

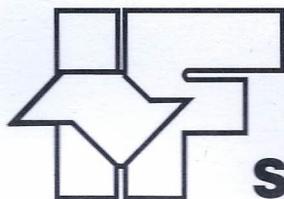


SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO FLORESTAL

**MÉTODO PARA A SELEÇÃO DE ÁRVORES SUPERIORES  
PARA FORMA DO FUSTE E PRODUÇÃO DE RESINA  
EM PLANTIOS DE *Pinus* sp.**

**AVALIAÇÃO DA CAPACITAÇÃO DE MONITORES AMBIENTAIS  
DO PARQUE ESTADUAL DA ILHA ANCHIETA, SP**

**IMPACTOS AMBIENTAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO:  
PISCICULTURA COM ESPÉCIES EXÓTICAS  
NA REPRESA DO JURUPARÁ, IBIÚNA, SP**



**Série Registros**

IF Sér. Reg.	São Paulo	n. 28	p. 1 - 48	jan. 2005
--------------	-----------	-------	-----------	-----------

**GOVERNADOR DO ESTADO**

Geraldo Alckmin

**SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE**

José Goldemberg

**DIRETORA GERAL**

Maria Cecília Wey de Brito

**COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD**

Alexandre Magno Sebbenn

Waldir Joel de Andrade

Antonio da Silva

Dimas Antônio da Silva

Francisco Carlos Soriano Arcova

Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzolla

João Aurélio Pastore

Marco Antonio Pupio Marcondes

Marilda Rapp de Eston

Miguel Luiz Menezes Freitas

Sandra Monteiro Borges Florsheim

Yara Cristina Marcondes

**PUBLICAÇÃO IRREGULAR/IRREGULAR PUBLICATION**

**SOLICITA-SE PERMUTA**

**EXCHANGE DESIRED**

**ON DEMANDE L'ÉCHANGE**

Biblioteca do

Instituto Florestal

Caixa Postal 1322

01059-970 São Paulo, SP

Brasil

Fone: (011) 6231-8555

Fax: (011) 6232-5767

nuinfo@iflorest.sp.gov.br

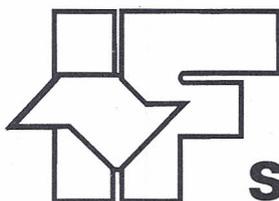


SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO FLORESTAL

**MÉTODO PARA A SELEÇÃO DE ÁRVORES SUPERIORES  
PARA FORMA DO FUSTE E PRODUÇÃO DE RESINA  
EM PLANTIOS DE *Pinus* sp.**

**AVALIAÇÃO DA CAPACITAÇÃO DE MONITORES AMBIENTAIS  
DO PARQUE ESTADUAL DA ILHA ANCHIETA, SP**

**IMPACTOS AMBIENTAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO:  
PISCICULTURA COM ESPÉCIES EXÓTICAS  
NA REPRESA DO JURUPARÁ, IBIÚNA, SP**



**Série Registros**

IF Sér. Reg.	São Paulo	n. 28	p. 1 - 48	jan. 2005
--------------	-----------	-------	-----------	-----------

**COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD**

Alexandre Magno Sebbenn  
Waldir Joel de Andrade  
Antonio da Silva  
Dimas Antônio da Silva  
Francisco Carlos Soriano Arcova  
Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzola  
João Aurélio Pastore  
Marco Antonio Pupio Marcondes  
Marilda Rapp de Eston  
Miguel Luiz Menezes Freitas  
Sandra Monteiro Borges Florsheim  
Yara Cristina Marcondes

**APOIO/SUPPORT**

Carlos Eduardo Sposito (Revisão)  
Carlos José de Araújo (Gráfica)

**SOLICITA-SE PERMUTA/EXCHANGE DESIRED/ON DEMANDE L'ÉCHANGE**

Biblioteca do Instituto Florestal  
Caixa Postal 1322  
01059-970 São Paulo-SP-Brasil  
Fone: (011) 6231-8555  
Fax: (011) 6232-5767  
nuinfo@iflorest.sp.gov.br

**PUBLICAÇÃO IRREGULAR/IRREGULAR PUBLICATION****IF SÉRIE REGISTROS**

São Paulo, Instituto Florestal.

1989, (1-2)	2001, (21-23)
1990, (3-4)	2002, (24)
1991, (5-9)	2003, (25-26)
1992, (10)	2004, (27)
1993, (11)	2005, (28-
1994, (12)	
1995, (13-15)	
1996, (16-17)	
1997, (18)	
1999, (19-20)	

COMPOSTO E IMPRESSO NO INSTITUTO FLORESTAL  
janeiro, 2005

**IF SÉRIE REGISTROS Nº 28, 2005**

**SUMÁRIO/CONTENTS**

	p.
Método para a seleção de árvores superiores para forma do fuste e produção de resina em plantios de <i>Pinus</i> sp. Alexandre Magno SEBBENN .....	1-11
Avaliação da capacitação de monitores ambientais do Parque Estadual da Ilha Anchieta, SP. Juliana Marcondes BUSSOLOTTI; Maria de Jesus ROBIM .....	13-37
Impactos ambientais em unidades de conservação: piscicultura com espécies exóticas na represa do Jurupará, Ibiúna, SP. Gláucia Cortez Ramos de PAULA; Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo ARZOLLA; Marilda Rapp de ESTON; Francisco Eduardo Silva Pinto VILELA; Maria Aparecida Cândido Salles RESENDE; Rosângela Célia Ribeiro de OLIVEIRA; Thais Helena CONDEZ .....	39-48



# MÉTODO PARA A SELEÇÃO DE ÁRVORES SUPERIORES PARA FORMA DO FUSTE E PRODUÇÃO DE RESINA EM PLANTIOS DE *Pinus* sp.\*

Alexandre Magno SEBBENN\*\*

## RESUMO

A seleção massal de árvores superiores é ponto chave em qualquer programa inicial de melhoramento florestal. Se métodos adequados de seleção forem adotados aumentam-se as probabilidades de sucesso do programa. O presente trabalho descreve um método simples para a seleção de árvores superiores, em termos da forma do fuste e produção de resina, para aplicação em plantios comerciais de *Pinus* sp. O método proposto é baseado em três fases: i) identificação de árvores possivelmente superiores; ii) pré-seleção, e iii) seleção. A fase de seleção de árvores possivelmente superiores visa detectar, nos plantios, árvores com alta produção de resina e forma do fuste tendendo à retidão. Somente árvores com fuste tendendo à retidão ou retos são selecionadas para a fase de pré-seleção. A fase de pré-seleção visa à detecção de árvores altamente produtoras de resina, com base na capacidade da árvore candidata em superar a produtividade das dez árvores vizinhas mais próximas, repetindo a performance durante, pelo menos, dois ciclos de exploração. A fase de seleção visa à detecção de árvores superiores, comparando a produtividade das árvores pré-selecionadas e selecionando-se as que apresentarem um desvio padrão a mais que a média das árvores pré-selecionadas. Também se descreve métodos de melhoramento que podem fazer uso das árvores selecionadas e um exemplo hipotético de progressos genéticos com o método de seleção proposto é apresentado.

Palavras-chave: seleção massal; níveis independentes de seleção; goma resina; coníferas.

## ABSTRACT

A key point in any starting forest improvement program is superior trees mass-selection. When adequate methods of selections are adopted, the probability of success for the breeding program increases. The present work describes a simple method for superior trees selection, in terms of stem shape form and resin production, to be applied in commercial stands of *Pinus* sp. The proposed method is based in three stages: i) identification of possible superior trees; ii) preselection, and iii) selection. Selection of possible superior trees stage is used to detect trees with good stem shape and high resin production. Only trees with straight or tending to straight trunk are selected for the preselection stage. Preselection stage aims to detect trees with high resin production, based on the capacity of the candidate tree to overcome the productivity of its 10 nearest neighbor trees and to repeat this performance at least at the following two gum exploitation cycles. Selection stage seeks to detect superior trees by comparing the productivity of preselected trees and then selecting trees that present a standard deviation more than the means obtained for the preselected trees. Further, methods of improvement that can use the selected trees are described and a hypothetical example of genetic progress using the proposed selection method is shown.

Key words: mass-selection; independent selection levels; gum resin, coniferous.

## 1 INTRODUÇÃO

A seleção de árvores superiores é a ferramenta mais importante, em programas de melhoramento, para a obtenção de sementes melhoradas. Ela é a base que determina a magnitude de sucessos ou insucessos em um programa de melhoramento genético. Se praticada de maneira precisa, dará origem à populações de qualidade genética superior, possibilitando ganhos ao longo das gerações de seleção. Trata-se da técnica mais importante para a exploração da variabilidade genética natural em populações florestais, de forma direcional, favorecendo a reprodução de indivíduos com caracteres desejáveis (Mori, 1987).

(\*) Aceito para a publicação em setembro de 2004.

(\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: amsebbenn@bol.com.br

Existem, basicamente, dois métodos de seleção, a seleção massal e a individual (Kageyama, 1976). A seleção massal utiliza apenas a avaliação fenotípica, enquanto a seleção individual implica na decomposição da variância fenotípica em seus componentes genético e ambiental e a posterior estimativa de valores genéticos, portanto, implica na implantação de testes de progênies. Entretanto, mesmo na seleção individual, na fase inicial de implantação de programas de melhoramento, é necessário fazer uso dos princípios de seleção massal para a obtenção das progênies e dos propágulos utilizados para a instalação dos testes de progênies e pomares clonais de primeira geração, respectivamente. Por isso, a aplicação de métodos adequados de avaliação e seleção das árvores superiores é fundamental em qualquer programa de melhoramento florestal.

Tem havido no Brasil um crescente interesse pela produção de resina devido aos seus subprodutos mais importantes, o breu e a terebentina, terem grande procura e utilidade no mercado nacional e internacional (Gurgel Garrido *et al.*, 1983). O aumento da produção de resina em plantios de *Pinus* requer o desenvolvimento de programas específicos de melhoramento genético. Plantios realizados com a finalidade de exploração de resina também têm seu uso combinado com a exploração da madeira e, por isso, é necessário que os programas de melhoramento sejam direcionados procurando selecionar árvores com boa forma do fuste (fuste tendendo à retidão) e altamente produtivas em goma resina. O emprego de métodos de seleção que visem à seleção simultânea de caracteres, como a “seleção em níveis independentes” é aparentemente o método mais adequado para atingir esses objetivos. Na seleção em níveis independentes, vários caracteres são selecionados simultaneamente e um certo valor é estabelecido para cada caráter e todos os indivíduos abaixo desse nível são descartados, sem considerar a superioridade ou inferioridade de seus outros caracteres (Mori, 1987; Resende, 2002).

A variação na forma das árvores e produção de resina, observada entre árvores nos plantios comerciais, é a matéria-prima do melhoramento. Estudos têm mostrado que a variação genética é alta para produção de resina e as herdabilidades são, em geral, médias para forma e produção de resina (Squillace & Bengston, 1961; Peters, 1971; Gurgel Garrido & Kageyama, 1993a; Gurgel Garrido *et al.*, 1994; 1996; Romanelli, 1995; Shimizu & Spir, 1999), o que implica na possibilidade de sucessos com um simples ciclo de seleção massal. A seleção massal é baseada apenas na avaliação do fenótipo das árvores candidatas à seleção. O fenótipo de um organismo é função dos genes que os indivíduos carregam somado ao ambiente em que estes se encontram e aos efeitos da interação dos seus genes com o ambiente (Namkoong, 1979; Falconer & Mackay, 1997). Se o caráter objeto da seleção for de origem somente ambiental, a variação observada entre indivíduos não poderá ser explorada pela seleção. Nesse caso, para o aumento da produtividade é recomendável estudar quais as variáveis ambientais que estão determinando o fenótipo desejado e procurar dar essas condições às árvores que se pretende explorar comercialmente. Por outro lado, se o caráter estiver totalmente sob controle genético, a seleção dos melhores fenótipos, para constituírem a população que originará as próximas gerações, será totalmente efetiva e, provavelmente, um simples ciclo de seleção será suficiente para obter populações comerciais com o caráter desejado fixado. Contudo, a maioria dos caracteres explorados em programas de melhoramento florestal está simultaneamente sob controle genético e ambiental e, portanto, para a obtenção da população desejada (melhorada) é necessária a seleção dos fenótipos que contenham os melhores genótipos para cada ambiente onde se pretende a exploração. Ainda, nesse caso, é necessário que tanto aspectos hereditários como ambientais sejam controlados e isolados, a fim de se determinar quanto da variação observada (fenotípica) está sobre controle genético e pode ser melhorada por seleção. Assim, a aplicação de métodos de seleção que considerem aspectos hereditários e ambientais é fundamental para a capitalização de progressos genéticos.

A seleção de árvores superiores, em plantios comerciais, para a forma do fuste e produção de resina, requer o desenvolvimento de métodos específicos para detectar quais árvores são realmente superiores. Com base somente no fenótipo de uma árvore, não é possível prever se seu fenótipo é fruto de um genótipo superior ou de um ambiente adequado. Isto só será realmente conhecido após a avaliação das árvores selecionadas, a partir da performance de seus descendentes (progênies) em testes de progênies. Mas é possível se obter uma aproximação se a seleção fenotípica das árvores for baseada em certos princípios que visem a controlar do ambiente.

SEBBENN, A. M. Método para a seleção de árvores superiores para forma do fuste e produção de resina em plantios de *Pinus* sp.

A questão é como selecionar as árvores superiores para a forma do fuste e produção de resina. Este é justamente o objetivo do presente trabalho, ou seja, descreve-se um método simples para seleção massal de árvores superiores em níveis independentes para forma do fuste e produção de resina, em plantios comerciais de espécies do gênero *Pinus*. As árvores selecionadas, pelo método a seguir apresentado, poderão ser utilizadas para a obtenção imediata de sementes melhoradas a partir dos métodos de melhoramento baseados em áreas de coleta de sementes (ACS) e áreas de produção de sementes (APS) ou em programas no longo prazo em pomares de sementes por mudas (PSM) ou pomares clonais (PC) ou, ainda, em combinações desses métodos.

## 2 POPULAÇÃO BASE, NÚMERO DE ÁRVORES PARA A SELEÇÃO E INTENSIDADE DE SELEÇÃO

A população base para a seleção das árvores superiores pode ser os plantios comerciais de uma empresa e pode ter de 10 ha a mais de 1.000 ha, o que muda é a intensidade de seleção, possível de ser aplicada para que um número mínimo de árvores seja selecionado. A intensidade de seleção aplicada determina parte dos ganhos genéticos. Quanto maior a intensidade de seleção, maior são os ganhos, sendo o inverso verdadeiro (Falconer & Mackay, 1997). Em áreas muito pequenas (< 10 hectares) não é possível a seleção de grande número de árvores e, por isso, sugere-se que a seleção seja realizada em talhões de pelo menos 10 ha, em fase de plena produção. A intensidade de seleção mínima sugerida é de 1:200, ou seja, uma árvore a cada 200 árvores. Por exemplo, em um talhão de 10 hectares, plantado inicialmente no espaçamento 3 x 2 m, que aos oito anos de idade sofreu uma intervenção com o desbaste de 40%, possui, aproximadamente, 1.000 árvores por hectare e 10.000 árvores nos 10 hectares. Se a intensidade de seleção adotada for de 1:200, poderão ser selecionadas 50 árvores (10.000/200). Em áreas maiores a seleção pode ser mais intensa, ou de uma árvore a cada 1.000 árvores (1:1.000), ou mais. A intensidade de seleção adotada para a seleção de árvores superiores em produção de resina tem variado de 1:26 a 1:5.000 (Gurgel Garrido & Garrido, 1986/1988; Gurgel Garrido *et al.*, 1997).

Se o objetivo da seleção de árvores superiores for somente a coleta de sementes para os replantios, sugere-se que as 50 melhores árvores sejam selecionadas. Se o objetivo for desenvolver um programa de seleção para implantação de testes de progênies, sugere-se a seleção de 80 a 400 árvores (média 150), com menor intensidade de seleção. O número de árvores selecionadas será a base do programa, e quanto maior esse número, mais ciclos (gerações) de seleção poderão ser realizados, exaurindo a variabilidade genética mais lentamente. A seleção de pequeno número de árvores (por exemplo, 30) ou o uso de alta intensidade de seleção permite poucos ciclos de seleção e pode levar a perda de variabilidade genética em poucas gerações de seleção.

## 3 MÉTODO DE SELEÇÃO DE ÁRVORES SUPERIORES

Preconiza-se um método de seleção massal de árvores superiores em níveis independentes para fuste reto e alta produção de resina, baseado em três fases: *i*) identificação de árvores possivelmente superiores; *ii*) pré-seleção, e *iii*) seleção de árvores superiores. Contudo, antes dos trabalhos de seleção é necessária a estratificação da população base de melhoramento. A estratificação visa obter maior controle e precisão na comparação entre árvores no plantio, fazendo com que apenas árvores do mesmo extrato sejam comparadas entre si. A estratificação pode ser realizada em termos de espécie, procedência, idade das árvores, espaçamento e tipo de solo ou sítio de crescimento. Dessa forma, árvores são selecionadas dentro de cada extrato, as quais, em alguns casos, podem ser misturadas com árvores selecionadas nos outros estratos para a obtenção da população de melhoramento, quando o extrato não representa espécies diferentes. Após a estratificação das populações base inicia-se a fase de seleção.

### 3.1 Fase de Identificação de Árvores Possivelmente Superiores

A primeira fase depende do conhecimento da variação individual na produtividade de resina nos talhões e a avaliação da produção de cada árvore. Entretanto, a avaliação de extensas áreas é extremamente difícil, visto que requer a pesagem da produção de resina de grande número de árvores, o que pode tornar o trabalho praticamente impossível de ser realizado. Assim, a avaliação da variação individual na produtividade depende dos práticos de campo. Os práticos devem procurar detectar árvores que produzem resina acima da média do talhão e quando uma árvore apresentar indícios de superioridade, aplica-se o nível independente I de seleção, de acordo com os seguintes passos:

I) dar uma nota para o fuste da árvore candidata à pré-seleção, de acordo a seguinte escala, modificada de Kageyama (1980):

- Nota 1: tronco bifurcado e muito tortuoso;
- Nota 2: tronco bifurcado e com tortuosidade média;
- Nota 3: tronco sem bifurcação e com tortuosidade alta;
- Nota 4: tronco sem bifurcação e com tortuosidade abaixo da média, e
- Nota 5: tronco sem bifurcação e tendendo à retidão ou reto.

Se a nota dada à árvore for inferior a quatro (4), ela estará descartada da pré-seleção. Se a árvore candidata à pré-seleção receber nota igual ou maior que quatro, ela será incluída na fase de pré-seleção.

### 3.2 Fase de Pré-seleção

Esta fase é mais trabalhosa e requer muito cuidado durante a pesagem da produção individual de resina. O método é baseado no controle local do ambiente onde vive a árvore, utilizando-se a formação de pequenas parcelas, constituídas por 11 indivíduos, a árvore que apresentou indícios de superioridade mais as 10 as árvores vizinhas. Este método é baseado no método de seleção proposto por Mori (1987) para a seleção de árvores superiores de *Eucalyptus saligna* Smith em plantios comerciais. Entretanto, o método aqui proposto difere desse em seus objetivos. Neste caso, o gênero é *Pinus* e a seleção é feita em níveis independentes, inicialmente para a forma das árvores e, após, para a produção de resina. O princípio é simples e procura comparar a produção de resina da árvore pré-selecionada com suas vizinhas, as quais encontram-se, teoricamente, sob mesmas condições ambientais, tendo-se assim, um certo controle do ambiente onde vegeta a árvore candidata à pré-seleção. A fase de pré-seleção segue os seguintes passos:

- a) numerar a árvore pré-selecionada, medir o DAP (diâmetro à altura do peito) e a altura total da árvore;
- b) instalar parcelas para avaliação da performance da árvore pré-selecionada (FIGURAS 1 e 2);
- c) pesar a produção da árvore pré-selecionada e das 10 árvores mais próximas, pois a aparente alta produção de uma árvore pode ter sido fruto da falta de coleta de sua produção na safra anterior, ou por esquecimento do coletor ou porque ela produziu muito pouco e ele preferiu deixar para coletar na safra seguinte. Se a árvore pré-selecionada não superar todas as árvores vizinhas, ela está descartada. Se superar todas as árvores vizinhas, ir para o próximo passo;
- d) trocar o recipiente da árvore pré-selecionada e das dez árvores mais próximas;
- e) após transcorrer um determinado período, que pode variar de um a seis meses, pesar novamente a produção de resina nas 11 árvores. Se a árvore pré-selecionada não superar todas as árvores vizinhas ela está descartada. Se superar todas as árvores vizinhas, avançar para o passo f;
- f) após transcorrer o mesmo período utilizado no passo e, pesar novamente a produção de resina das 11 árvores. Se a árvore pré-selecionada não superar todas as árvores vizinhas ela está descartada como candidata à seleção. Se superar todas as árvores vizinhas, a árvore candidata está pré-selecionada e passa-se para outra fase da seleção, a seleção das árvores superiores.

SEBBENN, A. M. Método para a seleção de árvores superiores para forma do fuste e produção de resina em plantios de *Pinus* sp.

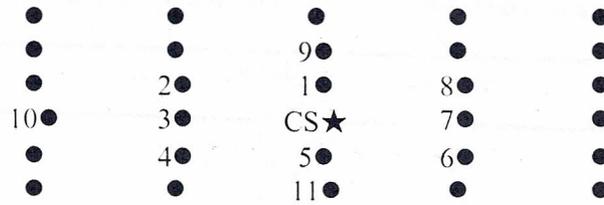


FIGURA 1 – Demonstração da distribuição de uma parcela com a árvore candidata à seleção no centro (CS★) e as 10 árvores mais próximas (1● a 10●) para a seleção de árvores para a produção de resina.



FIGURA 2 – Demonstração da distribuição de uma parcela com a árvore candidata à seleção na bordadura (CS★) e as 10 árvores mais próximas (1● a 10●).

### 3.3 Fase de Seleção de Árvores Superiores

Para a seleção das árvores superiores é necessário construir centros de classes com a produtividade de resina das árvores pré-selecionadas. Isso pode ser feito, calculando a média, a variância e o desvio padrão fenotípico para a produção de resina. A forma de calcular médias, variâncias e desvios padrões pode ser encontrada em qualquer livro básico de estatística como Sokal & Rohlf (1981), Beiguelman (1996), Mather (1996), Gomes & Garcia (2002), entre outros e, portanto, não serão aqui descritas. A distribuição das freqüências de produção de resina em função de classes de produtividade pode ser calculada seguindo os procedimentos de Beiguelman (1996, p. 5-22). Sugere-se a seleção de árvores pré-selecionadas que apresentarem produção de resina igual ou superior a um desvio padrão a mais que a média das árvores selecionadas.

### 3.4 Exemplo Numérico da Fase de Seleção

Para melhor descrever e facilitar o entendimento do método de seleção das árvores superiores considere-se o exemplo a seguir: uma empresa do ramo de resinagem, que explora plantios de *Pinus elliottii* Engelman var. *elliottii* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barrett & Golfari em uma área de 1.000 hectares, em povoamentos com três diferentes idades para as duas espécies, 8, 15 e 20 anos. Para a seleção de árvores superiores é necessária inicialmente a estratificação dos plantios em função da espécie, procedência, idades e espaçamento dos plantios. A seleção é específica por espécie, procedência, idade e espaçamento, visto que a produção individual de resina é fortemente afetada por estes fatores. Se as áreas dos plantios também ocuparem diferentes sítios edafoclimáticos, será necessário criar um novo estrato, classificado em função das espécies, idade das árvores, espaçamento e tipos de sítios. Quanto maior o número de estratos criados, maior será o custo e trabalho para a seleção, porém, maior será a precisão e o sucesso obtido. Para fins de simplificação, será exemplificada a seleção de árvores em apenas uma espécie, *P. elliottii* var. *elliottii*, em apenas uma idade, 15 anos, e sítio de crescimento, sítio de alta fertilidade. Considere que esse plantio de *P. elliottii* var. *elliottii* com 15 anos de idade ocupa uma área de 100 hectares e foi inicialmente implantado no espaçamento 3 x 2 m, portanto, com aproximadamente 1.667 árvores por hectare, as quais sofreram um desbaste de 40% aos oito anos de idade. Assim, admita que atualmente existam 1.000 árvores por hectare e 100.000 árvores no talhão e que a produção média de resina no plantio é de 1,8 kg por árvore/ano. Suponha que nesse plantio foram pré-selecionadas 100 árvores (FIGURA 2 e TABELA 1) seguindo os passos descritos nos itens 3.1 e 3.2. A pré-seleção foi na intensidade de 1:1.000 ou uma árvore para cada 1.000 árvores.

TABELA 1 – Produção média anual de resina de 100 árvores pré-selecionadas.

Árvore	Produção (kg)	Árvore	Produção (kg)	Árvore	Produção (kg)
1	2,10	36	4,70	71	5,78
2	2,60	37	4,70	72	5,78
3	2,96	38	4,70	73	5,78
4	3,26	39	4,70	74	5,78
5	3,36	40	4,70	75	5,78
6	3,46	41	4,70	76	5,83
7	3,56	42	4,70	77	5,83
8	3,66	43	4,70	78	5,83
9	3,76	44	4,70	79	5,88
10	3,86	45	4,70	80	5,93
11	3,86	46	4,70	81	5,93
12	3,86	47	4,71	82	6,31
13	4,06	48	4,76	83	6,31
14	4,16	49	4,76	84	6,31
15	4,16	50	4,86	<b>85</b>	<b>6,51</b>
16	4,17	51	4,87	<b>86</b>	<b>6,51</b>
17	4,18	52	5,19	<b>87</b>	<b>6,51</b>
18	4,19	53	5,29	<b>88</b>	<b>6,51</b>
19	4,19	54	5,29	<b>89</b>	<b>6,61</b>
20	4,19	55	5,29	<b>90</b>	<b>6,71</b>
21	4,19	56	5,29	<b>91</b>	<b>6,81</b>
22	4,31	57	5,39	<b>92</b>	<b>6,91</b>
23	4,31	58	5,39	<b>93</b>	<b>7,01</b>
24	4,31	59	5,69	<b>94</b>	<b>7,11</b>
25	4,31	60	5,72	<b>95</b>	<b>7,21</b>
26	4,32	61	5,72	<b>96</b>	<b>7,31</b>
27	4,42	62	5,72	<b>97</b>	<b>7,41</b>
28	4,52	63	5,72	<b>98</b>	<b>7,51</b>
29	4,52	64	5,72	<b>99</b>	<b>7,61</b>
30	4,62	65	5,72	<b>100</b>	<b>7,71</b>
31	4,62	66	5,73		
32	4,65	67	5,74	Média - $\bar{x}$	5,17
33	4,70	68	5,75	Variância - $\hat{\sigma}^2$	1,30
34	4,70	69	5,76	Desvio padrão - $\hat{\sigma}$	1,14
35	4,70	70	5,77	Limite de seleção - LS	6,32

A TABELA 1 mostra a produção hipotética média anual das 100 árvores pré-selecionadas e a FIGURA 3 mostra a distribuição da produtividade nas populações por classes de produção. A estimativa da média de produção de resina das 100 árvores é 5,17 kg e o desvio padrão é de 1,14. Sugere-se a seleção de árvores com um desvio padrão acima da média da população pré-selecionada. Assim, a soma da média mais um desvio padrão resultará no valor de 6,32 kg, que será ponto mínimo de corte para a seleção das árvores selecionadas (árvores superiores). Esse valor corresponde à árvore de número 85, com produção de 6,51 kg. Portanto, no presente exemplo, seriam selecionadas 16 árvores (árvores de números 85 a 100) como superiores para forma e produção de resina, no plantio de 100 hectares de *P. elliottii* com 15 anos de idade, crescendo no sítio de alta fertilidade. A intensidade final de seleção atingiu 1:6.250 árvores (16 de 100.000), o que é uma intensidade de seleção alta. Nos demais plantios da mesma espécie, crescendo nos diferentes sítios, poderiam ser selecionadas árvores superiores com 8, 15 e 20 anos de idade. As árvores da mesma espécie, selecionadas em diferentes sítios e idade poderiam, no final do processo de seleção massal, serem combinadas para comporem a população de melhoramento.

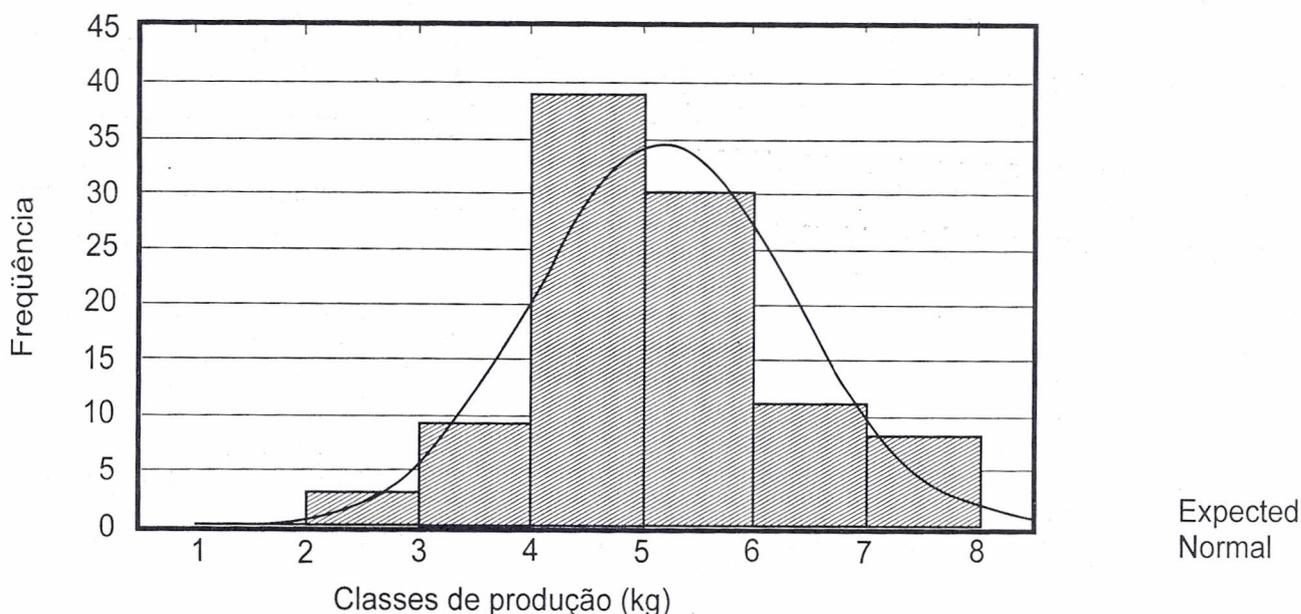


FIGURA 3 – Distribuição de frequências para produção anual de resina de uma população hipotética pré-selecionada.

Ressalte-se que a seleção de menos do que 50 árvores não é recomendada, visto que dará origem a novas populações com pequeno tamanho efetivo. Sugere-se a seleção de 80 a 400 árvores superiores, por espécie, para comporem os programas iniciais de melhoramento, como anteriormente comentado. Considerando que a estimativa do coeficiente médio de coancestria em progênies de polinização livre de coníferas é de 0,186 (Sebbenn, 2003), o que corresponde a um tamanho efetivo de variância de uma simples progênie de tamanho infinito de 2,69, a coleta de sementes em 80 a 400 árvores vai corresponder aos tamanhos efetivos aproximados de 215 a 1.076, tamanhos estes que, segundo a literatura corrente, são suficientes para o desenvolvimento de programas de melhoramento a médio e longo prazo (Namkoong, 1979; Fins *et al.*, 1992; Resende, 2000). Assim, as 16 árvores selecionadas no presente exemplo deveriam ser combinadas com pelo menos, outras 64 árvores selecionadas nos outros sítios e/ou idades de plantio. O mesmo processo descrito para *P. elliottii* var. *elliottii* poderia ser seguido para a seleção de árvores superiores em *P. caribaea* var. *hondurensis*.

#### 4 MÉTODOS DE MELHORAMENTO PARA AS ÁRVORES SELECIONADAS

As árvores selecionadas pelo método proposto poderão ser utilizadas em três diferentes estratégias de melhoramento: *i*) área de coleta de sementes; *ii*) pomares de sementes clonais, e *iii*) testes de progênies. Excluiu-se o caso da área de produção de sementes, pois esta requer uma procedência de qualidade superior, seu isolamento e a imobilização de uma área (mínimo três hectares) onde não se recomenda a exploração de resina. Dos métodos indicados, cada silvicultor poderá adotar um ou mais deles e obter suas próprias sementes melhoradas. A seguir, descreve-se resumidamente esses três métodos de melhoramento, com base em Kageyama (1976).

##### 4.1 Área de Coleta de Sementes

Este é o método de melhoramento mais simples, econômico e rápido para a produção de sementes melhoradas e é especialmente eficiente na seleção de caracteres com herdabilidades altas, como a produção de resina (TABELA 2). Constitui-se simplesmente na seleção de árvores superiores nos plantios (seleção massal) e a coleta de suas sementes, sem que árvores inferiores sejam excluídas do talhão. Essa estratégia seleciona árvores maternas superiores e não as árvores paternas, visto que a contribuição paterna (pólen) não é controlada e virá das outras árvores do talhão. Com este simples método de seleção podem ser obtidos progressos importantes.

TABELA 2 – Estimativas de parâmetros genéticos para a produção de resina em testes de progênes de *P. elliotii* var. *elliotii* (*P.e. elliotii*) e *P. caribaea* var. *bahamensis* (*P.c. bahamensis*).

Espécie	Idade (anos)	$CV_g$ (%)	$CV_d$ (%)	$CV_F$ (%)	$\hat{h}_i^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$	Autores
<i>P.c. bahamensis</i>	5	10,8	34,2	36,9	0,34	0,64	0,30	Gurgel Garrido <i>et al.</i> (1996)
<i>P.c. bahamensis</i>	6	9,5	42,1	46,4	0,17	0,48	0,15	Gurgel Garrido <i>et al.</i> (1999b)
<i>P.e. elliotii</i>						0,90		Squillace & Bengston (1961)
<i>P.e. elliotii</i>						0,83		Peters (1971)
<i>P.e. elliotii</i>	2	16,5			0,38	0,50	0,37	Gurgel Garrido <i>et al.</i> (1986/88)
<i>P.e. elliotii</i>	2	15,0			0,52	0,79	0,46	
<i>P.e. elliotii</i>	6	22,1			0,47			Romanelli (1988)
<i>P.e. elliotii</i>	4	22,1			0,47			Gurgel Garrido & Kageyama (1993a)
<i>P.e. elliotii</i>	3	8,3	33,5		0,22	0,51	0,18	Gurgel Garrido & Kageyama (1993b)
<i>P.e. elliotii</i>	3,5	15,1	38,4	41,7	0,53	0,79	0,47	Gurgel Garrido <i>et al.</i> (1994)
	7,5	8,3	33,4	35,6	0,22	0,51	0,36	
	9,5	8,7	40,3	47,7	0,13	0,36	0,11	
	3,5	12,4	32,7	36,8	0,44	0,74	0,38	
	9,5	6,6	33,6	35,4	0,14	0,40	0,12	
	3,5	14,3	38,3	41,6	0,47	0,74	0,42	
	9,5	12,4	38,0	40,9	0,37	0,67	0,32	
<i>P.e. elliotii</i>	8	10,4			0,54			Romanelli (1995)
<i>P.e. elliotii</i>	2	17,3	40,9	45,9	0,57	0,88	0,54	Gurgel Garrido <i>et al.</i> (1999a)
<i>P.e. elliotii</i>	11				0,21	0,55	0,25	Shimizu & Spir (1999)
<i>P.e. elliotii</i>	12	2,1			0,02	0,07	0,02	Romanelli & Sebbenn (2004)
	12	5,8			0,14	0,42	0,12	
	12	9,9			0,33	0,70	0,27	
Média	6,6	12,0	36,9	40,9	0,33	0,60	0,28	
IC <sub>95%</sub>		11,4	36,2	39,9	0,32	0,58	0,27	
Limite inferior								
IC <sub>95%</sub>		12,5	37,6	41,9	0,35	0,63	0,30	
Limite superior								

Em que,  $CV_g$ ,  $CV_d$  e  $CV_F$  são os coeficientes de variação genética, variação fenotípica dentro de progênes e variação fenotípica total, respectivamente;  $\hat{h}_i^2$ ,  $\hat{h}_m^2$  e  $\hat{h}_d^2$  são as herdabilidades em nível de plantas individuais, média de progênes e dentro de progênes, respectivamente.

#### 4.2 Pomar de Sementes Clonais

Este método traz progressos mais atrativos, visto que após a seleção das árvores, essas são clonadas e plantadas isoladamente em forma de pomar de sementes para evitar a contaminação por pólen de árvores não selecionadas. Na implantação do pomar também se procura estabelecer as árvores de forma que a vizinhança genética de cada árvore seja sempre diferente, o que favorece a recombinação e ampliação da variabilidade genética. Os ganhos genéticos assim obtidos são maiores do que os obtidos pela “área de coleta de sementes”, devido à seleção ser feita tanto do lado feminino como masculino. Tratos culturais como capina, controle de formiga, adubação, irrigação, etc., devem ser aplicados visando aumentar a produção de sementes. Também devem ser adotados espaçamentos amplos (4 m x 4 m a 6 m x 6 m) para facilitar a coleta de sementes, reduzir a competição individual e retardar as intervenções de desbastes.

### 4.3 Teste de Progênies

Os testes de progênies permitem a seleção de árvores superiores com base em seu valor genético, diferente da área de coleta de sementes (ACS) e área de produção de sementes (APS). Os testes de progênies consistem na seleção de árvores superiores com base na performance de sua descendência (progênies). Assim, as informações obtidas nos testes de progênies podem servir tanto para a seleção de árvores superiores nos próprios testes, como nos plantios comerciais de onde as sementes para os testes foram coletadas e para a seleção das árvores superiores nos pomares clonais. Como a seleção, nesse caso, é com base em valores genéticos, os ganhos obtidos são maiores. A desvantagem desse método está no tempo e no custo para a obtenção de árvores superiores, em geral de cinco a dez anos, no caso de espécies de *Pinus*.

## 5 EXEMPLO DE GANHOS NA SELEÇÃO MASSAL

A utilização do método proposto de seleção massal permite a predição dos ganhos esperados na seleção em função do método de melhoramento. Considere o exemplo apresentado no item 3.4 e suponha que a média de produção de resina nos diversos estratos seja de 1,8 kg de resina por árvore/ano. A área abrangida pela seleção era de 100 ha e o número de árvores total era de 100.000. A intensidade final de seleção nesse estrato foi de 1:6.250 árvores. Considere que esse processo foi repetido em quatro diferentes estratos para a espécie *P. elliottii* var. *elliottii* e que no final foram selecionadas 200 árvores em 400 ha de um total de 400.000 árvores, o que corresponde a uma intensidade final de seleção de 1: 2.000 árvores. Assumindo que o caráter produção de resina tem distribuição normal, a intensidade de seleção adotada em unidades de desvio padrão corresponde a 3,44. Com base nessas informações e nos valores do limite inferior do intervalo de confiança a 95% de probabilidade do coeficiente de variação fenotípico ( $CV_F$ ) e herdabilidade em nível de plantas individuais ( $h_i^2$ ), contidos na TABELA 2, é possível prever quais progressos poderão ser obtidos pela seleção massal. O ganho esperado na seleção pode ser predito pela expressão,

$$Gs = iCV_F h_i^2,$$

em que,  $i$  é a intensidade de seleção em unidade de desvio padrão. Substituindo os valores do limite inferior do intervalo de confiança a 95% de probabilidade, a fim de se obter uma estimativa conservadora dos ganhos na seleção, na expressão tem-se que o ganho esperado na seleção para a produção de resina será de,

$$Gs = 3,44 \times 39,9 \times 0,32 = 43,9\% .$$

Esse ganho implica que a média anual, entre árvores em produção de resina nos plantios realizados a partir de sementes coletadas das 200 árvores selecionadas no plantio comercial, será de 2,6 kg. Ainda, o ganho é, em geral, menor do que o predito por Gurgel Garrido & Garrido (1986/1988) para a seleção massal de árvores em diversas espécies de *Pinus*. A causa é que esses autores consideraram a herdabilidade média em nível de plantas (0,55) muito superior à utilizada no presente estudo, 0,31 (TABELA 2), embora a intensidade de seleção tenha sido menor (1:26 a 1:276) do que a utilizada aqui (1:2.000).

## 6 AGRADECIMENTOS

O autor agradece aos três revisores anônimos pelas correções e sugestões feitas no prévio manuscrito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEIGUELMAN, B. **Curso prático de bioestatística**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética - SBG, 1996. 242 p.
- FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. Harlow: Longman Group, 1997. 463 p.

SEBBENN, A. M. Método para a seleção de árvores superiores para forma do fuste e produção de resina em plantios de *Pinus* sp.

FINS, L.; FRIEDMAN, S. T.; BROTSCHOL, J. V. **Handbook of quantitative forest genetics**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 1992. 403 p.

GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

GURGEL GARRIDO, L. M. do A.; GARRIDO, M. A. de O.; KAGEYAMA, P. Y. Teste de progênies precoce de meios-irmãos de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. de árvores superiores para a produção de resina. In: CONGRÉSSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS, 1983. (Silvicultura, São Paulo, n. 28, p. 298-302, 1983).

GURGEL GARRIDO, L. M. do A. *et al.* Eleição de árvores superiores para a produção de resina. **Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 20/22, p. 31-39, 1986/1988.

\_\_\_\_\_.; GARRIDO, M. A. de O. Seleção de *Pinus* tropicais para a produção de resina. **Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 20/22, p. 41-46, 1986/1988.

\_\_\_\_\_.; KAGEYAMA, P. Y. Evolução, com a idade, de parâmetros genéticos de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm., selecionados para a produção de resina. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 21-37, 1993a.

\_\_\_\_\_. Alterações nas estimativas de parâmetros genéticos de produção de resina de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, em consequência de desbastes. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 123-131, 1993b.

GURGEL GARRIDO, L. M. do A.; RIBAS, C.; GARRIDO, M. A. de O. Variabilidade da produção de resina em *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 6, n. único, p. 113-128, 1994.

\_\_\_\_\_.; ROMANELLI, R. C.; GARRIDO, M. A. de O. Variabilidade genética de produção de resina, DAP e altura em *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis*. Barr. et Golf. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 89-98, 1996.

\_\_\_\_\_. *et al.* Programa de melhoramento genético florestal do Instituto Florestal de São Paulo (Acervo). **IF Sér. Reg.**, São Paulo, n. 18, p. 1-53, 1997.

\_\_\_\_\_.; CRUZ, S. F.; RIBAS, C. Interação genótipos por locais em *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1-12, 1999a.

\_\_\_\_\_. *et al.* Variação genética em progênies e procedências de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis*. Barr. et Golf. para produção de resina e características de crescimento. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 105-121, 1999b.

KAGEYAMA, P. Y. **Melhoramento genético: seleção massal e individual**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, 1976. 13 p. (Circular Técnica, 21).

\_\_\_\_\_. **Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden**. 1980. 125 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MATHER, W. B. **Princípios de genética quantitativa**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética - SBG, 1996. 140 p.

MORI, E. S. **Efeitos da competição intra-específica na seleção de árvores superiores de *Eucalyptus saligna* Smith**. 1987. 78 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NAMKOONG, G. **Introduction to quantitative genetics in forestry**. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture - USDA, Forest Service, 1979. 342 p. (Technical Bulletin, 1588).

SEBBENN, A. M. Método para a seleção de árvores superiores para forma do fuste e produção de resina em plantios de *Pinus* sp.

PETERS, W. J. Variation in oleoresin yielding potential of selected slash pines. **Forest Science**, Washington, D.C., v. 3, p. 306-307, 1971.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

ROMANELLI, R. C. **Variabilidade genética para produção de resina associada às características de crescimento em uma população de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. na região de Itapetininga-SP**. 1988. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

\_\_\_\_\_. Seleção precoce em progênes de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 7, p. 101-103, 1995.

\_\_\_\_\_; SEBBENN, A. M. Parâmetros genéticos e ganhos na seleção para produção de resina em *Pinus elliottii* var. *elliottii*, no sul do Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 11-23, 2004.

SEBBENN, A. M. Tamanho amostral para conservação *ex situ* de espécies arbóreas com sistema misto de reprodução. **Rev. Inst. Flor**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 147-162, 2003.

SHIMIZU, J. Y.; SPIR, I. H. Z. Seleção de *Pinus elliottii* pelo valor genético para alta produção de resina. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 38, p. 103-117, 1999.

SOKAL, B. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. New York: W. E. Freeman and Company, 1981. 859 p.

SQUILLACE, A. E.; BENGTON, G. W. Inheritance of gum yield and other characteristics of slash pine. In: SOUTH FOREST TREE IMPROVEMENT, 6., 1961. **Proceedings...** Savannah: United States Department of Agriculture - USDA, Forest Service Research Publications, 1961. p. 85-96.