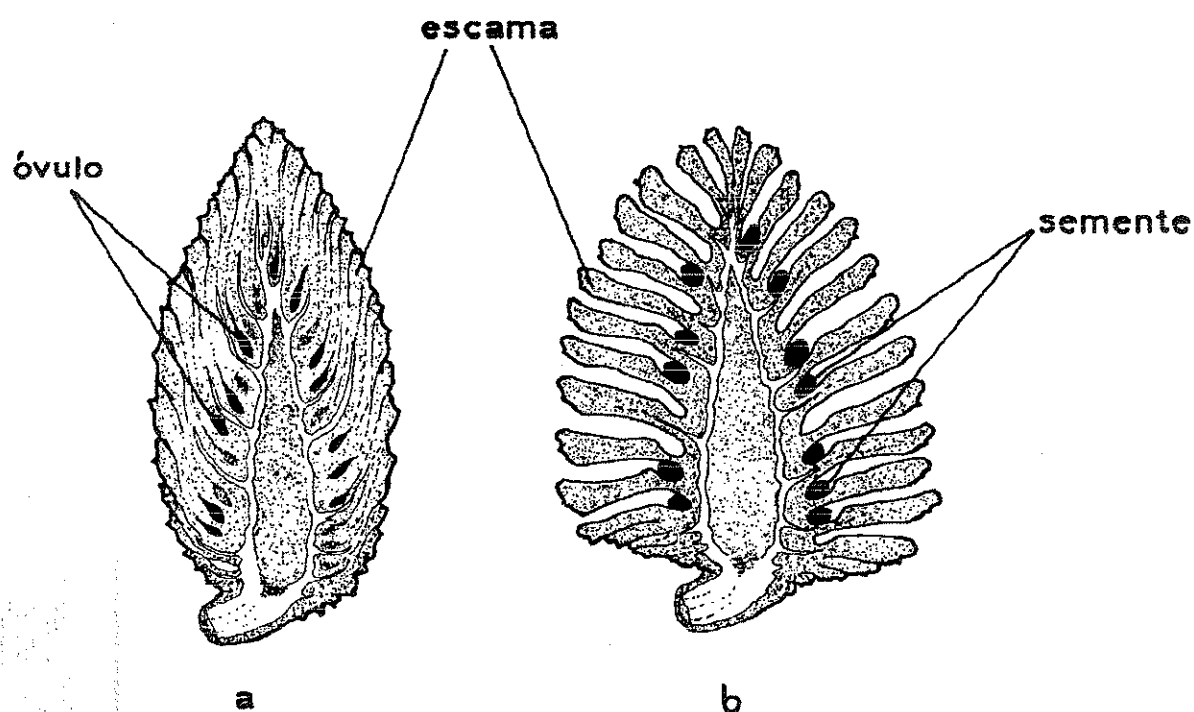
A floração ocorre na Primavera, sendo necessárias duas estações de crescimento (cerca de 20 meses) até à completa maturação da semente.

#### **FLORAÇÃO FEMININA**

As pinhas ovulíferas ocorrem essencialmente nos ramos dominantes e vigorosos situados em posição distal da parte superior da copa. Apesar da distribuição dos estróbilos femininos seguir este padrão, surgem árvores em que os mesmos ramos

comportam estruturas florais dos dois sexos. Neste caso, a floração feminina ocupa sempre a posição mais distal.

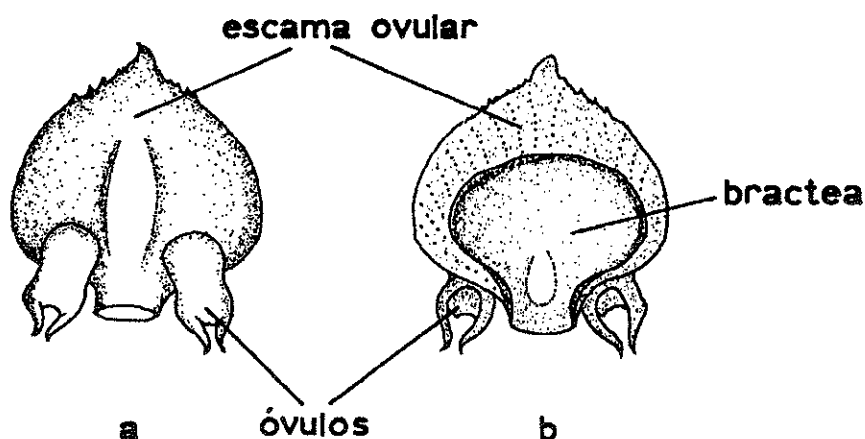
O estróbilo feminino tem, desde início, uma morfologia idêntica à da pinha adulta, sendo constituído por escamas embricadas à volta de um eixo central, de onde a designação de pinha ovulífera (Figura II-1).



(adaptado de ROBBINS, WEIER e STOCKING, 1957)

Figura II. 1 - Secções médias longitudinais de pinhas de uma gimospérmica. a) pinha imatura fechada para proteger os óvulos. b) aberta para disseminação das sementes.

Na base das escamas encontram-se os óvulos, em número de 2 por cada (Figura II. 2). As escamas da base e do topo do estróbilo são geralmente estéreis.



(adaptado de WILSON e LOOMIS, 1967)

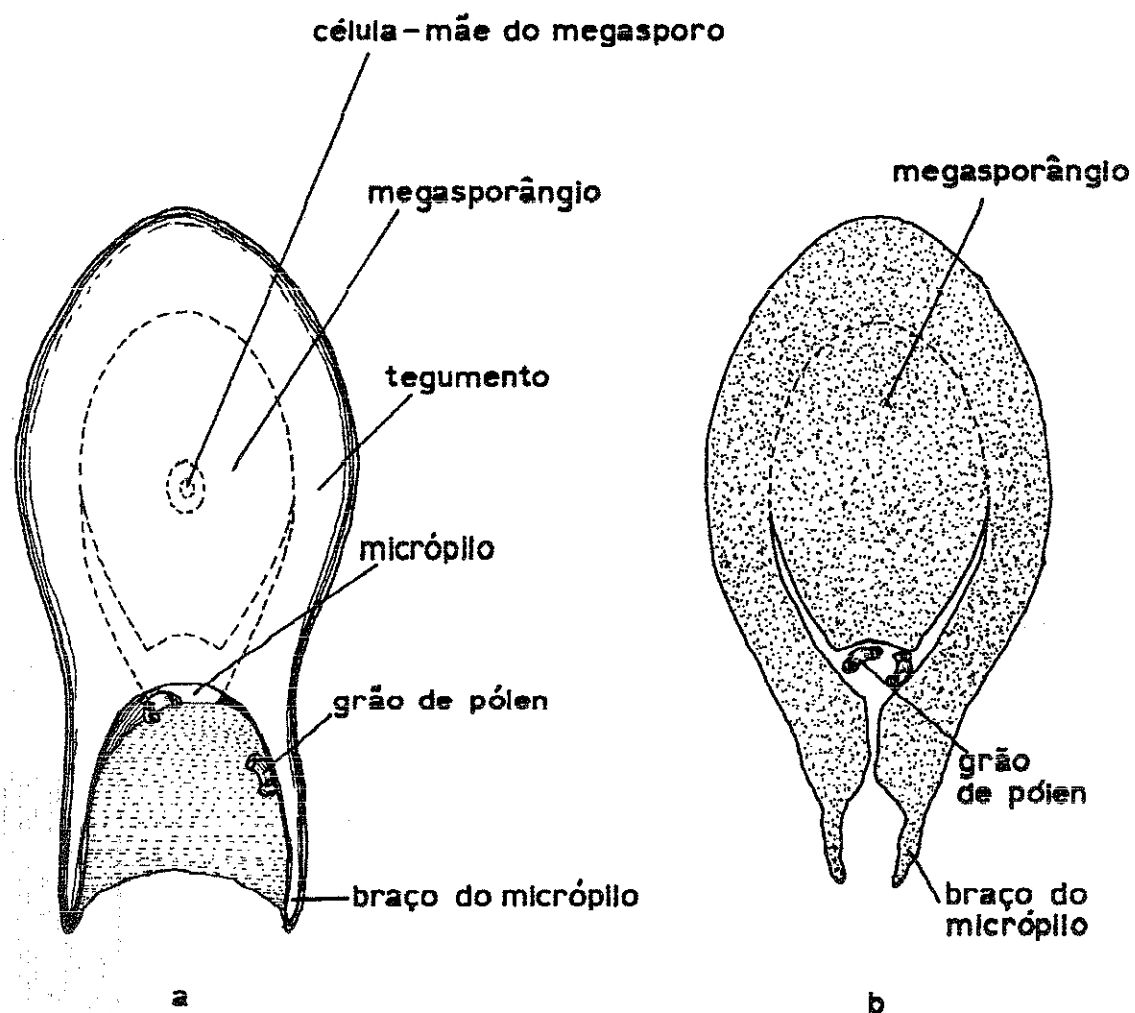
Figura II. 2 - Óvulos e escama ovulífera de *Pinus strobus* na altura da polinização. a) vista de cima. b) vista de baixo.

A zona do óvulo especializada na captura dos grãos de pólen é o micrópilo. Segundo McWILLIAM (1958) é uma estrutura constituída por um conjunto de células em forma de "pescoço" e outras associadas que formam os "braços". Tanto o pescoço como os braços estão cobertos por um fluido que capta os grãos de pólen (Figura II. 3).

A localização, forma e, inclusivamente, as dimensões do estróbilo feminino são as mais favoráveis para uma correcta interceptação dos grãos de pólen, disseminados pelos movimentos de turbulência do ar, visto ser perpendicular a todas as direcções do vento e estar localizado nas zonas da copa em que a nuvem polínica tem grande densidade (SARVAS, 1962; KOSKI, 1970). A posição distal nos ramos proeminentes confere também ao estróbilo feminino "mobilidade" dentro da nuvem polínica, contribuindo para a sua dispersão e homogeneização, quando os ramos são agitados pela acção éolica.

A separação espacial dos gomos sexuais, hercogamia, é assim uma forma expedita mas eficiente de dificultar a auto-polinização. FAEGRI, Von der PIJL, (1971) sintetizam este comportamento de forma bastante eficaz afirmando que "as coníferas

são o exemplo, por excelência, de uma hercogamia estática de segunda ordem para favorecer a polinização cruzada "



(adaptado de WILSON e LOOMIS, 1967)

Figura II. 3 - a) óvulo na altura da polinização. b) óvulo após a polinização.

Durante a fase activa da polinização as pinhas ovulíferas de *Pinus pinaster* têm dimensões de 1 a 2 cm , apresentando-se em regra erectas, uma ou várias por verticilo, com coloração rósea-avermelhada. O óvulo é uma estrutura complexa que contém o megasporângio.

Após complexa diferenciação, que se processa ao longo de uma estação de crescimento, o óvulo encerra os ovos preparados para a fertilização, que só tem lugar um ano após a polinização.

O megasporângio origina um megaspóro funcional. Pela germinação deste e ainda durante a primeira estação de crescimento, após a polinização, tem início a formação de um corpo multicelular com constituição cromossômica haplóide - o gametófito feminino. As funções deste corpo são em parte idênticas às do endosperma das angiospérmicas.

O desenvolvimento do gametófito feminino desencadeia-se após a polinização, mas a produção e armazenamento de nutrientes só se inicia depois da fecundação. Em *Pinus sylvestris* verificou-se que o preenchimento do gametófito com nutrientes depende da fecundação. Após esta, desenvolvem-se vários proembriões, dos quais só um sobreviverá. Enquanto o embrião estiver vivo, mesmo que em estado fisiológico débil, o desenvolvimento do gametófito feminino mantém-se. No caso de morte do embrião, então dá-se a degenerescência rápida desse órgão. Nesta espécie, a ausência da fertilização parece ser o fenômeno responsável pela formação de sementes vazias e, em ensaios de polinização controlada, verificou-se que os óvulos não polinizados deram origem apenas à formação de asas. A grande competição entre os proembriões pode ser motivada pela presença de genes letais recessivos. No caso de auto-polinização foi possível demonstrar que a morte do embrião podia ser devida à presença de genes desfavoráveis (SARVAS, 1962 ).

No *Pinus pinaster*, após a polinização, a pinha feminina cresce em volume e a sua inserção em relação ao eixo do ramo altera-se, no sentido do vértice apontar para o solo. A cor da pinha muda gradualmente de avermelhado para verde. No final da estação de crescimento a paragem fisiológica é visível pela alteração da cor de verde para castanho.

A fertilização ocorre na primavera do ano seguinte. A pinha reinicia o seu crescimento surgindo novos tecidos de cor verde entre as escamas do ano anterior. Durante esta estação de crescimento a pinha volta a tomar totalmente a cor verde, cresce de forma espectacular atingido no final as dimensões definitivas - cerca de 15 cm.

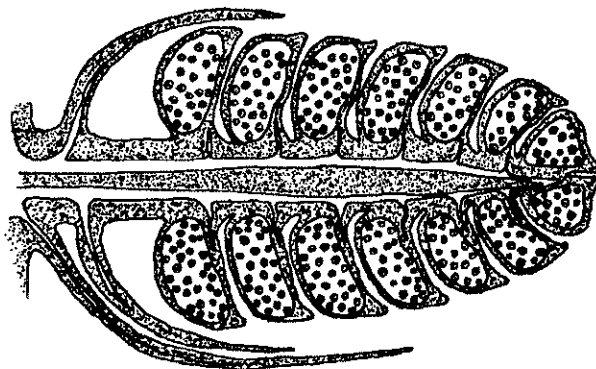
Durante o outono dá-se a maturação fisiológica da semente, sendo possível a colheita a partir do mês de Dezembro. Na ausência de colheita, a pinha abrirá as escamas por acção do calor na primavera seguinte, libertando a semente cuja dispersão é facilitada pela forma de inserção da pinha e pela constituição alada da semente.

### FLORAÇÃO MASCULINA

Os cachos polínicos localizam-se em regra nos ramos menos vigorosos da região distal e inferior da copa e diferenciam-se a partir de primórdios dos ramos curtos (fascículos aciculares potenciais) (ROSS e PHARIS, 1987). Ocorrem na primavera, libertando abundantes quantidades de pólen, por acção dos movimentos de turbulência do ar ou de qualquer outro agente que movimente os ramos.

Os gâmetas masculinos formam-se em conjuntos de cones ou pinhas polínicas. À semelhança da pinha ovulífera, as pinhas masculinas são formadas por escamas que se dispõem à volta do eixo central. As escamas são os microsporófilos e contêm dois microsporângios na face inferior. Os microsporófilos distribuem-se ao longo do eixo do cone polínico formando um conjunto que também tem aspecto de pinha (Figura II. 4).

Os microsporângios sofrem uma diferenciação bastante complexa que conduz à formação dos grãos de pólen (WILSON e LOOMIS, 1967).



(adaptado de WILSON e LOOMIS, 1967)

Figura II. 4 - Secção longitudinal de uma pinha polínica de um pinheiro.

Nesta altura os estróbilos masculinos tomam uma cor amarelo-vivo. O crescimento do eixo dos cones polínicos provoca o afastamento dos microsporófilos permitindo assim a libertação do pólen por acção, essencialmente, do vento (Figuras II. 6. 4 e 5). Em anos de abundante produção de pólen o solo dos pinhais apresenta sinais bem visíveis da nuvem do pólen, com coloração amarelo-enzofre.

### POLINIZAÇÃO

Os pinheiros são espécies de polinização anemófila. O processo de dispersão do pólen pelo vento é independente do número de estróbilos femininos (KOSKI, 1970).

As condições atmosféricas influenciam de algum modo a polinização anemófila, mas de forma bastante menos grave que no caso da via entomófila. Apesar da enorme susceptibilidade do grão de pólen à água, a chuva não tem uma influência tão perniciosa como aparentemente seria de esperar devido essencialmente a:

- as quantidades de pólen produzidas pelas espécies anemófilas serem geralmente enormes;

- as pinhas polínicas fecharem durante as horas do dia de mais abundante queda pluviométrica, protegendo eficazmente no seu interior os grãos de pólen;
- a polinização anemófila, ao nível individual do estróbilo feminino, dar-se em lapsos de tempo bastante curtos.

No *Pinus sylvestris*, por exemplo, um dia ou até menos é suficiente para que se dê a polinização mesmo que as condições atmosféricas tenham destruído mais de metade do pólen produzido (SARVAS, 1962).

No pinheiro bravo, a eficiência da polinização depende principalmente da densidade da nuvem de pólen que atinge o estróbilo feminino, como é característico das espécies anemófilas (KOSKI, 1975).

Em coníferas, a direcção dos ventos dominantes parece ter influência marcante na distribuição do pólen, o que é desvantajoso em termos de eficiência da polinização cruzada.

Por outro lado, também se verifica que ligeiras turbulências do ar, são sobejamente suficientes para a dispersão da nuvem polínica porque os grãos de pólen são leves, secos e não aderentes entre si, dispersando-se individualmente em pequenos grupos. Mesmo que imperceptível a turbulência do ar em dias calmos é suficiente para manter a nuvem polínica ao nível da zona mais alta da copa devido à fraca taxa de queda dos grãos de pólen.

A eficiência da polinização anemófila está estreitamente relacionada com a dimensão da população, a densidade do coberto vegetal e a quantidade de flores masculinas. Pequenos bosquetes, ou povoamentos de grande densidade vegetacional são desfavoráveis à polinização anemófila, e portanto contra-indicados para colheita de semente que tem nesses casos probabilidades de baixa variabilidade genética (SARVAS, 1962).

A libertação do pólen ocorre durante a primavera. Os grãos polínicos levados pelo vento atingem a pinha ovular e são arrastados para a zona micropilar. A secreção micropilar dá-se alguns dias após a abertura do estróbilo feminino, antes da condição da máxima receptividade, mesmo que a flor não tenha sido polinizada. O contacto do pólen com o fluído desencadeia uma secreção permanente deste.

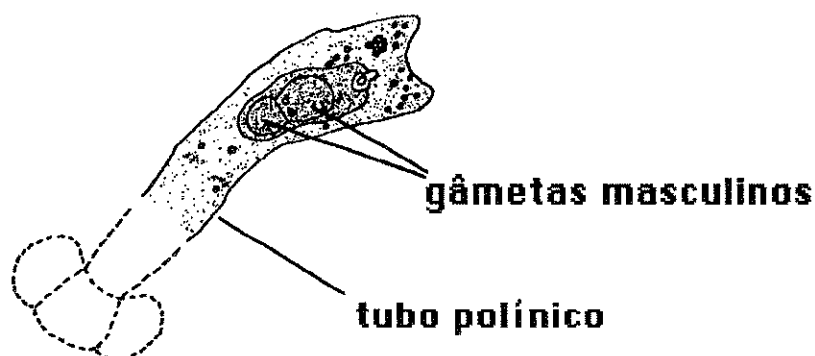
Logo que os grãos de pólen atingem o núcleo, a secreção do fluído pára e a câmara micropilar encerra-se por entumescimento das células do pescoço. O micrópilo fecha-se ficando assim assegurada a não entrada de mais grãos (McWILLIAM, 1958) (Figura II. 3b).

A câmara polínica pode ser ocupada por pólen de outras espécies, grãos de poeira ou até ovos de insectos, os quais podem desencadear os mecanismos micropilares. Desta forma é claramente perceptível que o sucesso da polinização dependa essencialmente do poder da nuvem de pólen ocupar rapidamente a zona micropilar, o que é tanto mais conseguido quanto maior a densidade desta (SARVAS, 1962).

No final da polinização, estão na câmara polínica numerosos grãos de pólen, no entanto os grãos entrados inicialmente parecem ter maiores probabilidades de ocupar a posição correcta para a polinização.

Estes factores determinam a necessidade de cuidados especiais na escolha da faixa de abrigo a pomares de semente. Sendo necessária, como filtro ao pólen da mesma espécie mas de qualidade desconhecida, não deve no entanto, ser constituída por espécies cuja libertação se dê em simultâneo. Neste caso uma enorme proporção de sementes vazias pode ocorrer porque a polinização se deu mas a fecundação é impossível.

Os grãos de pólen germinam alguns dias após o contacto com o nucelo. Após a polinização os óvulos desenvolvem-se rapidamente. O grão de pólen germina e emite o tubo polínico. Este crescimento cessa com o final da estação de crescimento sem que a fertilização tenha ocorrido (Figura II. 5).



(adaptado de WILSON e LOOMIS, 1967)

Figura II. 5 - Tubo polínico e gametófito masculino maduro.

Em *Pinus sylvestris* os óvulos não polinizados não desenvolvem sementes, mas apenas asas. No entanto, noutros *PINUS* e em *Pseudotsuga menziesii* verifica-se a formação de sementes vazias na ausência de polinização. Estas diferenças levantam a necessidade de proceder a estes estudos em *Pinus pinaster*.

### FECUNDAÇÃO

Na primavera do segundo ano o tubo polínico retoma o crescimento e penetra no tecido do megasporângio. Por diferenciação forma-se o gametófito masculino que contém os gâmetas masculinos imóveis (Figura II. 5).

Nesta altura, o gametófito feminino está totalmente formado e os óvulos estão preparados para a fertilização. O óvulo apresenta agora as dimensões idênticas à das sementes maduras.

Um dos gâmetas masculinos atinge o óvulo. O restante do gametófito masculino desintegra-se após a fecundação. O ovo fertilizado sofre também complexas divisões originando 4 embriões, dos quais só um sobreviverá. O embrião do pinheiro totalmente formado é composto pela plumula, hipocótilo, radícula e cotilédones.

## II. 2 - OS POMARES DE CLONES DE PINHEIRO BRAVO

Na Mata Nacional do Escaroupim ( $\varphi$  - 39° N,  $\lambda$  - 8° 40' W), encontram-se instalados dois pomares clonais de sementes de pinheiro bravo que diferem entre si pela idade e pela composição clonal. O pomar I é composto por 60 clones e foi estabelecido entre 1970-1975. O pomar II, onde se efectuou este estudo é composto apenas por 49 dos iniciais 60 clones e foi enxertado entre 1975-1980.

Todos os clones dos pomares são propagações, por enxertia, das árvores-plus seleccionadas pelo organismo florestal Australiano C.S.I.R.O. na Mata Nacional de Leiria em colaboração com os Serviços Florestais Portugueses, entre 1964-1965.

Os clones estão dispostos casualmente no terreno com restrições, de forma a evitar vizinhança de rametos do mesmo orteto. O método de propagação vegetativa utilizado foi a enxertia por fenda cheia terminal em porta-enxertos de 2-3 anos, já plantados no local definitivo.

O pomar está situado numa zona pouco pluviosa em que os défices hídricos são frequentes a partir de Abril, em solos do tipo areias do pliocénico com pouca capacidade de retenção para a água (OLIVEIRA *et al.*, 1964).

As enxertias foram feitas durante o mês de Abril. Nestas condições o sucesso depende muito do vigor dos porta-enxertos e da amenidade do clima, especialmente nos meses de Maio e Junho. Por outro lado, a capacidade para a reprodução vegetativa difere também entre os vários ortetos. Estes factos explicam a grande variabilidade no número dos rametos por clone (Quadro III. 1. 11), bem como a falta de uniformidade nas idades, esta contudo bastante inferior à verificada para o número de "cópias" dos ortetos.

Apesar do espaçamento inicial (4 x 4 m) ser bastante superior ao utilizado na silvicultura de espécie, o seu comportamento fortemente marcado de "essência de luz" conduz rapidamente as árvores jovens à situação de dominadas, de copas mal

conformadas. Clareiras, número desigual de rametos e idades diferentes são, portanto, consequência dos meios disponíveis para a instalação do pomar. Afastam-se da situação teórica ideal, mas são frequentes em pomares de coníferas, como vulgarmente se verifica na bibliografia da especialidade.

O pomar II ocupa uma área de cerca de 3.5 ha e tem um número total de rametos de 986. Encontra-se rodeado pelas espécies *Eucalyptus globulus* e *Pinus pinea*. Em qualquer dos casos as árvores das cortinas são bastante mais idosas e mais altas que os rametos dos clones .

As cortinas de espécies diferentes são a melhor barreira à penetração de pólen exterior. No caso concreto dos pomares do Escaroupim tem-se ainda a vantagem de o pinheiro manso ter épocas de floração desfazadas do pinheiro bravo. O *Pinus pinea* inicia a floração cerca de um mês após o fim da do pinheiro bravo. O perigo de hibridações por coincidência de épocas está assim afastado.

### II. 3 - METODOLOGIA DA COLHEITA DE DADOS: CONSIDERAÇÕES GERAIS

As observações em que se baseia o presente trabalho foram efectuadas directamente nos rametos dos clones e respectivas estruturas florais e visam colher dados por forma a contribuir para o conhecimento do comportamento reprodutivo do Pomar II, tanto pela via quantitativa como pela fenológica.

Foram escolhidos de forma casual cinco rametos em cada um dos 49 clones, à excepção do clone 50 que, por morte de um dos rametos marcado tem apenas 4 em estudo. Desta forma o número total de rametos observados é de 244.

Na caracterização do clone colheram-se em cada rameto os seguintes dados:

- Idade, Altura, Grau de vizinhança

Entende-se por grau de vizinhança o número de árvores imediatamente adjacentes. Pela disposição do pomar, em linhas perpendiculares, o número máximo possível de árvores imediatamente adjacentes é 8. Assim, os graus de vizinhança variam de 0, para o caso de não existir nenhuma das possíveis árvores adjacentes, a 8, no caso de existirem todas as possíveis.

Para as colheitas de dados sobre a floração masculina ou feminina ensaiaram-se algumas metodologias, antes de fazer opção.

O recurso a escadas foi inicialmente tentado, mas logo se revelou ser muito mais um estorvo que um auxiliar, visto a maior parte das copas ter grande envergadura e ramos extraordinariamente flexíveis. Nestas condições, o ritmo do trabalho, tornava-se de tal modo lento que, impedia completamente a observação diária de todos os rametos.

Mesmo em relação a cada árvore, o aumento no número de estróbilos observados mostra-se decepcionante. A experiência deste trabalho leva-nos a dizer que talvez nem plataformas fixas fossem a solução ideal, mas antes um veículo auto-motriz composto por um braço hidráulico com uma cabina no extremo que permitisse comandos pelo observador. À data da realização deste trabalho não se dispunha deste tipo de máquina.

Desta forma, todas as observações foram feitas directamente do solo. A exiguidade dos meios humanos de que se dispôs para um estudo minucioso nos dois pomares obrigaram a optar apenas por um deles. Pela menor altura dos rametos o pomar II foi o seleccionado.

## II. 4 - METODOLOGIA NAS OBSERVAÇÕES DA FLORAÇÃO MASCULINA

### II. 4.1 - Observações quantitativas

A quantificação dos cachos polínicos levanta alguns problemas. A contagem directa é possível, mas extraordinariamente morosa e sujeita a erros grosseiros se não for cuidadosa, especialmente nas árvores altas e da produção exuberante.

A contagem indirecta por classes de número de cachos também se verificou ser morosa e com baixo nível de rigôr. Tal como na contagem directa os problemas agravavam-se nas árvores grandes produtoras de pólen. Um pequeno número de classes para permitir classificação rápida das árvores revelou-se pouco preciso. O número de classes mais de acordo com a quantidade de floração levava a contagens quase tão minuciosas como a contagem directa.

Assim, como metodologia geral nenhum dos procedimentos foi adoptado. Os meios e tempo de floração quase se esgotariam nesta observação.

Após várias tentativas optou-se pela classificação das árvores pelas classes de pólen, definidas não pelo número de flores mas pela incidência de floração na copa, quantificada em percentagem dos gomos vegetativos portadores de cachos polínicos.

Foram assim definidas as seguintes classes:

Classe	0	-----	ausência de floração masculina
Classe	1	-----	até 25% dos gomos vegetativos com floração masculina
Classe	II	-----	de 26% a 50%
Classe	III	-----	de 51% a 75%
Classe	IV	-----	mais de 75%

Esta forma de classificação da produção de gâmetas masculinos apresenta vantagens e inconvenientes, como aliás qualquer outra.

Para o nosso caso concreto, revelou-se como a melhor solução de compromisso entre a necessidade de colher um apreciável conjunto de dados em tempo limitado pela duração fisiológica da floração e os meios humanos de que se dispunha. O menor rigor é suplantado pela extraordinária rapidez. Como a avaliação da **classe de pólen** contém algo de subjectivo, especialmente nos limiares das classes, garantiu-se que a colheita de dados fosse sempre feita pela mesma equipa, reduzindo-se assim o erro sistemático.

A classe de pólen é pouco rigorosa para se fazerem comparações entre árvores de alturas diferentes, mas caracteriza muito satisfatoriamente a produção polínica do mesmo rameto ao longo dos vários anos. Esta forma de quantificação da floração masculina em **classes de pólen** é, aliás, uma metodologia utilizada em outros trabalhos de estudos de floração em coníferas (GRIFFIN, 1984).

Em dois dos anos de observações foi possível realizar a contagem directa do número dos cachos polínicos. Este dado veio revelar uma correlação aceitável com a classe de pólen e a altura dos ramos e confirmar, de certo modo, que a classificação em **classes de pólen** é um bom compromisso entre a informação pretendida e o tempo e meios humanos disponíveis.

#### **II. 4.2 - Observações fenológicas**

Em espécies anemófilas, a eficiência da polinização está estreitamente dependente da quantidade de pólen disponível durante a época de máxima receptividade das flores femininas. Com vista a localizar no tempo as épocas de maior disponibilidade de pólen definiram-se três fases, com base na proporção de cachos polínicos em libertação de pólen (Figuras II 6. 4 e II 6. 5) em cada árvore estudada, o que se verificou na prática ser de definição e observação relativamente fácil:

### 1 - Fase inicial da libertação do pólen

Nesta fase apenas uma pequena proporção dos cachos polínicos está madura. A densidade da nuvem de pólen é fraca, mas a polinização é já possível.

### 2 - Fase de máxima libertação de pólen

Neste estado a maioria dos cachos polínicos atingiu a maturação. A quantidade de pólen libertada pela árvore é exuberante. É a fase "polinizadora" por excelência.

### 3 - Fase final de libertação de pólen

Durante a fase anterior, a maior parte dos cachos perdeu o pólen. Uma pequena proporção não perde todo o pólen e alguns atingem a maturação mais tarde. Deste modo há uma terceira fase com algum poder polinizador.

A polinização termina com a desagregação dos cachos polínicos ficando visíveis as cicatrizes no gomo vegetativo. Na zona onde se diferenciaram os cones polínicos não crescem agulhas.

Este tipo de observações revelou-se de execução mais fácil e de rigor superior ao que *a priori* se supunha. A agitação dos ramos, por leve varejamento, mostrou-se perfeitamente suficiente, como se verificou num ensaio preliminar.

A observação directa do aspecto dos cachos polínicos fornece indicações sobre a cadência da libertação do pólen, o que completa e, por vezes, até evita o varejamento. Assim, a coloração amarelo-vivo dos cachos polínicos, indica quase sempre que estes se encontram em condições de libertação do pólen. O aspecto seco e o esvaziamento das pinhas polínicas que já libertaram a maioria do pólen é também facilmente observável.

Ao fim de algum treino o varejamento só foi necessário em casos de dúvida. Os riscos de provocar distúrbios no padrão de libertação do pólen devido a esta metodologia parece-nos poder ser considerado insignificante.

## II. 5 - METODOLOGIA NAS OBSERVAÇÕES DA FLORAÇÃO FEMININA

### II. 5.1- Observações quantitativas

O número de estróbilos femininos produzido pelos rametos jovens, como no presente caso, permite a contagem directa. As árvores com mais de 50 estróbilos são pouco frequentes e com mais de 100 foram de ocorrência rara.

Quando o número de pinhas ovulíferas se aproxima de 100 a contagem é morosa, devido às suas dimensões reduzidas e à localização na parte alta da copa. Tratando-se de casos muito pouco frequentes não foi portanto necessário utilizar formas mais expeditas mas menos rigorosas de contagem como seria, por exemplo, a divisão em classes, aliás, comum neste tipo de estudos (JONSSON *et al.*, 1976).

Verificou-se e registou-se a ocorrência de segundos surtos de floração feminina em alguns rametos.

Cerca de quatro semanas após o início da floração, contaram-se as flores abscisadas. Neste estudo apenas se registaram o número de estróbilos mortos. A morte da flor é detectável pela mudança de cor de avermelhado para uma coloração muito escura, quase negra. Frequentemente, também se verificou que a morte alterou a posição da flor em relação ao eixo, deixando de estar erecta para estar pendente. Geralmente a abscisão da flor dá-se escassos dias após a morte. Através da observação directa destes factos, complementando com contagens frequentes, é possível quantificar de forma bastante rigorosa a abscisão da flores femininas.

No pinheiro bravo, os estróbilos femininos mantêm-se erectos até ao final da floração. Durante a fase de crescimento vegetativo seguinte vão gradualmente alterando o ângulo de inserção, de tal forma que em meados de Abril é perpendicular ao gomo vegetativo. É nesta altura que a contagem das flores femininas é mais fácil.

A floração feminina foi quantificada em datas diferentes com o objectivo de avaliar:

- Número inicial de flores femininas
- Número de flores femininas abscidasas
- Número final de flores femininas

O número inicial de flores femininas é o obtido pela contagem do 1º surto de floração, o qual se completa em média em 20 dias.

O número de flores femininas abscidasas é obtido por contagem do número de flores que morre durante a época da polinização.

O número final de flores femininas é obtido por contagem das flores existentes 4-6 semanas após o início da floração. Nesta contagem estão já excluídas as flores abscidasas e, estão incluídas as de 2º surto, quando este existe. Estes três tipos de contagens dão uma contribuição interessante para esclarecimento do comportamento dos clones do pomar mas são morosos e exigentes em meios-humanos. Não foram realizados em todos os anos, mas apenas em 1983, 84 e 85.

## II. 5.2 - Observações fenológicas

### Estudo da evolução das pinhas ovulares:

As pinhas ovulares surgem, tal como o pólen, entre meados de Fevereiro e fins de Abril. Devido à anatomia da pinha feminina, é necessário espaço livre entre as escamas para que o pólen possa atingir os micrópilos. Deste modo, definem-se três fases de receptividade da flor feminina ao polén:

### 1ª- Início de receptividade

A pinha ovular emerge com as escamas embricadas. O acesso do pólen nesta fase é possível mas um pouco difícil (Figura II. 6. 1).

### 2ª-Máximo de receptividade

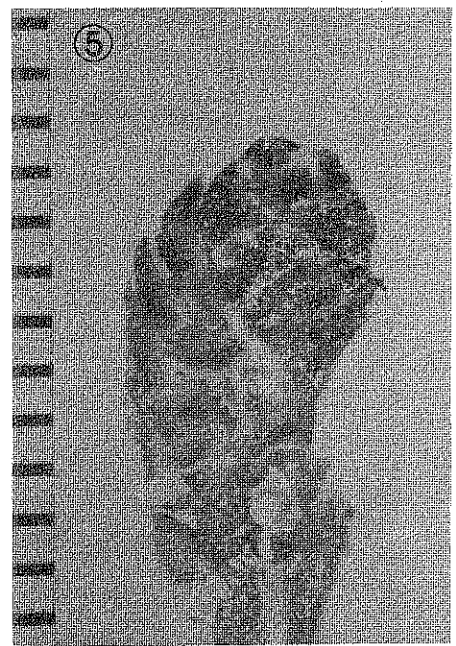
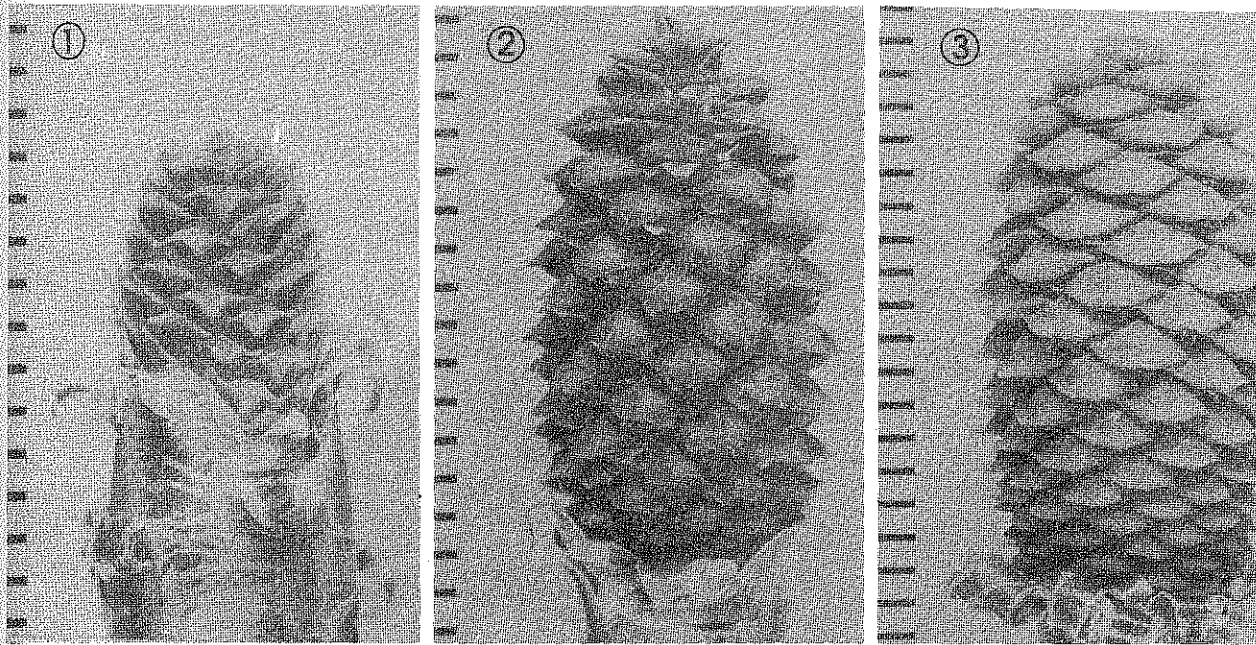
O alongamento da pinha faz-se essencialmente devido ao crescimento do eixo. Deste modo as escamas afastam-se e o acesso do pólen é então muito fácil (Figura II. 6. 2).

### 3ª-Final da receptividade

O alongamento da pinha ovular abranda. As fissuras vão desaparecendo devido ao entumescimento das escamas. A escama e a bráctea ovulares crescem, mas a escama torna-se bastante maior que a bráctea. Com este crescimento, os espaços livres são gradualmente preenchidos. Há ainda alguma possibilidade de acesso dos grãos de pólen, claramente muito mais fraca que na fase anterior (Figura II. 6. 3).

O crescimento das escamas continua até preencher totalmente os espaços. Não há qualquer acesso ao pólen. A pinha terminou completamente a fase de receptividade. Termina também assim a fase da floração.

Pelas observações efectuadas, verificou-se que as escamas superiores se afastam bastante menos do que as localizadas na zona central e as escamas da base não chegam a abrir.



(Nota: 1 divisão = 1 mm)

#### FIGURA II.6

1. Estróbilo feminino em fase de início de receptividade. São visíveis as escamas ovulíferas imbricadas, mas já em início de abertura criando assim espaços por onde o pólen tem acesso aos micrópilos.

2. Estróbilo feminino em fase de máxima receptividade. As escamas ovulíferas têm uma posição quase perpendicular ao eixo da pinha proporcionando uma grande abertura inter-escamas e um acesso fácil do pólen aos micrópilos.

3. Estróbilo feminino em fase final da receptividade. São visíveis os fenômenos de entumescimento das escamas. Os espaços livres da fase anterior foram preenchidos pelos crescimentos da escama e bráctea ovulífera. O acesso do pólen aos micrópilos é, nesta fase, muito dificultado.

4. Inflorescências masculinas (cachos polínicos) em fase de máxima libertação do pólen.

5. Pinha polínica em fase de máxima libertação do pólen. É visível o afastamento das escamas que permite a libertação do pólen, o qual será seguidamente disperso pelos fenômenos de turbulência do ar.

(Fotos: Eng.º Passos de Carvalho — E.A.N.)

### III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### III.1 - ESTUDOS QUANTITATIVOS DA FLORAÇÃO FEMININA

Os dados de que dispomos permitem caracterizar o pomar de várias formas. Uma primeira perspectiva é a que o considera como uma unidade no tempo e no espaço. Avalia-se assim o comportamento reprodutivo do pomar, essencialmente com base no valor médio anual encontrado para as variáveis em estudo:

- número inicial de flores femininas
- número de flores femininas abscisadas
- número final de flores femininas
- número de pinhas (este valor é sempre reportado ao ano da respectiva floração)
- Idade
- altura dos ramos

O comportamento do pomar é em seguida avaliado com base nos valores observados em cada um dos ramos estudados (as unidades físicas), caracterizando assim os anos, bem como as suas respectivas diferenças.

Avalia-se também a dinâmica do pomar na base do comportamento das unidades biológicas que o constituem, ou seja, os clones. Neste caso, as inferências têm por base os valores médios das variáveis para cada clone em cada ano.

Os dados colhidos, durante este estudo, permitem ainda fazer modelos de estimativa da produção de pinhas por rameto.

### III. 1.1 - Comportamento geral do pomar quanto às produções médias anuais

A nível global, o pomar é caracterizado em cada ano com base na média dos valores observados nos 244 rametos em estudo. Todavia, como complemento dessa caracterização, outros factos a nível global do pomar foram observados e começam assim por ser referidos.

A época de floração do Pinheiro bravo em Portugal inicia-se em princípios de Março e prolonga-se por Abril. A nível do pomar II a abertura da primeira flor feminina ocorreu segundo este padrão, excepto no ano de 1988 (Quadro III.1.1).

Quadro III.1. 1 - Início da floração feminina a nível geral do pomar

ANO	Data de abertura da primeira flor feminina	Data em que 20% dos rametos apresentam floração feminina	Data de abertura da última flor feminina
1983	7/3	9/3	--
1984	8/3	21/3	9/4
1985	1/3	7/3	--
1988	15/2	--	--

A floração feminina inicia-se geralmente pela flecha. As flores laterais aparecem alguns dias mais tarde, havendo uma certa amplitude de datas, de cima para baixo.

Muitas árvores apenas produzem flores na flecha, sendo muito menos frequentes as árvores que produzem só floração lateral. Este último tipo de comportamento verificou-se apenas num escasso número de clones e, dentro destes, somente em um rameto por clone. Em 1984, só os clones **41** e **60** apresentaram floração feminina exclusivamente na zona lateral da copa e, em 1985, o número de clones com este padrão é também escasso, concretamente apenas os clones números **25**, **33**, **39**, **60** e **61**.

O pinheiro bravo apresenta frequentemente mais do que um ciclo anual de floração feminina, que pode ocorrer tanto na flecha como em ramos laterais. Nos clones do pomar verificou-se a ocorrência de 2º surto de floração, mas de forma não generalizada. No Quadro III.1.2 apresentam-se os dados relacionados com o seu aparecimento, tanto em relação aos clones como para os rametos que os constituem. Em média os 2º surtos de floração ocorrem 4 semanas após o primeiro.

Quadro III.1.2- Clones e respectivo número de rametos com 2º surto de floração feminina. Os clones comuns a todos os anos estão assinalados a carregado.

Clone	1984		1985		1986	
	Clone	Número rametos	Clone	Número rametos	Clone	Número rametos
9		1	23	1	7	2
12		1	31	1	12	1
17		1	<u>49</u>	3	17	2
23		1	<u>55</u>	1	22	3
48		1	68	1	24	2
<u>49</u>		2	<u>73</u>	1	31	1
51		1	-	-	<u>49</u>	3
<u>55</u>		1	-	-	<u>55</u>	1
<u>73</u>		1	-	-	68	1
-		-	-	-	<u>73</u>	4
-		-	-	-	79	1
-		-	-	-	81	1

Pelos dados obtidos nos 3 anos em que se recolheu esta informação, não parece possível definir uma clara tendência genética face a este comportamento, na medida em que só se verificou de forma sistemática em 3 clones: 49, 55 e 73.

Apesar de se verificar um aumento do número de clones e de rametos com produção de 2º surto de floração para o ano de 1986, o número de dados é manifestamente insuficiente para fazer inferências de relacionamento seja entre anos bons produtores e frequência de 2ª camada, seja mesmo com o aumento da idade dos clones, tal como se pode observar na Figura III.1. 1.

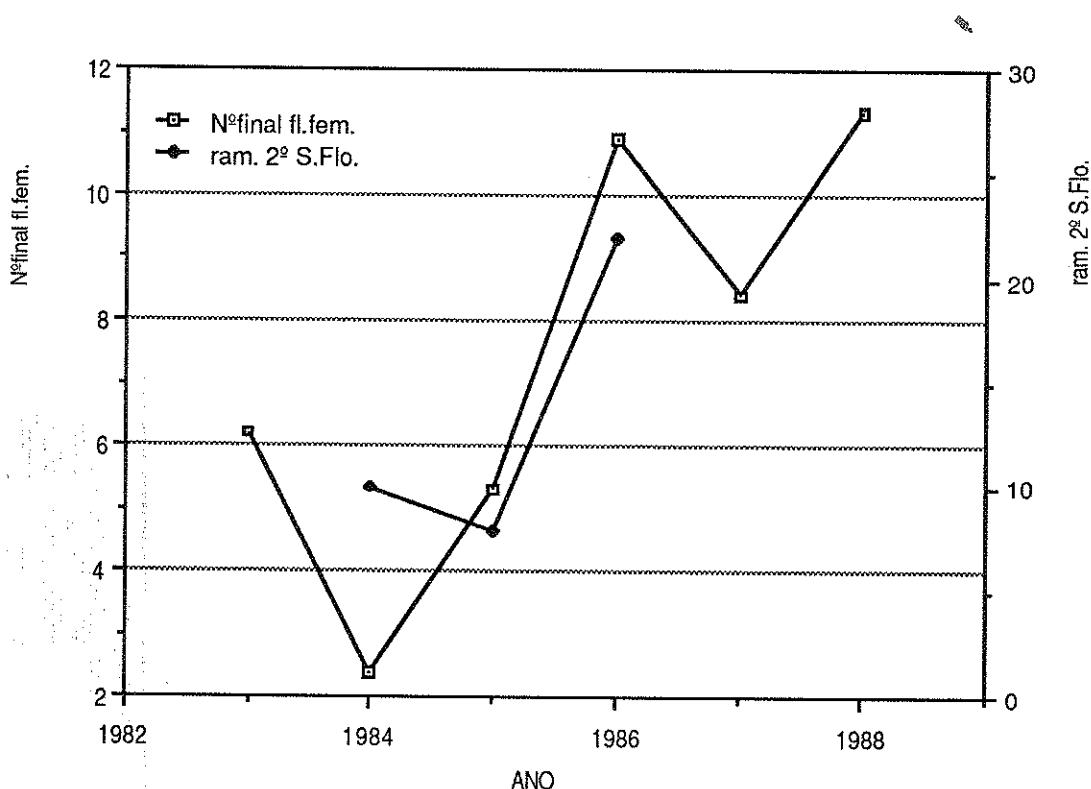


Figura III.1-1. Número de rametos com 2º surto de floração (ram.2ºS.Flo.) comparado com a produção média de flores femininas finais (Nºfinal fl. fem.) ao longo dos anos de 1983 a 1988.

A caracterização do pomar, como uma unidade ao longo dos anos estudados, é feita essencialmente através do valor médio das variáveis em estudo, para os 244 rametos. Esses valores, bem como os respectivos desvios padrões, estão apresentados

no Quadro III.1. 3. As variáveis são caracterizadas por elevados desvios padrões, o que se deve à grande variabilidade das produções de floração dos rametos, que em alguns casos é nula, o que agrava a grande dispersão das variáveis.

Pelos valores do Quadro III.1. 3 é já patente a variabilidade entre anos apresentando as variáveis número inicial de flores femininas, número final de flores femininas e número de pinhas, de forma sistemática, um valor mínimo em 1984.

Quadro III. 1. 3- Valores médios anuais de algumas das variáveis em estudo e respectivos desvios padrões, calculados com base nos dados colhidos nos 244 rametos em observação.

ANO	Nº inicial flores femininas		Nº de flores femininas abcisadas		Nº final flores femininas		Número de pinhas		Idade	Altura (m)
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
	1983	7.2	5.5	1.1	1.7	6.2	4.9	5.3	4.7	6.8
1984	2.8	2.8	0.5	1.5	2.4	2.4	1.7	2.2	7.8	4.5
1985	5.8	5.2	0.4	0.5	5.3	5.1	5.1	5.1	8.8	5.2
1986	-	-	-	-	11.0	10.4	10.2	10.0	9.8	6.0
1987	-	-	-	-	8.0	5.0	-	-	10.8	6.7
1988	-	-	-	-	11.3	6.6	-	-	-	-

A morte do estróbilo feminino durante a fase de polinização conduz à sua abcisão. É um fenómeno que merece atenção, pois no caso de ter grande incidência, pode provocar quebras significativas na quantidade potencial de flores femininas. Requer, contudo, observações de alguma minúcia, tanto em relação ao aspecto vegetativo para que a morte da flor possa ser inequivocamente detectada, como em termos de contagens. Geralmente, a abcisão da flor ocorre alguns dias após a morte, sendo primeiramente observável pela alteração de cor do estróbilo.

Durante os anos de 1983, 1984 e 1985 esse fenómeno foi objecto de observação sistemática em todos os 244 rametos marcados para estudo. O valor médio por árvore, para cada ano, bem como a sua expressão, em termos percentuais, em relação ao número inicial de flores femininas e a sua influência na quantidade anual de pinhas estão sintetizadas no Quadro III. 1. 4.

Quadro III. 1. 4- Abcisão de flores femininas expressa em valor médio e em percentagem do número inicial de flores femininas - relacionamento com a respectiva produção de pinhas (valores lidos 2 anos depois).

ANO	Média do nº inicial de flores femininas	Média do nº flores femininas abcisadas	% fl. fem. abcisadas em relação ao nº inicial de fl. fem.	Média do nº final de flores femininas	Média do número de pinhas	Produção média de pinhas:	
						% para a média do nº inicial flores femininas	do nº final flores femininas
1983	7.2	1.1	14.9%	6.2	5.3	73.6%	85.5%
1984	2.8	0.5	1.8%	2.3	1.7	61.2%	72.9%
1985	5.8	0.4	7.1%	5.3	5.1	88.2%	95.1%
1986	--	--	--	11.0	10.2	--	92.8%

Pelos valores do Quadro III.1.4 verifica-se que a percentagem de flores abcisadas explica em grande parte as quebras de produção das pinhas em relação ao número inicial de flores femininas.

Estes valores revelam um comportamento a nível global do pomar bastante importante, ou seja, o de que as perdas na frutificação se dão essencialmente nas primeiras semanas de vida das flores, mais concretamente, durante a fase da polinização, permitindo concluir que as flores que sobrevivem a esta fase chegam na sua grande maioria à fase adulta.

Em *Pinus sylvestris*, por exemplo, BROWN (1971) refere perdas substanciais entre a fase de polinização e a fertilização que, segundo este autor, são devidas a condições climáticas adversas, ventos fortes principalmente.

Este facto tem bastante interesse para a gestão do pomar, na medida em que permite previsões globais da produção média de pinhas de forma bastante satisfatória um ano e meio antes da colheita, fazendo apenas uma contagem das flores femininas coincidente com o final da polinização.

A partir de 1986 inclusivé, a floração feminina foi avaliada em uma só contagem em meados do mês de Abril. Com meios humanos escassos, em que apenas uma contagem seja possível, é esta que se deve escolher, como será justificado ainda por outros resultados obtidos no âmbito trabalho.

A evolução da produção média anual de flores femininas, quantificada em termos de número final de flores femininas bem como a das respectivas frutificações, avaliadas pelo valor médio anual do número de pinhas encontra-se na Figura III. 1. 2.

No gráfico observa-se que as duas variáveis têm, ao longo do tempo, um padrão de comportamento bastante semelhante apresentando, nomeadamente, máximos e mínimos para os mesmos anos.

Em relação ao número final de flores femininas, verifica-se que houve um primeiro pico em 1983. Embora ainda não se tivessem iniciado os estudos de floração, pelos registos das produções anteriores do pomar pode inferir-se que, este foi o primeiro ano de produção floral abundante, pois para uma média de idades de 6.8 anos a produção de semente correspondente ao ano de 1983 (1984/85) foi de cerca de 10 kg/ha, valor bastante superior ao registado nos anos anteriores.

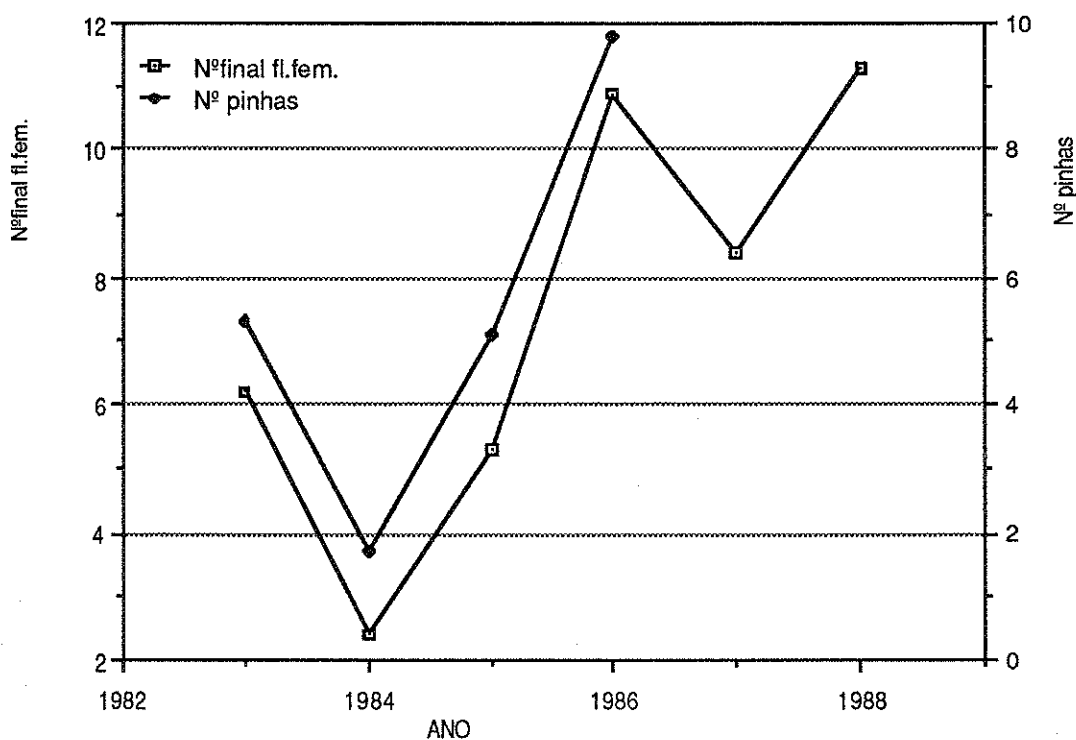


Figura III.1-2 - Produção média anual de flores femininas finais (Nºfinal fl. fem.) e correspondente produção média anual de pinhas (Nº pinhas). Os dados das produções de pinhas estão sempre referenciados ao ano da respectiva floração.

O ano de 1984 pode ser considerado um ano de contra-safra. Apesar de as árvores estarem em pleno crescimento vegetativo a produção média de flores baixa para 1/3, bem como a correspondente produção seminal, como se confirmaria na colheita 1985/86, situando-se em 3 kg/ha.

O ano de 1985 é caracterizado por uma nova subida no valor médio mas, contudo, aquém de 1983. Em 1986, a produção média de flores caracteriza-se por uma grande subida, com o valor médio final de flores femininas de cerca do dobro do de 1983. O ano de 1987 é novamente um ano de quebra, mas já não para valores tão baixos como os de 1984. Finalmente, em 1988, as produções voltam a subir mas o valor mantém-se *grossa modo* ao nível de 1986.

Em termos de definição de periodicidade de safras e contra-safras, os dados de que dispomos são insuficientes e, prejudicados pelo facto de os rametos se encontrarem em idades de elevada taxa de crescimento vegetativo. Só com muitos mais anos de dados se poderá afirmar se a tendência que se está a esboçar é ou não o padrão de comportamento do pomar, ou seja, um ano muito fraco seguido de um ano médio e este por sua vez por um de floração plena.

Esta forma de oscilação não seria de modo algum invulgar em coníferas. É por exemplo, o padrão encontrado para a *Pseudotsuga menziesii* em povoamentos da sua área de expansão (EIS, 1973), ou o de um pico de 4 em 4 anos como no *Pinus monticola* (REHFELDT *et al.*, 1971).

Os valores observados para 1987 merecem alguma atenção. O valor médio de flores femininas deste ano baixa relativamente a 1986, contudo, é manifestamente mais elevado quando comparado com o correspondente para 1984 (mais do triplo), o que em termos absolutos excluiria a hipótese de o considerar como de contra-safra. No entanto, o mais provável é que a quebra característica da contra-safra esteja mascarada pelo efeito do crescimento vegetativo.

Para já, apenas se pode afirmar que, para 1987, há uma diminuição da produção tanto relativa, quando comparada com os anos imediatamente adjacentes, como absoluta, pois em idades jovens a floração geralmente aumenta com a idade.

### **III. 1. 2 - Avaliação do padrão reprodutivo do pomar através das produções individuais dos rametos em estudo**

A unidade física deste estudo é o rameto, de cujas observações se parte para a posterior caracterização das unidades biológicas - os clones.

Por várias razões os rametos do mesmo clone apresentam comportamentos diferentes. Como mais importantes são de apontar o efeito de topófises, a diferença de

idades, que origina diferenças na altura e volume da copa, e ainda as diferenças de competição. Estas heterogeneidades explicam em grande parte as diferenças de comportamento e, portanto, a sua escolha como unidade física no âmbito deste estudo.

A diferente capacidade das árvores ao longo dos vários anos para produzir floração feminina é um dos factos que logo de início se evidenciou. No Quadro III. 1. 5 compara-se o número de ramos que produzem flores femininas nos diferentes anos em estudo e quantificam-se em termos de percentagem para o total de árvores estudadas.

Quadro III.1.5- Número de ramos com floração feminina e respectiva percentagem em relação aos 244 ramos em estudo. Neste quadro comparam-se ainda as produções finais de flores femininas calculadas para a totalidade dos ramos (244) e apenas para os que apresentaram floração, cujo número foi variável ao longo dos anos.

ANO	Número de ramos com floração feminina	Em relação ao total de ramos estudados	Nº médio de flores finais para os ramos com floração feminina	Nº médio de flores finais femininas para o total de ramos
1983	192	78.7 %	7.9	6.2
1984	129	52.9 %	4.5	2.4
1985	178	73.0 %	7.3	5.3
1986	217	88.9 %	12.2	11.0
1987	213	87.3 %	9.5	8.0
1988	225	92.2 %	12.3	11.3

Pelo número de ramos que exibem floração feminina, observa-se que, 1984 além de ter sido um ano de fraca produção floral, é também aquele em que se verifica o menor número de árvores em produção. Em 1985 esse número aumenta mas é ainda inferior a 1983. A partir desse ano assiste-se não só a um aumento mas a uma

estabilização da quantidade de árvores em floração, traduzida por uma percentagem média e pouco variável de cerca 90%.

Com o aumento da idade, há um nítido aumento do número de rametos que florescem. A partir de 1986, com uma média de idades de 9.8 anos, a quase totalidade dos rametos estudados entrou em fase adulta. O pinheiro bravo pode assim ser considerado uma espécie de curto período juvenil quando comparado, nas mesmas condições, com outras espécies como, por exemplo, a *Fagus sylvatica*, cuja fase juvenil é de 30 a 40 anos (MATTEWS, 1963). Este curto período juvenil do pinheiro bravo é muito vantajoso em termos de rotação de gerações e, portanto, de melhoramento genético.

Relacionando o número de rametos em floração com a produção média anual de flores femininas (Figura III. 1. 3) observa-se que as duas variáveis apresentaram valores máximos e mínimos para os mesmos anos.

Comparando a produção média de flores femininas finais, para as 244 árvores em estudo, com a correspondente produção, apenas para os rametos que florescem, (Quadro III. 1. 5) observa-se que o padrão de comportamento entre anos mantém-se, ou seja, os anos de fraca produção seriam detectáveis de igual forma quer se usasse a média para a totalidade das árvores quer se se tivesse usado unicamente os valores das árvores com floração. As quebras nos anos maus não são portanto devidas unicamente ao menor número de árvores que florescem, mas ao efeito simultâneo de menos árvores com menor número de flores. Com o aumento da idade parece, no entanto, que nos anos fracos a produção por árvore é mais afectada do que o número de árvores em floração ao nível da população.

No caso de anos abundantes o número de árvores em produção é sempre elevado, mesmo em idades mais jovens, o que é mais uma diferença notória entre anos de boa e má floração.

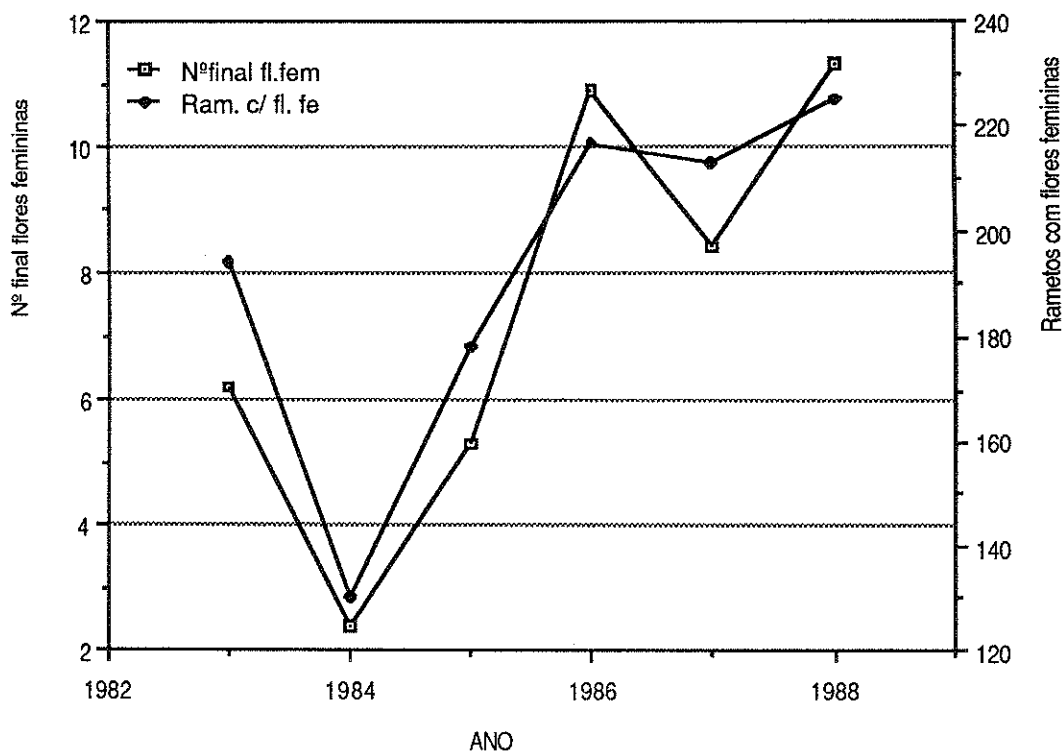


Figura III.1-3. Número de rametos com produção de flores femininas (Ram. c/ fl. fe.) entre os anos de 1983 e 1988 comparado com a produção média anual de flores femininas finais (Nº final fl. fem.).

A quebra ocorrida em 1984 vem mais uma vez confirmar que os maus anos de produção floral são ainda agravados por uma fraca quantidade de árvores em floração e conseqüentemente menor variabilidade potencial de cruzamentos em relação aos anos bons.

#### CORRELAÇÕES DA VARIÁVEL número inicial de flores femininas COM AS OUTRAS VARIÁVEIS USADAS NA CARACTERIZAÇÃO DA FLORAÇÃO FEMININA E DO POMAR

O tipo e grau de dependência entre as variáveis em estudo foi também procurado, usando-se para tal o coeficiente de correlação linear, apenas referido como

"correlação" como é habitual. As correlações referidas têm por base dados colhidos ao nível do rameto, 244 observações, portanto.

Quadro III. 1. 6 - Correlações do número inicial de flores femininas com as outras variáveis usadas na caracterização das produções de floração feminina e do pomar em geral

ANO	Nºde flores femininas abcisadas	Nºfinal flores femininas	Classe de pólen	Número de pinhas	Idade	Altura	Grau de Vizinhaça	Número de flores masculinas
1983	0. 48	0. 98	0. 27	0. 95	0. 30	0. 44	-0.04	--
1984	0. 54	0. 92	0. 34	0.86	0. 20	0. 44	0.0	--
1985	0. 48	0. 99	0. 28	0. 96	0. 34	0. 45	-0.09	0. 45

**Número de pinhas** - esta variável apresenta correlações muito fortes com o número inicial de flores femininas com idêntica ordem de grandeza em 1983 e 1985. O valor para 1984 é mais baixo, mas continua a indicar um estreito grau de relacionamento entre as variáveis.

**Número de flores abcisadas** - as correlações com esta variável têm ordem de grandeza de 0.5. Há portanto uma certa tendência para que as árvores mais produtoras sejam em certa medida aquelas em que se verifiquem maior número de abcisão de flores.

**Classe de pólen** - as correlações são bastante fracas. É um dado relativamente importante, pois indica que as árvores mais produtoras de floração de um sexo não são, de forma sistemática, também fortes produtoras para o outro, o que constitui um indicador indirecto de um certo grau de variabilidade nos cruzamentos, na medida em que a auto-polinização é, por esta razão, menos provável.

**Idade e Altura** - as correlações com estas variáveis são também positivas mas, regra geral, fracas. Porém, no que respeita à altura, verifica-se que esta é um factor mais influente na produção de flores do que a idade. Este comportamento não deve,

contudo, ser extrapolado, pois é necessário não esquecer que o pomar é muito jovem. Estes padrões podem ser diferentes em populações adultas.

**Vizinhança** - a correlação é quase nula ou bastante fraca. É um resultado que vai contra o padrão de comportamento geral das coníferas (SWEET, 1975). Este resultado inesperado deve-se, muito provavelmente, ao compasso inicial do pomar (4 x 4 m) e à pouca altura dos rametos. Desta forma, a competição é ainda muito fraca e insuficiente para se manifestarem os efeitos devidos a interpenetração e ensombramento mútuo das copas.

**Número de flores masculinas** - esta correlação tem um valor de 0.45, bastante superior ao verificado com a classe de pólen. Este resultado confirma algumas das limitações desta última variável já referidas na secção II. 4. 1 deste trabalho que, pelo facto de ser muito dependente da altura da árvore, é pouco precisa para comparações entre árvores ou entre clones. Apesar de, no presente caso não fornecer uma informação tão rigorosa como a contagem das inflorescências masculinas (**número de flores masculinas**), não se deve inferir que constitua uma metodologia de trabalho inútil. Outros resultados que serão apresentados ao longo deste trabalho demonstrarão a utilidade da variável **classe de pólen**, especialmente, quando se tem por base escolher uma solução de equilíbrio entre a necessidade de informação biológica e as disponibilidades de meios humanos e de tempo.

No presente caso, a correlação com o número inicial de flores femininas obtida pela quantificação indirecta dos cachos polínicos indica uma relação fraca entre as duas variáveis. O valor obtido pela correlação com o **número de flores masculinas**, embora mais elevado, não é revelador de um tipo de associação substancialmente mais forte entre as variáveis. Conhecendo-lhe as limitações e usando a informação fornecida pela **classe de pólen**, de forma cautelosa pode-se considerá-la como uma boa "ferramenta" de trabalho.

CORRELAÇÕES DA VARIÁVEL número final de flores femininas COM AS OUTRAS VARIÁVEIS USADAS NA CARACTERIZAÇÃO DA FLORAÇÃO FEMININA E DO POMAR.

Os valores desta correlação encontram-se no Quadro III. 1. 7. As correlações da variável número final de flores femininas com as restantes têm em geral um padrão idêntico ao descrito para a variável anterior, número inicial de flores femininas. No entanto, verificam-se algumas discrepâncias que são de realçar.

Quadro III.1.7 - Correlações do número final de flores femininas com as outras variáveis

ANO	Nº inicial de flores femininas	Nº flores femininas abscisadas	Classe de pólen	Número de pinhas	Idade	Altura	Grau de Vizinhança	Número de flores masculinas
1983	0.98	0.29	0.24	0.98	0.45	0.45	-0.04	--
1984	0.92	0.16	0.38	0.97	0.22	0.45	0	--
1985	0.99	0.35	0.38	0.96	0.22	0.45	-0.09	0.43
1986	--	--	0.34	0.99	0.34	0.42	-0.08	--
1987	--	--	0.39	--	0.39	0.46	-0.19	--
1988	--	--	0.19	--	0.25	--	-0.22	0.34

**Número de pinhas** - a correlação com esta variável é sempre muito forte, chegando aos limiares de 1, por vezes substancialmente mais forte que a idêntica correlação com o número inicial de flores femininas, como é o caso do ano de 1984.

**Vizinhança** - em relação às correlações com esta variável, embora se mantenham níveis bastante fracos, nota-se já uma tendência para uma associação negativa entre os efeitos da competição e o número final de flores femininas. Durante os primeiros anos, não se verificam diferenças sensíveis nas produções florais entre os rametos de diferentes graus de competição, certamente devido ao facto de o pomar ser muito jovem e, portanto, as árvores terem ainda alturas reduzidas. Em 1983, a média das idades era de

6.8 anos e o da altura de 3.9 m, valores que traduzem um bom grau de desafogamento, mesmo para os ramos que se situam em condições mais densas.

Como durante os anos deste estudo o pomar não sofreu nenhum desbaste, os valores desta correlação são indicadores de que estão a surgir no pomar, com o avanço da idade e aumento da envergadura das copas, os primeiros efeitos negativos da competição. A verificar-se esta tendência, a evolução desta correlação pode vir a revelar-se como um meio expedito de detectar necessidade de desbastes de manutenção no pomar, o que constituiria um resultado de ordem prática importante para a sua gestão.

Relembrando a descrição do pomar, realça-se que existem bastantes falhas, o que é confirmado pela não existência do grau de vizinhança 8 e o grau 7 ser raro, como se verifica no Quadro III. 1. 8.

Os dados deste quadro confirmam a situação de grande desafogamento das árvores e portanto a ausência de condições de competição que levem a diferenças de floração marcadas, pelo menos até à idades em que este trabalho foi realizado.

Quadro III.1. 8 - Frequência do número de ramos para os graus de vizinhança 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8. Nestes graus o valor 0 significa que o ramo considerado não tem à sua volta nenhum dos 8 possíveis e de modo idêntico o valor 8 significa que existem todos os 8 ramos possíveis à volta do considerado

Grau de vizinhança	Número de ramos
0	0
1	14
2	29
3	55
4	62
5	47
6	28
7	9
8	0

Por último, lembremos que, as óptimas condições de clima do nosso país para produção floral (GORDON, 1978); (VARELA, 1988), podem também ser responsáveis pela fraca influência da competição no comportamento reprodutivo. Não só temos um elevado número de horas de sol por ano como ainda o ângulo de inclinação dos raios solares é bastante superior ao das latitudes 50 - 60° N, (DAVEAU, 1976) onde se situam os pomares de coníferas a que se refere uma boa parte da literatura. Este estudo deve ser feito em condições de competição (compassos) bastante mais díspares e, deve também ser continuado no pomar de modo a avaliar em que idade e altura das árvores se começa a fazer sentir os seus efeitos negativos na produção floral.

Largos espaçamentos nos pomares de semente de pinheiro bravo em idades jovens, além de serem inúteis do ponto de vista de aumento da floração, podem ainda prejudicar a eficiência da polinização. Não se ganha em quantidade de semente e pode-se perder em variabilidade genética, pois as árvores isoladas são mais sujeitas a auto-polinização.

### III. 1. 3 - Contribuição individual dos clones para a floração total

A quantidade relativa de floração feminina produzida pelos clones de um pomar é um indicador do seu "peso" na constituição genética das descendências e do tamanho efectivo da população ( $N_e$ ). Em termos de progénies, o clone é um todo para o qual contribuem as produções dos rametos que o constituem. Assim, o valor médio das observações colhidas nos cinco rametos em estudo é a unidade escolhida para comparações entre os clones.

As correlações entre as produções de floração feminina dos clones ao longo dos seis anos deste trabalho, forneceram uma primeira aproximação do comportamento reprodutivo do pomar. Pelos valores expostos no Quadro III. 1. 9 é, desde já, perceptível uma situação de domínio da floração por alguns dos clones, pois as correlações são

sempre positivas e fortes, particularmente, entre anos contíguos. Contudo, realce-se que a correlação de um determinado ano com os seguintes vai sendo mais fraca entre anos mais afastados, o que mostra que com o avanço na idade há alterações nas posições relativas dos clones mais produtores. O enfraquecimento das correlações ao longo do tempo deve-se ainda, muito provavelmente, à entrada de novos clones em produção. Estes dados, sendo bastante importantes, na medida em que são um indicador expedito de desequilíbrios de fertilidade no pomar são, contudo, insuficientes para a sua caracterização. Para se avaliar a fragilidade ou robustez genética de uma fonte seminal deste tipo necessita-se de informação bastante mais detalhada, por forma a definir não só os clones mas o grau da sua contribuição para esses desequilíbrios.

A contribuição relativa dos clones para floração feminina foi feita em termos de percentagem das produções individuais em relação ao total. Desta forma identificam-se os genótipos, sendo também possível, a comparação entre os anos.

Quadro III. 1. 9 - Correlações das produções médias do número final de flores femininas dos clones nos anos de 1983 a 1988

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988
1983	1	--	--	--	--	--
1984	0.82	1	--	--	--	--
1985	0.50	0.61	1	--	--	--
1986	0.60	0.66	0.85	1	--	--
1987	0.34	0.47	0.61	0.66	1	--
1988	0.40	0.45	0.47	0.49	0.62	1

A variável escolhida foi o número final de flores femininas pois, pelos resultados anteriormente expostos é a que mais estreita relação tem com o número de pinhas e, portanto, com a semente produzida pelo clone. A seriação dos clones para os anos em

estudo, por este critério, é apresentada nas Figuras III.1- 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Os 49 clones do pomar são divididos em 4 grupos, representando cada um 25% da população.

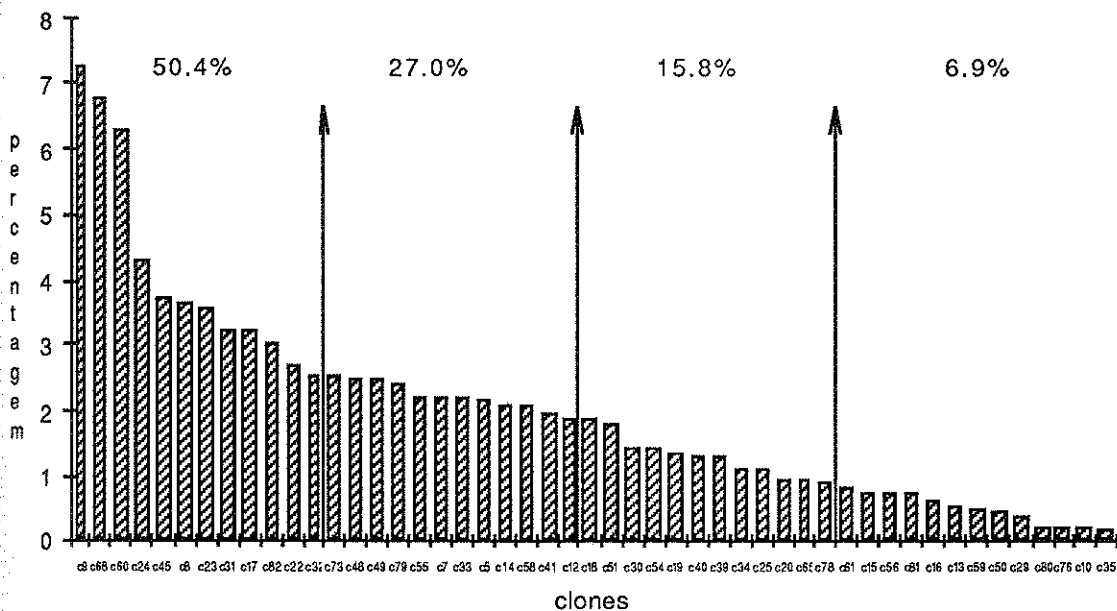


Figura III.1.4 - Contribuição individual dos clones para a floração feminina total, (produções de flores expressas em percentagem) no ano de 1983

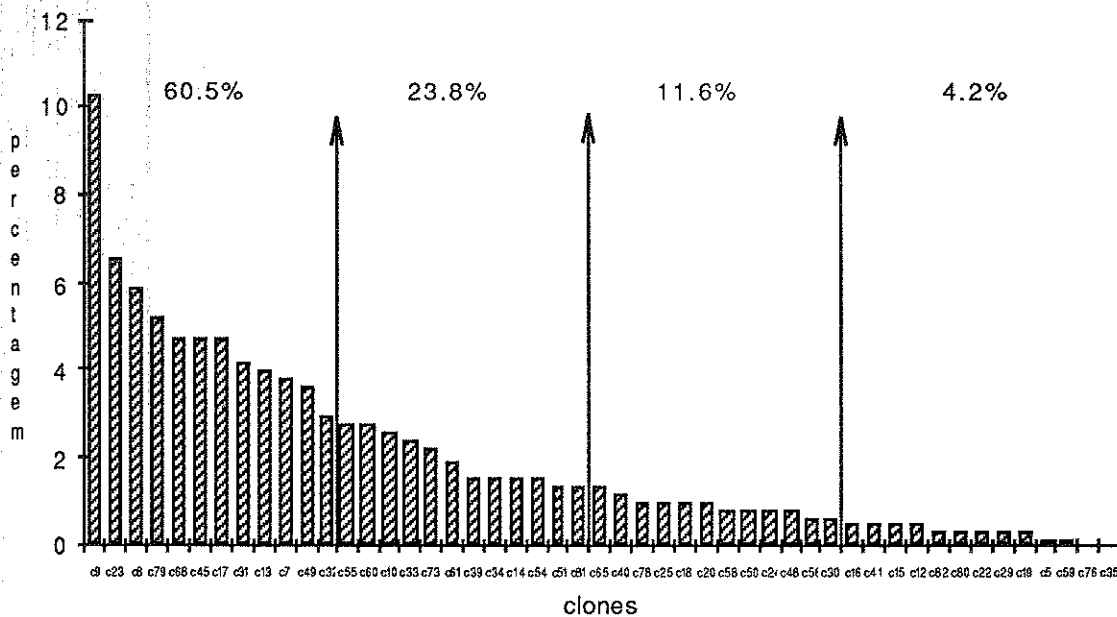


Figura III. 1. 5 - Contribuição individual dos clones para a floração feminina total, (produções de flores expressas em percentagem) no ano de 1984

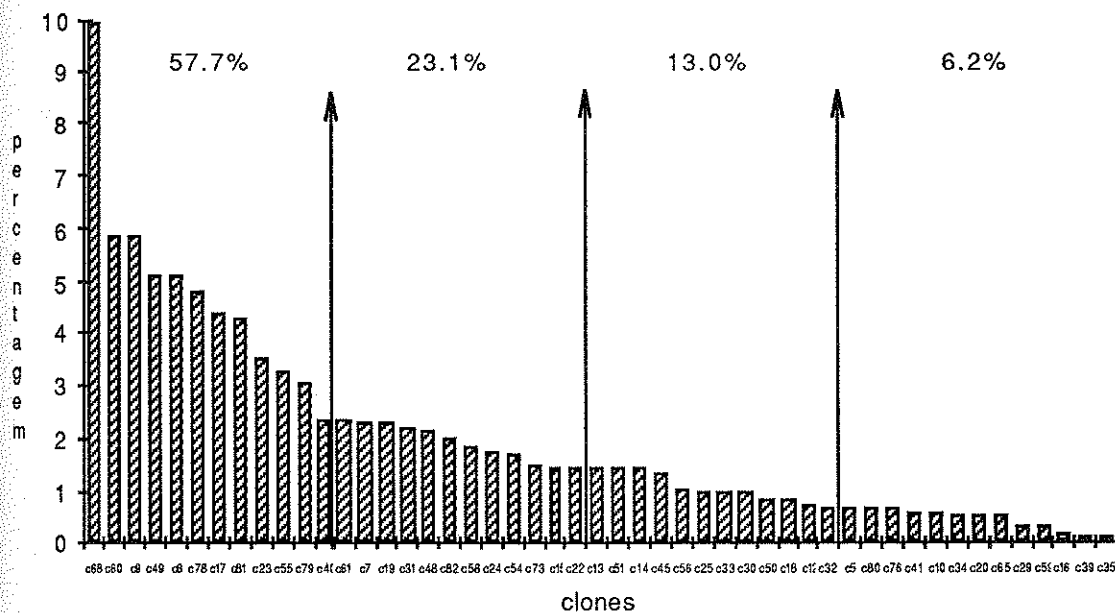


Figura III. 1. 6 - Contribuição individual dos clones para a floração feminina total, (produções de flores expressas em percentagem) no ano de 1985

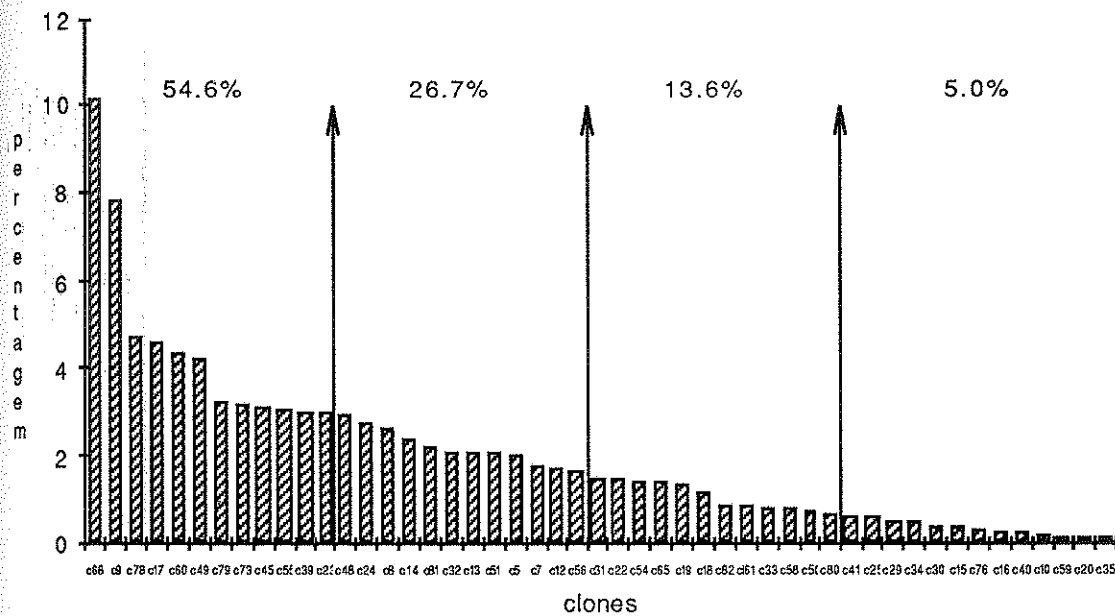


Figura III. 1. 7 - Contribuição individual dos clones para a floração feminina total, (produções de flores expressas em percentagem) no ano de 1986

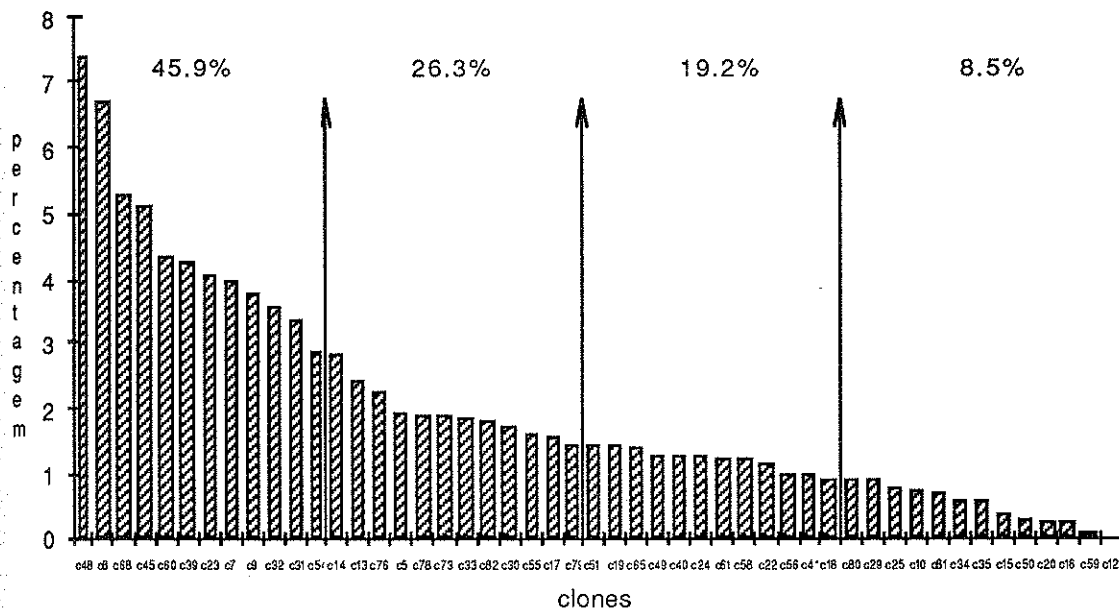


Figura III. 1. 8 - Contribuição individual dos clones para a floração feminina total, (produções de flores expressas em percentagem) no ano de 1987

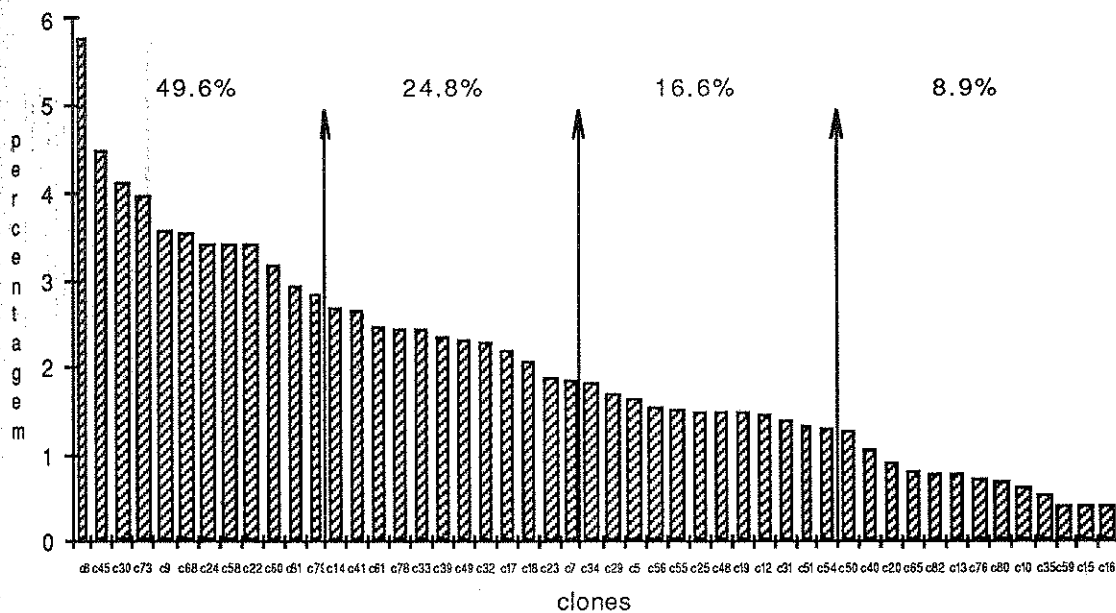


Figura III. 1. 9 - Contribuição individual dos clones para a floração feminina total, (produções de flores expressas em percentagem) no ano de 1988

A percentagem de flores femininas produzida por 25% dos clones (total 12) mais produtivos tem o valor mais alto em 1984. A partir de 1987 baixa para valores inferiores a 50 %. O pomar segue também neste aspecto o padrão geral das coníferas, ou seja de aligeiramento das assimetrias com o avanço da idade (KOSKI, 1980).

Em média, para os seis anos, 53% da floração feminina foi produzida por 25% dos clones. Embora seja uma situação de desequilíbrio da contribuição genética, não é, de modo nenhum, tão grave como algumas assimetrias verificadas noutros pomares de coníferas e referidas no Capítulo I deste trabalho.

O ano em que há maior disparidade é o de 1984, o que é mais uma forma indirecta de expressar a baixa variabilidade genética dos anos de fraca produção. É também o único ano em que dois dos clones (76 e 35) têm floração feminina nula.

Dividindo a população do pomar em grupos de 25 e 50% dos clones mais produtivos e, comparando com a metade menos produtiva, verificam-se diferenças bastante notórias. Estes valores constam do Quadro III.1.10.

A metade mais produtiva é responsável por indesejadas proporções da produção floral, especialmente nos anos mais fracos. Em termos genéticos, quer pela diversidade quer pela quantidade de progénies estas discrepâncias têm o efeito de reduzir para metade a expressão do pomar.

Quadro III.1.10 - Percentagem do número final de flores femininas produzida pelos 12 clones mais produtivos (25% do total dos 49 estudados). A carregado os clones comuns em todos os anos. Neste quadro compara-se ainda a produção de metade dos clones mais produtivos com os menos produtivos, sendo as produções também expressas em percentagem do total.

ANO	12 clones mais produtivos (25% dos estudados)						Produção correspondente de flores femininas	Produção de 50% dos clones mais produtivos	Produção de 50% dos clones menos produtivos
	1983	<u>9</u>	<u>68</u>	60	24	45	8	50.4%	77.4%
	23	31	17	82	22	32			
1984	<u>9</u>	23	8	79	<u>68</u>	45	60.5%	84.3%	15.8%
	17	31	13	7	49	32			
1985	<u>68</u>	60	<u>9</u>	49	8	78	57.8%	80.8%	19.2%
	17	81	23	55	79	40			
1986	<u>68</u>	<u>9</u>	78	17	60	49	54.6%	81.3%	18.6%
	79	73	45	55	39	23			
1987	48	<u>68</u>	60	8	<u>9</u>	49	45.9%	72.2%	27.7%
	24	45	73	58	39	17			
1988	8	45	30	73	<u>9</u>	<u>68</u>	49.6%	74.4%	25.5%
	24	58	22	60	81	79			

Pelas razões expostas na secção II. 2, o pomar não tem o mesmo número de rametos por clone. As diferenças são bastante marcadas, variando de 6 rametos para o clone 50 e para 37 no clone 23. O número de rametos por clone encontra-se no Quadro III. 1. 11.

Quadro III.1. 11 - Número de rametos por clone no pomar II

clone	Nº de rametos	clone	Nº de rametos	clone	Nº de rametos	clone	Nº de rametos
5	28	20	10	40	14	61	12
7	32	22	12	41	15	65	11
8	31	23	37	45	32	68	24
9	20	24	8	48	25	73	12
10	31	25	24	49	8	76	32
12	9	29	14	50	6	78	20
13	26	30	18	51	19	79	23
14	25	31	35	54	28	80	21
15	16	32	33	55	18	81	8
16	28	33	26	56	13	82	23
17	12	34	15	58	8	--	--
18	18	35	22	59	16	--	--
19	19	39	29	60	20	--	--

A contribuição individual dos clones para a floração feminina anteriormente apresentada representa a capacidade relativa e absoluta do clone como indivíduo genético e seria por si suficiente para a compreensão do pomar ou a avaliação empírica do  $N_e$  se os clones estivessem representados por igual número de rametos.

A grande variabilidade do número de rametos introduz alterações na expressão quantitativa dos vários clones. A quantidade de flores femininas e, portanto, a quantidade potencial de semente será substancialmente diferente se um clone tiver o dobro das "cópias" de outro, para idênticas produções médias por rameto. Procurou-se, desta forma, estimar a contribuição do clone no seu "todo", incluindo nesta designação a quantidade de árvores que o constituem. Esta avaliação é uma simulação na hipótese da média geral de todos os rametos ser idêntica às dos cinco estudados.

Pelas figuras III. 1. 10, 11, 12, 13, 14 e 15 e pelos valores apresentados no Quadro III. 1. 11 verifica-se que existem efectivamente alterações na seriação dos clones

e, mais ainda, na quantidade (expressa em percentagem) de floração do grupo dos 12 clones mais produtivos, 25% dos em estudo.

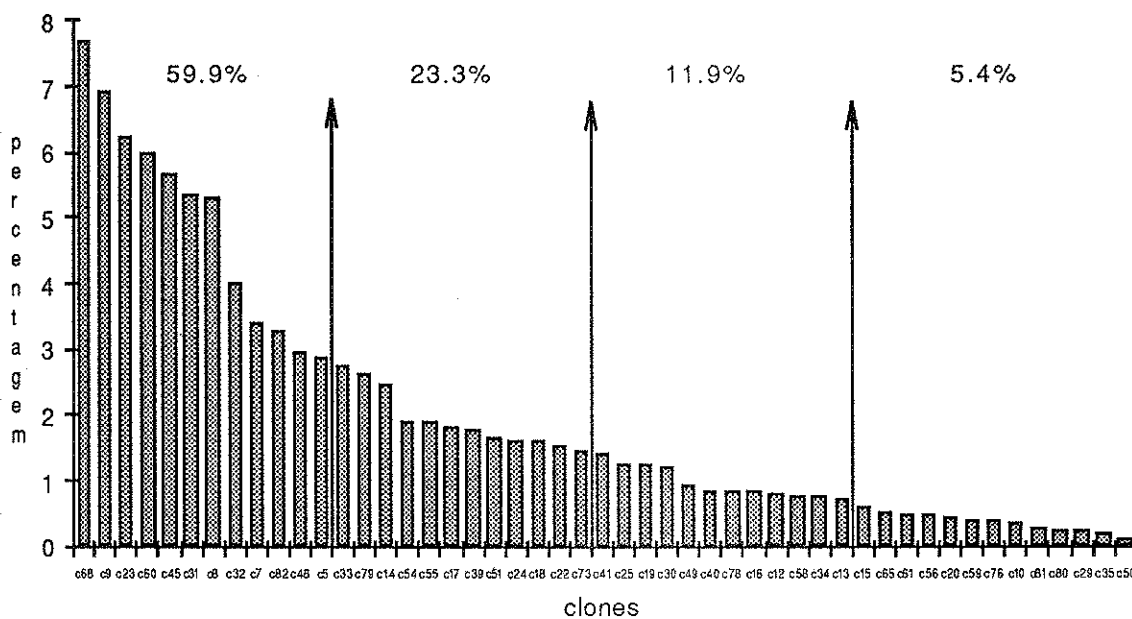


Figura III. 1.10 - Contribuição individual dos clones (indexados para o respectivo número de rametos) para a floração feminina (produção de flores expressa em percentagem) no ano de 1983

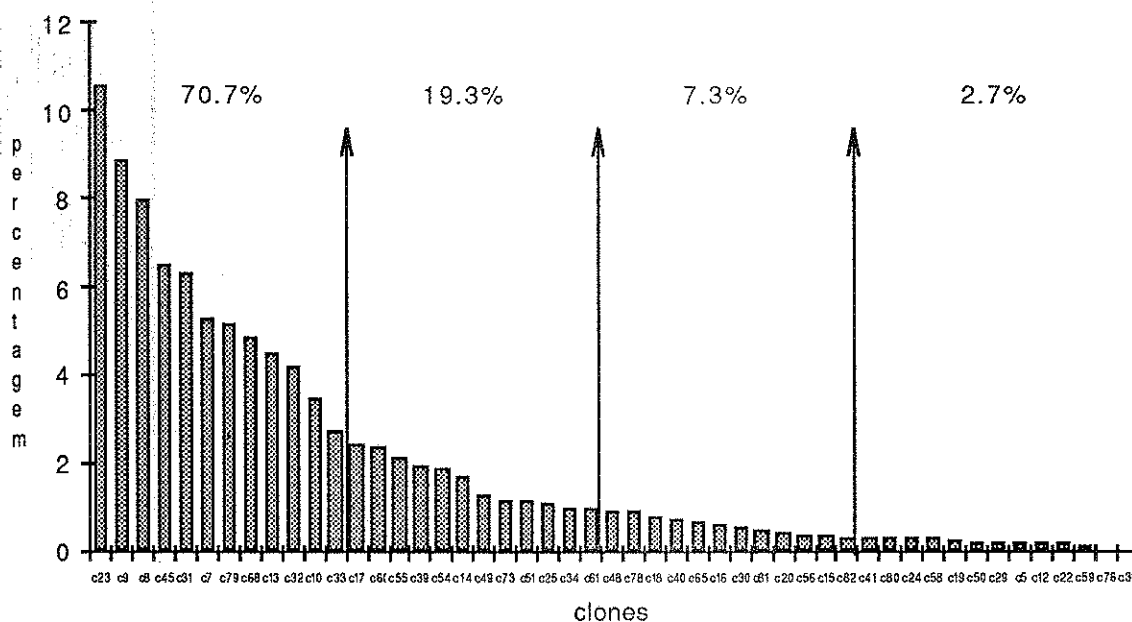


Figura III.1.11 - Contribuição individual dos clones (indexados para o respectivo número de rametos) para a floração feminina (produção de flores expressa em percentagem) no ano de 1984

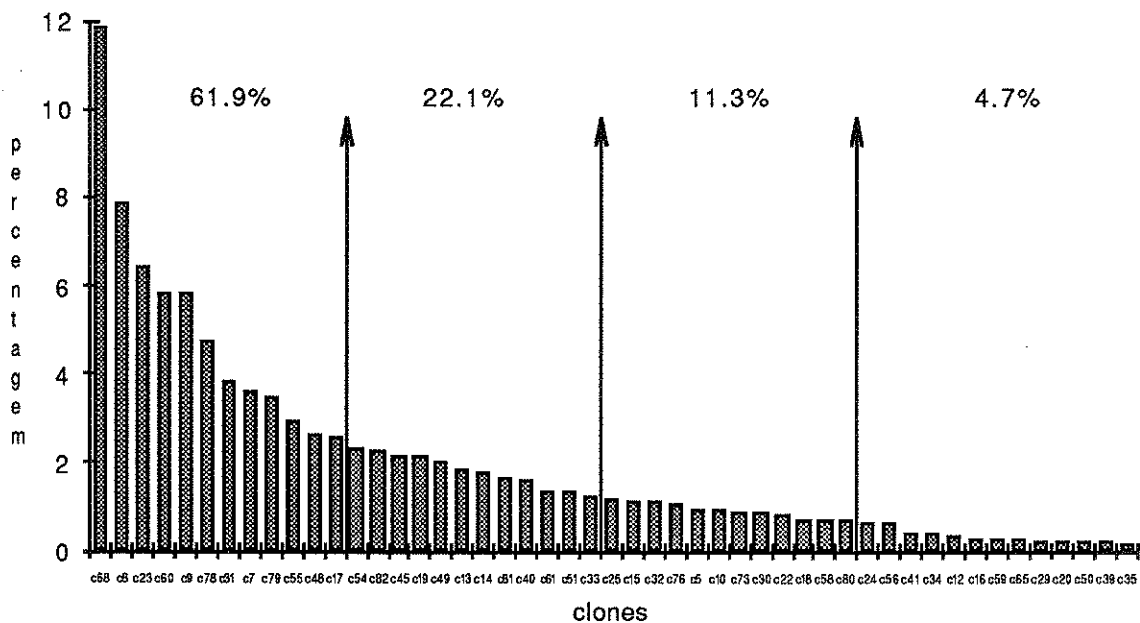


Figura III.1.12 - Contribuição individual dos clones (indexados para o respectivo número de ramos) para a floração feminina (produção de flores expressa em percentagem) no ano de 1985

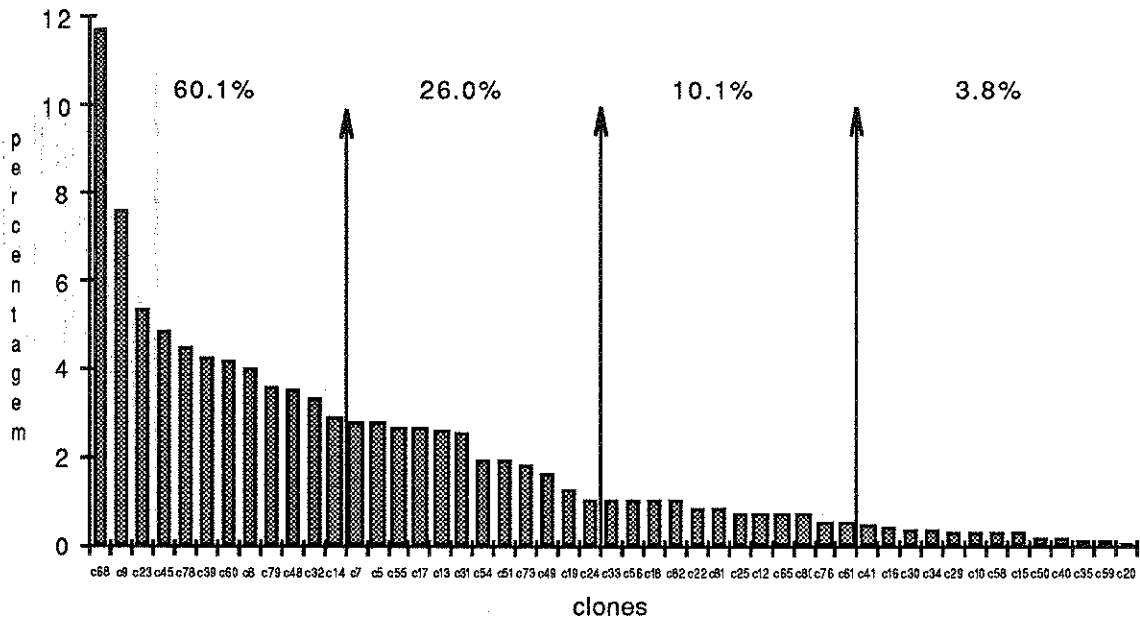


Figura III.1.13 - Contribuição individual dos clones (indexados para o respectivo número de ramos) para a floração feminina (produção de flores expressa em percentagem) no ano de 1986

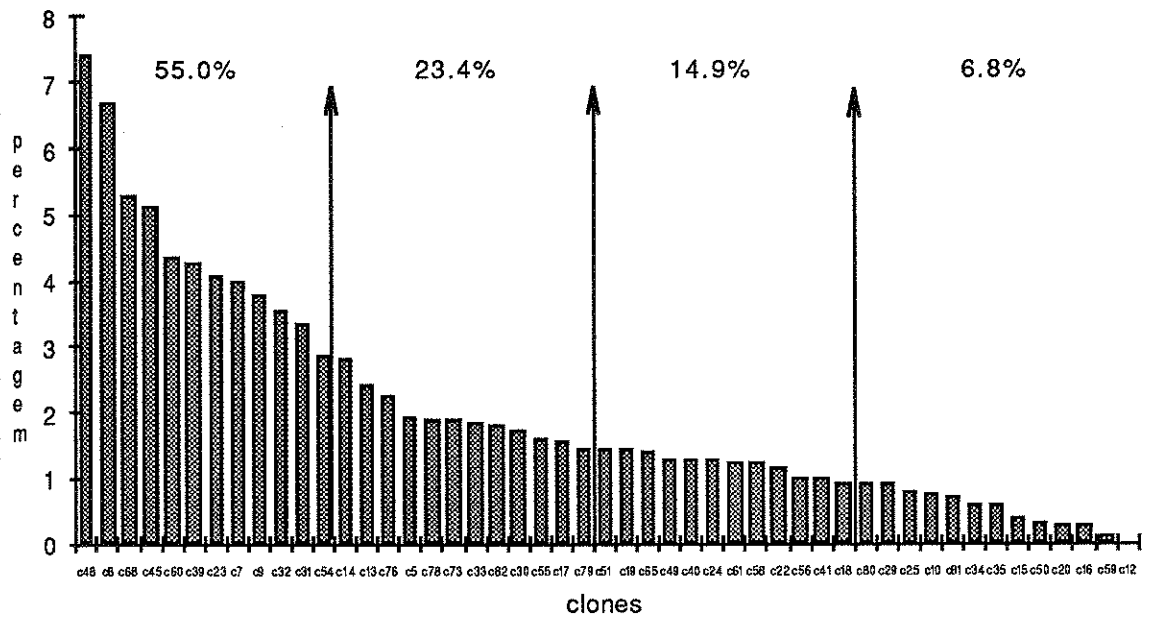


Figura III.1.14 -Contribuição individual dos clones (indexados para o respectivo número de ramos) para a floração feminina (produção de flores expressa em percentagem) no ano de 1987

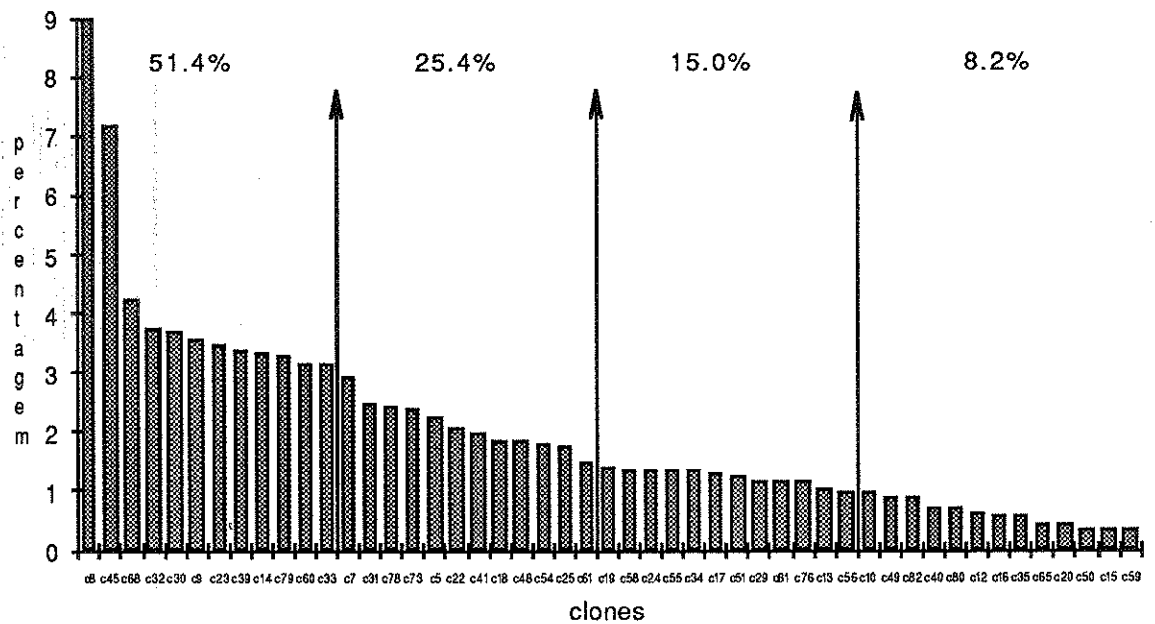


Figura III.1.15 -Contribuição individual dos clones (indexados para o respectivo número de ramos) para a floração feminina (produção de flores expressa em percentagem) no ano de 1988

No Quadro III.1.12 estão patentes os clones que constituem o grupo mais produtivo para cada um dos anos, no presente caso, em que a sua produção foi estimada tendo em conta o número de rametos que os compõem, bem como as percentagens de floração correspondentes.

Quadro III.1.12 - Contribuição dos clones para a floração feminina total, indexada ao número de rametos de cada um e obtida pela produção média de clone indexada ao número de rametos

ANO	12 clones mais produtivos (25% dos clones em estudo)						Percentagem de floração feminina
1983	<u>68</u>	<u>9</u>	<u>23</u>	60	45	31	59.8%
	<u>8</u>	32	7	82	48	5	
1984	<u>23</u>	<u>9</u>	<u>8</u>	45	31	7	70.7%
	79	<u>68</u>	13	32	10	33	
1985	<u>68</u>	<u>8</u>	<u>23</u>	60	<u>9</u>	78	62.0%
	31	7	79	55	48	17	
1986	<u>68</u>	<u>9</u>	<u>23</u>	45	78	39	62.9%
	60	<u>8</u>	79	48	32	14	
1987	48	<u>8</u>	<u>68</u>	45	60	39	57.8%
	<u>23</u>	7	<u>9</u>	32	31	54	
1988	<u>8</u>	45	<u>68</u>	32	30	<u>9</u>	48.2%
	<u>23</u>	39	14	79	60	33	

Confrontando estes valores com os do Quadro III.1.10 surgem diferenças significativas:

1 - a posição relativa dos clones dentro dos 4 grupos é alterada.

2 - as alterações não se dão apenas na seriação dentro do grupo, mas também entre grupos. No caso da comparação por médias, alguns clones nunca ocuparam o 1º grupo dos 25% mais produtivos mas, quando indexados ao número de rametos que os constituem, "saltam" para o 1º grupo:

clone 5 - 1983; clone 10 e 33 - 1984; clone 14 - 1986; clone 54 - 1987

Quando indexados ao número de rametos, também se alteram as posições dos clones comuns a todos os anos. Seriados em função das médias, apenas dois clones são sempre comuns em todos os anos - 9 e 68. Quando pesados pelo número de rametos, surgem não dois, mas quatro clones comuns a todos os anos estudados - 8, 9, 23 e 68.

A produção dos 4 clones mais produtivos de floração feminina, expressa em percentagem, encontra-se no Quadro III.1.13. Por estes valores verifica-se que esses 4 clones produzem proporções muito elevadas de floração, por vezes mais de 30%. À semelhança de outros factos, também aqui se verifica uma tendência para uma diminuição dessa assimetria e portanto condições reprodutivas menos desequilibradas com o aumento da idade.

Quadro III.1.13- Contribuição dos 4 clones mais produtivos para a floração feminina produzida pelo pomar II, expressas as suas produções em percentagem do total.

ANO	Clones	Floração feminina produzida pelo clone (em %)	Floração feminina dos 4 clones mais produtivos (em %)
1983	68	7.7%	26.2%
	9	6.9%	
	23	6.2%	
	8	5.3%	
1984	23	10.6%	32.4%
	9	8.9%	
	8	7.9%	
	68	4.9%	
1985	68	11.9%	32.1%
	8	7.9%	
	23	6.5%	
	9	5.9%	
1986	68	11.8%	28.7%
	9	7.6%	
	23	5.4%	
	8	4.0%	
1987	8	6.7%	19.9%
	68	5.3%	
	23	4.1%	
	9	3.8%	
1988	8	9.0%	20.4%
	68	4.3%	
	9	3.6%	
	23	3.5%	

Os valores assim obtidos para a produção de flores femininas permitem fazer estimativas, por via empírica, do tamanho efectivo da população. Os valores aproximados para o  $N_{ef}$  foram estimados pelas produções médias dos clones e pelas suas produções quando indexados ao número de rametos que os constituem, constando estes valores do Quadro III.1.14.

Quadro III.1.14 - Estimativa do tamanho efectivo do pomar ( $N_{ef}$ ), por via empírica, tendo por base a contribuição dos clones para a floração feminina total, quando expressa a produção média em percentagem. Estima-se ainda o tamanho efectivo considerando as produções de cada clone indexadas ao número de rametos que os compõem. Estas estimativas têm por base uma metodologia empírica, para a qual se considerou como indivíduos reprodutores os que são responsáveis por 80% da floração.

ANO	$N_{ef}$ (produção média dos clones)	$N_{ef}$ (produção dos clones indexada ao número de rametos que os constituem)
1983	25	22
1984	21	17
1985	24	21
1986	23	20
1987	27	25
1988	29	26

A produção dos clones, quando indexados ao respectivo número de rametos, veio revelar que no caso do pomar II do Escaroupim o número diferente de "cópias" em cada clone tem como consequência uma diminuição do tamanho efectivo da população, agravando-se os desequilíbrios - em média, para os seis anos, 60% da floração foi produzida por 25% dos clones.

Pelos valores agora obtidos, pode deduzir-se que há um certo grau de coincidência entre os clones com maior número de réplicas e um maior poder de floração. Este facto

pode ser um indicador de uma relação entre a aptidão para a propagação vegetativa e a capacidade reprodutiva dos vários ortetos. Os dados deste trabalho não nos permitem ir além da formulação da hipótese, mas a existência de uma forte relação entre os dois factos possibilitaria construir pomares com menores riscos de clones maus produtores de floração, o que em trabalhos de melhoramento genético do pinheiro bravo seria de alguma forma vantajoso.

### Controle genético da produção floral feminina - repetibilidade

Na gestão de uma fonte seminal, tem ainda interesse estimar o grau de controle genético do comportamento reprodutivo das unidades que a compõem. As produções dos clones, ao longo de anos sucessivos, constituem uma base de dados que permite fazer essa avaliação. Segundo FALCONER, (1981) as diferenças de comportamento entre clones são fundamentalmente devidas a diferenças genotípicas, permitindo assim avaliar a variância genética. Comparando as produções por meio de análise de variância e calculando as componentes do quadrado médio assim obtido pode calcular-se a relação  $\frac{V_G}{V_P}$ , idêntica à heritabilidade em sentido lato e que constitui a repetibilidade clonal ou simplesmente repetibilidade.

Na análise de variância utilizámos o modelo (SOKAL, 1969):

$$y_{ij} = \mu + A_j + e_{ij}$$

onde:

$y_{ij}$  - cada uma das observações individuais

$\mu$  - a média da população

$A_j$  - o efeito aleatório do clone de ordem  $i$  ( $i=1....49$ )

$e_{ij}$  - o erro

com o qual se contrói a ANOVA de um factor com a seguinte estrutura:

Quadro III.1. 14 - Forma de análise de variância para cálculo da repetibilidade

Origem de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Quadrado Médio Esperado
Clones	SQC	(c-1)	QMC	$\sigma_w^2 + n \sigma_c^2$
Residual	SQR	c(n-1)	QMR	$\sigma_w^2$

$\sigma_w^2$  - residual (clones dentro dos anos)

$\sigma_c^2$  - Variância devida às diferenças entre os clones

c - número de clones

n - número de anos de observações

A decomposição dos quadrados médios obtidos por esta análise de variância permite separar as componentes genéticas e ambientais, possibilitando assim calcular a repetibilidade, cujo valor nos fornece uma estimativa do grau de controle genético da característica em estudo, neste caso, a produção média anual de flores dos vários clones.

Quadro III.1. 15 - Análise de variância a um factor (modelo II) para cálculo da repetibilidade.

Origem de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Quadrado Médio Esperado
Clones	5791.54	48	120.66	$\sigma_w^2 + n \sigma_c^2$
Residual	7261.65	245	29.64	$\sigma_w^2$
Total	13053.19	293		

$$n \sigma_c^2 = 91.018$$

$$\sigma_c^2 = 15.1697$$

$$R = 0.34$$

Este valor revela um grau fraco do controle genético da produção floral feminina, o que abre perspectivas positivas ao sucesso de intervenções culturais e hormonais para aumento da floração do pomar (PHARIS *et al.*, 1987).

### III. 1. 4 - Modelos para estimativa da produção anual de pinhas por rameto

A colheita de pinhas é uma operação que envolve bastantes meios humanos e materiais (EFN e UTAD, 1989).

Pela natureza fisiológica das pinhas, é necessário escalar as árvores e colher pinha a pinha. A subida por meio de escadas é o método mais usado em colheita em árvores em pé, pois os veículos de braços hidráulicos, além de muito dispendiosos, têm fraca mobilidade dentro da maioria dos povoamentos de pinheiro bravo.

Nestas condições, a subida às árvores é uma operação que consome mais de 50% de tempo total da colheita, como se sabe por experiência de trabalho no Departamento de Melhoramento da Estação Florestal Nacional, de tal forma que, no custo da colheita de pinhas, pesa mais o número de árvores a que é necessário subir, do que o número de pinhas colhidas. Esta situação não se dá apenas no pinheiro bravo mas nas coníferas em geral (KELLINSON, 1975).

Do ponto de vista genético, tanto as árvores como os anos de fraca produção, são pouco interessantes. Acrescentando-lhe a componente económica, é fácil concluir que é vantajoso evitar a colheita em árvores más produtoras.

Quanto aos anos de safra e contra-safra, não existem no Departamento trabalhos que os quantifiquem nestes dois aspectos. No entanto, a bibliografia para as coníferas, desaconselha frequentemente a colheita de pinhas em anos de contra-safra. Não seria, portanto, surpreendente que o mesmo se viesse a verificar para o pinheiro bravo.

Para uma espécie com grandes necessidades anuais em semente, é essencial dispôr-se de previsões. Um mau ano de produção pode elevar fortemente dos custos da colheita e um ano de produção abundante pode ser desperdiçado se não se dispuser dos meios materiais e humanos adequados às operações de processamento de um número de pinhas excepcional. Estas previsões são vantajosas do ponto de vista de eficiência de gestão de pomar e, por via indirecta para outras fontes de semente de pinheiro bravo.

As contagens do número de flores femininas constituem um trabalho relativamente fácil e pouco oneroso, com a vantagem de serem obtidas 18-20 meses antes da colheita. É, portanto, um lapso de tempo bastante seguro para se programarem operações de colheita, transporte e processamento de pinhas e de sementes.

Para a estimativa do número de pinhas em função da produção de flores femininas recorreu-se à análise de regressão linear simples, modelo II (SOKAL, 1969) onde o número de pinhas é a variável dependente Y, segundo o modelo

$$Y = a + b X + \varepsilon$$

Y = variável dependente (número de pinhas por rameto)

a = ordenada na origem

b = coeficiente da regressão

X = variável independente (numero final de flores femininas ou numero inicial de flores femininas por rameto)

$\varepsilon$  = erro

Fizeram-se análises de regressão, para os vários anos, utilizando, em alternativa, como variáveis independentes o número inicial de flores femininas e o número final de flores femininas. Os resultados encontram-se no Quadro III. 1. 16.

Quadro III.1.16 - Análise de regressão linear simples para estimativa da produção de pinhas por rameto (variável dependente) em função das variáveis independentes número inicial de flores femininas e número final de flores femininas.

ANO	Variável independente:			Variável independente:		
	Número inicial de flores femininas	r <sup>2</sup>	F	Número final de flores femininas	r <sup>2</sup>	F
1983	Y = 0.79X-0.47	0.90	2 306	Y = 0.88X-0.16	0.92	2 937
1984	Y = 0.7X-0.24	0.74	699	Y = 0.91X-0.43	0.93	3 349
1985	Y = 0.99X-0.6	0.92	2 796	Y = 1.04X-0.44	0.93	3 341
1986	--	--	--	Y = 0.96X-0.15	0.98	16 869

As análises de regressão têm, em todos os casos, 244 observações (233 g.l.) e são sempre caracterizadas por :

- altos valores de coeficiente de determinação
- excelente ajustamento entre os valores observados e os valores estimados para a variável dependente.

A variância de Y não explicada pela regressão é, em todos os casos, bastante baixa, como se verifica pelos valores de F da análise de variância associada às regressões.

Verifica-se que a variável independente que permite estimativas mais rigorosas é o número final de flores femininas especialmente nos anos de baixa produção como 1984.

As Figuras III. 1. 16 e 17 ilustram os modelos de regressão linear para estimativa do número de pinhas no ano de 1984 sendo as variáveis independentes respectivamente, o número inicial de flores femininas e número final de flores femininas.

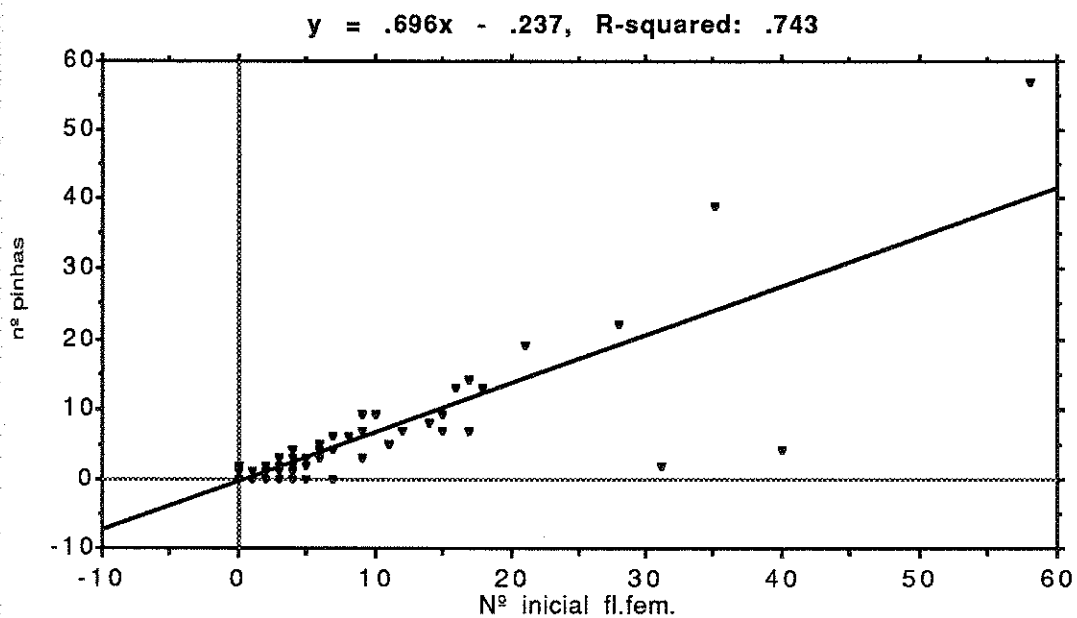


Figura III.1.16 - Diagrama de pontos e respectiva recta ajustada para a regressão do número de pinhas (nº pinhas) sobre o número inicial de flores femininas (nº inicial fl. fem.) para a ano de 1984

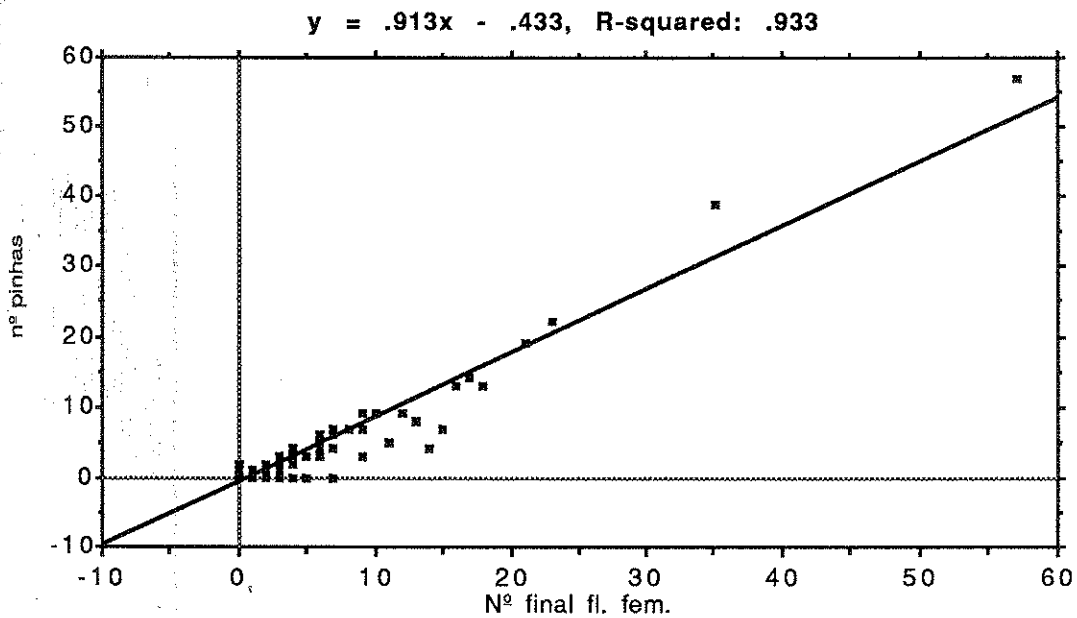


Figura III.1-17 -- Diagrama de pontos e respectiva recta ajustada para a regressão do número de pinhas (nº pinhas) sobre o número final de flores femininas (nº final fl. fem.) para o ano de 1984

### III. 2 - ESTUDOS QUANTITATIVOS DA FLORAÇÃO MASCULINA

Os dados de que dispomos, para a floração masculina, permitem caracterizar o pomar nas três perspectivas já anteriormente consideradas para a floração feminina.

Para a caracterização do pomar como uma unidade, usaram-se as variáveis, classe de pólen, número de flores masculinas, idade, altura dos rametos e vizinhança.

Os valores individuais, colhidos ao nível dos 244 rametos, são usados para caracterização dos anos e das respectivas variabilidades.

Os clones, como unidades biológicas, são a base de trabalho para a caracterização da dinâmica do pomar e, mais uma vez, à semelhança da floração feminina, usam-se os valores médios das produções dos cinco rametos em estudo para os comparar.

Para um mais completo conhecimento da produção gamética do sexo masculino colheram-se ainda dados para avaliação do peso de pólen por inflorescência.

#### III 2. 1- Comportamento geral do pomar quanto às produções médias anuais

Tal como a floração feminina, a floração masculina ocorre geralmente em Março e prolonga-se pelo mês de Abril. Como se referiu no Capítulo II, a floração masculina foi avaliada através das variáveis classe de pólen, em todos os anos deste estudo, e pelo número de flores masculinas, nos anos de 1985 e 1988.

As médias e desvios padrões destas variáveis dizem respeito às observações, a nível dos 244 rametos seleccionados e, encontram-se no Quadro III.2.1. Os desvios padrões são sempre altos, com especial relevância nos anos de 1984 e 1985, em que são até superiores às médias. Este facto deve-se a uma elevada proporção de árvores sem floração nesses anos.

Quadro III.2.1 - Caracterização das variáveis **classe de pólen** e **número de flores masculinas** em estudo pelos valores médios anuais para os 244 rametos e respectivos desvios padrões

ANO	Classe de pólen		Número de flores masculinas	
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
1983	1.20	0.56	--	--
1984	0.32	0.51	--	--
1985	0.89	1.07	26.9	66.5
1986	0.72	0.59	--	--
1987	1.20	0.71	--	--
1988	2.12	1.07	143.9	162.3

Pelos valores do Quadro III.2.1, observa-se que, há uma tendência para aumento da floração masculina com a idade, mas que a **classe de pólen** é uma variável que expressa esse comportamento de forma menos notória que o **número de flores masculinas**.

Pela Figura III.2.1 pode-se observar que, a floração masculina (estimada pela **classe de pólen**) aumenta com a idade, à excepção do ano de 1984, em que há um valor mínimo bastante marcado. Relembremos que se verificou uma quebra idêntica em relação à floração feminina, contudo, menos abrupta. Por este gráfico pode também observar-se que, o aumento da produção de estróbilos masculinos com a idade é irregular, não havendo uma situação de perfeito paralelismo na evolução da capacidade reprodutiva do pomar nos dois sexos. Estes valores podem significar que, uma expressão equilibrada e plena da produção de estróbilos masculinos, só é atingida em idades mais avançadas que a floração feminina. No entanto, para conclusões, o número de anos deste estudo é ainda insuficiente.

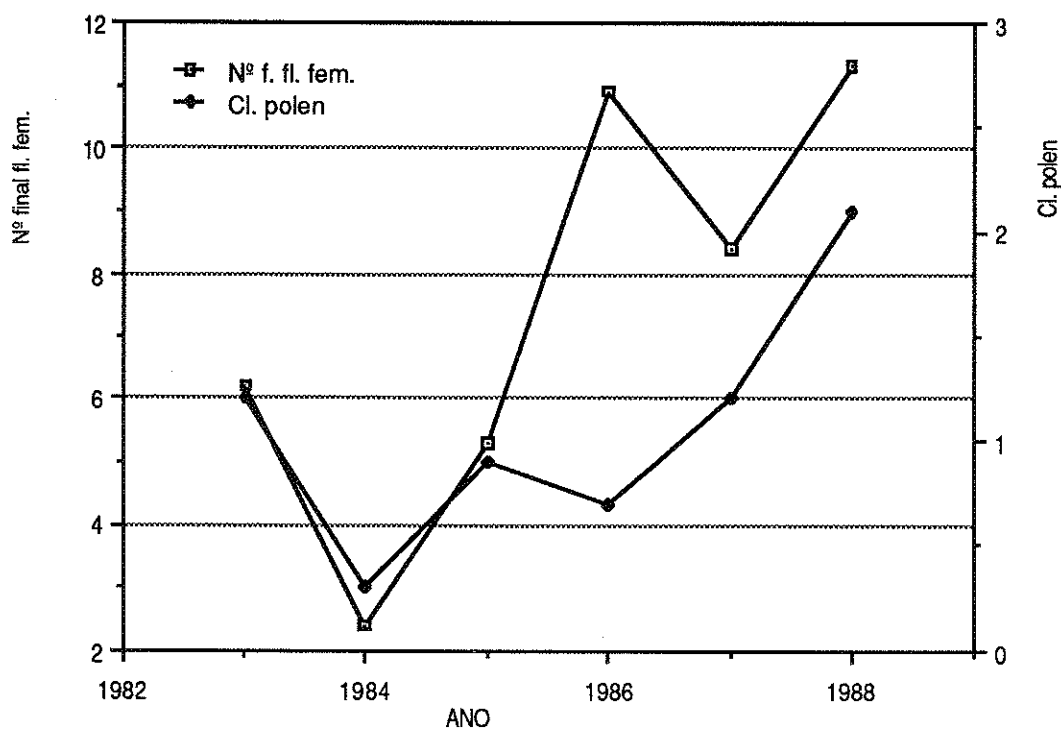


Figura III.2.1 - Evolução da **classe de pólen** (Cl. pólen) comparativamente à produção de flores femininas finais (Nº f. fl. fem.). Em ambos os casos comparam-se os valores médios em cada ano para o pomar, com base em dados colhidos nos 244 rametos casualmente seleccionados para este estudo

### III.2.2 - Avaliação do padrão reprodutivo do Pomar através das produções individuais dos rametos em estudo

O número de rametos que em cada ano apresentam floração masculina é um dado importante para a caracterização do Pomar ao longo do tempo. Esses valores encontram-se no Quadro III. 2. 2.

Quadro III. 2. 2 - Número de rametos com floração masculina e respectiva percentagem em relação aos 244 estudados. Neste quadro comparam-se ainda as produções anuais de floração masculina calculadas para a totalidade dos clones e apenas para os clones em produção

ANO	Número de rametos com floração	Percentagem em relação ao total estudado	Classe de pólen		Nº médio de flores masculinas	
			do total dos rametos	dos rametos com floração	do total dos rametos	dos rametos com floração
1983	215	88.1%	1.20	1.37	--	--
1984	56	23.0%	0.32	1.38	--	--
1985	137	56.1%	0.89	1.61	26.9	49.1
1986	108	44.3%	0.72	1.63	--	--
1987	170	69.7%	1.20	1.71	--	--
1988	231	94.7%	2.12	2.24	143.9	152.3

Comparando estes valores com os correspondentes para a floração feminina (Quadro III.1.5), verifica-se que os valores dos anos 1986, 1987 e 1988 são substancialmente diferentes. O número médio de rametos, em produção floral, do sexo feminino, é elevado e bastante estável, enquanto que para a produção polínica, os valores para os 3 anos são substancialmente diferentes. A estabilidade e plenitude da floração masculina parece assim ser mais tardia também ao nível do pomar como uma unidade. Este padrão de comportamento é também referido para outras espécies do género *PINUS* (KOSKI, 1975).

O número de rametos com produção de flores masculinos apresenta um comportamento evolutivo idêntico ao verificado para a classe de pólen, como consta da Figura III. 2. 2, onde é possível observar que as duas variáveis apresentam máximos e mínimos nos mesmos anos.

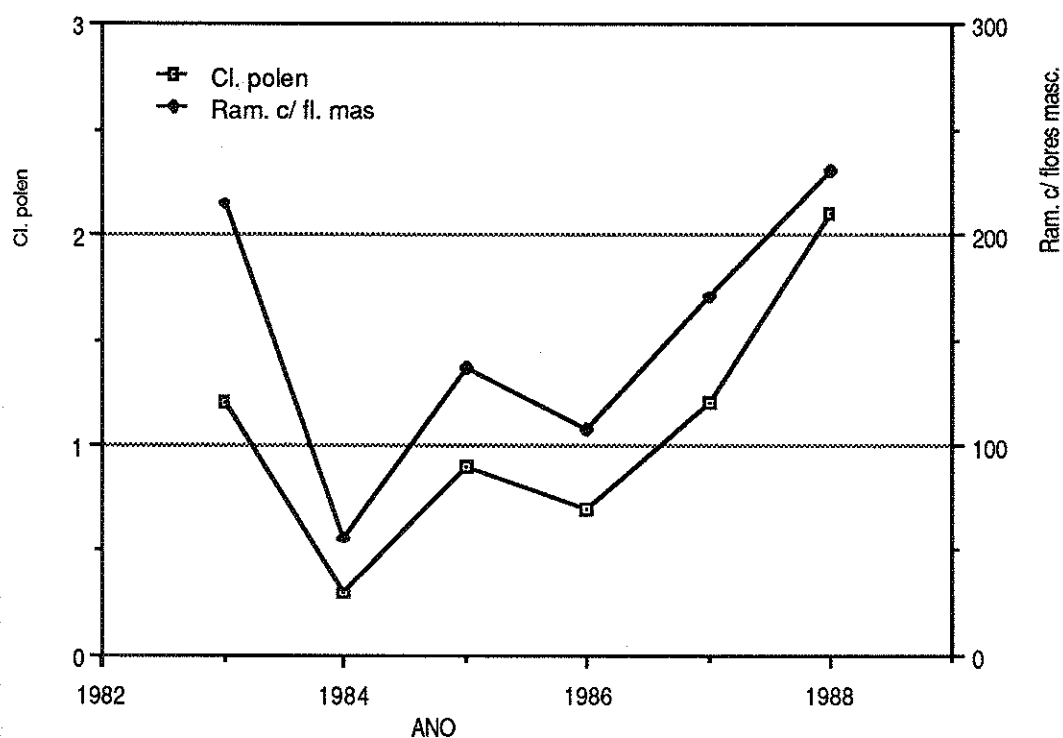


Fig.III. 2. 2 - Número de rametos com produção de flores masculinas (Ram. c/ fl. masc.) comparado com a média da classe de pólen (Cl. polen) para os anos de 1983 a 1988

A classe de pólen, não sendo a forma óptima de quantificar a floração masculina, proporciona, como se pode ver na Figura III. 2. 2, uma informação bastante válida para comparação entre anos. Tal como se observou para a floração feminina, 1984 é um ano com um número de árvores em produção muito baixo, mas em termos de floração masculina a quebra é muito mais marcada do que para a floração feminina: 129 (52.9%) para esta contra 56 (23.0%) para o caso da floração masculina .

A produção de flores masculinas é, portanto, drasticamente afectada nos anos de contra-safra, não apenas em número de indivíduos que contribuem para a descendência como também em quantidade de pólen ao nível da população.

Pelos valores da Figura III. 2. 1 pode ainda ver-se que 1983 foi um ano muito bom em termos de número de rametos em produção de flores masculinas, mas que estes produziam pouca quantidade de flores. Para um número de árvores aproximadamente igual, a classe de pólen quase duplica de 1983 para 1988. O ano de 1988 foi, portanto, um ano de polinização excelente, pois em termos de eficiência de polinização cruzada verificam-se as duas condições necessárias - grande número de árvores em produção e grande número médio de flores masculinas por árvore.

À semelhança do estudo da floração feminina, procuraram-se as correlações lineares da variável **classe de pólen** com as outras variáveis usadas neste estudo, com base nos dados colhidos ao nível do rameto, o que perfaz um total de 244 observações. Os valores encontrados constam do Quadro III. 2. 3.

Quadro III. 2. 3 - Correlações da variável **classe de pólen** com as outras variáveis usadas para a caracterização do pomar, face à floração masculina e à feminina. As correlações foram calculadas para as produções ao nível do rameto, o que corresponde a 244 observações

ANO	Nº inicial de flores femininas	Nº de flores femininas abcisadas	Nº final de flores femininas	Número de pinhas	Idade	Altura	Vizinhança	Nº de flores masculinas
1983	0.27	0.24	0.22	0.22	0.18	0.29	-0.09	--
1984	0.34	0.04	0.38	0.34	0.25	0.41	-0.03	--
1985	0.28	0.15	0.28	0.24	0.38	0.46	-0.07	0.78
1986	--	--	0.34	0.33	0.33	0.38	0.05	--
1987	--	--	0.39	--	0.36	0.39	-0.07	--
1988	--	--	0.19	--	0.40	--	-0.1	0.77

Genericamente, a classe de pólen é uma variável caracterizada por correlações positivas mas fracas com as variáveis de floração feminina, designação onde se engloba, também, o número de pinhas. A ordem de grandeza destas correlações revela uma tendência fraca para que o mesmo rameto seja simultaneamente bom produtor de floração dos dois sexos.

**Número de flores femininas abcisadas** - a correlação com a classe de pólen não revela qualquer padrão de relacionamento estreito entre estas variáveis. Em 1984, ano de menor produção polínica, a correlação tem um valor próximo de zero o que significa, em termos práticos, independência das duas variáveis. Em *Pinus sylvestris*, BROWN (1971) verificou uma relação negativa que o levou a concluir que a menor quantidade de pólen era em certa medida responsável por maiores valores na abcisão de flores. Pelos dados obtidos nos clones do pomar, o pinheiro bravo mostra um comportamento bastante diferente.

**Número final de flores femininas** - os anos de maior produção polínica são aqueles em que se verificam correlações mais fracas com esta variável. Estes valores revelam que, para esses anos, ao nível da árvore individual há uma tendência mais fraca para que o rameto seja simultaneamente bom produtor dos dois tipos de floração. Este facto é importante pois indica menores probabilidades de auto-polinização. A fecundação cruzada, em certa medida já favorecida por os rametos do mesmo clone estarem propositadamente afastados, tem assim melhores condições para se dar. A maior diversidade de cruzamentos potenciais no interior da população, em anos de boa produção, que foi possível inferir pelos dados anteriormente indicados, tem, por esta razão, ainda maiores probabilidades de se verificar.

**Idade** - há também uma correlação positiva mas fraca. Esboça-se, no entanto, uma tendência para um aumento do valor desta correlação que, caso se mantenha, significará que a produção polínica depende da idade fisiológica da árvore, o que em certa medida está de acordo com outros resultados (III.2.1) que levaram a concluir que a plenitude da floração masculina dá-se em idades mais avançadas que a da feminina.

**Altura** - a correlação é mais uma vez positiva mas fraca. A capacidade de produzir flores masculinas não apresenta, pelo menos por enquanto, uma forte dependência com a envergadura da árvore. Tal como tem sido comentado em relação a

outros resultados deste trabalho, também, neste caso, parecem prematuras conclusões definitivas, afigurando-se necessário confirmar este padrão em idades mais avançadas e até, se possível, noutras condições.

**Vizinhança** - as correlações com esta variável são em geral negativas mas próximas de zero. Apenas em um dos anos se observou uma correlação positiva, mas muito fraca. A tendência da evolução no sentido de dependência das duas variáveis que se esboçava para a floração feminina não é neste caso tão nítida. A floração masculina, em condições idênticas, parece assim ser menos afectada pela competição. Como já foi realçado a propósito desta correlação para o número final de flores femininas, grandes espaçamentos em idades jovens não aumentam a floração. O comentário em relação a densidades iniciais e desbastes de manutenção, nos pomares desta espécie, são mais uma vez confirmados pelo comportamento em relação à floração masculina.

Para a caracterização do pomar procuraram-se também as correlações da variável número de flores masculinas com as outras variáveis usadas para estudo da floração masculina e da feminina. Os valores obtidos constam do Quadro III. 2. 4.

Quadro III. 2. 4 - Correlações da variável número de flores masculinas com as outras variáveis usadas para a caracterização do pomar face à floração masculina e à feminina

ANO	Nº inicial flores femininas	Nº flores femininas abscisadas	Nº final flores femininas	Classe de pólen	Número de pinhas	Idade	Altura	Vizinhança
1985	0.46	0.35	0.43	0.78	0.38	0.34	0.45	-0.06
1988	--	--	0.34	0.77	--	0.44	--	-0.10

As correlações desta variável com as restantes diferem, por vezes, das da classe de pólen com as mesmas variáveis, sugerindo essas diferenças alguns comentários.

As correlações com as variáveis que quantificam a floração feminina são sempre positivas, mas nunca fortes. O grau de associação entre a produção de flores masculinas e femininas é mais alto quando quantificado através das contagens directas do que com a **classe de pólen**, mas não de modo a alterar drasticamente o grau de associação, o que confirma mais uma vez que a quantificação por classes de pólen fornece informações do padrão reprodutivo bastante aceitáveis face ao compromisso necessário entre quantidade de informação e meios disponíveis.

**Idade e altura** - em relação aos valores destas correlações pode-se afirmar que a produção floral masculina está positivamente, mas de modo fraco, relacionada com a idade e a altura da árvore.

De notar, porém, que as correlações destas variáveis com o **número de flores masculinas** têm ordem de grandeza semelhante às obtidas pela **classe de pólen**. É um dado importante, pois em trabalhos cujo objectivo seja apenas relacionar a produção quantitativa de inflorescências masculinas com essas variáveis, a contagem directa é um desperdício de tempo, não compensado em acréscimo de informação.

Se se verificar que esta tendência é geral em povoamentos de Pinheiro bravo, então trabalhos de quantificação de floração masculina, por exemplo, em função de classes de qualidade, podem ser expeditamente feitos com base na variável **classe de pólen**, cuja rapidez de colheita de dados é enorme em relação às contagens directas dos cachos polínicos.

Como se disse, a **classe de pólen** exprime graus de floração masculina, não é uma quantificação directa dos cachos polínicos. Os resultados obtidos ao longo deste trabalho permitem afirmar que ambas as vias dão informação válida, devendo a opção ser feita consoante os objectivos, não sendo assim possível afirmar, em absoluto, qual a forma melhor de avaliar a produção floral masculina de uma população de pinheiro bravo.

**Vizinhança** - a correlação do número de flores masculinas com esta variável é negativa mas muito mais fraca, e apresenta também valores semelhantes aos obtidos pela classe de pólen. Perante um objectivo de definição de compassos ou desbastes, com vista a proporcionar condições a uma óptima produção floral masculina, mais uma vez se verifica que, a contagem directa não proporciona qualquer aumento de informação. A classe de pólen é uma variável de igual acuidade acrescida das vantagens já mencionadas.

### III. 2. 3 - Contribuição individual dos clones para a floração masculina total

A quantidade relativa de floração produzida pelos clones de um pomar é um indicador do seu grau de influência na constituição genética das descendências e do tamanho efectivo da população ( $N_{e_m}$ ). Em termos de progénies o clone é um todo composto de várias réplicas. Para os comparar usou-se o valor médio das observações colhidas nos 5 rametos marcados.

As correlações entre as produções de floração masculina dos clones ao longo dos seis anos deste trabalho fornecem uma primeira aproximação do comportamento reprodutivo do pomar. Estes valores constam do Quadro III.2.5 e deixam desde já perceber uma situação de domínio da floração por alguns dos clones, visto que as correlações são sempre positivas e fortes. Os valores destas correlações são, contudo, irregulares ao longo dos anos não se visualizando uma tendência para a sua evolução, como acontece no caso da floração feminina.

Estes dados, sendo indicadores expeditos de desequilíbrios de fertilidade no pomar são, porém, insuficientes para a sua caracterização. Para se avaliar a fiabilidade genética de uma fonte seminal deste tipo é necessário procurar informação mais detalhada do comportamento dos clones e do grau da sua contribuição para esses desequilíbrios.

Quadro III. 2. 5.- Correlações das produções médias dos clones em função da **classe de pólen** nos anos de 1983 a 1988.

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988
1983	1	--	--	--	--	--
1984	0.55	1	--	--	--	--
1985	0.65	0.85	1	--	--	--
1986	0.63	0.75	0.75	1	--	--
1987	0.68	0.74	0.82	0.80	1	--
1988	0.48	0.51	0.61	0.59	0.64	1

A contribuição dos clones, para as descendências produzidas pelo pomar, em termos de progenitores masculinos, foi estimada em função das suas produções relativas de floração. Desta forma, são detectáveis os clones que dominam a produção gamética ou os que não contribuem, por exiguidade ou ausência de floração.

O número de clones que não produzem pólen é, nesta perspectiva, um dado de grande importância. No Quadro III.2.6 resume-se o comportamento do pomar, face a este aspecto.

Quadro III. 2. 6 - Número de clones com produção polínica para os anos em estudo. Comparam-se ainda as médias da **classe de pólen** calculadas com base na totalidade dos clones com as obtidas, considerando apenas os que florescem.

ANO	Nº de clones com produção de flores masculinas	Percentagem em relação aos 49 estudados dos clones	Classe de pólen média para a totalidade em produção	Classe de pólen média para os clones que florescem
1983	49	100.0%	1.20	1.20
1984	30	61.2%	0.32	0.52
1985	42	85.7%	0.89	1.03
1986	44	89.8%	0.72	0.80
1987	48	97.9%	1.20	1.24
1988	49	100.0%	2.12	2.12

Comparando estes resultados com os idênticos para a floração feminina as diferenças são notórias. Para esta, verificou-se uma grande estabilidade no número de clones em floração, pois, com excepção de 1984, único ano em que se registaram 2 clones com ausência de floração feminina, todos floresceram na generalidade dos anos. O número de clones com produção floral feminina é, assim, um valor pouco afectado pelo padrão global do ano, o que poderá ser devido à maior precocidade da plena floração deste sexo. Para a floração masculina o padrão é bastante diverso, ao ponto de ser possível também ao nível do clone destringar anos bons de anos maus.

A quebra na produção floral do ano de contra-safra (1984) afectou de forma idênticamente grave o número de árvores e o número de clones em produção, e traduziu-se em valores bastante baixos, em ambos os casos, tanto em absoluto como quando comparados com os correspondentes para a floração feminina.

Do ponto de vista da riqueza genética das progénies, originadas pelos cruzamentos de 1984, há uma evidente baixa no número de indivíduos reprodutores da população, mesmo sem ser necessário ter em conta a quantidade de flores produzidas por cada árvore. Entrando com mais esse dado, torna-se claro que, em 1984, se verificaram condições para uma endogamia significativa.

Para a caracterização da evolução do pomar, em relação à floração feminina, o número de clones que florescem por ano é um dado que não pode ser usado pois, como se referiu, as diferenças são pouco expressivas. No presente caso, e como se pode observar na Figura III.2.3, há uma tendência para evolução semelhante entre o número de clones com produção de pólen e a correspondente oscilação da classe de pólen.

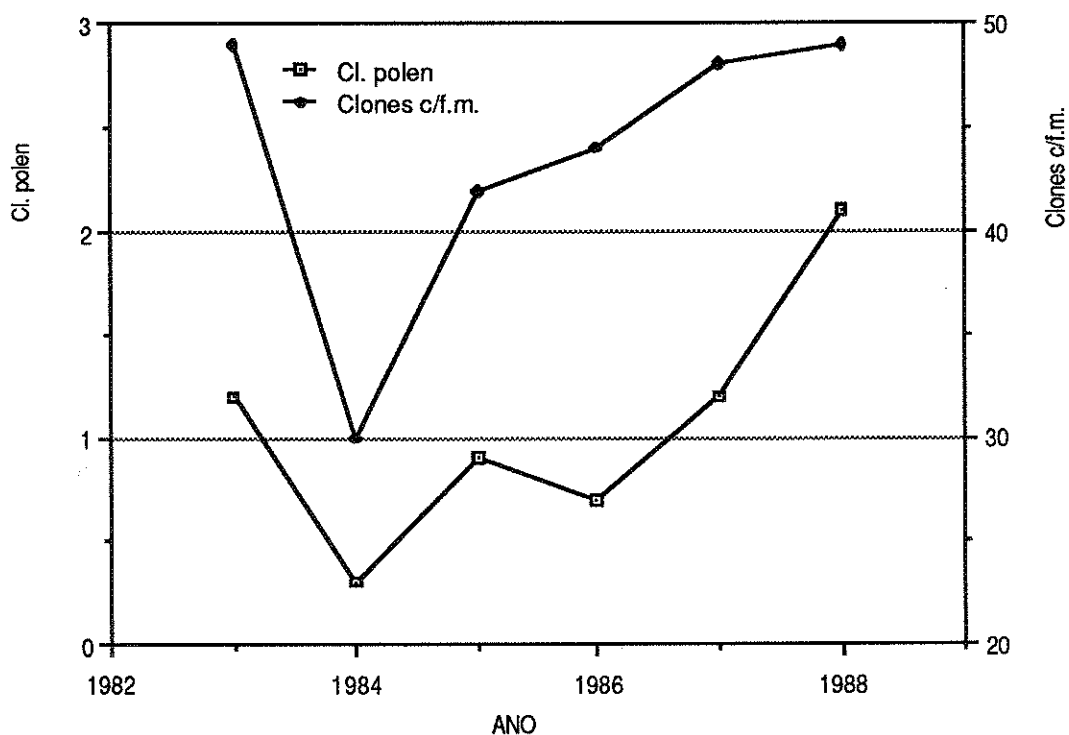


Figura III.2.3- Número de clones com floração masculina (Clones c/ f. m.) comparado com o valor médio da classe de pólen (Cl. polen) para os anos de 1983 a 1988

#### Contribuição gamética individual dos clones para as descendências produzidas pelo pomar:

A classe de pólen foi a variável usada, de forma sistemática, ao longo de todos os anos deste estudo, para avaliar a produção polínica dos rametos. O seu valor médio constitui a unidade de medida para a comparação entre os clones. Foi assim possível classificá-los de forma relativa tanto dentro do ano como entre anos. As seriações dos clones com base neste tipo de cálculo encontram-se nas Figuras III. 2. 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Devido às características da variável classe de pólen não é possível atribuir proporções numéricas à produção de cada grupo mas, pela comparação das Figuras e grandezas da média da classe de pólen entre grupos correspondentes é notório a forma como os clones do 1º grupo dominam a floração, especialmente nas idades mais jovens e

nos anos de menor produção floral do pomar. O ano de 1984 é mais uma vez o de desequilíbrios mais graves. Pelo padrão da Figura III.2.5 deduz-se que 25% dos clones mais produtivos foram responsáveis por uma proporção muito alta da produção gamética. A classe de pólen não detecta apenas os desequilíbrios entre os grupos mas também dentro do grupo. O clone 23 destaca-se de todos os outros, apresentando uma produção muito elevada e semelhante à que apresenta nos anos restantes, ou seja, um comportamento de "indiferença" aos factores que levaram o ano, no seu todo, a ser de contra-safra.

A tendência para o esbatimento nos desequilíbrios com o decorrer dos anos é também patente numa observação conjunta das várias Figuras, o que assim também confirma a utilidade da informação fornecida pela classe de pólen. A contribuição polínica de 1988 é claramente a mais equilibrada a nível do pomar e a mais abundante a nível das produções médias por clone, tendo estes factos sido confirmados pela contagem dos cachos polínicos.

Os padrões do comportamento global dos anos de 1983 e 1988, caracterizados por um número idêntico de árvores em floração, mas com uma produção quantitativa por clone muito mais elevada em 1988, é também detectável pela avaliação por classes de cachos polínicos.

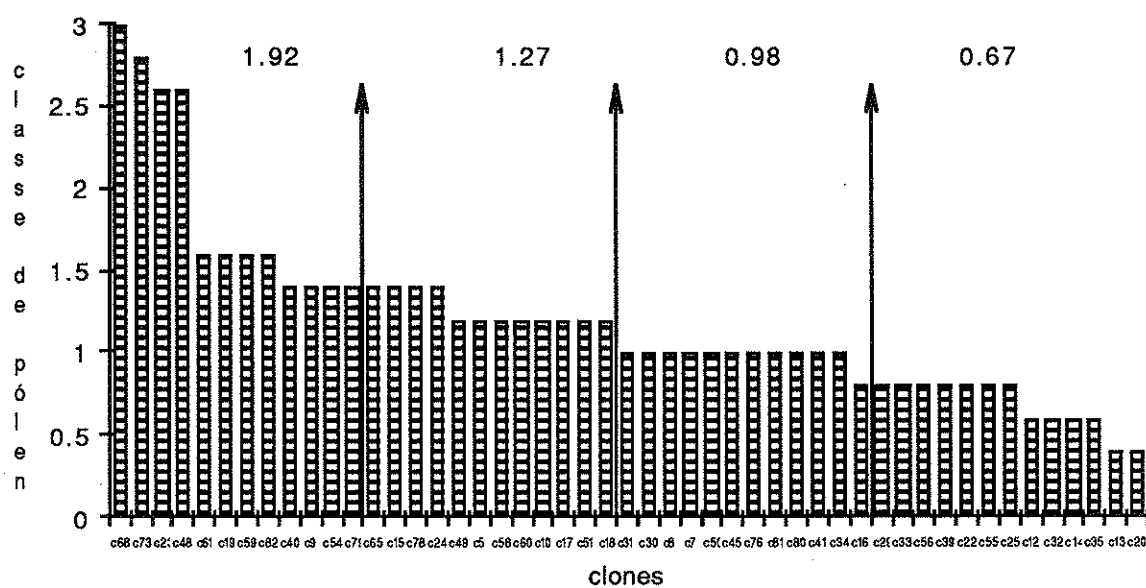


Figura III. 2. 4 - Média da classe de pólen para cada um dos 4 grupos de 12 clones (cada grupo engloba 25% do total de clones estudados) no ano de 1983

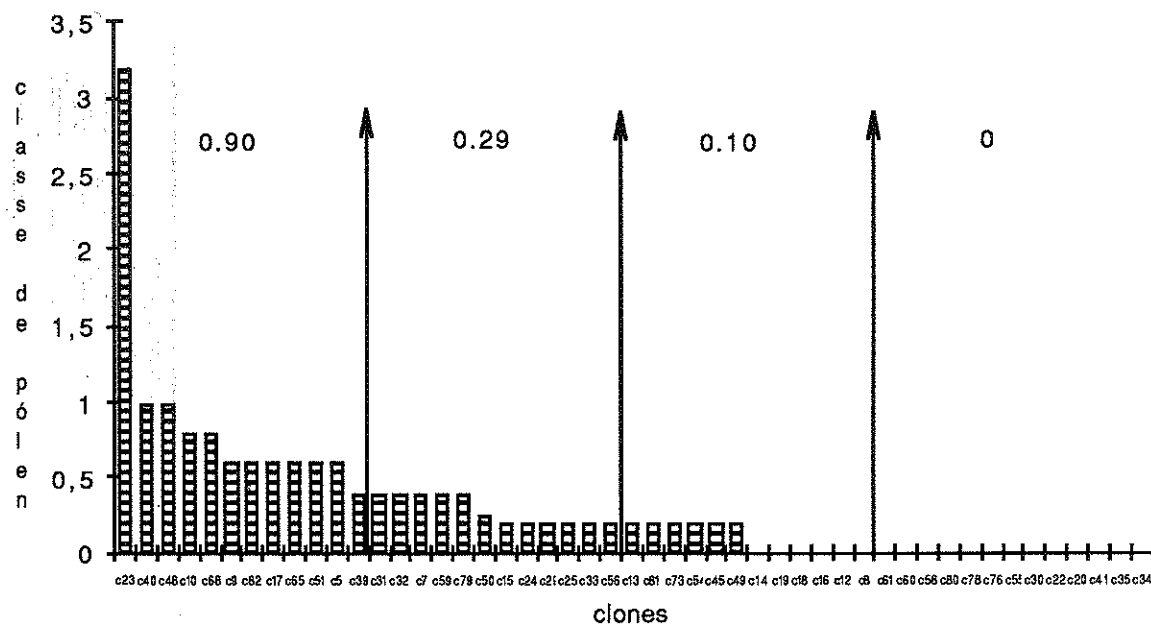


Figura III. 2. 5 - Média da classe de pólen para cada um dos 4 grupos de 12 clones (cada grupo engloba 25% do total de clones estudados) no ano de 1984.

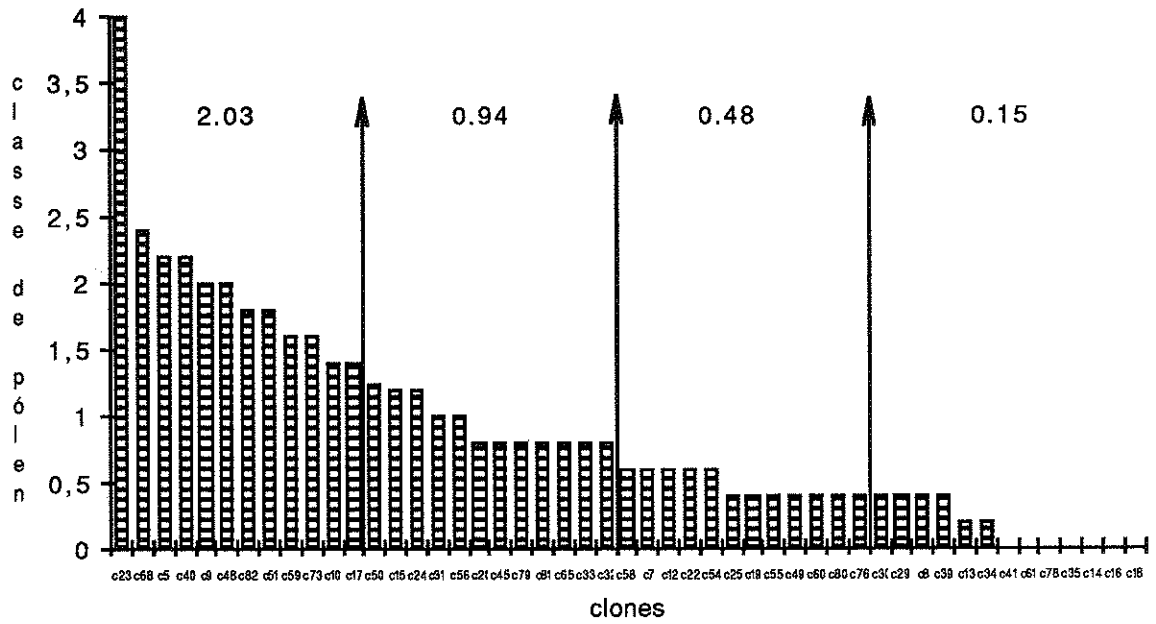


Figura III.2.6 - Média da classe de pólen para cada um dos 4 grupos de 12 clones (cada grupo engloba 25% do total de clones estudados) no ano de 1985

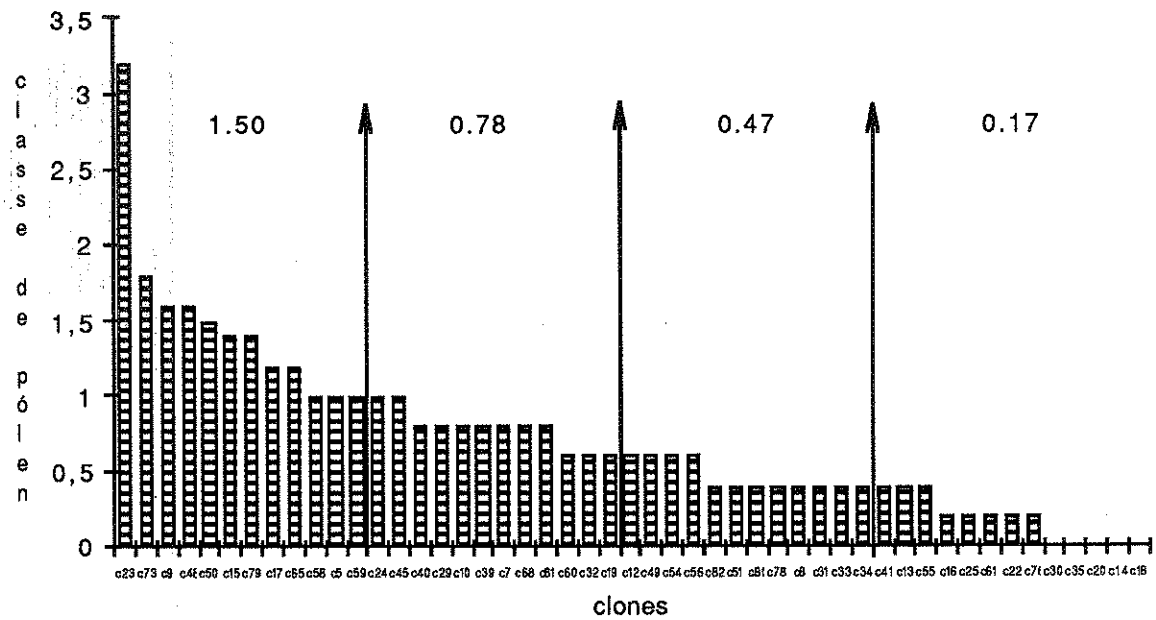


Figura III.2.7 - Média da classe de pólen para cada um dos 4 grupos de 12 clones (cada grupo engloba 25% do total de clones estudados) no ano de 1986

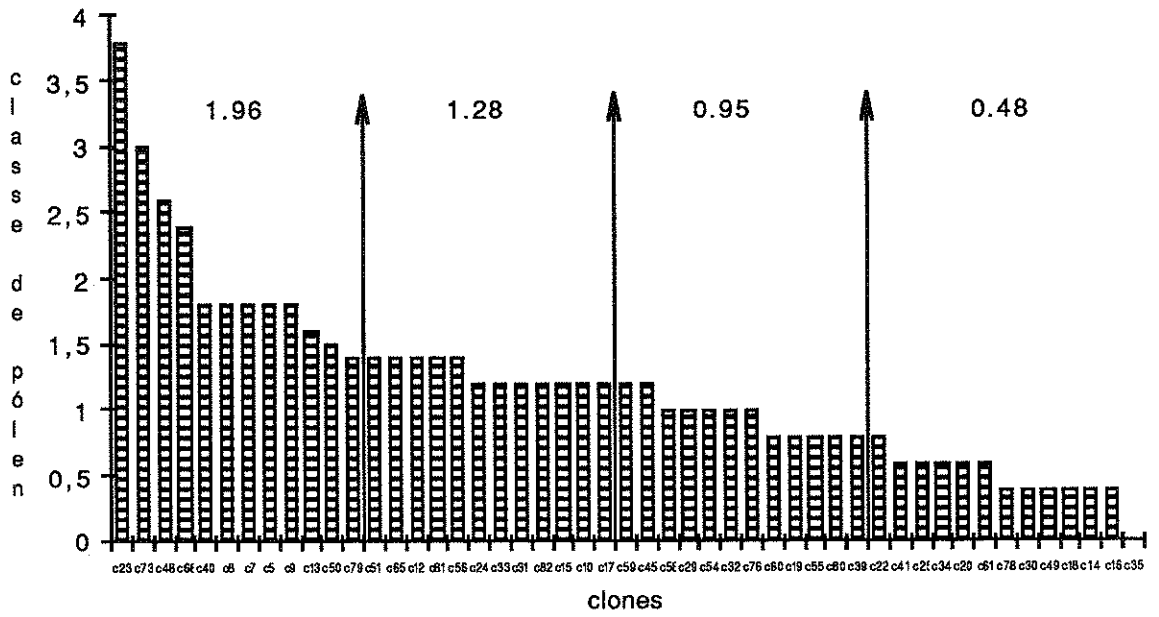


Figura III.2.8 - Média da classe de pólen para cada um dos 4 grupos de 12 clones (cada grupo engloba 25% do total de clones estudados) no ano de 1987

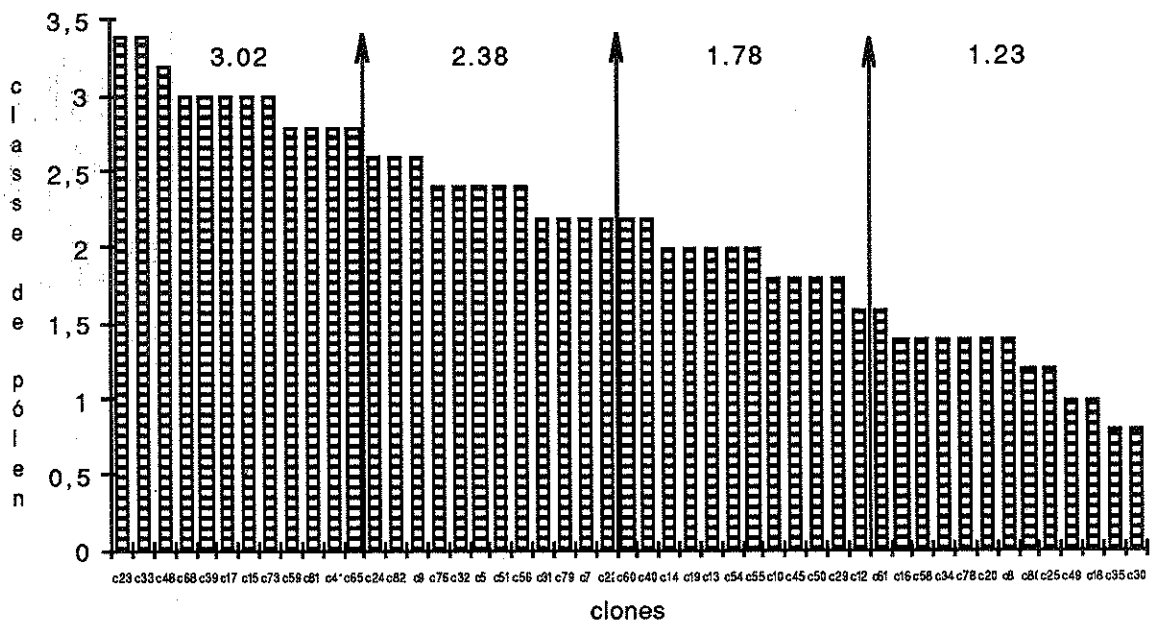


Figura III.2.9 - Média da classe de pólen para cada um dos 4 grupos de 12 clones (cada grupo engloba 25% do total de clones estudados) no ano de 1988

À semelhança do afirmado para a floração feminina as estimativas do tamanho efectivo da população têm por base uma metodologia empírica.

Pela sensibilidade, adquirida ao longo das colheitas dos dados, não parece realista tomar para base de cálculo do  $N_{em}$  um valor de **classe de pólen** igual para todos os anos. O poder polinizador de um clone é, acima de tudo, uma relação entre a densidade da nuvem polínica que ele é capaz de gerar e as dos seus competidores. Num ano de fraca produção floral, um clone de classe 1 tem mais hipóteses de participar nas polinizações do que num ano abundante em que a sua produção polínica seja diluída, por um número significativo de indivíduos de classes 3 e até 4. Assim, foram definidos limites diferentes para os vários anos, tendo em conta, tanto as produções relativas dentro de cada um, como o conhecimento que se foi adquirindo do pomar ao longo das colheitas dos dados. Com base na informação assim construída, estimaram-se os valores prováveis do tamanho efectivo ( $N_{em}$ ) baseados em valores da **classe de pólen** "ajustados" para o padrão de cada ano, cujos valores se encontram no Quadro III.2.7:

Quadro III.2.7 - Tamanho efectivo do pomar ( $N_{em}$ ) estimado, de forma empírica, com base na avaliação das produções polínicas em função da **classe de pólen**, para os anos em que decorreu o estudo - 1983 a 1988. Como a **classe de pólen** não é uma quantificação directa do número de inflorescências masculinas adoptaram-se critérios de diferentes grandezas da variável nos vários anos de forma a avaliar a contribuição relativa de cada clone. Como o padrão da **classe de pólen** a nível global do pomar varia muito entre os vários anos tomaram-se diferentes valores referência, sendo considerados como tendo expressão reprodutiva os clones cuja **classe de pólen** foi igual ou superior a esse valor.

ANO	Tamanho efectivo do pomar	classe de pólen
1983	24	$\geq 1$
1984	11	$\geq 0.6$
1985	24	$\geq 1.2$
1986	21	$\geq 0.8$
1987	26	$\geq 1.2$
1988	31	$\geq 2$

Pela importância que representa, ao nível da dinâmica reprodutiva do pomar, o grupo dos 12 clones mais produtivos, foi objecto de cálculo separado da sua classe de pólen. Estes valores estão no Quadro III.2.8. Verifica-se que há apenas dois clones comuns aos 6 anos do estudo, concretamente o **23** e o **48**. Em relação ao clone **23**, é de realçar que também pertence ao grupo mais produtivo a nível da floração feminina, facto que lhe confere mais uma vez um comportamento invulgar, pois, como foi referido, o padrão a nível do pomar é o de correlação fraca entre os dois tipos de floração.

Pelos valores apresentados neste Quadro também se detecta a quebra de produção floral do pomar em 1984.

Quadro III.2. 8 - Classe de pólen média dos 12 clones com maior produção de flores masculinas (25% do total dos 49 estudados).A carregado os clones comuns a todos os anos do estudo

ANO	12 clones mais produtivos (25% dos clones em estudo)						Classe de pólen média
1983	68	73	<b>23</b>	<b>48</b>	61	19	1.92
	59	82	40	9	54	79	
1984	<b>23</b>	40	<b>48</b>	10	68	9	0.9
	82	17	65	51	5	39	
1985	<b>23</b>	68	5	40	9	<b>48</b>	2.03
	82	51	59	73	10	17	
1986	<b>23</b>	73	9	<b>48</b>	50	15	1.38
	79	17	65	58	5	59	
1987	<b>23</b>	73	<b>48</b>	68	40	8	2.1
	7	5	9	13	50	79	
1988	33	<b>23</b>	<b>48</b>	39	15	17	3.02
	68	73	59	41	81	65	

Em 1985 e 1988 houve meios para fazer a contagem directa dos estróbilos masculinos. Em função desses valores, calcularam-se as produções relativas dos clones, expressas em percentagem das produções de cada um para o total. A seriação dos clones obtida deste modo consta das Figuras III. 2. 10 e 11. Nestas Figuras estão ainda assinaladas as percentagens de floração de cada grupo de 25% do total dos clones estudados. As diferenças entre os dois anos são bastante marcadas, sendo o desequilíbrio do pomar bastante acentuado em 1985. A assimetria de fertilidade deste ano pode ser considerada grave pois o  $N_{em}$  estimado na base do número de indivíduos que produzem 80% da floração é apenas de 14. A situação altera-se em 1988, para um padrão claramente mais favorável, pois 25% dos clones já são responsáveis por apenas 49.6% da produção de cachos polínicos o que permite estimar um  $N_{em}$  de 28 clones, número baseado em idêntica base empírica de estimativa.

Comparando as estimativas do tamanho efectivo da população pela variável classe de pólen e pela contagem directa das flores masculinas verificam-se algumas discrepâncias. A variável classe de pólen é, assim, pouco precisa para definição do  $N_{em}$  numa população. Pelos valores encontrados, durante as contagens feitas em 1988, verifica-se que a contagem directa é praticamente impossível de efectuar em 244 árvores, a não ser com bastantes meios humanos. A procura de uma metodologia de rigor e exequibilidade intermédia entre a classe de pólen e a contagem dos estróbilos masculinos é uma das necessidades levantadas pelos resultados deste trabalho pois, mesmo no caso de se dispôr de uma elevada quantidade de meios humanos, é mais proveitoso aproveitar essa circunstância para colher outros tipos de informação que complementem o conhecimento do processo reprodutivo do pomar do que ocupá-los na colheita redundante de dados sobre uma só característica.

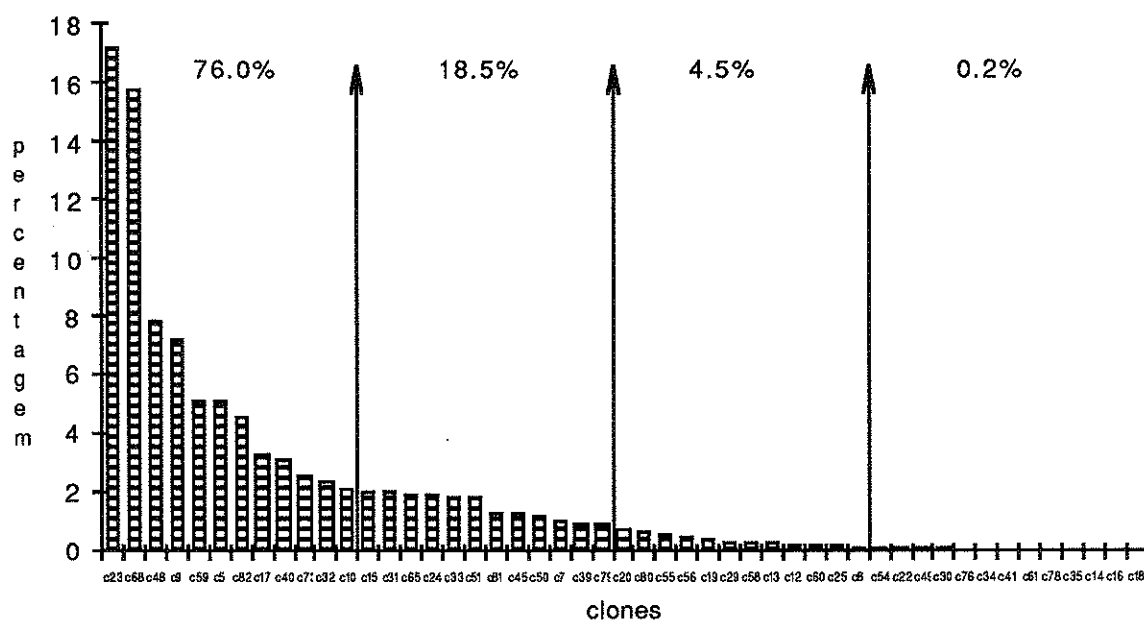


Figura III.2.10 - Contribuição dos clones para a floração masculina, expressa a produção de cada um em percentagem do total, no ano de 1985

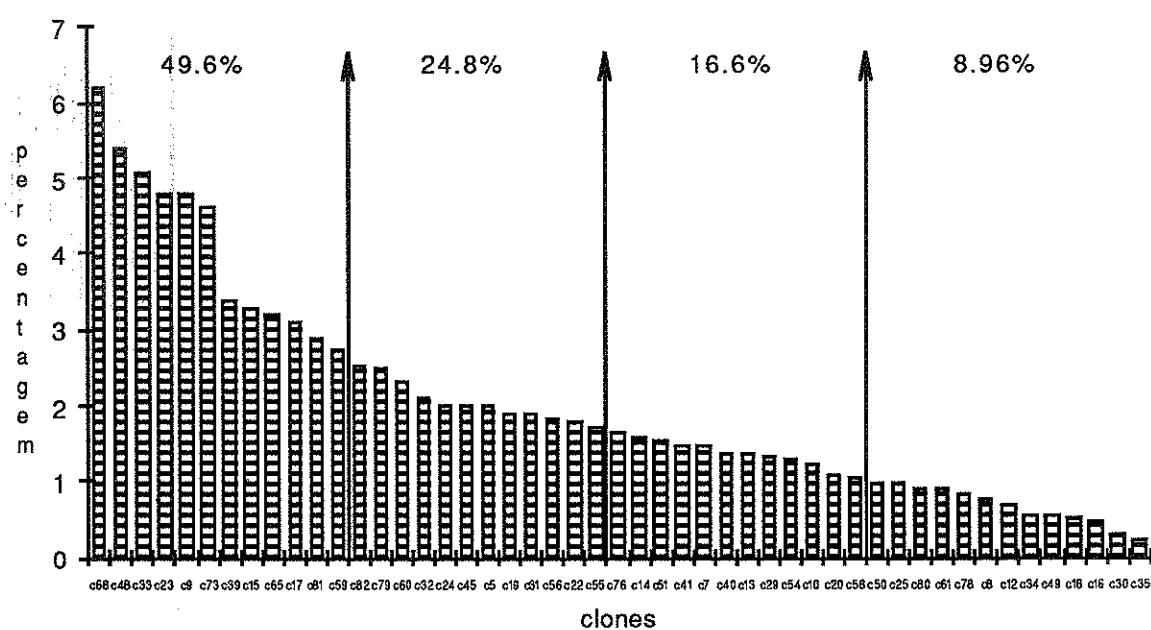


Figura III.2.11 - Contribuição dos clones para a floração masculina, expressa a produção de cada um em percentagem do total, no ano de 1988

A identificação dos clones responsáveis por 25% da floração masculina quando avaliados pela contagem directa e pela classe de pólen encontra-se no Quadro III.2.9. Pode-se assim observar que a classe de pólen, em termos gerais forneceu uma estimativa quer relativa quer absoluta das produções gaméticas masculinas muito aceitável.

Quadro III.2. 9 - Clones mais produtores de floração masculina, expressa em termos de percentagem, comparado com o grupo idêntico mas, definido em função de classe de pólen.

ANO	12 clones mais produtivos			floração masculina (percentagem)	Nº médio de flores masculinas	12 clones mais produtivos			classe de pólen
1985	23	68	48	76%	84.1	23	68	5	2.03
	9	59	5			40	9	48	
	82	17	40			82	51	59	
	73	32	10			73	10	17	
1988	68	48	33	49.6%	291.4	33	23	48	3.02
	23	9	73			39	15	17	
	39	15	65			68	73	59	
	17	81	59			41	81	65	

Quantificando a floração masculina pela contagem dos estróbilos obtém-se informação de alguns aspectos que não eram evidenciados pela divisão em classes. Enquanto que o valor percentual da produção do 1º grupo é esclarecedor da dinâmica reprodutiva do Pomar e é um valor comparável entre anos, a classe de pólen apenas é informativa quando comparada simultaneamente com as dos outros grupos dentro do mesmo ano. Entre anos, porém a informação dada pelo valor absoluto desta variável é já bastante valiosa.

O aumento do número de flores masculinas por clone é também uma informação que perde ênfase quando a contagem é apenas por classes. Como se pode verificar nos valores expressos no Quadro III. 2. 9 para as mesmas unidades biológicas, a classe de pólen,

aumenta 1.5 vezes enquanto que o número de flores masculinas correspondente aumentou 3.5 vezes. O grande aumento de floração masculina entre os dois anos esbate-se quando a contagem não é directa.

Para os anos em que se registou a produção numérica das flores masculinas, aplicou-se um modelo de simulação de indexação das produções do clone ao número de rametos que o compõem, idêntico ao método usado para a floração feminina e pelas mesmas razões. A seriação dos clones com as produções calculadas desta forma está nas Figuras III.2.12 e 13.

Verifica-se que há alterações não só na posição relativa de alguns clones mas também na quantidade de floração do grupo mais produtivo. Mais uma vez o número de "cópias" diferentes em cada clone é um factor que está a agravar os desequilíbrios na floração masculina do pomar. Como foi referido para a floração feminina, uma das vias de alterar esta situação é utilizar o número diferente de rametos por clone, mas obviamente pela diminuição dos mais representados, pois devido à idade do pomar já não é possível aumentar os menos representados. Este tipo de desbaste é muito delicado pois, sendo a espécie monóica, é necessário um cuidadoso planeamento para que a correcção de um dos sexos não acentue desequilíbrios no outro.

A aplicação de hormonas para estímulo da floração é uma técnica que deve ser experimentada, especialmente a nível das árvores com produção intermédia. Embora os resultados para outras coníferas apontem para a pouca eficiência das técnicas hormonais em indivíduos mais produtores (PHARIS *et al.*, 1987), um tal padrão pode e deve ser confirmado no pinheiro bravo, visto dispôr-se agora de um conjunto de resultados sobre os quais se podem fundamentar quantitativamente os efeitos dos estimulantes florais.

A indução de alguma "dioicidade", ao nível dos rametos de um mesmo clone, seria, aliás, a situação ideal para o equilíbrio gamético do pomar.

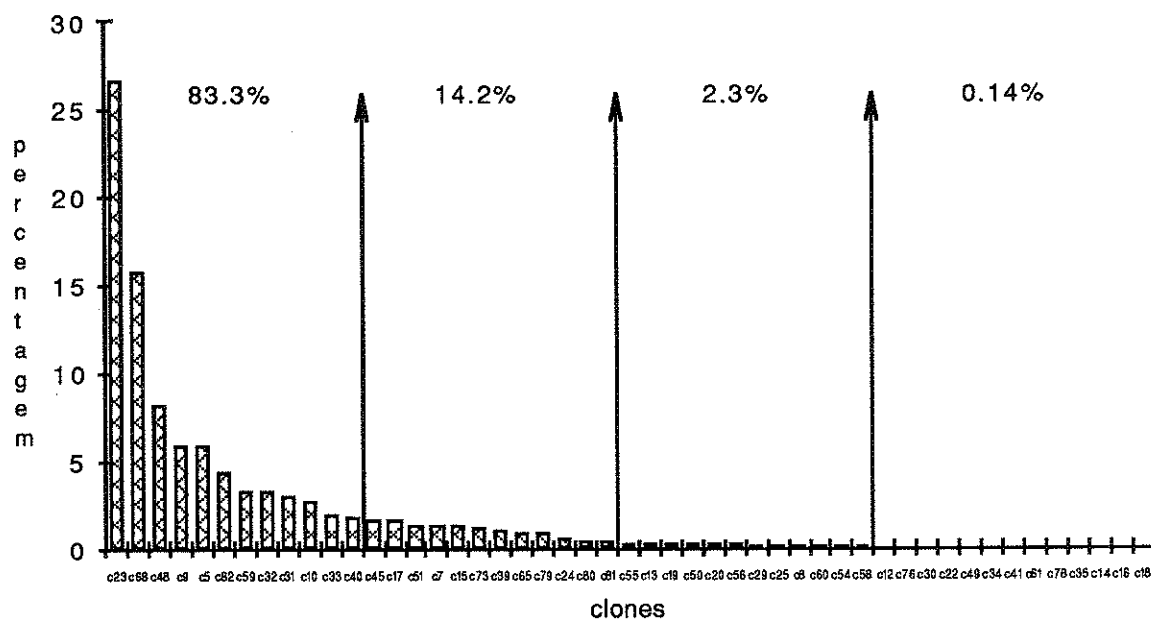


Figura III.2.12 - Contribuição dos clones para a floração masculina indexados pelo número de rametos que os constituem. As produções dos clones estão expressas em percentagem para o total. Os dados dizem respeito ao ano de 1985.

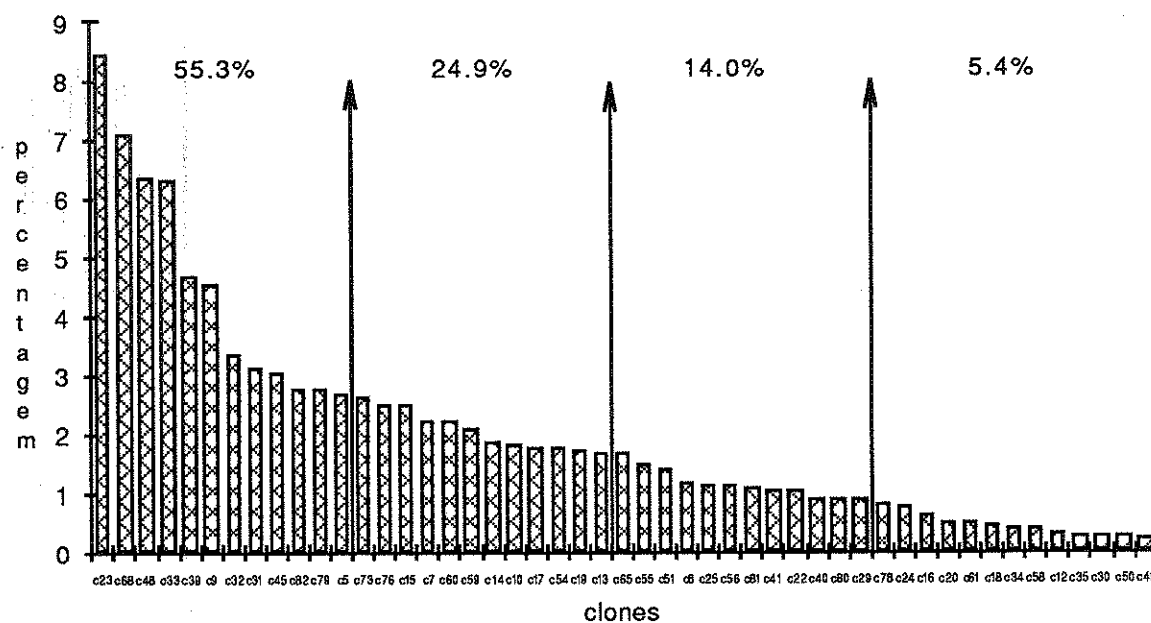


Figura III.2.13 - Contribuição dos clones para a floração masculina indexados pelo número de rametos que os constituem. As produções dos clones estão expressas em percentagem para o total. Os dados dizem respeito ao ano de 1988.

Pelos valores do Quadro III.2.10 verifica-se, de forma bem clara, o efeito do número de rametos no peso genético de um clone. O  $N_{em}$  do pomar altera-se nos dois anos em causa, no sentido de diminuir. A coincidência entre a capacidade reprodutiva e a facilidade para propagação pela via vegetativa é também sugerida por estes dados.

Quadro III.2.8 - Tamanho efectivo da população ( $N_{em}$ ), para o sexo masculino estimado, por via empírica, em função da classe de pólen, e do número de flores masculinas e para esta variável compararam-se ainda os valores obtidos pelas produções médias dos clones com o obtido pelas produções quando os clones são indexados ao número de rametos que os compõem.

ANO	classe de pólen	Tamanho efectivo do pomar, para o sexo masculino, estimado empiricamente em função de:	
		numero de flores masculinas	
		valor médio do clone	produção do clone indexada ao número de rametos
1983	24	--	--
1984	11	--	--
1985	24	14	10
1986	21	--	--
1987	26	--	--
1988	31	28	24

### III. 2. 4 - Caracterização dos estróbilos masculinos

Ao longo do trabalho de campo de colheita dos dados verificou-se que os estróbilos masculinos apresentam, a nível individual, uma enorme variabilidade morfológica em relação a várias características. As que se afiguraram mais importantes através das observações foram o comprimento do cacho polínico, o número de pinhas polínicas por cacho e ainda a dimensão da própria pinha polínica. Colheram-se dados de forma a avaliar a magnitude de variação dessas características, com o fim de

procurar em que medida a quantidade de pólen por estróbilo está relacionada com essas variações. Em 1988, apanharam-se de forma casual 8 estróbilos masculinos por clone onde se colheram dados para as características mencionadas. Para estimativa da quantidade de pólen recolheu-se e pesou-se a produção de cada inflorescência masculina.

Dada a variabilidade entre cachos polínicos, verificou-se que os pesos absolutos não são adequados a comparações entre estruturas florais, mas que as produções polínicas expressas em unidade de comprimento de inflorescência masculina forneciam valores já comparáveis. Dos factores responsáveis pela diferença de produção entre flores o comprimento é o mais importante e também o de medição mais expedita.

Refira-se ainda a particularidade fisiológica do estróbilo masculino deixar cicatrizes no ramo onde se formou, de idênticas dimensões no que diz respeito ao comprimento. As cicatrizes devem-se a não haver crescimento de agulhas na zona de um ramo onde se localizou uma inflorescência masculina. Este facto permite estimar produções polínicas até dois anos após a floração masculina ter tido lugar, as quais só são, no entanto, possíveis se se dispuser de dados de produção de pólen para unidade de comprimento. Por estas razões o peso de pólen é expresso em função do centímetro linear de cacho polínico, unidade que tem ainda a vantagem de ser utilizada noutros pomares do género *PINUS* (KOSKI, 1975).

Como as observações ao nível da pinha polínica são destrutivas, não permitindo a posterior recolha do pólen, ou pelo menos conduzindo a perdas significativas que tornam as condições muito pouco homogêneas as observações foram feitas em estróbilos diferentes, reservando-se a maioria dos estróbilos para a recolha do pólen.

Os valores médios e desvios padrões correspondentes a estes dados encontram-se no Quadro III. 2. 11. Os desvios padrões das variáveis revelam grande variabilidade ao nível global do cacho polínico. Inflorescências com comprimentos similares apresentam grande diversidade ao nível do número e dimensões das pinhas polínicas, o que explica a

variação encontrada para o peso de pólen quando referenciado à unidade de comprimento da estrutura floral masculina.

Quadro III.2.11 - Caracterização dos cachos polínicos ao nível do pomar em relação aos valores médios e respectivos desvios padrões do comprimento total do cacho, ao número de pinhas polínicas por cacho bem como o respectivo comprimento

Comprimento do cacho polínico		Nº de pinhas por cacho polínico		Comprimento da pinha polínica		Peso de pólen por cacho polínico		Peso de pólen por cm de cacho polínico	
$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$		
4.15 cm	1.32	63.8	18.9	1.29 cm	0.55	0.895 g	0.727	0.216 g	

Pelos resultados verificou-se que o número de flores colhidas era insuficiente para a caracterização de diferenças clonais, o que também era previsível se nos reportarmos ao número de estróbilos que um clone pode produzir.

Para efeitos de colheita e pesagem do pólen usaram-se 244 cachos polínicos. Os valores médios para o comprimento desses estróbilos e respectiva produção de pólen (Quadro III. 2. 11). O peso de pólen por centímetro de cacho polínico assim calculado é de 0.216 g. A correlação entre o comprimento e o peso médio de pólen por estróbilo para as 244 observações é de 0.68. Esta correlação não tem um valor mais elevado certamente devido às diferenças em número e tamanho das pinhas polínicas que podem ocorrer entre dois estróbilos com comprimento semelhante.

Tendo em conta o elevado número de flores masculinas que o pomar produziu e a variabilidade entre os estróbilos, o número de observações em que se baseou o cálculo desta correlação é manifestamente insuficiente para a considerar como uma estimativa

de boa acuidade da correlação entre as duas variáveis em causa. Dentro do âmbito deste estudo não foi possível fazer observações numa quantidade superior de flores, porque a colheita e pesagem do pólen é uma operação de grande morosidade.

Em 1988, o pomar apresentou uma produção média de 143.9 flores por rameto. Usando este valor para os 986 a produção polínica do pomar é estimável em cerca de 140 000 estróbilos masculinos o que corresponde a cerca de 8.8 kg por ha. Segundo KOSKI (1975) para pomares do género *PINUS* uma produção polínica de 10 kg/ha é suficiente para uma polinização eficiente. Não dispomos destes estudos para o pinheiro bravo mas, a nível do pomar, parece existirem condições a uma boa polinização. Vários factos dão indicações indirectas que assim seja, dos quais se podem referir as altas correlações entre o número de flores femininas e o número de pinhas.

### III . 3 - ESTUDOS FENOLÓGICOS DA FLORAÇÃO MASCULINA E FEMININA

A floração dos clones do pomar foi também estudada no aspecto fenológico. Para uma contribuição com vista ao esclarecimento da dinâmica reprodutiva do pomar consideraram-se, tanto para a floração masculina como para a feminina, três fases principais, definidas na parte respeitante a material e métodos do Capítulo II deste trabalho, a saber:

- para as pinhas ovulíferas, as fases de **início da receptividade, máxima receptividade e de final da receptividade.**
- para a floração masculina, as fases de **início da libertação do pólen, máximo da libertação do pólen e final da libertação do pólen.**

A colheita dos dados relacionados com estes estados exige observações diárias das estruturas florais. A definição dos aspectos fenológicos não foi difícil, como aliás se referiu no Capítulo II, mas como se trata de características não mensuráveis, a uniformização de critério só foi possível ao fim de algum trabalho de campo que *possibilitou, por um lado, a perfeita compreensão das diferentes fases e, por outro, a memorização dos critérios, essencial em colheitas de dados deste tipo, visto coexistirem no tempo e no espaço fases diferentes.* Pelo seu cariz algo subjectivo, este tipo de observações foi feito exclusivamente pelo autor. Foram assim colhidos dados para os anos de 1984 e 1985 que constam das figuras III.3. 7, 8, 9 e 10.

O estudo da evolução fenológica dos estróbilos femininos exige observação directa. As dimensões das estruturas florais do pinheiro bravo permitem observações a olho nu, o que confere algumas vantagens em termos de rapidez de trabalho. Durante as colheitas de dados tentou-se relacionar as mudanças nas fases fenológicas com outros aspectos macroscópicos como, por exemplo, alterações de cor, com o objectivo de alargar o campo das observações também às flores mais distantes. Não foi possível, contudo, estabelecer tal tipo de relações. O único estado que apresenta mudança de cor (de róseo-avermelhada para esverdeada) é o final da receptividade, mas, mesmo neste, verificaram-se algumas excepções que tornaram impeditivo o estabelecimento de um padrão inequívoco de relação entre os dois factos. A inferência deste estado fenológico nas flores altas revelou-se, portanto, sujeita a erros grosseiros. Para as outras duas fases seria de todo impossível. Durante este trabalho, não surgiram alternativas à observação directa, o que constituiu um forte limite ao número de flores femininas em estudo, por árvore.

Para inferências sobre o processo reprodutivo do pomar, as fases mais importantes são a *máxima receptividade* para as pinhas ovulares e o *máximo da libertação do pólen*. Estas fases são aquelas em que se verificam as melhores condições para o

sucesso dos cruzamentos, razão porque se lhes dedica maior atenção. O comportamento global do pomar face a estes dois aspectos, nos anos de 1984 e 1985, encontra-se no Quadro III. 3. 1. Para facilitar a comparação entre os dois anos fixou-se o dia 1 de Março como origem do tempo. Pela análise destas datas verificam-se, desde já, grandes diferenças entre os dois anos. Em 1985 os clones apresentam maior duração dos estádios fenológicos, tanto para a floração masculina como para a feminina mas, com início em relação à origem do tempo, nitidamente mais avançado.

**Quadro III 3. 1** - Datas de início (sempre referenciadas a 1/3) e duração em número de dias, para as fases máxima receptividade e máximo da libertação do pólen.

ANO	Floração feminina		Floração masculina	
	Duração da fase Nº de dias	início da fase (em relação a 1/3)	Duração da fase Nº de dias	início da fase (em relação a 1/3)
1984	4.7	30	5.4	31.5
1985	12	13.9	7.6	19.1

Para uma visualização global do pomar compararam-se as durações e inícios de todas as fases fenológicas, ano a ano, com base no número de rametos que em cada dia referido inicia uma fase. Estes resultados são patentes nas Figuras III.3. 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

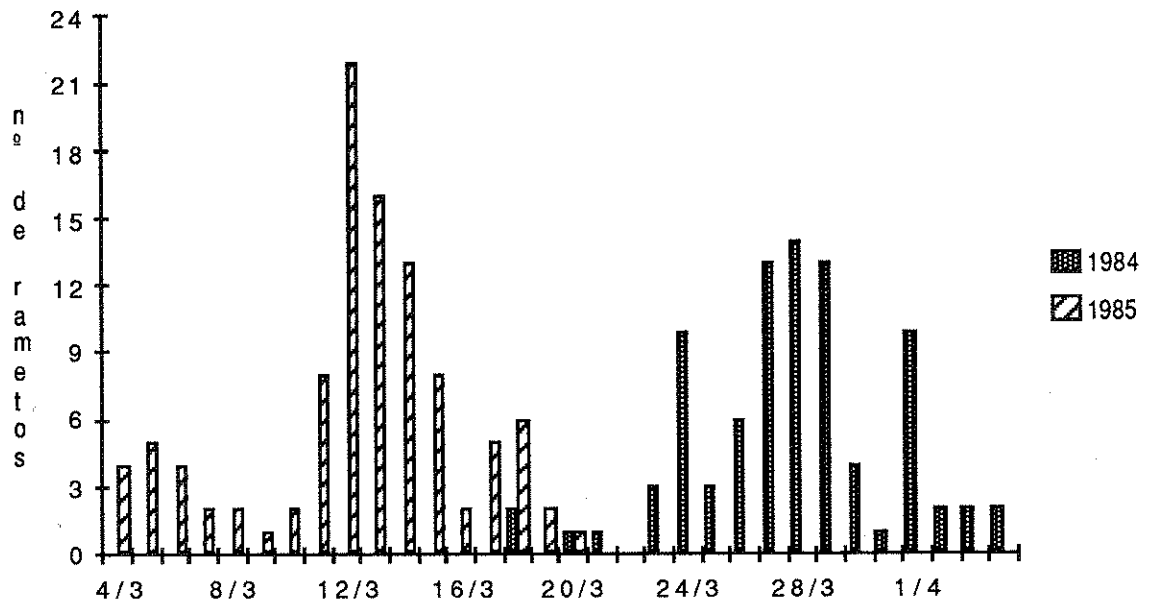


Figura III.3. 1 - Número de ramos em fase inicial da receptividade das pinhas ovulíferas e respectiva localização no tempo, para os anos de 1984 e 1985

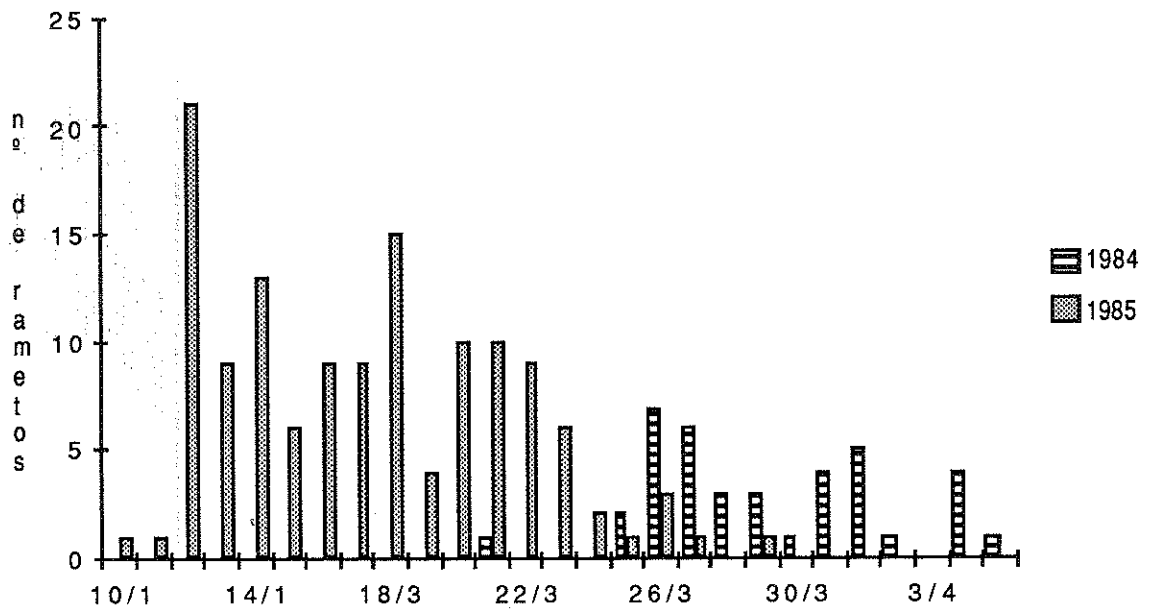


Figura III.3. 2 - Número de ramos em fase inicial da libertação do pólen e respectiva localização no tempo, para os anos de 1984 e 1985

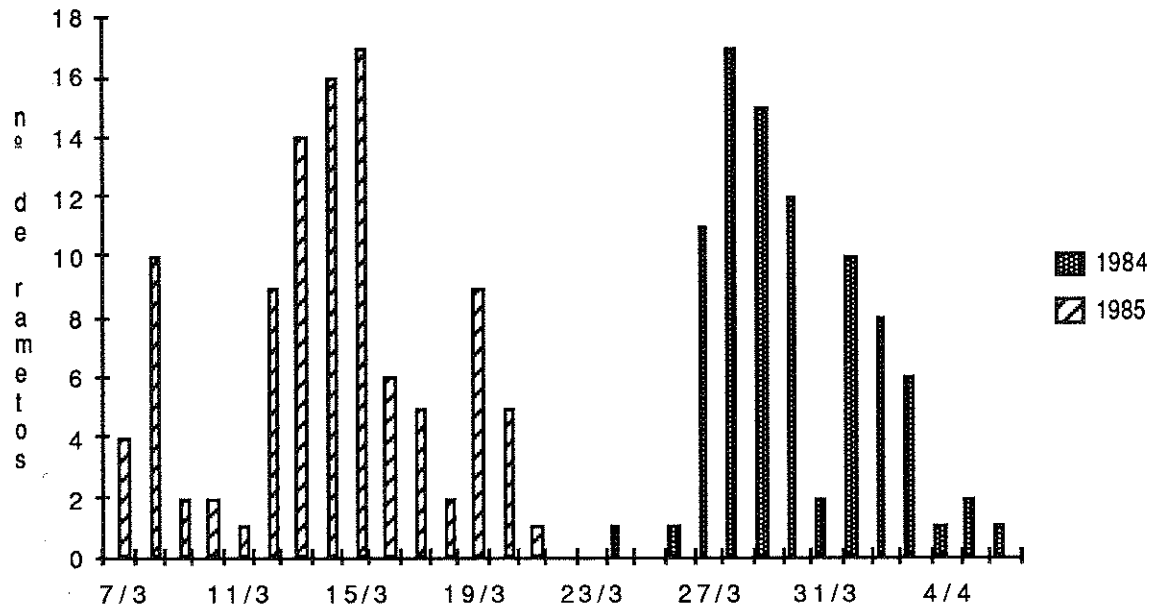


Figura III.3. 3- Número de rametos em fase de máxima receptividade das pinhas ovulíferas e respectiva localização no tempo, para os anos de 1984 e 1985

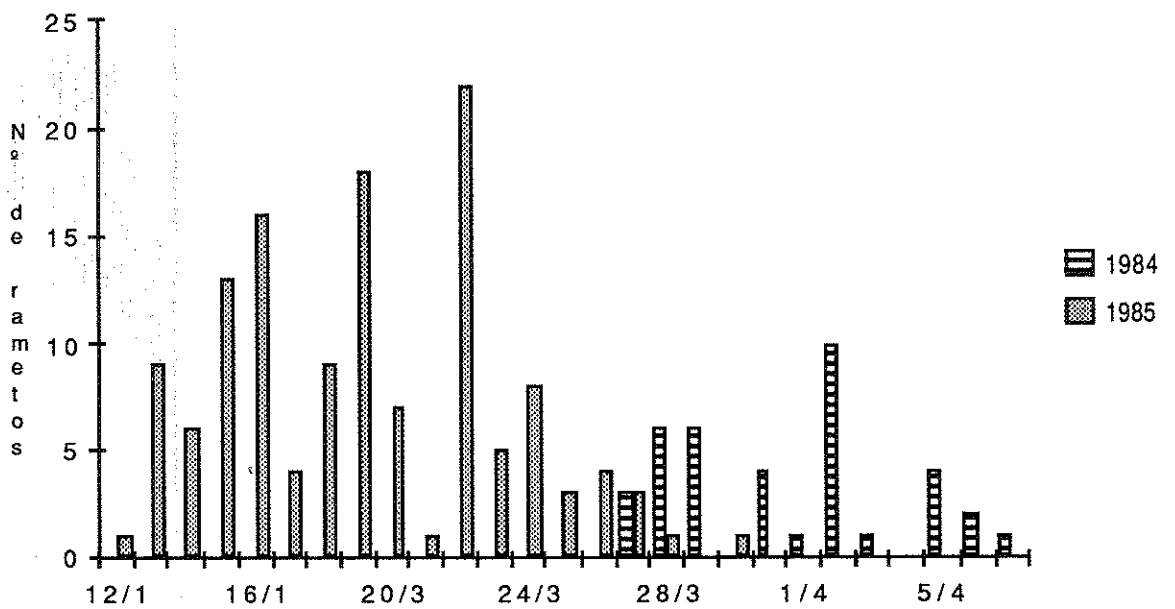


Figura III.3. 4 - Número de rametos em fase de máxima libertação do pólen e respectiva localização no tempo, para os anos de 1984 e 1985

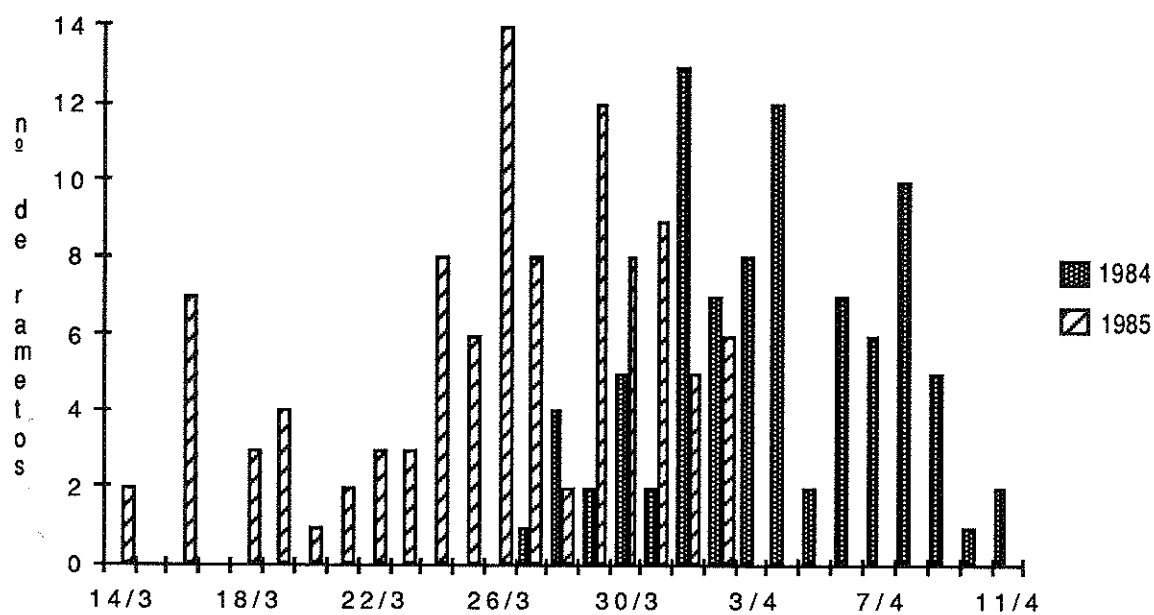


Figura III.3. 5 - Número de rametos em fase final da receptividade das pinhas ovulíferas e respectiva localização no tempo, para os anos de 1984 e 1985

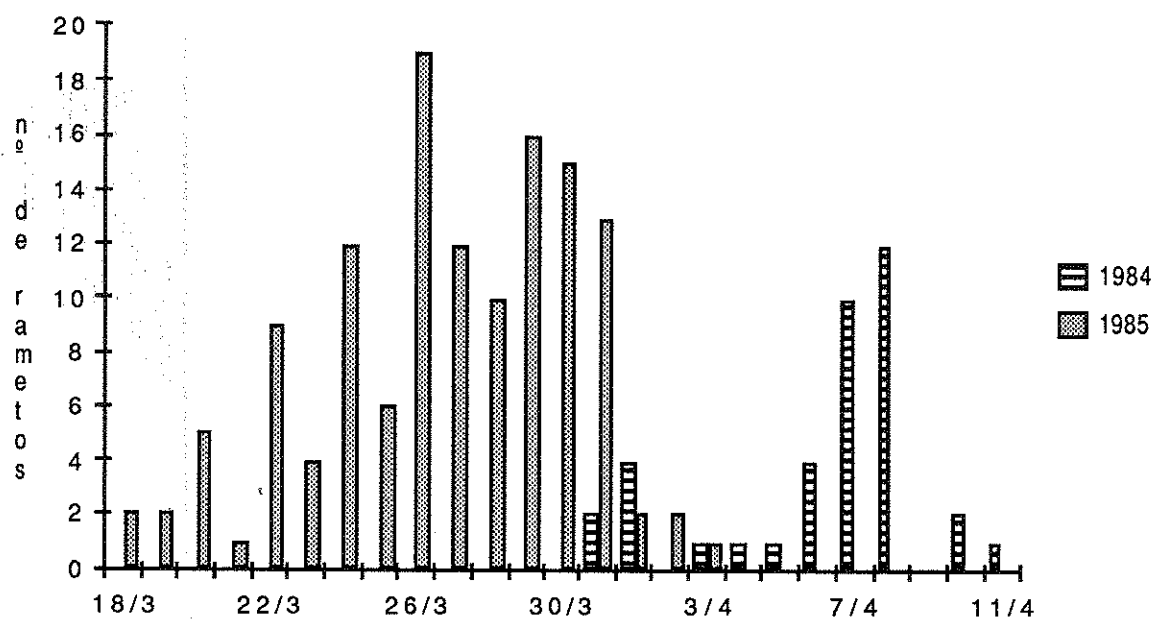


Figura III.3. 6 - Número de rametos em fase final da libertação do pólen e respectiva localização no tempo, para os anos de 1984 e 1985

Estas Figuras realçam o aspecto importante da posição relativa dos anos, face ao início do tempo, se manter para todas as fases e para ambos os tipos de floração. Este facto é um claro indício de que não há, no pomar, graves dessincronizações. A observação simultânea e global dos "mapas" fenológicos (Mapas 1, 2, 3 e 4, em anexo) confirma este padrão e permite até afirmar que a população reprodutora do pomar tem um bom grau de sincronização floral.

Os desfazamentos das datas de início das várias fases entre os dois anos são claros e sistemáticos. 1985 adianta cerca de 20 dias em relação a 1984. Procurou-se explicar este facto através da distribuição de temperaturas para os meses de Janeiro, Fevereiro e Março. Estes valores constam do Quadro III. 3. 2.

Quadro III. 3. 2 - Valores de temperatura média diária, para períodos de 10 dias, no posto meteorológico de Salvaterra de Magos. ( $\varphi$  - 39° 02' N,  $\lambda$  - 8° 44' W ; H=10 m)

Período (década)	Temperatura média (1963 a 1985) (°C)	1984 (°C)	1985 (°C)	Desvios (°C) (1985 p/ 1984)
Janeiro - 1ª	8.8	9.6	6.7	-2.9
Janeiro - 2ª	9.7	10.2	6.3	-3.9
Janeiro - 3ª	10.2	10.0	10.6	+0.6
Fevereiro- 1ª	10.6	11.2	13.5	+2.3
Fevereiro- 2ª	10.5	8.5	13.7	+5.2
Fevereiro- 3ª	11.3	7.6	12.0	+4.4
Março - 1ª	11.3	9.0	10.7	+1.7
Março - 2ª	12.1	9.8	11.5	+1.7
Março - 3ª	12.8	12.6	12.1	-0.5

As diferenças entre períodos correspondentes são grandes, especialmente no que diz respeito às temperaturas médias das 3 décadas de Fevereiro de 1985, cujos valores

excedem os idênticos de 1984 de forma bastante significativa. Este comportamento mostra que a floração do pinheiro bravo, à semelhança da de outros pinheiros, é fotoperiodicamente neutra (MIROV, 1967), mas bastante influenciada pela temperatura.

Como se referiu na secção III.1 deste trabalho, os estróbilos femininos ocorrem por toda a copa em datas desfazadas que progridem aproximadamente de cima para baixo e, tanto mais desfazadas quanto maior for a produção da árvore. A proporção de flores por árvore, objecto deste estudo, foi claramente exíguo para as de produção mais abundante. Em termos fenológicos esses rametos têm maior "elasticidade" fenológica do que a que este estudo deixa perceber, tendo esta noção, aliás, sido perfeitamente perceptível durante os trabalhos de campo. As árvores e clones que mais contribuem para a composição genética das progénies são aquelas onde há maiores probabilidades de cruzamentos mais diversificados. Interligando a informação fenológica das florações masculina e feminina com a sensibilidade adquirida ao longo das observações é possível concluir que nos dois anos das observações o pomar teve um bom grau de sincronização floral.

Se se verificassem desfazamentos florais a nível dos clones ou rametos menos produtivos, não os tomaríamos como preocupantes, pois a contribuição desses indivíduos para a globalidade da semente produzida é irrelevante. Esses clones deverão ser sujeitos a intervenções culturais para incremento da floração, o que no caso da floração feminina é uma forma indirecta de lhes alargar os períodos de receptividade e, portanto contribuir para um aumento do grau de sincronização. Na eventual ausência de resposta a essa intervenção, então é de pôr a hipótese da sua remoção do pomar, transferindo-os para um "arquivo" clonal.

Tendo por base a origem do tempo, arbitrariamente fixada em 1 de Março, procurou-se relacionar o início de cada uma das fases, a nível do rameto, através de correlações lineares. Os valores encontram-se no Quadro III. 3. 3.

Quadro III. 3. 3 - Correlações para o início de cada uma das fases da da floração feminina nos vários rametos estudados, em 1984 e 1985

	1984			1985		
	Fases da floração feminina			Fases da floração feminina		
	início	receptividade máximo	final	início	receptividade máximo	final
início	1			1		
máximo	0.90	1		0.98	1	
final	0.83	0.82	1	0.84	0.82	1

Os valores destas correlações mostram uma grande estabilidade dos rametos em relação à entrada numa determinada fase fenológica. Em programação de trabalhos de cruzamentos controlados, esta informação afigura-se com bastante interesse. A polinização artificial é, geralmente menos eficiente que a natural (BROWN, 1971) e, obviamente tanto menos quanto mais desfazada a entrada de pólen estiver da fase de máxima receptividade dos estróbilos femininos. A informação que obtivemos leva-nos a concluir que, é necessário dar grande atenção aos estróbilos que mais cedo manifestam sinais de receptividade, para assim ter maior certeza de atingir a fase mais propícia a uma polinização bem sucedida.

Para a floração masculina também se procurou o mesmo tipo de correlações, cujos valores se apresentam no Quadro III. 3. 4.

No caso da libertação do pólen as correlações são também positivas, mas só se verifica uma dependência bastante estreita entre as fases inicial e máxima. O aspecto prático desta informação é, no entanto, tão ou mais importante que no caso da floração feminina, pois em polinizações controladas é frequente recorrer-se a colheita e armazenamento do pólen para uso em anos posteriores.

Quadro III. 3. 4 - Correlações para o início de cada uma das fases da da floração masculina nos vários rametos estudados, em 1984 e 1985.

	1984			1985		
	Fases da floração masculina			Fases da floração masculina		
	libertação do pólen			libertação do pólen		
	início	máximo	final	início	máximo	final
início	1			1		
máximo	0.90	1		0.96	1	
final	0.62	0.70	1	0.56	0.55	1

Especialmente no caso de árvores com produção escassa, pode ser muito importante colher o máximo de pólen que produzam. A perda de um dia em fase de máxima libertação pode significar apreciável quantidade, especialmente no caso de árvores e/ou anos em que essa fase seja fugaz.

A duração média das várias fases foi também estudada apresentando os valores que constam do Quadro III. 3. 5.

Quadro III 3. 5 - Duração, em número de dias, das fases fenológicas das florações feminina e masculina.

	Floração feminina			Floração masculina		
	início	receptividade máximo	final	início	libertação do pólen máximo	final
1984	2.2	5.4	3.7	2.3	4.7	4.0
1985	1.6	12.0	3.4	1.9	7.6	3.8

À duração destas fases estão ligados desvios padrões relativamente altos o que, no entanto, não tira valor à informação que estes valores representam, como auxílio na gestão actual e futura do pomar. Embora sejam substancialmente diferentes

entre os dois anos do estudo, têm o aspecto comum de as fases de máxima receptividade e máxima libertação do pólen serem sempre as mais longas. Este aspecto é, de imediato uma boa informação a complementar o satisfatório comportamento reprodutivo do pomar. Quanto mais longas as fases cruciais da polinização menores riscos há de dessincronizações florais e maiores probabilidades de variabilidade dos cruzamentos, pois uma pinha ovulífera é composta por algumas dezenas de óvulos que desta forma podem ser polinizados por pólen de progenitores masculinos mais diversificados. Também em futuros trabalhos de polinizações controladas a maior duração dessas fases é uma facilidade de trabalho que os clones do pomar oferecem.

Pelas suas características, a floração masculina permite a observação de todos os estróbilos de um rameto. Por esta razão, é possível estudar-lhe aspectos que não fariam sentido na floração feminina, dado nesta o número de estróbilos em observação ser, em geral, inferior ao total produzido pela árvore, caso particularmente marcado nas árvores mais produtoras. Assim procurou-se relacionar a duração da fase de máximo da libertação do pólen com a quantidade de pólen produzida pelo respectivo rameto. Calculou-se a correlação linear entre a variável classe de pólen e o número de dias para a fase de máximo da libertação do pólen, cujos valores são de 0.14 em 1984 e de 0.38 em 1985.

Os valores encontrados para estas correlações são positivos mas expressam um fraco grau de relacionamento entre as variáveis, de forma particular no ano de 1984. A intensidade de floração de uma árvore não é, portanto, factor determinante na duração da fase de máximo da libertação do pólen.

Sempre que a produção da árvore o permitiu, observaram-se estróbilos femininos, situados no mesmo andar, mas orientados para pontos cardeais opostos. A evolução das fases fenológicas revelou-se indiferente à orientação geográfica das flores, desde que situadas no mesmo andar. A diferenciação vertical é, nas condições actuais

dos ramos do pomar, o factor mais decisivo nos desfazamentos fenológicos ao longo das copas.

O desbaste genético a que o pomar irá ser sujeito, mediante o teste de descendência em curso (AGUIAR, 1989), não deve ser realizado sem se proceder a novos estudos do comportamento fenológico da floração dos clones seleccionados, pois o padrão dessa população mais restricta pode ser diferente do da actual. Os dados agora obtidos constituem um auxiliar para esse trabalho, podendo assim, mais rapidamente, confirmarem-se mudanças ou estabilidade no padrão que agora se esboça.

#### III. 4. - OBSERVAÇÕES FINAIS

Os estudos de biologia reprodutiva, como os do presente trabalho, por não serem conclusivos, sempre que possível devem ser complementados por estudos baseados em marcadores genéticos bioquímicos, com os quais é possível uma definição rigorosa das frequências génicas e, conseqüentemente, da evolução da consanguinidade (MULLER-STARCK, 1982; SHOW e ALLARD, 1982).

Os resultados obtidos, porém, são já suficientes para fundamentar algumas medidas a curto e médio prazo no pomar.

De imediato, é necessário intervir através de desbastes de manutenção com vista a desagravar os desequilíbrios de produção gamética, mas com o recurso simultâneo a aplicação de promotores florais, de modo a colmatar a redução do número total de ramos e, se possível, para aumento absoluto da produção floral de ambos os sexos.

A médio prazo o pomar será sujeito a um desbaste genético. Para a avaliação dos clones foi instalado em 1986 um teste de descendências de meios-irmãos a 46 dos 60 clones que compõem os pomares I e II de pinheiro bravo (AGUIAR, 1989). Dispõe-se já de

dados do comportamento dessas descendências face à característica "altura". Partindo da hipótese que a actual seriação das famílias se mantinha até à fase definitiva do referido teste, um desbaste genético com o objectivo único de ganho máximo, ignorando os padrões reprodutivos dos clones, reduziria a produção polínica e seminal do pomar de forma bastante sensível. Baixado o número bruto de clones, agravado pelo facto de alguns deles serem fracos produtores de floração masculina ou feminina ou até de ambas, como é o caso do 15, teríamos um novo pomar com um perigoso número efectivo e bastante endogâmico.

É assim necessário fazer a opção de compromisso, diminuindo um pouco o ganho genético potencial para ter em contrapartida uma população geradora de indivíduos geneticamente interessantes mas com variabilidade para as condições imprevistas que vão suportar ao longo da revolução.

Aos progenitores de pomares exige-se comportamentos óptimos para características tão díspares como taxa de crescimento, rectidão de fuste, hábitos de ramificação, qualidade tecnológica da madeira, boa e equilibrada expressão floral. A probabilidade de encontrar um número significativo de árvores que reúnam todas estas características é muito baixa, mesmo numa população tão grande como a de pinheiro bravo em Portugal.

A via do excelente exige um escasso número de clones. É o caminho do fracasso, pois a espécie reage pelas leis da consanguinidade. Um número de clones geneticamente seguro significa, à semelhança de muitas outras situações em Silvicultura, soluções de compromisso, as quais serão tanto mais sólidas quanto melhor o nosso conhecimento de todas as componentes em questão.

Perfeito equilíbrio reprodutivo, em pomares produtores de semente, é uma situação que nos parece inatingível. O completo controle do sistema genético da espécie é muito difícil, senão mesmo impossível.

#### **IV - CONCLUSÕES**

O pomar apresenta assimetrias de fertilidade que, para os 6 anos são da ordem de 50%-25%, ou seja metade da floração é produzida por 12 clones. Verifica-se tendência para esbatimento dos desequilíbrios com o aumento da idade.

A floração masculina é menos equilibrada e mais instável que a feminina, especialmente nas idades mais jovens.

O tamanho efectivo do pomar, estimado de forma empírica com base no número de clones que produzem 80% da floração, deu valores superiores a 20, o que revela que a população progenitora real é consideravelmente inferior à potencial.

Devido à quebra verificada na floração, em 1984 o tamanho efectivo da população baixou bastante, atingindo valores da ordem de 12 indivíduos. A baixa no número de progenitores foi também acompanhada por grande baixa de produção floral. Este padrão reprodutivo leva a desaconselhar o uso, em arborizações, de semente com semelhante base genética. Deve-se armazenar produção de anos de bom equilíbrio reprodutivo para lotear com a de maus anos, como forma de colmatar a fragilidade genética e escassês produtiva dos anos de contra-safra, evitando assim interrupções no fornecimento de material reprodutivo.

As contribuições gaméticas dos clones quando "pesadas" pelo respectivo número de rametos revelaram agravamento das assimetrias, conduzindo a relações da ordem de

60%-25%. Este facto levou à formulação da hipótese de relação entre a capacidade reprodutiva de uma árvore e a sua facilidade para propagação pela via vegetativa.

A repetibilidade para a floração feminina apresentou um valor de 0.34, o que denota um baixo grau de controle genético da característica.

Os modelos de estimativa da produção de pinhas revelaram que é possível, com 2 anos de antecedência, planejar com segurança operações de colheita e processamento das pinhas.

A produção polínica, por unidade de comprimento de inflorescência masculina, foi estimada em 0.895 g/cm, valor base para a estimativa da produção de pólen por hectare - cerca de 10kg.

A nível fenológico o pomar apresenta um grau de sincronização floral bastante satisfatório. Os desequilíbrios genéticos provocados pelas assimetrias de fertilidade não são agravados por compartimentação fenológica.

No teste de descendência em curso, famílias oriundas de clones com pouca expressão reprodutiva estão a revelar um bom comportamento em características de interesse silvícola. O desbaste genético deverá ser uma solução de compromisso entre valores de ganho genético e manutenção de um tamanho efectivo que mantenha o pomar como "fonte seminal abundante e de qualidade genética superior".

Os resultados deste trabalho apontam para a necessidade de efectuar desbastes de manutenção no pomar de forma a diminuir o peso dos clones representados por maior número de "cópias", com o recurso simultâneo a técnicas de promoção floral.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. (1989) - Estudo da Variabilidade genética de Algumas Características Juvenis em Descendências Maternais de Pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Ait.)- EFN, INIA. Lisboa.
- ALLARD, R. W. (1971) - *PRINCIPIOS DE MELHORAMENTO GENÉTICO DAS PLANTAS*, Edgard Blucher Lda. São Paulo, Brasil.
- BARADAT, P. (1987) - Méthode d'Évaluation de la Consanguinité Chez les Plants Issus des Vergers à Graines de Semis de Première Génération. *Silvae Genetica*, 36 J.D. Sauerlander's Verlag Frankfurt a.M.
- BROWN, I. R. (1971) - Flowering and Seed Production in Grafted Clones of Scots Pine, *Silvae Genetica* 20, Heft 4.- J.D. Sauerlander's Verlag Frankfurt a.M.
- BRUMIBHAMON, S. (1978) - Studies on Scots pine Seed Orchards in Finland with Special Emphasis on the Genetic Composition of the Seed. *Communications Instituti Forestalis Fenniae*, Helsinki.
- BUTCHER, T. B. (1974) - Genotype-environment Interaction Effects with *Pinus pinaster* in Western Australia - *Research Working Group 4<sup>th</sup> Meeting*, Melbourne. Victoria, W. Australia.
- BUTCHER, T. (1974) - Progress Report Reserch Working Group 4<sup>th</sup> Meeting Melbourne, Victoria, Western Australia.
- BYRAM, T. D.; LOWE, W. J. e McGRIFF, J. A. (1986) - Clonal and Annual Variation in Cone Production in Lobolly Pine Seed Orchards. *Forest Science* Vol.- 32 Nº 4. Bethesda, MD. USA.
- CEE (1985) - Memorando Florestas. Documento 36, *Serviço de Informação Agrícola* - Bruxelas.

- CHAPERON, H. (1986) - A Method of Computing Inbreeding Coefficient Consequences on the Strategy of Selection - I.U.F.R.O. Joint meeting of working parties on genetics about advanced generation breeding. Bordeaux (France).
- DAVEAU, S. (1976) - *O AMBIENTE GEOGRAFICO NATURAL* Edições INCM - Lisboa.
- EFN e UTAD (1989) - Colheita e Certificação de Sementes de Pinheiro Bravo em Povoamentos Seleccionados pelo Dep. de Melhoramento Florestal - INIA, EFN Lisboa.
- EIS, S. (1973) - Cone Production of Douglas-fir and Grand-fir and its Climatic Requirements *Canadian Journal of Forestry Research* 3, 61. Canada.
- FAEGRI, K. L. e van der PIJL (1971) - *THE PRINCIPLES OF POLLINATION ECOLOGY* 2ª edição Pergamon Press. Oxford.
- FALCONER, D.S. (1981) - *INTRODUCTION TO QUANTITATIVE GENETICS* - 2ª edição Longman. London.
- FEILBERG, L. e SØGAARD, B. (1975) - Hisyorical Review of Seed Orchards. *Seed Orchards, Forestry Comission, Bulletin 54*. London, H.M. S.O.
- FISHER, R.A. (1958) - *THE GENETICAL THEORY OF NATURAL SELECTION* - 2ª edição Dover Publications, Inc. New York.
- GORDON (1979) - Relatório da visita do Dr. Gordon a Portugal. Direcção-Geral de Fomento Florestal. Lisboa.
- GRIFFIN, A. R. (1984) - Clonal Variation in Radiata Pine Seed Orchards. II. Flowering Phenology - *Australian Forest Research*, 14, 271-281. Canberra, Australia.
- JONSSON, A.; EKBERG, I.; ERIKSSON, G. (1976) - Flowering in a Seed Orchard of *Pinus silvestris* L. *Studia Forestalia Suecica* nº 135. Skogshögskolan. Stockholm.
- KELLINSON, R. (1975) - Cone and Seed Harvesting from Seed Orchards. *Seed Orchards, Forestry Comission, Bulletin 54*. London, H.M. S.O.
- KOSKI, V. (1970) - A Study of Pollen Dispersal as a Mechanism of Gene Flow in Conifers. *Communications Instituti Forestalis Fenniae*, Helsinki.
- KOSKI, V. (1975) - Natural Pollination in Seed Orchards with Special Reference to Pines.- *Seed Orchards, Forestry Comission, Bulletin 54*. London, H.M. S.O.

- KOSKI, V. (1980) - Minimum Requirements for Seed Orchards of Scots Pine - *Silva Fennica* vol. 14 , Helsinki.
- MATHEWS, J. D. (1963) - Factors Affecting the Production of Seed by Forest Trees. *Forestry Abstract*. Vol 24 nº 1.
- MCWILLIAM, J. R. (1958) - The Role of the Micropyle in the Pollination of *Pinus* - *Botanical Gazette* nº 20 .
- MIROV, N. T. (1967) - *THE GENUS PINUS*. Ronald Press comp. New York.
- MULLER-STARCK (1982) - Sexually Assymmetric Fertility Selection and Partial Self-fertilization.- *Silva Fennica* vol. 16 nº 2 , Helsinki.
- NAMKOONG, G. (1986) - La Genética y los Bosques del Futuro. *Unasyuva* Vol. 38 FAO. Roma.
- OLIVEIRA, A. L. F; CABRITA, C. F. R. e CANHÃO, L. B. (1964) - Os Solos da Mata Nacional do Escaroupim e Perímetro Florestal das Ferrarias - *Estudos e Informação* nº198. Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, Lisboa.
- PHARIS, R. D. ; WEBBER, J. E. e ROSS, S. D. (1987) - The Promotion of Flowering in Forest Trees by Gibberellin a 4/7 and Cultural Treatments: a review of the Possible Mechanisms. *Forest Ecology and Management* 19, 65-84 .
- REHFELDT, G. E. e LESTER, D. T. - (1969) - Specialization and Flexibility in Genetic Systems of Forest Trees. *Silvae Genetica* nº18 J.D. Sauerlander's verlag Frankfurt a.M.
- REHFELDT, G. E.; STAGE, A. R. e BINGHAM, R. T. (1971) - Strobili Development in Western White Pine: Periodicity, Predication and Association with Weather.-*Forest Science*,17 . Bethesda, MD. USA.
- ROBBINS, W. W. ; WEIER, T. E. e STOCKING, R. C. (1957) - *BOTANY, AN INTRODUCTION TO PLANT SCIENCE* - John Wiley & Sons Inc. Publishers . New York.
- ROSS, S. D. e PHARIS R. P. (1980) - Control of Sex Expression in Conifers. *Plant Growth Regulation* 6; 37-60.
- ROULUND, H. ; ALPUIM, M. ; VARELA, C. e AGUIAR, A. (1988) - A Tree Improvement Plan for *Pinus pinaster* in Portugal - EFN, Lisboa.

- SARVAS, R. (1962) - Investigations on the Flowering and Seed Crop of *Pinus silvestris* - *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*, Helsinki.
- SHOW, D. V. e ALLARD, R. W. (1982) - Isozyme Heterozygosity in Adult and Open-pollinated Embryo Samples of Douglas-fir. - *Silvae Fennica vol.16 n°2*, Helsinki.
- SOKAL, R. R. e ROHLF, F. J. - *BIOMETRY* -W.H. Freeman & Company San Francisco.
- STERN, K. e ROCHE, L. (1974) - *GENETICS OF FOREST ECOSYSTEMS* .-Springer Verlag, Berlin.
- SWEET, G. B. (1975) - Flowering and Seed Production -*Seed Orchards, Forestry Commission, Bulletin 54*, London, H.M. S.O.
- VARELA, M. C. (1988) - General Aspects for the Establishment of a *Pseudotsuga menziesii* (mirb) Franco Seed Stand in Portugal by Request of the Forestry Commission - United Kingdom. - EFN. Lisboa.
- VARNEL, R. J.; SQUILACE, A. E. e BENGTON, G. W. (1967) - Variation and Heritability of Fruitfulness in Slash Pine. *Silvae Genetica n°16, Heft 4*. J.D. Sauerlander's Verlag. Frankfurt a.M.
- WERNER, M. (1975) - Location Establishment and Management of Seed Orchards - *Seed Orchards, Forestry Commission- Bulletin 54*, London H.M. S.O.
- WILSON, C. L. e LOOMIS, W. E. (1967) - *BOTANY* - 4ª edição Holt, Rinehart & Winston, New York.
- ZOBEL, B.J. ; WEIR, R.J. e JETT, J.B. (1972) - Breeding Methods to Produce Progeny for Advanced-generation Selection and to Evaluate Parent Trees - *Canadian Journal of Forest Research* 2,339. Canada
- ZOBEL, B. e TALBERT, J. (1984) - *APPLIED FOREST TREE IMPROVEMENT* - John Wiley & Sons Publishers New York.