



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**ESCOLHA DE POPULAÇÕES
SEGREGANTES PARA O PROGRAMA DE
SELEÇÃO DE ARROZ EM TERRAS ALTAS**

PATRÍCIA GUIMARÃES SANTOS

2000

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Santos, Patrícia Guimarães

Escolha de populações segregantes para o programa de seleção de arroz em terras altas / Patrícia Guimarães Santos. -- Lavras : UFLA, 2000.
106 p. : il.

Orientador: Antônio Alves Soares.

Tese (Doutorado) - UFLA.

Bibliografia.

Arroz. 2. Cultivo. 3. População segregante. 4. Melhoramento genético. 5. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.183

está na base?

PATRÍCIA GUIMARÃES SANTOS

**ESCOLHA DE POPULAÇÕES SEGREGANTES PARA O
PROGRAMA DE SELEÇÃO DE ARROZ EM TERRAS ALTAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de plantas, para obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. Dr. Antônio Alves Soares

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2000**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Santos, Patrícia Guimarães

Escolha de populações segregantes para o programa de seleção de arroz em terras altas / Patrícia Guimarães Santos. -- Lavras : UFLA, 2000.

106 p. : il.

Orientador: Antônio Alves Soares.

Tese (Doutorado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Arroz. 2. Cultivo. 3. População segregante. 4. Melhoramento genético. 5. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.183

PATRÍCIA GUIMARÃES SANTOS

**ESCOLHA DE POPULAÇÕES SEGREGANTES PARA O
PROGRAMA DE SELEÇÃO DE ARROZ EM TERRAS ALTAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de plantas, para obtenção do título de "Doutor".

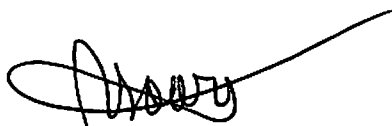
APROVADA EM 04 de fevereiro de 2000

Dr. Magno Antonio Patto Ramalho - UFLA

Dra. Ângela de Fátima Barbosa Abreu - UFLA

Dr. Emílio da Maia de Castro - Embrapa Arroz e Feijão

Dr. Plínio César Soares - EPAMIG - Viçosa



Prof. Dr. Antônio Alves Soares - UFLA
Orientador

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

**Ao meu esposo Leonardo e ao nosso filho Mateus, que com muito
amor compartilharam comigo essa conquista**

**Aos meus pais, Alcir e Sônia, pelo amor e incentivo em todas etapas
da minha vida**

Aos meus irmãos, Cíntia e Rodrigo e cunhados José Márcio e Fabiana

Às minhas sobrinhas, Gabriela e Eduarda

A todos da família Melo, pelo amor e confiança dedicados

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pelo apoio concedido para condução deste trabalho.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) por meio da Embrapa de Arroz e Feijão, pela ajuda na realização deste trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) que com tornou possível a execução deste trabalho.

Ao orientador Antônio Alves Soares pelas oportunidades, ensinamentos e sincera amizade demonstrados durante todos esses anos e, que muito contribui para minha formação.

Ao professor Magno Antonio Patto Ramalho pela contribuição dada durante a realização deste trabalho, demonstrando sempre disponibilidade.

Aos pesquisadores Emilio da Maia de Castro e Plínio César Soares e Ângela de Fátima Barbosa Abreu, pela disponibilidade, sugestões e críticas apresentadas para o êxito deste trabalho.

Ao meu esposo Leonardo que além do amor e compreensão dedicados, foi também um grande consultor científico.

Aos professores do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, em especial ao professores do curso de Genética e Melhoramento de Plantas, pela amizade e ensinamentos transmitidos.

À pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais Vanda M. de O. Cornélio, juntamente com os técnicos Janir Guedes Carvalho e Vicente de Paula Costa das Fazendas Experimentais de Lavras e Patos de Minas, pela valiosa colaboração na condução dos experimentos.

Aos amigos do curso de Genética e Melhoramento de Plantas.

Aos amigos de outros cursos de pós-graduação pelo convívio e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, pelos auxílios prestados.

A todos que não foram citados mas conscientes de haverem cooperado para o meu sucesso, os votos de gratidão

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| RESUMO..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| 1 INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 4 |
| 2.1 A cultura do arroz de terras altas no Brasil..... | 4 |
| 2.1.1 Sistemas de cultivo..... | 4 |
| 2.1.2 Caracterização das áreas de cultivo de arroz de terras altas..... | 5 |
| 2.2 Métodos utilizados no melhoramento da cultura do arroz de terras altas..... | 7 |
| 2.3 Metodologia de escolha da população segregante..... | 18 |
| 2.4 Interação Genótipo X Ambiente..... | 21 |
| 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 24 |
| CAPÍTULO 1: POTENCIAL GENÉTICO DE POPULAÇÕES SEGREGANTES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS | |
| RESUMO..... | 30 |
| ABSTRACT..... | 31 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 32 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 34 |
| 2.1 Material Avaliado..... | 34 |
| 2.2 Instalação e condução dos experimentos..... | 36 |
| 2.3 Análise estatística dos dados..... | 38 |
| 2.4 Estimativa da variância genética e herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) dentro das populações segregantes..... | 39 |
| 2.5 Predição do potencial das populações na obtenção de linhagens superiores..... | 42 |
| 2.6 Estimativa da adaptabilidade e estabilidade..... | 43 |

| | |
|--|------------|
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 44 |
| 4 CONCLUSÕES..... | 62 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 63 |
| CAPÍTULO 2: DESEMPENHO DE FAMÍLIAS EXTRAÍDAS DE POPULAÇÕES DIVERGENTES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS | |
| RESUMO..... | 67 |
| ABSTRACT..... | 68 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 69 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 71 |
| 2.1 Material avaliado..... | 71 |
| 2.2 Análise estatística dos dados..... | 72 |
| 2.3 Avaliação da eficiência da seleção..... | 74 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 77 |
| 3.1 Avaliação das famílias no ano agrícola de 1997/98..... | 77 |
| 3.2 Avaliação das famílias selecionadas em 1997/98..... | 92 |
| 4 CONCLUSÃO..... | 101 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 102 |
| ANEXO..... | 104 |

RESUMO

SANTOS, Patrícia Guimarães. Escolha de populações segregantes para o programa de seleção de arroz em terras altas. Lavras: UFLA, 2000. 106p. (Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento de plantas)*

Na condução de um programa de melhoramento genético, uma das etapas importantes é a escolha da população que será submetida à seleção. Neste trabalho foi utilizado o método de Jinks e Pooni (1976) para identificar as populações mais promissoras, estimando a probabilidade de ocorrência de linhagens com fenótipo superior a um determinado padrão. Para isso, foram utilizadas 23 populações segregantes de arroz de terras altas, juntamente com duas testemunhas, as quais foram avaliadas em um látice 5x5 com três repetições, no ano agrícola de 1996/97. As populações foram conduzidas em dois locais de Minas Gerais, Lavras e Patos de Minas, e em três épocas distintas de semeadura, visando estudar o efeito da interação populações segregantes x ambiente na seleção destas populações. Os resultados encontrados em relação à probabilidade de extrair linhagens superiores de uma determinada população indicaram como mais promissoras as populações CNAx 5496 e CNAx 6001 e como menos promissoras as populações CNAx 6063 e CNAx 6102. A segunda etapa deste trabalho constou da avaliação das famílias das populações CNAx 5496, CNAx 6001, CNAx 6063 e CNAx 6102, visando confirmar os resultados do ano anterior. Em 1997/98 foram avaliadas 100 famílias de cada população, juntamente com cinco tratamentos comuns, originando um látice 20 x 20 com três repetições, avaliado em Lavras e Patos de Minas. No ano agrícola de 1998/99, foram avaliadas as dez melhores e as dez piores famílias de cada população, visando confirmar a superioridade das famílias das populações CNAx 5496 e CNAx 6001, o delineamento utilizado foi um látice 9 x 9 com três repetições. De maneira geral, pelos resultados obtidos nos dois últimos anos agrícolas, pode-se afirmar que, as duas populações selecionadas em 1996/97 como mais promissoras, deram origem as melhores famílias. Assim, em um programa de melhoramento como este, seria vantajoso realizar um maior número de cruzamentos, originando mais populações segregantes, selecionar as melhores e concentrar os esforços na avaliação das famílias dessas populações superiores. Esses resultados também comprovam a eficiência da metodologia de Jinks e Pooni em selecionar as populações superiores.

* Comitê de orientação: Antônio Alves Soares - UFLA (Orientador); Magno Antonio Patto Ramalho - UFLA (Co-orientador)

ABSTRACT

SANTOS, Patricia Guimarães. Choice of segregating populations for the selection program of upland rice. Lavras: UFLA, 2000. 106p. (Doctorate Thesis in Genetic and Plant breeding)*

In conducting a genetic improvement program one of the most important steps is the choice of the populations which will be submitted to selection. In this work, Jinks and Pooni's method (1976) was utilized to identify the most promising populations by estimating the probability of occurring lines with superior phenotype in F_{∞} . Thus, 23 segregating populations of upland rice together with two checks were evaluated in a 5x5 lattice with three replicates in the agricultural year of 1996/97. The populations were conducted in two sites in Minas Gerais, Lavras and Patos de Minas, at three distinct sowing times, aiming to study the effect of the segregating population x environment interaction in the selection of those populations. The results found in relation to the probability of extracting superior lines from a certain population indicated as the most promising the populations CNAx 5496 and CNAx 6001, as the least promising the populations CNAx 6063 and CNAx 6102. The second step of this work consisted in the evaluation of the families of the populations CNAx 5496, CNAx 6001, CNAx 6063 and CNAx 6102, aiming to confirm these results. In the year 1997/98, 100 families from each population together with five common treatments giving rise to a 20 x 20 lattice with three replicates were analysed in Lavras and Patos de Minas. In the next agricultural year (98/99), the ten best and the ten worst families of each population were evaluated, aiming to confirm the superiority of the populations CNAx 5496, CNAx 6001, the design utilized was a 9 x 9 lattice with three replications. In general, by the results obtained in the two latter agricultural years, it may be stated that the two selected populations in the year 1996/97 gave rise to the best families. So, in an improvement program like this, it would be advantageous to accomplish a larger number of crosses giving rise to further segregating populations selecting the best ones and focusing the efforts in the evaluation of the families of those superior populations. These results also confirm the efficiency of Jinks and Pooni's method in selecting the superior populations.

* Guidance Committee: Antônio Alves Soares - UFLA (Major Professor); Magno Antonio Patto Ramalho - UFLA (Adviser)

1 INTRODUÇÃO GERAL

O arroz de terras altas ocupa posição de destaque entre os vários sistemas de cultivo, representando 45% da área plantada no Estado de Minas Gerais e 32% da produção total, que corresponde a 500 mil toneladas (IBGE, 1998). A grande extensão de área de terras altas constitui, porém, um dos principais fatores responsáveis pelos baixos índices estaduais de produtividade. Estes são consequência, principalmente, do emprego de tecnologia mínima de cultivo e do constante estresse hídrico a que é submetida a cultura do arroz (Teixeira e Sanint, 1988).

O melhoramento genético do arroz de terras altas tem contribuído muito no sentido de obter cultivares mais produtivas e responsivas à melhoria das condições de cultivo. Além da obtenção de maior produtividade, o programa de melhoramento genético tem procurado alcançar ganhos genéticos para resistência a doenças, seca e acamamento, materiais mais precoces e de porte médio e principalmente com boa qualidade de grãos. Somente com a adoção desses novos materiais e com a utilização de novas tecnologias, o estado de Minas Gerais poderá alcançar produtividade superior à que tem atualmente, ou seja, 1268 kg/ha, média do período de 1994 a 1998 (IBGE, 1998).

Na condução de um programa de melhoramento genético, uma das etapas importantes é a escolha das populações que serão submetidas à seleção. Um dos procedimentos utilizados na identificação das populações mais promissoras é o método de Jinks e Pooni (1976), o qual permite estimar a probabilidade de ocorrência de linhagens com fenótipo que superem um determinado padrão. Assim, é possível fazer previsões sobre o potencial das linhas puras derivadas de um determinado cruzamento, com base apenas nas informações das gerações

iniciais, descartando os materiais pouco promissores. Considerando que esse procedimento ainda não foi avaliado para a cultura do arroz de terras altas, seria também importante verificar se é viável a sua aplicação como tem sido demonstrado em outras espécies (Abreu, 1997).

Para condução das populações segregantes, existem vários métodos, e em cada um deles podem ocorrer inúmeras adaptações. Quando se conduzem as populações pelo método de bulk, há possibilidade, durante o avanço das gerações, de avaliar os materiais em experimentos com repetições e em vários ambientes, aumentando a segurança do melhorista em selecionar os materiais superiores. Para a cultura de arroz de terras altas, tal procedimento ainda não foi avaliado. Portanto, seria importante verificar se as populações conduzidas pelo método de bulk com maior produtividade média possibilitariam a extração de linhagens superiores, melhorando, assim, a eficiência deste método.

Um questionamento que frequentemente ocorre entre os pesquisadores, na fase de condução das famílias, é sobre qual a melhor opção, avaliar um pequeno número de famílias do maior número possível de populações segregantes, ou avaliar um grande número de famílias de uma quantidade restrita de populações.

Procurando responder a esse questionamento, alguns trabalhos de simulação foram realizados mostrando ser mais vantajoso avaliar um menor número de famílias do maior número possível de populações (Baker, 1984; Fouilloux e Bannerot, 1988). Contudo, nesses trabalhos foram consideradas estimativas de h^2 igual a 100%, o que normalmente não ocorre para a quase totalidade dos caracteres de importância econômica. Nesse contexto, pesquisas foram realizadas sob condições de campo com a cultura do feijoeiro (Ferreira, 1998) e milho (Pinto, 1996), que mostraram ser necessária a avaliação de um maior número de famílias de cada população, especialmente se a h^2 do caráter é baixa. Do exposto, a melhor opção para os melhoristas seria obter o maior número

de populações possíveis, avaliá-las precocemente, nas gerações F₂, F₃ e F₄, e concentrar os esforços nas avaliações de um maior número de famílias das melhores populações. Para que esse procedimento seja efetivo, é necessário que a decisão sobre a escolha das melhores populações segregantes seja criteriosa

Diante do exposto, foi realizado este trabalho com os seguintes objetivos:

a) selecionar as melhores populações segregantes de arroz de terras altas utilizando a média e variância destas populações; b) avaliar a eficiência da metodologia de Jinks e Pooni (1976) na predição do potencial produtivo de populações segregantes; c) verificar se as populações com maior média originarão as famílias superiores e d) avaliar o efeito da interação populações segregantes x ambientes na eficiência da seleção das melhores populações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do arroz de terras altas no Brasil

2.1.1 Sistemas de cultivo

O arroz é cultivado em vários sistemas de plantio, que variam desde o cultivo em áreas inundadas até o cultivo em solos bem drenados, em que a água disponível para as plantas vem somente das chuvas. A Embrapa Arroz e Feijão (EMBRAPA, 1981) classificou os diferentes sistemas de cultivo em quatro grupos principais, em função do suprimento de água: Sistema I: Terras baixas com irrigação controlada (irrigação por inundação); - II: Terras baixas com irrigação não controlada; - III: Terras baixas sem irrigação (Várzea úmida); - IV: Terras firmes com ou sem irrigação (Sequeiro).

O sistema IV pode ser subdividido em arroz de sequeiro não favorecido e arroz de sequeiro favorecido (Sant'Ana, 1985), conforme o nível de disponibilidade de água e de nutrientes para a cultura. O arroz de sequeiro é considerado favorecido, se as condições de água e de nutrientes no solo não são limitantes para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, enquanto, para o arroz de sequeiro desfavorecido, um ou outro fator, especialmente a disponibilidade de água, apresenta-se inadequado a uma alta produtividade.

A área brasileira cultivada com arroz de sequeiro tem sido reduzida nos últimos anos, mas ainda é o sistema mais utilizado no Brasil, representando 61,1% da área total do país. Por muito tempo, o arroz de sequeiro desempenhou um papel de cultura de abertura de novas áreas, sendo conduzido com baixa tecnologia e, conseqüentemente, baixa produtividade. Uma nova filosofia de cultivo de arroz de sequeiro está surgindo e juntamente com ela o chamado "arroz

de terras altas". Esta expressão designa uma maneira de plantar arroz totalmente diferente daquela praticada para o tradicional arroz de sequeiro (Breseghello e Stone, 1998). O uso de cultivares melhoradas, altamente produtivas e cujos grãos sejam competitivos no mercado, e a inserção da cultura em sistemas agrícolas sustentáveis, explorando-se todas as suas aptidões, devem tornar o arroz de terras altas uma cultura de grande importância para o país.

2.1.2 Caracterização das áreas de cultivo de arroz de terras altas

A área cultivada com arroz de terras altas no Brasil pode ser dividida em duas grandes regiões quanto à frequência de ocorrência de deficiência hídrica durante o ciclo da cultura. O norte do Mato Grosso, noroeste de Goiás, o Maranhão (exceto na divisa com Piauí) e todas as unidades federativas do norte, numa região favorecida ao desenvolvimento de arroz quanto à intensidade e distribuição de chuvas. Por outro lado, as áreas produtoras de arroz do leste Maranhense, Piauí, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul, sul do Mato Grosso e Goiás (exceto o noroeste) estão sujeitas a frequentes períodos de déficit hídrico, principalmente nos meses de janeiro, fevereiro e março. É justamente nesses meses, que normalmente a cultura se encontra na sua fase mais sensível à deficiência hídrica no solo (Sant'Ana e Morais, 1991).

Atualmente, a cultura do arroz de terras altas vem se expandindo para áreas mais favoráveis ao seu desenvolvimento. Estudos agroclimáticos preliminares têm mostrado que a probabilidade de ocorrência de períodos de déficit hídrico, durante o ciclo da planta do arroz, nessas áreas, não existe ou é extremamente reduzida (Sant'Ana e Morais, 1991). A precipitação pluvial atinge

frequentemente 2000 mm ou mais por ano e, nessas regiões, predomina o clima tropical, com temperaturas elevadas e períodos chuvosos definidos.

Além do cultivo do arroz de terras altas em áreas mais favorecidas, programas governamentais de fomento vêm incentivando o uso de irrigação por aspersão, para cultivo de diferentes espécies nas áreas consideradas não favorecidas (Sant'Ana e Morais, 1991). A irrigação suplementar por aspersão é uma alternativa para minimizar os efeitos das estiagens, que são comuns em algumas regiões, podendo durar de duas a três semanas. O arroz, neste sistema, entra como uma ótima opção para o agricultor, em um esquema de rotação de culturas.

Para que o arroz seja um componente obrigatório nesse sistema, a cultivar deve possuir as seguintes características: ciclo curto, resistência ao acamamento, elevado rendimento e boa qualidade de grãos (Guimarães, 1996). Essas características não são encontradas nas cultivares mais antigas de arroz de terras altas, que apresentam grande desenvolvimento vegetativo, com folhagem luxuriante e porte alto, favorecendo o acamamento, além de não responderem satisfatoriamente ao uso de alta tecnologia (adubação, irrigação, etc). Dessa forma, haverá a necessidade de se desenvolver em novas cultivares que atendam as exigências atuais dos orizicultores.

Diante deste impasse, a Embrapa Arroz e Feijão, em cooperação com as instituições estaduais de pesquisa iniciaram, na década de 80, um programa de melhoramento cujo objetivo básico era criar cultivares para as condições de terras altas favorecidas quanto à distribuição de chuvas ou sob irrigação suplementar por aspersão. Em 1996, foram lançadas as primeiras cultivares adaptadas à irrigação por aspersão: a Maravilha, Canastra e Confiança, e no ano de 1999 foram lançadas outras duas cultivares, a Bonança e a Carisma. Essas cultivares apresentam, como características principais, porte baixo, folhas eretas, boa

resposta à adubação nitrogenada e boa qualidade de grãos. Paralelamente à criação de cultivares, foi desenvolvido todo um sistema de produção adaptado à condição de irrigação suplementar por aspersão, visando um melhor aproveitamento destes materiais (Stone e Pinheiro, 1998).

Um outro aspecto que mostra a evolução das cultivares de arroz de terras altas é a qualidade de grãos. Esta foi a característica que apresentou os maiores avanços dentro do programa Brasileiro de melhoramento genético do arroz de terras altas. A qualidade dos grãos é expressa pelo seu rendimento de inteiros, classe, tipo e qualidade culinária. Todos estes aspectos são determinados pela cultivar e pelo manejo, sendo baixo o grau de influência do manejo quanto à classe de grãos e à qualidade culinária, e alto quanto ao rendimento de inteiros e ao tipo. Portanto, é necessário esclarecer que somente a cultivar não garante a qualidade do produto, mas fornece as bases para se buscar um produto de alto padrão (Bresseghele, Castro e Moraes, 1998).

Em se tratando de programas de melhoramento genético, deve-se ressaltar que um dos objetivos sempre presente é o aumento do potencial produtivo das cultivares. No caso específico do arroz de terras altas, o que se observou durante as duas últimas décadas foi um avanço muito grande não só em relação à produtividade de grãos (Soares et al., 1999), mas uma melhoria nas características gerais das cultivares, principalmente em relação ao tipo de planta, ciclo e qualidade de grãos, permitindo assim, uma melhor adaptação da cultura do arroz aos novos sistemas de cultivo propostos pela agricultura moderna.

2.2 Métodos utilizados no melhoramento da cultura do arroz de terras altas

O arroz, por ser uma planta autógama, taxa de fecundação cruzada inferior a 1%, apresenta, como métodos de melhoramento genético mais

comumente utilizados, o de introdução de plantas, o esquema de seleção de linhas puras, seleção massal e o de hibridação, sendo as populações conduzidas pelos processos genealógico, população (bulk), SSD (Descendência de uma única semente) e retrocruzamento ou modificações nesses processos.

A introdução de plantas é um procedimento relativamente simples, mas deve ser criteriosa para que realmente contribua para o sucesso de um programa, no sentido de prover cultivares com características superiores às existentes. Segundo Castro (1998), existe um intercâmbio muito grande entre os bancos de germoplasma de arroz dos Centros Internacionais com alguns organismos nacionais, como a Embrapa Arroz e Feijão. Porém, deve-se ter critério para escolher as coleções mais promissoras, caso contrário, o melhorista terá de fazer um enorme esforço para avaliar estes materiais e concluir, no final, que nenhum deles é aproveitável, ora por não ser adaptado, ora por não apresentar qualidade de produto.

Na cultura do arroz, é muito comum que apenas a qualidade de grão seja responsável pelo descarte de grande número das introduções, como ocorreu com frequência em relação às redes de ensaios internacionais, amplamente utilizados no Brasil (Castro, 1998). Os tipos de materiais introduzidos podem ser novas cultivares ou linhagens a serem utilizadas diretamente para o plantio comercial, materiais genéticos com características desejáveis para uso em programas de cruzamentos ou introdução de material segregante, visando aumento de variabilidade genética dentro do programa de melhoramento. A vantagem da introdução de populações segregantes é ser possível direcioná-las a uma determinada condição, uma vez que os alelos de adaptação necessários ainda podem se encontrar na população (Castro et al., 1999).

Em arroz, os exemplos mais comuns de introduções de plantas concentraram-se basicamente para o sistema irrigado por inundação, em que

foram introduzidos materiais, principalmente dos Estados Unidos, Itália, Colômbia e Filipinas (Pedroso, 1982), utilizados como cultivares comerciais ou como genitores em programas de melhoramento genético. Para o arroz de sequeiro, sabe-se que as introduções mais recentes têm sido de germoplasma Africano, o que tem dado um novo alento ao melhoramento do sequeiro, ampliando a base genética e fornecendo materiais de porte baixo, raízes grossas e profundas, resistentes à brusone, tolerantes a solos ácidos e resistentes ao acamamento. Como exemplo, pode-se destacar a linhagem 63-83, genitor das cultivares Rio Paranaíba, Guarani e Douradão. Também foram introduzidas as linhagens IRAT 112 e IRAT 216, utilizadas diretamente como cultivares de sequeiro (Castro et al., 1999).

A seleção de linhas puras geralmente é utilizada em casos em que existe variabilidade dentro das populações, acumulada suficientemente para ser explorada. Geralmente, estas populações constituem-se em excelentes materiais para serem selecionados, porque já são altamente adaptadas à região, sendo possível selecionar cultivares melhoradas com menor dispêndio de tempo e recurso (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). As cultivares de arroz irrigado, BR IRGA 412 e BR IRGA 413, foram obtidas por meio do método de seleção de linhas puras, realizado pelo Instituto Rio Grandense de Arroz (IRGA) (Cutrim, 1994).

No Brasil, o IAC (Instituto Agronômico de Campinas) foi o primeiro órgão a iniciar trabalhos de melhoramento genético com arroz de sequeiro. Para isso, realizou uma coleta extensiva de cultivares em uso pelos agricultores e introdução de mais de 1200 novos materiais. Em 1942, como fruto deste trabalho, foi lançada a cultivar Pérola, sendo esta 25% mais produtiva que a cultivar Jaguari, que era predominante na época e teve boa aceitação pelos agricultores (Cutrim, 1994).

As primeiras cultivares das espécies autógamas foram obtidas por seleção em populações heterogêneas. Com a exaustão da variabilidade natural nessas populações, os melhoristas buscaram outros métodos de melhoramento que permitissem a criação de variabilidade genética em que a seleção pudesse ser realizada eficientemente. Para criar essa variabilidade, eles vêm recorrendo à hibridação de genitores com características desejáveis, visando reuni-las em uma cultivar pela recombinação genética. Após a hibridação, o objetivo do melhoramento de plantas autógamas é obter indivíduos homocigóticos por sucessivas gerações de autofecundação. Indivíduos com características desejáveis são selecionados na população segregante, e as linhagens originadas de indivíduos selecionados são avaliadas em testes comparativos de produção, sendo as comprovadamente superiores lançadas como novas cultivares (Bórem, 1997).

A hibridação artificial é a maneira encontrada pelo homem para combinar fenótipos desejáveis, que estão em indivíduos diferentes, em um único indivíduo. Esta estratégia vem sendo utilizada em arroz no Japão desde o início da década de 20 (Shimoyama, 1920 citado por Guimarães, 1998). A metodologia de hibridação em arroz evoluiu muito no Brasil, diminuindo a necessidade de mão de obra, aumentando a taxa de pegamento e viabilizando a sua realização em programas de melhoramento pequenos e com pouca estrutura de apoio. O método consiste basicamente em plantar os genitores masculinos e femininos no campo, sendo necessário somente o traslado dos colmos e panículas para o local de cruzamento, colocá-los em um vasilhame com água, executar a emasculação e a polinização, e deixar as sementes híbridas se desenvolverem em local protegido, dispensando a utilização de casa de vegetação ou telado e vasos (Guimarães, 1998).

O início do programa de hibridação em arroz de sequeiro no IAC foi a partir de 1939. Foram realizados vários cruzamentos entre as cultivares locais e

as introduzidas, das quais se obtiveram algumas linhagens, como IAC-1, IAC-3, IAC-4, IAC-7, IAC-8 e IAC-9, que foram liberadas aos agricultores no final da década de cinquenta. Dentre os materiais lançados pelo IAC, o que mais se destacou foi a cultivar IAC 1246, sendo utilizada em mais de 60% da área cultivada com a cultura do sequeiro. Posteriormente, na década de setenta, o IAC lançou a IAC 47, que substituiu a IAC 1246 rapidamente e até hoje continua sendo cultivada especialmente nos estados do Norte e Nordeste. Outros exemplos de cultivares desenvolvidas pelo IAC por meio da hibridação artificial foram: IAC 25, IAC 164 e IAC 165 (Cutrim, 1994).

A primeira cultivar de arroz de sequeiro, desenvolvida em parceria entre a Embrapa Arroz e Feijão a EPAMIG e EMPAER, indicada para Minas Gerais, foi a Rio Paranaíba, que superou a IAC 47 em 30%. Posteriormente, em 1987, foi lançada a Guarani pela Embrapa Arroz e Feijão, EPAMIG, EMGOPA, EMPAER e EMPA; que superou a IAC 164 em 22%. Após este período, foram lançados vários materiais desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético de arroz de sequeiro, em que estão envolvidas várias instituições de pesquisa do Brasil.

A escolha de um determinado método de condução de populações segregantes, obtidas após a hibridação dos genitores, envolve alguns pontos importantes para ampliar o sucesso de um programa. Entre estes pontos, pode-se citar o tempo gasto, a facilidade de condução, o tamanho da área experimental e as estratégias de seleção passíveis de execução em cada método, o que vai permitir uma maior eficiência do método escolhido. Como citado anteriormente, em arroz, os métodos mais utilizados são o genealógico, população (bulk), SSD e retrocruzamento ou modificações nesses processos.

O método genealógico, também descrito como pedigree, tem como princípio a seleção individual de plantas na população segregante (a partir da

geração F_2), bem como a avaliação de cada progênie separadamente. O mérito dos indivíduos selecionados é avaliado pelo teste de progênie (Bórem, 1997). Uma das principais características deste método é o registro da genealogia de cada linha, que permite estabelecer o grau de parentesco entre as linhas selecionadas.

A variabilidade genética na população segregante modifica com as gerações de autofecundação. A variância genética aditiva em uma população sem seleção aumenta entre linhas, sendo, contudo, reduzida dentro das linhas. Desta forma, a seleção entre fileiras é mais eficiente do que aquela praticada dentro das fileiras, em que a variabilidade genética é menor. No método genealógico, a seleção dentro de fileiras é justificável somente nas primeiras gerações de autofecundação, quando a variabilidade genética é ainda razoável (Bórem, 1997). No final do processo, são selecionadas as melhores linhas, que serão destinadas ao ensaio preliminar de rendimento.

Este método foi, e ainda é, o mais utilizado no melhoramento genético do arroz. Ele apresenta algumas desvantagens, como: limitação imposta com relação ao número de indivíduos conduzidos, já que as avaliações são efetuadas em plantas individuais e de linhas e ainda requerem muitas anotações, e outro ponto seria que ele se baseia na seleção visual. A eficiência desse tipo de seleção tem sido avaliada em várias espécies e situações e, na maioria dos casos, inclusive em arroz irrigado, se mostrou pouco eficiente, especialmente para caracteres de baixa herdabilidade, como é o caso de produtividade de grãos (Cutrim, 1994).

Um método pouco utilizado em arroz, mas que vem se mostrando promissor para algumas espécies autógamas, inclusive feijão (Raposo, 1999), é o método da população ou de bulk, com algumas modificações. O princípio é a condução de uma mistura de plantas da população segregante com sucessivas autofecundações, até ser atingido o nível desejado de locos em homozigose

(Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). A seleção é realizada a partir das gerações mais avançadas (F₃ em diante), em que as melhores plantas são colhidas individualmente passando a constituir uma progênie. A partir deste ponto, as progênies podem ser avaliadas em ensaios com repetição por mais dois ou três anos até a obtenção de linhagens que serão posteriormente avaliadas em ensaios regionais.

Uma vantagem deste método é que durante as gerações de endogamia, o material sofre a ação da seleção natural, em que o princípio básico é que os indivíduos que produzem maior número de sementes viáveis tendem a contribuir de forma mais expressiva para a constituição da geração seguinte. No método da população, a capacidade de sobrevivência em competição deve estar correlacionada positivamente com a adaptabilidade e produtividade (Bórem, 1997).

Ainda em feijão, Corte (1999) avaliou os efeitos da seleção natural em seis populações segregantes, após 16 gerações de endogamia, utilizando o método de bulk. Constatou uma flutuação na produtividade média dos grãos, além de um ganho genético de 3,16% por geração, considerado bastante satisfatório para esta cultura.

Na cultura do arroz, o método da população favorece os indivíduos de menor potencial produtivo. Jennings e Aquino (1968) verificaram que as plantas de arroz mais altas e vigorosas eram geralmente pouco produtivas e as baixas, quando em condições de competição com as altas, apresentavam pequena produção de grãos em virtude do sombreamento. Isto, segundo os autores, inviabilizou a utilização deste método na cultura do arroz por muito anos. Mas hoje, acredita-se que devido à maior uniformidade no porte dos materiais de arroz, este não seja mais um argumento que justifique a não utilização deste método.

Visando melhorar a eficiência da seleção do método de bulk, principalmente no que diz respeito à amostragem da população segregante, foi proposta uma modificação neste método. As melhores plantas seriam colhidas na geração F_2 , e de cada uma constituiria uma família, sendo estas avaliadas em ensaios com repetição; de cada família seria colhida uma amostra que originaria a geração seguinte. Após vários ciclos de seleção, as melhores famílias seriam escolhidas por meio de uma análise conjunta. Uma vantagem deste procedimento seria que o efeito da seleção natural ocorreria apenas dentro das famílias, sendo mantida a variação existente entre as plantas F_2 (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993).

Raposo (1999) comparou os métodos genealógicos, SSD, bulk, bulk dentro de famílias F_2 e F_3 na cultura do feijoeiro, em cruzamento biparental. Observou que no caso da seleção no sentido de reduzir a expressão da característica produtividade de grãos, os métodos não diferiram. Quando considerou a seleção no sentido contrário, só foi detectada diferença quando foi aplicada intensidade de seleção branda, sendo o método genealógico o menos eficiente, constatando a superioridade do bulk e SSD sobre os demais, especialmente o genealógico.

O método de bulk dentro de F_2 foi superior aos métodos genealógico e SSD, segundo Rodrigues (1990). Ele avaliou a eficiência destes métodos na condução de populações segregantes em feijão para o caráter produtividade de grãos. Braidotii (1992), também com a cultura do feijão, comparando os métodos do bulk dentro de famílias F_2 com o SSD, obteve o mesmo resultado de Rodrigues (1990) para o caráter produtividade de grãos.

Raposo (1999) cita um trabalho de Voigt e Weber (1960), em que os autores trabalharam com a comparação de métodos na cultura da soja. Foram avaliadas 100 famílias de cada método: genealógico, bulk e bulk dentro de

famílias F_2 . Os resultados mostraram que este último apresentou o melhor desempenho médio, apresentando também a maior proporção de famílias, com performance superior à testemunha.

Dois sistemas de cruzamentos (biparental e múltiplos) e quatro métodos (genealógico, bulk com seleção, bulk sem seleção e bulk modificado) de condução de populações segregantes na cultura do trigo foram comparados por Singh et al. (1998). Os autores avaliaram a produtividade e diversos outros caracteres em 80 famílias de cada método durante dois anos. Eles observaram que, em termos de produtividade média, o método genealógico foi superior aos demais, seguido do bulk modificado. Entretanto, a comparação das 10 famílias mais produtivas não revelou nenhuma diferença entre os métodos, exceto para o caráter ciclo. Já para as 20 e 30 famílias mais produtivas, observaram uma tendência a favor do bulk com seleção e do modificado, este último foi realizado retirando amostra de metade de uma panícula. Com relação à eficiência dos métodos, em termos de área utilizada, custos e ganho genético, o método que mais se destacou foi o bulk com seleção, evidenciando superioridade sobre os demais.

Para a cultura do arroz, são mostrados, na Tabela 1, alguns resultados de comparações entre métodos de condução de populações segregantes. Estas pesquisas têm indicado que, assim como para outras culturas autógamas, o método de bulk e suas modificações (bulk dentro de família) tem se mostrado bastante promissor.

TABELA 1 - Comparações entre métodos de condução de populações segregantes utilizados no melhoramento genético da cultura do arroz

| Métodos | Conclusões | Fonte |
|---|---|----------------------------|
| SSD e Genealógico (sequeiro) | O método SSD conduziu a CVg mais elevados e também foi mais eficiente em conduzir os genótipos produtivos e agronomicamente superiores, sendo viável para o melhoramento da cultura do arroz de sequeiro e de maior importância quando utilizado com genitores superiores | Abbud (1981) |
| Genealógico, Bulk e SSD (sequeiro e irrigado) | Superioridade dos métodos de Bulk e SSD na manutenção e obtenção de famílias altamente produtivas | Mishra, Singh e Rao (1994) |
| Genealógico, Genealógico modificado, Bulk e SSD (irrigado) | Avaliaram 13 caracteres quantitativos em linhagens F ₆ . A performance média das linhagens obtidas pelo genealógico, gen. Modificado e bulk, foi superior ao SSD para nº. de grãos/panicula e peso de 100 grãos. Para produtividade não houve diferenças entre os métodos. Quanto aos custos por linhagem, o SSD foi de (US\$13,70) e o de bulk (US\$ 22,30) | Fahim et al. (1996) |

Um outro método que tem sido utilizado visando a obtenção de cultivares resistentes à brusone, é a variação somaclonal, em que se busca a variabilidade genética entre as plantas regeneradas de cultura de tecidos. A célula ou tecido de uma planta suscetível gera, em cultura "in vitro", variações nas plantas

regeneradas, exibindo respostas que variam de suscetíveis a resistentes. Araújo, Prabhu e Freire (1997a e 1997b) obtiveram somaclones com maior grau de resistência à brusone e precocidade que a cultivar IAC-47 e maior resistência à brusone e componentes de produção que a cultivar Araguaia. Recentemente, Araújo, Prabhu e Filippi (1999), estudando a herança da reação à brusone em somaclones da cultivar de sequeiro Araguaia, concluíram que esse é um caráter controlado por um gene com dominância do alelo que condiciona resistência a raça IB-45 do patógeno *Pyricularia grisea*.

Até 1992, os programas de melhoramento genético do arroz irrigado e de terras altas, conduzidos pela Embrapa Arroz e Feijão, utilizavam um processo baseado na obtenção e avaliação de linhagens melhoradas por meio dos métodos genealógico e de população (bulk) modificados (Rangel, Morais e Castro, 1998). Esses métodos cumpriram o seu papel fornecendo cultivares superiores aos agricultores. Cutrim (1994) relata que, entre os materiais recomendados para o sistema irrigado, à exceção das cultivares BR IRGA 412 e BR IRGA 413, obtidos pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), por meio do método de seleção de linhas puras, todos os demais foram obtidos pelo método genealógico.

Rangel, Morais e Castro (1998) ainda comentam que nesse processo de obtenção de linhagens foram eliminados vários materiais, com diferentes níveis de heterozigose, que não possuíam todos os fenótipos favoráveis, mais que mostraram progressos em relação a algumas delas. Estas linhagens eram utilizadas muito raramente na formação de novas populações base. Com o emprego dos mesmos genitores ano após ano, foram desenvolvidas populações pouco contrastantes, levando, ao longo dos anos, a um estreitamento acentuado da base genética nos programas de melhoramento. A partir deste ponto, novas alternativas foram propostas visando contornar estes problemas, sendo as principais o uso de híbridos de arroz (irrigado por inundação) e adoção do

método de seleção recorrente como prioridades dentro do programa de melhoramento genético da cultura do arroz na Embrapa Arroz e Feijão.

Os programas de melhoramento genético de arroz têm utilizado o método de seleção recorrente visando aumentar o potencial produtivo das cultivares de arroz, que tem sido limitado devido ao estreitamento da base genética das populações e da utilização dos métodos convencionais de melhoramento. Paulatinamente, as populações dos programas de seleção recorrente estão somando-se aos cruzamentos convencionais como base para extração de linhagens. Mas a escolha do método de condução de populações segregantes ainda continua sendo um ponto determinante do sucesso do programa, pois na fase de extração de linhagens, geralmente são utilizados os métodos tradicionais de melhoramento. Portanto, existe uma grande necessidade, para a cultura do arroz, de se conhecer melhor sobre a eficiência dos métodos convencionais de condução e seleção de populações visando aumentar a eficiência dos programas de melhoramento. Este conhecimento pode ser alcançado por meio de estudos mais detalhados sobre os métodos de melhoramento usando a comparação entre eles ou mesmo propondo e avaliando novas modificações dentro destes métodos, o que permitirá a utilização mais segura dos métodos convencionais em um programa de melhoramento genético.

2.3 Metodologia de escolha da população segregante

No Estado de Minas Gerais, especialmente em Lavras, onde é alta a pressão de doenças, sobretudo brusone e mancha parda, as populações de arroz de sequeiro utilizadas no melhoramento genético são conduzidas da geração F_2 até F_7 , pelo método de bulk, possibilitando, assim, que a seleção natural atue mais acentuadamente sobre os materiais susceptíveis, além da produção de grãos.

Posteriormente, as linhagens são avaliadas sucessivamente nos ensaios de observação (EO), ensaios comparativos preliminares (ECP) e ensaios comparativos avançados (ECA). Somente nas duas últimas etapas de avaliação é que são utilizados experimentos com repetições e avaliações em um maior número de ambientes.

Para que o melhorista tenha sucesso em um programa de melhoramento genético, é preciso que tenha habilidade em selecionar os indivíduos com constituição genotípica superior a partir do seu fenótipo, levando em consideração que o efeito do ambiente tem um significado importante. Isto é, o ambiente pode mascarar a expressão genotípica e não permitir progressos com a seleção. Logo, o sucesso do melhorista está na dependência da sua eficiência em escolher as populações que serão submetidas à seleção dos genótipos (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). Dessa forma, tem-se dado bastante importância à condução de populações segregantes, utilizando experimentos com repetições em vários ambientes.

Na escolha de uma população segregante, além da sua performance média, a variabilidade existente é fundamental, isto porque a população segregante obtida poderá expressar pequena variabilidade genética, em função dos materiais superiores, que foram cruzados, apresentarem constituições genéticas semelhantes para o caráter em apreço (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). A previsão de parâmetros genéticos de média e variância permite a análise detalhada da estrutura e potencial genético do material avaliado. Segundo Ramalho e Vencovsky (1978), a eficiência do melhoramento de plantas depende de um melhor conhecimento da variabilidade genética e do tipo de ação gênica predominante no controle do caráter sob seleção.

Entre as metodologias propostas para se fazer a previsão do potencial de cruzamentos utilizando, além de médias, as variâncias, destaca-se a de Jinks e

Pooni (1976), a qual utiliza as estimativas desses parâmetros nas primeiras gerações segregantes para predição das linhagens na geração F_{∞} . Usando as propriedades de uma distribuição normal, é possível estimar a probabilidade de ocorrência de linhagens com fenótipo que supere um determinado padrão. Para a sua aplicação, considera-se que a média da geração F_2 é igual a média da população de linhagens na F_{∞} e que a variância genética dessa geração contém duas vezes a variância genética aditiva presente na F_2 , válido no caso de ausência de dominância. Assim, com essa metodologia é possível fazer previsões sobre o potencial das linhas puras derivadas de um determinado cruzamento, com base apenas nas informações das suas gerações iniciais. Para se obter a variância fenotípica, é necessário considerar a proporção da variância genética aditiva explorada na geração em que se quer trabalhar. Assim, de acordo com a probabilidade de extração de linhagens de cada cruzamento, será possível proceder ao descarte de materiais pouco promissores logo no início do programa. Considerando que esse procedimento ainda não foi avaliado para a cultura do arroz de sequeiro, seria também importante verificar se é viável a sua aplicação, como tem sido demonstrado em outras espécies no Brasil.

A previsão do potencial genético de cruzamentos através da estimativa de componentes de médias e variâncias das gerações iniciais já foi utilizada em *Nicotiana rustica* (Toledo, 1986), trigo (Snape, 1982) e soja (Toledo, 1987, Toledo 1989 e Triller, 1994). Este último autor utilizou a geração F_3 de seis cruzamentos entre quatro genótipos. Os resultados encontrados mostraram eficiência da metodologia, tanto para características poligênicas de alta a média herdabilidade, quanto para características de baixa herdabilidade como produtividade de grãos. A principal restrição nesse caso é a possível ocorrência de interação genótipos x gerações que pode mudar a classificação das linhagens oriundas de cada população.

Para o feijão, Otubo (1994) utilizou esta metodologia para avaliar o índice de velocidade de germinação, utilizando a geração F₂. A conclusão foi que esta metodologia complementou as informações fornecidas pelos cruzamentos dialélicos, sendo portanto uma boa alternativa na escolha de genitores. Abreu (1997) também mostrou a eficiência desta metodologia na predição precoce do potencial genético de produção de grãos de quatro populações de feijoeiro. Os resultados encontrados foram coerentes com as estimativas da capacidade específica de combinação e com as estimativas de $m + a$, encontradas para estas mesmas populações.

2.4 Interação Genótipo X Ambiente

Aliada à escolha da melhor forma de seleção de populações, está a necessidade de avaliação dos materiais em vários tipos de ambientes, com a finalidade de se estudar os efeitos da interação genótipos x ambientes. Segundo Allard e Bradshaw (1964), as condições ambientais que contribuem para as interações com os genótipos podem ser agrupadas em duas categorias: as previsíveis e as imprevisíveis. Na primeira, incluem-se as variações de ambiente que ocorrem de região para região, dentro da área de distribuição da cultura. Neste caso, são consideradas as características gerais de clima e solo e aquelas que flutuam de maneira sistemática, como o comprimento do dia, o grau de insolação e outras. Também incluem-se, neste grupo, os fatores de ambiente que estão sob o controle do homem, como as práticas agrônômicas, tais como a época de semeadura e colheita, as doses e fórmulas de adubação, os métodos de colheita, etc. As variações imprevisíveis compreendem, por exemplo, as climáticas, no âmbito de uma mesma região, como a quantidade e distribuição de

chuva, as oscilações de temperatura e outras, que não se pode prever com segurança.

Quando os genótipos são avaliados em mais de um ambiente, há possibilidade de identificar uma terceira fonte de variação, que é a interação genótipos por ambientes. Um problema que ocorre quando os genótipos não são avaliados nos ambientes representativos da região, para onde se quer fazer a seleção, é que as estimativas da variância genética podem não representar o seu verdadeiro valor, ou seja, podem conter componentes da interação de genótipos por ambiente, e isto é ainda mais acentuado quando a avaliação é realizada somente em um ambiente. Portanto, as estimativas da variância genética podem ser afetadas pelas interações de genótipos por ambientes, constituindo-se em uma das causas dos erros associados a ela, superestimando os seus valores (Takeda, 1990).

A interação, interferindo na obtenção das estimativas dos componentes da variância genética, resulta na obtenção de uma estimativa incorreta do ganho esperado com a seleção. Além do mais, a ocorrência de interação complexa entre as progênies irá diminuir a eficiência do programa de melhoramento porque a seleção é normalmente realizada na média dos vários ambientes, o que não garante, portanto, a seleção das melhores progênies para cada ambiente. A avaliação de genótipos em vários locais e épocas permite, assim, identificar e remover quantidades crescentes de variâncias devido às interações. Portanto, as avaliações de progênies devem ser realizadas em ambientes representativos da região, para que as estimativas da variância genética sejam o mais livre possível da interação e, conseqüentemente, o ganho previsto com a seleção seja o mais próximo daquele obtido com a seleção, permitindo, dessa forma, antever o potencial dos genótipos selecionados (Allard, 1971),

Um aspecto importante, quando um grupo de materiais é testado em vários ambientes, é a possibilidade de decompor o componente da interação em duas partes, simples e complexa. A parte simples é a menos problemática, não acarretando grandes prejuízos para a seleção, ocasionada possivelmente pela diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes. A parte complexa ocorre devido à falta de correlação entre os genótipos nos ambientes, dificultando a seleção de materiais adaptados. Quando há predominância da parte complexa da interação, o trabalho do melhorista fica mais complicado, pois tem que selecionar materiais específicos para cada ambiente (Vencosky e Barriga, 1992; Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993; Cruz e Regazzi, 1994).

No estudo da interação genótipos x ambientes, normalmente têm sido considerados, como ambientes diferentes, locais e anos, podendo também incluir outras causas, como o nível de fertilizantes, o sistema de plantio, densidade de plantas e até mesmo época de semeadura. Sabe-se que em arroz existem alguns trabalhos que avaliam a melhor época de plantio para cultivares (Morais, Silva e Silva, 1988). As avaliações de épocas de plantio diferentes não têm sido utilizadas em programas de melhoramento de populações, isso seria vantajoso, pois permitiria a seleção de genótipos com maior adaptação às condições do Estado, tornando mais eficiente o trabalho do melhorista. Na cultura do arroz, muito pouco tem sido realizado para atenuar os problemas advindos da interação. A maior ênfase tem sido dada à identificação de materiais mais estáveis a partir dos ensaios de linhagens e cultivares (Morais et al., 1981 e Morais et al., 1982). Logo, é importante que sejam realizados novos estudos que avaliem o efeito da interação populações segregantes x ambientes na seleção de materiais superiores de arroz de sequeiro.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBUD, N.S. O emprego do método SSD em três populações segregantes de arroz (*Oryza sativa* L.). Piracicaba: ESALQ, 1981. 54p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).
- ABREU, A. de F.B. Predição do potencial genético de populações segregantes do feijoeiro utilizando genitores inter-raciais. Lavras: UFLA, 1997. 80p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- ALLARD, R.W. Princípio do melhoramento genético das plantas. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 1971. 381p.
- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implication of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Science*, Mandison, v.4, n.5, p.503-507, sept/oct. 1964.
- ARAÚJO, L.G.; PRABHU, A.S.; FILIPPI, M.C. Inheritance of resistance to leaf blast in somaclones of rice cultivar "Araguaia". *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.24, n.2, p. 182-184, jun 1999.
- ARAÚJO, L.G.; PRABHU, A.S.; FREIRE, A.B. Avaliação de somaclones da cultivar de arroz Araguaia para resistência a brusone e componentes de produção. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.22, p. 243, ago. 1997b.
- ARAÚJO, L.G.; PRABHU, A.S.; FREIRE, A.B. Variação somaclonal na cultivar de arroz IAC-47 para resistência parcial a brusone. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.22, n.2, p. 125-130, jun 1997a.
- BAKER, R.J. Quantitative genetic principles in plant breeding. In: GUSTAFSON, J.P. (ed.). *Gene manipulation in plant improvement*. Columbia: Universidade of Missouri, 1984. p.147-176.
- BÓREM, A. Melhoramento de plantas. Viçosa: UFV, 1997. 547p.
- BRAIDOTTI, W. Comparação de métodos de melhoramento em feijão (*Phaseolus vulgaris*) para o incremento da fixação simbiótica de nitrogênio. Goiânia: UFGO - Convênio UFGO/EMBRAPA, 1992. 58p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).
- BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E. M.; MORAIS, O.P. Cultivares de arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. *Tecnologia para o arroz de terras altas*. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.41-53.

- BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. *Tecnologia para o arroz de terras altas*. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. 161p.
- CASTRO, E. da M. Métodos de melhoramento genético aplicáveis ao arroz. In: CURSO INTERNACIONAL DE MELHORAMENTO DE ARROZ, 1. Goiânia, 1998, Goiânia. Primeiro...Goiânia: EMBRAPA/Arroz e Feijão, 1998. p.67-82.
- CASTRO, E.M. de.; BRESEGHELLO, F.; RANGEL, P.H.N.; MORAIS, O.P. Melhoramento do arroz. In: Borém, A. (ed.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: UFV, 1999. p 93-130.
- CORTE, H.R. Comportamento de populações segregantes de feijão, avançadas pelo método do "bulk", por dezessete gerações. Lavras: UFLA, 1999. 95p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390p.
- CUTRIM, V. A. Eficiência da seleção visual na produtividade de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. Lavras: ESAL, 1994. 92p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Arroz: programa nacional de pesquisa. DTC, DID, Brasília, 1981.69p. Brasília: DTC/DID, 1981. 69p.
- FAHIM, M.; DHANAPALA, M.P.; SENADHIRA, D.; LAWRENCE, M.J. A comparison of the efficiency of four breeding methods. *International Rice Research Newsletter*, Manila, v.21, n.1, p 20-21, apr. 1996.
- FERREIRA, W.D. Implicação do número de famílias no processo seletivo na cultura do feijoeiro. Lavras: UFLA, 1998. 66p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).
- FOUILLOUX, G.; BANNEROT, H. Selection methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: GEPTS, P. (ed.). *Genetic resources of Phaseolus bean*. Dordrecht: Klumer Academic Publishers, 1988. 611p.
- GUIMARÃES, E.P. Híbridação em arroz. In: CURSO INTERNACIONAL DE MELHORAMENTO DE ARROZ, 1. 1998, Goiânia. Primeiro ... Goiânia: EMBRAPA/Arroz e Feijão, 1998. p.29-36

- GUIMARÃES, E.P.** Sistemas de cultivo de arroz no Brasil. Goiânia: Cnpaf, 1996. 21p. Apostila.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.** Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias (Belo Horizonte, MG). Levantamento sistemático da produção agrícola - Minas Gerais. Belo Horizonte, 1998.
- JENNINGS, P.R.; AQUINO, R.C.** Studies on competition in rice. III. The mechanism of competition among phenotypes. *Evolution*, New York, v.22, n.2, p. 529-542, sept. 1968.
- JINKS, J.L. ; POONI, H.S.** Predicting the properties of recombinant inbred lines derived by single seed descent. *Heredity*, Edinburgh, v.36, n.2, p.243-266, 1976.
- MISHRA, D.K.; SINGH, C.B.; RAO, S.K.** Effectiveness of different selection methods in segregating population of rice (*Oryza sativa* L.) in ARC 10372 x IR 36 in different environments. *Indian Journal of Genetics*, New Delhi, v.54, n.4, p. 402-408, 1998.
- MORAIS, O. P.; SILVA, J. G.; SILVA, S. C.** Método, espaçamento, densidade e profundidade e época de plantio. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, v.14, n.161, p.25-31, 1988.
- MORAIS, O.P.; SILVA, J.C.; VIEIRA, C.; SOARES, P.C.; GALVÃO, J.D.** Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa*) irrigado em Minas Gerais. *Revista Ceres*, Viçosa, v.28, n.146, p. 150, mar./abr. 1981.
- MORAIS, O.P; SOARES, P. C.; SILVA, J.C.; VIEIRA, C.** Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de onze variedades de arroz de sequeiro no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.5, p.721-728, maio 1982.
- OTUBO, S. T.** Controle genético da tolerância do feijoeiro à baixas temperaturas na fase de germinação. Lavras: UFLA, 1994. 51p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).
- PEDROSO, B. A.** Arroz irrigado: Obtenção e manejo de cultivares. Porto Alegre: Sagra, 1982. 175 p.
- PINTO, R.M.C.** Tamanho da amostra para seleção recorrente com progênies S₁ de milho. Piracicaba: USP/ESALQ, 1996. 92p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).

- RAMALHO, M. A. P. ; SANTOS, J. B. ; ZIMMERMANN, M. J.** Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.
- RAMALHO, M.A.P; VENCOSKY, R.** Estimacão dos componentes da variância genética em plantas autógamas. *Ciência e Prática, Lavras*, v.2, n.2, p.117-140, jul./dez. 1978.
- RANGEL, P.H.N.; MORAIS, O. P.;CASTRO, E.M.** Seleção recorrente em arroz. In: **CURSO INTERNACIONAL DE MELHORAMENTO DE ARROZ, 1., 1998.** Goiânia. Primeiro... Goiânia: EMBRAPA/Arroz e Feijão, 1998. p.117-127.
- RAPOSO, F.V.** Comparação de métodos de condução de populações segregantes de feijoeiro. Lavras: UFLA, 1999.72p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- RODRIGUES, R.V.** Comparação de métodos de seleção para rendimento em feijão (*Phaseolus vulgaris*) em dois níveis de fertilidade. Goiânia: UFGO - Convênio UFGO/EMBRAPA, 1990. 82p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- SANT'ANA, E.P.** Melhoramento genético do arroz. In: **CURSO DE PESQUISA E PRODUÇÃO DE ARROZ, 2., 1985,** Goiânia. Segundo... Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1985. 130p. (Mimeografado).
- SANT'ANA, E.P.; MORAIS, O.P.** Melhoramento do arroz para cultivo em condições de sequeiro no Brasil. In: **REUNIÓN SOBRE MEJORAMIENTO DE ARROZ EN EL CONO SUR, 1991.** Goiânia, GO. Tabajos... Montivideío: IICA-PROCISUR, 1991. p. 41-50. (Diálogo/IICA-PROCISUR; 33).
- SINGH, R.P.; RAJARAM, S.; MIRANDA, A.; HUERTA-ESPINO, J.; AUTRIQUE, E.** Comparison of two crossing and four selection schemes for yield, yield traits, and slow rusting resistance to leaf rust in wheat. *Euphytica, Wageningen*, v.100, n.1/3, p.35-43, 1998.
- SNAPE, J.W.** Predicting the frequencies of transgressive segregants for yield and yield components in Wheat. *Theoretical and Applied Genetics, New York*, v.62, n.2, p.127-134, 1982.
- SOARES, A.A.; SANTOS, P.G.; MORAIS, O.P.; SOARES, P.C.; REIS, M.S.R.; SOUZA, M.A.** Progresso genético obtido pelo melhoramento do arroz de sequeiro em 21 anos de pesquisa em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v.34, n.3, p.415-424, mar. 1999.

- STONE, L.F.; PINHEIRO, B.S. O arroz sob irrigação suplementar por aspersão. In: Breseghello, F.; Stone, L.F. Tecnologia para o arroz de terras altas. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.30-33.
- TAKEDA, C. Avaliação de progênies de feijoeiro do cruzamento "Esal 501" x "A354" em diferentes ambientes. Lavras: ESAL, 1990. 82p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).
- TEIXEIRA, S. M.; SANINT, L. R. Arroz em Minas Gerais situação atual e contribuição da pesquisa. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.14, n.161, p. 5-11. 1988.
- TOLEDO, J.F.F. de. Biometrical studies of inbred lines and their híbrids. Birmingham: University of Birmingham, 1986. 139p. (P.h.D. Thesis)
- TOLEDO, J.F.F. de. Predicting the inbreeding and the outcrossing potencial of soybean (*Glycine max* L.) varieties. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, v.10, n.3, p.543-558, set.1987.
- TOLEDO, J.F.F. de. Quantitative genetics in soybean breeding. In: CONFERÊNCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION IN SOJA, 4, 1989, Buenos Aires. Quarta... Buenos Aires, 1989. p. 909-914.
- TRILLER, C. Previsão do potencial genético de cruzamentos em soja pela geração F₃. Londrina: UEL/EMBRAPA/IAPAR, 1994. 133p. (Tcsc - Mestrado em Genética e Melhoramento).
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

CAPÍTULO I

POTENCIAL GENÉTICO DE POPULAÇÕES SEGREGANTES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS

RESUMO

SANTOS, Patrícia Guimarães. Potencial genético de populações segregantes de arroz de terras altas.

A predição do potencial genético das populações segregantes de plantas é uma alternativa viável para aumentar a eficiência de um programa de melhoramento na etapa de escolha das populações que irão ser submetidas à seleção. Neste trabalho, foi utilizada a metodologia de Jinks e Pooni (1976) para se obter essa predição. Para isso, foram utilizadas 23 populações segregantes de arroz de terras altas, juntamente com duas testemunhas, as quais foram avaliadas em um látice 5x5 com três repetições, no ano agrícola de 1996/97. As populações foram conduzidas em dois locais em Minas Gerais, Lavras e Patos de Minas, em três épocas distintas de semeadura, visando estudar o efeito da interação populações segregantes x ambiente na seleção destas populações. Os resultados encontrados em relação à probabilidade de extrair linhagens superiores de uma determinada população indicaram, como mais promissoras, as populações CNAx 5496 e CNAx 6001 e como menos promissoras as populações CNAx 6063 e CNAx 6102. A previsão do potencial genético das populações segregantes utilizando a metodologia de Jinks e Pooni (1976) mostrou-se uma alternativa viável na escolha das populações mais promissoras, permitindo ao melhorista concentrar maiores esforços na avaliação das famílias superiores. A ocorrência das interações populações segregantes x épocas e locais x épocas mostraram a importância de se avaliar as populações em mais de um ambiente. Assim, a escolha das populações que apresentam um comportamento estável frente às oscilações ambientais é um passo importante dentro de um programa de melhoramento, aumentando suas chances de sucesso.

ABSTRACT

SANTOS, Patrícia Guimarães. Genetic potencial of segregating upland rice population

The prediction of the genetic potential of the segregating populations of plants is a feasible alternative to increase the efficiency of an improvement program in the choice of the population which will be submitted to selection. Jinks and Pooni's method (1976) was utilized to obtain this prediction. In this work were utilized 23 segregating populations of upland rice together with two checks where they were evaluated in a 5x5 lattice with three replicates in the agricultural year of 1996/97. The populations were conducted in two sites, in Minas Gerais, Lavras and Patos de Minas, at three distinct sowing times, aiming to study the effect of the segregating population x environment interaction in the selection of those populations. The results found in relation to the probability of extracting superior lines from a certain population indicated as the most promising, the populations CNAx 5496 and CNAx 6001, as the least promising the populations CNAx 6063 and CNAx 6102. The Jinks and Pooni's method was a feasible alternative in the choice of most promising populations permitting to the breeder to concentrate effort in the evaluation of superior family. The occurrence of the segregating population x sowing time and site x sowing time interactions showed the importance of evaluating the populations in more than one environment. The choice of the populations which presented a steady behavior against the environmental drifts is an important step within an improvement program and the chance to obtain success in this phase rises.

1 INTRODUÇÃO

Na condução de um programa de melhoramento por hibridação, o melhorista deve tomar algumas decisões. A primeira delas e de maior importância, é a escolha das populações segregantes, pois o sucesso do trabalho é altamente dependente dessa escolha. Na escolha de uma população segregante, além da sua performance média, a variabilidade existente é fundamental, isto porque a população segregante obtida poderá expressar pequena variabilidade genética, em função dos materiais superiores que foram cruzados apresentarem constituições genéticas semelhantes para o caráter em apreço (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). A população segregante ideal é aquela que associa média alta e suficiente variabilidade genética que possibilite a seleção de linhagens com desempenho superior aos pais e, conseqüentemente, o sucesso com a seleção.

Existem vários procedimentos que podem ser utilizados na escolha das populações segregantes, um deles é o método de Jinks e Pooni (1976). Este método permite estimar a probabilidade de se obter linhagens superiores a um determinado padrão na F_2 , utilizando, para isso, estimativas da média e variância de gerações iniciais. As informações que confirmam a sua eficiência já foram obtidas em espécies como fumo (Toledo, 1986), trigo (Snape, 1982), soja (Toledo, 1987, Toledo 1989 e Triller, 1994) e feijão (Otubo, 1994 e Abreu, 1997). Contudo, na cultura do arroz não foi encontrado relato de sua utilização. Isso mostra a necessidade de novas pesquisas para se avaliar a eficiência desta metodologia também em arroz.

Outro aspecto importante dentro do programa de seleção é o efeito do ambiente e sobretudo da interação genótipos x ambientes que pode mascarar a expressão genotípica e não permitir progressos com a seleção. A época de

semeadura do arroz no Brasil é muito ampla, estendendo-se de outubro a dezembro e às vezes até janeiro. Além do mais, o arroz é cultivado em quase todos os municípios, que diferem em condições de fertilidade do solo, clima e principalmente no nível tecnológico empregado pelos agricultores. No cultivo de qualquer espécie em condições tão diversas de ambiente, é esperada uma acentuada interação de genótipos x ambientes. A presença desta interação tem sido constatada em experimentos de arroz, principalmente com linhas puras (Morais et al., 1981 e Moraes et al., 1982). Contudo, são restritas as informações a respeito da interação em populações segregantes. Sendo assim, é importante verificar se a ocorrência da interação populações segregantes x ambientes pode afetar o processo de identificação das populações a serem trabalhadas pelos melhoristas de arroz.

Do exposto, foi realizado o presente trabalho com a finalidade de utilizar a metodologia de Jinks e Pooni (1976) na escolha de populações segregantes de arroz de terras altas e também verificar quais as implicações da interação populações x ambientes nessa escolha.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material Avaliado

Dentro do programa cooperativo de melhoramento de arroz de sequeiro desenvolvido pela Embrapa Arroz e Feijão e instituições estaduais de pesquisa, cabe à Embrapa realizar os cruzamentos e enviar aos estados as populações segregantes F_2 . A partir de 1993, Minas Gerais tem recebido, todos os anos, populações F_2 de vários cruzamentos, as quais são avançadas pelo método de bulk, inicialmente em Lavras. Estas populações encontram-se em gerações diferentes dentro do programa de melhoramento e foram desenvolvidas a partir de cruzamentos biparental e múltiplos. Teoricamente, os cruzamentos múltiplos fornecem a oportunidade para a recombinação de alelos que estão presentes em vários genitores diferentes. Para a realização desse trabalho, utilizaram-se 23 populações, cuja relação com os respectivos genitores e geração na qual se encontram é apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 - Relação das populações segregantes de arroz de sequeiro com seus respectivos genitores e gerações, utilizados nesse trabalho.

| População | Genitores | Geração |
|-----------|---|----------------|
| CNAx 5482 | CNA 6186/IAC 84-198//Cuiabana/IRAT 336 | F ₅ |
| CNAx 5493 | Caiapó/A12-282-3//CNA 7691 | F ₅ |
| CNAx 5494 | Caiapó/Guarani G57A//Cuiabana/IRAT 336 | F ₅ |
| CNAx 5496 | Caiapó/IAC 84-198//CNA 7680 | F ₅ |
| CNAx 5500 | Caiapó/CNA 6673//CNA 7754 | F ₅ |
| CNAx 5883 | CNAx 3031-13-8-1-1/IAC 25R//CNA 7455/150055 | F ₄ |
| CNAx 5901 | IACx 25R/CNA 7013-D//15005/IAC 201 | F ₄ |
| CNAx 5939 | Chorinho MG/CNA 7455//IAC 25R/Lemont | F ₄ |
| CNAx 5945 | CNA 7455/Colombia 1//Rio Doce/IAC 25R | F ₄ |
| CNAx 5949 | CNA 7455/IRAT 112R//New Bonnet/Lemont | F ₄ |
| CNAx 5983 | IRAT 112R/L 90-28//Colombia 1/IAC 201 | F ₄ |
| CNAx 5987 | Carajás/IAC 25R//Lemont/IAC 201 | F ₄ |
| CNAx 6190 | L 141/CNA 8198 | F ₃ |
| CNAx 5995 | CNAx 5275-1/L 141 | F ₃ |
| CNAx 5996 | CNAx 5311-1/IAC 1364 | F ₃ |
| CNAx 6067 | CNA 8078/IAC 1364 | F ₃ |
| CNAx 6090 | Progresso/IAC 1203 | F ₃ |
| CNAx 6102 | BSL/CNA 8217 | F ₃ |
| CNAx 6106 | CNA 8200/IAC 1203 | F ₃ |
| CNAx 6001 | CNAx 4442-6-1-B-1/4001.BC 92-93 | F ₃ |
| CNAx 6062 | CNAx 8055/IAC 1203 | F ₃ |
| CNAx 6063 | CNAx 1722-9-1-1-1/L 141 | F ₃ |
| CNAx 6065 | CNA 8052/IAC 1365 | F ₃ |

2.2 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados no ano agrícola de 1996/97, em dois locais: Lavras e Patos de Minas, nas Fazendas Experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Lavras situa-se a 918 metros de altitude, 21° 14' S de latitude e 45° 00' W de longitude, e Patos de Minas situa-se a 856 metros de altitude, 18° 35' S de latitude e 46° 31' W de longitude. As populações foram semeadas em três épocas distintas:

| | Data de semeadura | |
|----------|-------------------|----------------|
| | Lavras | Patos de Minas |
| 1° Época | 07/10/96 | 09/10/96 |
| 2° Época | 08/11/96 | 06/11/96 |
| 3° Época | 09/12/96 | 05/12/96 |

Nos experimentos, utilizou-se o delineamento em látice 5x5, com três repetições. As parcelas foram constituídas de duas linhas de cinco metros de comprimento e o espaçamento utilizado foi de 40 cm entre linhas e densidade de 50 sementes por metro. Os tratamentos foram constituídos de 23 populações segregantes (Tabela 1) e duas cultivares testemunhas (Canastra e Guarani).

A adubação de plantio constou de 400 kg/ha da fórmula 4-30-16 + Zn, e em torno de 45 dias após a semeadura procedeu-se à adubação de cobertura com uma aplicação de 150 kg/ha de sulfato de amônio. Os experimentos foram submetidos à irrigação por aspersão após decorridos períodos prolongados de estiagem. Aos 30 dias após a emergência das plântulas, foi realizado um desbaste visando diminuir o número de plantas por metro linear, para facilitar a colheita de

plantas individuais. Os demais tratos culturais realizados foram aqueles recomendados para a cultura do arroz de sequeiro.

Em cada experimento, avaliaram-se os seguintes caracteres:

- **Florescimento** - número de dias da sementeira à floração média (50% das panículas floridas)

- **Altura de planta** - tomada de 5 plantas competitivas da parcela, na fase de maturação. Foi obtida medindo-se a altura da planta do solo até a extremidade da panícula do colmo principal.

- **Incidência de doenças** - as doenças avaliadas foram brusone do pescoço e mancha de grãos. As avaliações foram feitas de acordo com o Manual de Métodos de Pesquisa em Arroz da Embrapa Arroz e Feijão (EMBRAPA, 1977). As leituras foram feitas seguindo uma escala, em que foram dadas as seguintes notas: 1 - menos de 1% de lesão; 3 - 1 a 5% de lesão; 5 - 6 a 25% de lesão; 7 - 25 a 50% de lesão; 9 - 50% a 100% de lesão. As doenças foram avaliadas somente em Lavras,

- **Produtividade de grãos** - obtida através da pesagem dos grãos de cada parcela, após limpeza e secagem uniforme ao sol até atingirem 13% de umidade e expressa em kg/ha.

Antes da colheita de toda a parcela, foram amostradas aleatoriamente 15 plantas por parcela em duas repetições para avaliação da produtividade de grãos em g/planta para cada população.

2.3 Análise estatística dos dados

Procedeu-se à análise de variância individual para cada carácter avaliado nas três épocas e cada local, considerando os efeitos de populações como sendo aleatório. Posteriormente, foi efetuada a análise de variância conjunta envolvendo os dois locais e as três épocas. No modelo estatístico, consideraram-se os efeitos de populações e épocas como aleatórios e locais como fixos, os quais são mostrados a seguir:

$$Y_{ijkln} = m + r_{j(ln)} + b_{k(jln)} + t_i + d_l + (td)_{il} + l_n + (tl)_{ln} + (dl)_{ln} + (tdl)_{ilm} + \bar{e}_{ijkln}$$

em que,

Y_{ijkln} : valor observado do tratamento i ajustado para bloco, na repetição j , no bloco k , na época l e no local n ;

m : média geral;

$r_{j(ln)}$: efeito da repetição j , dentro da época l e dentro do local n ;

$b_{k(jln)}$: efeito do bloco k , dentro da repetição j , dentro da época l e dentro do local n ;

t_i : efeito do tratamento i ajustado para bloco;

d_l : efeito da época l ;

$(td)_{il}$: efeito da interação do tratamento i ajustado para bloco com a época l ;

l_n : efeito do local n ;

$(tl)_{ln}$: efeito da interação do tratamento i ajustado para bloco com o local n ;

$(dl)_{ln}$: efeito da interação da época l com o local n ;

$(tdl)_{ilm}$: efeito da interação do tratamento i ajustado para bloco, com a época l e com o local n ;

\bar{e}_{ijkln} : erro efetivo médio associado ao tratamento i ajustado para bloco, na repetição j , no bloco k , na época l e no local n .

A partir das esperanças dos quadrados médios, foram estimados os componentes de variância e os parâmetros genéticos e fenotípicos entre as populações. Posteriormente, foram obtidas as estimativas de herdabilidade no sentido amplo, coeficiente de variação genético e o coeficiente b destas populações, segundo Vencovsky e Barriga (1992).

Para estudar o efeito da interação entre populações segregantes x épocas de semeadura, foi utilizado um procedimento alternativo, proposto por Cruz e Castoldi (1991), que visa decompor a interação duas a duas em parte simples e complexa, sendo estimada por:

$$\text{Parte complexa: } \left[(1 - r_{12})^3 \sigma_{G1}^2 \sigma_{G2}^2 \right]^{1/2}$$

$$\text{Parte simples: } 0,5(\sigma_{G1} - \sigma_{G2})^2 + k\sigma_{G1}\sigma_{G2}; \quad k = 1 - r - [(1 - r)^3]^{1/2}$$

em que,

σ_{G1}^2 : variância genética das populações no ambiente 1

σ_{G2}^2 : variância genética das populações no ambiente 2

σ_{G1} : desvio padrão das populações no ambiente 1

σ_{G2} : desvio padrão das populações no ambiente 2

r_{12} : correlação entre as médias das populações nos ambientes 1 e 2

2.4 Estimativa da variância genética e herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) dentro das populações segregantes

A herdabilidade no sentido amplo da produtividade de grãos foi estimada a partir das variâncias genéticas (σ_G^2) e fenotípicas (σ_F^2) das populações segregantes. Para obter estas estimativas, foram tomadas amostras de 15 plantas

por parcela das populações segregantes e das parcelas das testemunhas. De cada planta, foi obtida a produtividade de grãos.

A variância fenotípica foi obtida a partir da média das variâncias das duas repetições de cada população. No caso das testemunhas, que são linhas puras, a estimativa da variância fenotípica corresponde à variância ambiental (σ^2_E). No entanto, no caso das populações segregantes, a variância fenotípica contém a variância ambiental e também a genética. Segundo Melo (1996), a simples subtração da variância ambiental da variância fenotípica não dará uma estimativa precisa da σ^2_G . Isto se deve ao fato das estimativas da σ^2_F das populações segregantes não terem sido obtidas no mesmo ambiente das testemunhas. Assim, o efeito ambiental pode influenciar diretamente as médias das testemunhas ou das populações segregantes, fazendo com que as estimativas das variâncias fossem super ou subestimadas, visto que, em muitos casos, os dados de produtividade de grãos não seguem uma distribuição normal. Para contornar esse problema, Melo (1996) sugeriu estimar a variância ambiental de cada população segregante a partir da média dos coeficientes de variação ambiental das testemunhas, da seguinte forma:

a- Estimação do CV_{Aij} médio das testemunhas:

$$CV_{A_i} = \frac{\sqrt{\sigma_{E_i}^2}}{m_i} \quad ; \quad CV_{A_j} = \frac{\sqrt{\sigma_{E_j}^2}}{m_j} \quad ;$$
$$CV_{A_{ij}} = \frac{CV_{A_i} + CV_{A_j}}{2}$$

em que:

CV_{Ai} : é o coeficiente de variação ambiental da testemunha i ;

σ^2_{Ei} : é a variância fenotípica da testemunha i ;

m_i : é a média do testemunha i ;

CV_{Aj} : é o coeficiente de variação ambiental da testemunha j ;

σ^2_{Ej} : é a variância fenotípica da testemunha j ;

m_j : é a média da testemunha j ;

CV_{Aij} : é a média dos coeficientes de variação ambiental das testemunhas i e j ;

b- Estimação da σ^2_R da população segregante de ordem ij:

$$\sigma^2_{Eij} = (CV_{Aij} \times m_{ij})^2$$

em que :

σ^2_{Eij} : Variância ambiental na população i j ;

m_{ij} : média da população i j ;

c- Estimação da σ^2_G da população segregante de ordem ij:

$$\sigma^2_{Gij} = \sigma^2_{Fij} - \sigma^2_{Eij}$$

em que :

σ^2_{Gij} : é a variância genética da população i j ;

σ^2_{Fij} : é a variância fenotípica da população i j.

De posse destes dados, estimou-se a herdabilidade no sentido amplo por meio da seguinte expressão:

$$h^2_{aj} = \frac{\sigma^2_{Gij}}{\sigma^2_{Fij}}$$

2.5 Predição do potencial das populações na obtenção de linhagens superiores

Para fazer a previsão do potencial das populações, foi utilizado o procedimento de Jinks e Pooni (1976). Neste método, é estimada a probabilidade da população sob avaliação de originar linhagens que superem um determinado padrão. Essa probabilidade corresponde à área direita ou esquerda de um determinado valor de x na abscissa da distribuição normal. Para determinar essa área foi utilizada a estimativa da ordenada Z , pela expressão:

$$Z = (x - m)/s$$

em que,

x : média considerada padrão (\bar{L}); para este trabalho, utilizou-se $L = 18,0$ g/planta, valor superior à maior média encontrada entre as populações avaliadas.

m : média das linhagens na geração F_{∞} que, em um modelo sem dominância, corresponde à média de qualquer geração segregante; neste trabalho, as populações utilizadas estavam nas gerações F_3 , F_4 e F_5 , logo $m = \bar{F}_n$ ($n=3,4$ ou 5);
e

s : desvio padrão fenotípico entre as linhagens - ($s = \sqrt{\sigma_{FL}^2}$)

Logo,

$$Z = \frac{(\bar{L} - \bar{F}_n)}{\sqrt{\sigma_{FL}^2}}$$

A variância genética entre as linhagens (σ^2_1) corresponde a duas vezes a variância genética aditiva (σ^2_A) presente na F_2 . Em um modelo sem dominância, a variância fenotípica (σ^2_F) para as gerações avaliadas neste trabalho foram as seguintes:

$$F_3 \Rightarrow \sigma_F^2 = 1,5\sigma_A^2 + \sigma_E^2 \Rightarrow \sigma_A^2 = \frac{\sigma_F^2 - \sigma_E^2}{1,5}$$

$$s = \sqrt{\sigma_{FL}^2} = \sqrt{2\sigma_A^2 + \sigma_E^2} = \sqrt{1,33\sigma_F^2 - 0,3\sigma_E^2};$$

$$F_4 \Rightarrow \sigma_F^2 = 1,75\sigma_A^2 + \sigma_E^2 \Rightarrow \sigma_A^2 = \frac{\sigma_F^2 - \sigma_E^2}{1,75}$$

$$s = \sqrt{\sigma_{FL}^2} = \sqrt{2\sigma_A^2 + \sigma_E^2} = \sqrt{1,14\sigma_F^2 - 0,14\sigma_E^2}$$

$$F_5 \Rightarrow \sigma_F^2 = 1,88\sigma_A^2 + \sigma_E^2 \Rightarrow \sigma_A^2 = \frac{\sigma_F^2 - \sigma_E^2}{1,88}$$

$$s = \sqrt{\sigma_{FL}^2} = \sqrt{2\sigma_A^2 + \sigma_E^2} = \sqrt{1,06\sigma_F^2 - 0,06\sigma_E^2}$$

2.6 Estimativa da adaptabilidade e estabilidade

O método utilizado para o estudo de adaptabilidade e estabilidade das populações foi o de Annicchiarico (1992). Esse método estima o índice de confiança (I_i) de uma determinada cultivar em apresentar desempenho abaixo da média do ambiente. Ele consiste em expressar as médias dos genótipos como percentagem da média ambiental.

$$I_i = \bar{Y}_i - Z_{(1-\alpha)s_i} \text{ em que:}$$

I_i : índice de confiança (%);

\bar{Y}_i : média da população i em percentagem;

Z : percentil $(1 - \alpha)$ da função de distribuição normal acumulada;

α : nível de significância;

s_i : desvio padrão dos valores percentuais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às análises de variância dos caracteres produtividade de grãos, altura de plantas, florescimento e incidência de brusone no pescoço e mancha de grãos, avaliados nas três épocas de semeadura, encontram-se nas Tabelas 2,3 e 4. Observa-se que, ocorreram diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) para maioria dos caracteres, nas três épocas de semeadura e nos dois locais estudados. Isso indica, a presença de variabilidade genética entre as populações avaliadas, que deve ser explorada convenientemente pelo melhorista com o intuito de obter linhagens de arroz que se mostrem superiores às cultivares comumente utilizadas.

Em relação ao coeficiente de variação ambiental (CV_e), que avalia a precisão experimental, destaca-se a grande variação ocorrida entre os caracteres em questão. Os valores variaram de 2,0 % para florescimento a 47,2 % para incidência de brusone no pescoço; estes resultados estão de acordo com os obtidos por Santos (1996). Geralmente, quando se avaliam doenças, os CV 's encontrados são muito altos, isso porque a incidência dos patógenos, na maioria das vezes não é uniforme na área experimental, contribuindo para reduzir a precisão na avaliação dessa característica.

A eficiência da utilização do delineamento em látice é mostrada também nas Tabelas 2,3 e 4. Observa-se que houve uma variação da sua eficiência de uma época para outra e de um local para outro. Por exemplo, na segunda época de semeadura mostrada na Tabela 3, em Patos de Minas, o látice mostrou-se eficiente para todos os caracteres, ao passo que na terceira época, ele não seria necessário (Tabela 4). Já em Lavras, o látice foi eficiente em todas as épocas de semeadura para a maioria dos caracteres. Esses resultados mostram a importância de adotar

este tipo de delineamento, principalmente quando o número de tratamentos é elevado e a área experimental é heterogênea.

Comparando-se as três épocas de semeadura, constatou-se que a produtividade de grãos foi superior em Lavras somente na primeira época, coincidindo com a maior altura de plantas. A semeadura nesta época foi favorecida nos dois locais, pois o florescimento da maioria dos genótipos coincidiu com a alta precipitação pluvial ocorrida no mês de janeiro (Figura 1A). A severidade de brusone nesta época foi mais baixa, isto provavelmente esteja relacionado com a menor pressão de inóculo e com a maior disponibilidade de água no solo, tornando os materiais mais tolerantes. Esta não seria uma época indicada para a avaliação da resistência dos materiais à *Pyricularia grisea* na panícula, pois a pressão da doença nesta fase geralmente é baixa.

Na segunda época de semeadura, as diferenças entre locais para os caracteres produtividade de grãos, altura de plantas e florescimento foram muito pequenas (Tabela 3). A floração das populações da 2ª época de semeadura ocorreu em fevereiro, quando a precipitação foi baixa nos dois locais (Figura 1A). A incidência de brusone no pescoço foi mais intensa, comparando com a época anterior, havendo uma diminuição da tolerância dos materiais ao fungo devido à distribuição irregular de chuvas.

TABELA 2 - Resumo das análises de variância relativas à primeira época de semeadura para os caracteres produtividade de grãos (Kg/ha), altura de plantas (cm) e florescimento (dias), em Lavras e Patos de Minas, e incidência de brusone no pescoço e mancha de grãos apenas em Lavras.1996/97.

| Caráter | Local | FV | QM | CV _e | Média | h ² | b |
|------------------------|-------------|-----------------------|---------------|-----------------|------------------|----------------|------|
| Produtividade de Grãos | Lavras | Trat. Não Aj. | 1.873.353,7** | 20,3 | 3171 | 77,9 | 1,08 |
| | | Erro DBC ¹ | 413184,1 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | - | | | | |
| P. de Minas | P. de Minas | Trat. Ajustado | 470.683,5** | 10,9 | 2396 | 85,6 | 1,41 |
| | | Erro efetivo | 67.645,3 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 109,4 | | | | |
| Altura de plantas | Lavras | Trat. Ajustado | 290,9** | 7,5 | 110,7 | 76,3 | 1,03 |
| | | Erro efetivo | 69,1 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 100,1 | | | | |
| P. de Minas | P. de Minas | Trat. Não Aj. | 165,6** | 4,9 | 95,3 | 87,1 | 1,50 |
| | | Erro DBC | 21,4 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | - | | | | |
| Florescimento | Lavras | Trat. Não Aj. | 345,0** | 4,6 | 96,0 | 94,4 | 2,37 |
| | | Erro DBC | 19,4 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | - | | | | |
| P. de Minas | P. de Minas | Trat. Ajustado | 207,9** | 2,0 | 89,6 | 98,5 | 8,04 |
| | | Erro efetivo | 3,2 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 103,4 | | | | |
| Brusone Pescoço | Lavras | Trat. Não Aj. | 2,14** | 47,2 | 1,8 ² | 65,4 | 0,8 |
| | | Erro DBC | 0,75 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | - | | | | |
| Mancha de grãos | Lavras | Trat. Ajustado | 1,24** | 21,3 | 3,1 ² | 65,7 | 0,8 |
| | | Erro efetivo | 0,42 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 121,6 | | | | |

¹ erro do delineamento de blocos casualizados

² escala de notas: 1 - menos de 1% de lesão; 3 - 1 a 5% de lesão; 5 - 6 a 25% de lesão; 7 - 25 a 50% de lesão; 9 - 50% a 100% de lesão

TABELA 3 - Resumo das análises de variância relativas à segunda época de semeadura para os caracteres produtividade de grãos (Kg/ha), altura de plantas (cm) e florescimento (dias), em Lavras e Patos de Minas, e incidência de brusone no pescoço e mancha de grãos apenas em Lavras.1996/97.

| Caráter | Local | FV | QM | CV _e | Média | h ² | b |
|------------------------|-------------|-----------------------|---------------|-----------------|------------------|----------------|------|
| Produtividade de Grãos | Lavras | Trat. Ajustado | 1.259.559,4** | 25,0 | 2827 | 60,2 | 0,71 |
| | | Erro efetivo | 501.290,6 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 100,1 | | | | |
| | P. de Minas | Trat. Ajustado | 1.684.595,6** | 12,1 | 2944 | 92,5 | 2,03 |
| | | Erro efetivo | 126.189,4 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 381,2 | | | | |
| Altura de plantas | Lavras | Trat. Ajustado | 133,2* | 7,6 | 100,4 | 56,8 | 0,66 |
| | | Erro efetivo | 57,5 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 114,2 | | | | |
| | P. de Minas | Trat. Ajustado | 201,4** | 6,1 | 101,2 | 81,3 | 1,20 |
| | | Erro efetivo | 37,7 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 255,3 | | | | |
| Florescimento | Lavras | Trat. Ajustado | 180,9** | 3,8 | 93,8 | 93,1 | 2,12 |
| | | Erro efetivo | 12,5 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 100,1 | | | | |
| | P. de Minas | Trat. Ajustado | 122,0** | 3,3 | 95,4 | 91,9 | 1,95 |
| | | Erro efetivo | 9,8 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 150,5 | | | | |
| Brusone Pescoço | Lavras | Trat. Não Aj. | 3,78** | 29,8 | 3,4 ² | 72,7 | 0,95 |
| | | Erro DBC ¹ | 1,03 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | - | | | | |
| Mancha de grãos | Lavras | Trat. Não aj. | 1,81** | 28,2 | 3,½ | 58,5 | 0,68 |
| | | Erro DBC | 0,75 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | - | | | | |

¹ erro do delineamento de blocos casualizados

² escala de notas: 1 - menos de 1% de lesão; 3 - 1 a 5% de lesão; 5 - 6 a 25% de lesão; 7 - 25 a 50% de lesão; 9 - 50% a 100% de lesão

TABELA 4 - Resumo das análises de variância relativas à terceira época de semeadura para os caracteres produtividade de grãos (Kg/ha), altura de plantas (cm) e florescimento (dias), em Lavras e Patos de Minas, e incidência de brusone no pescoço e mancha de grãos apenas em Lavras.1996/97.

| Caráter | Local | FV | QM | CVe | Média | h ² | b |
|------------------------|-------------|-----------------------|---------------|------|------------------|----------------|------|
| Produtividade de Grãos | Lavras | Trat. Ajustado | 876.650,4** | 17,5 | 2294 | 81,5 | 1,21 |
| | | Erro efetivo | 161.930,6 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 105,6 | | | | |
| | P. de Minas | Trat. Não Aj. | 2.038.858,8** | 10,3 | 3052 | 95,1 | 2,55 |
| | | Erro DBC ¹ | 99.782,9 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | - | | | | |
| Altura de plantas | Lavras | Trat. Ajustado | 247,3 ** | 9,2 | 101,6 | 64,4 | 0,78 |
| | | Erro efetivo | 87,9 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 130,6 | | | | |
| | P. de Minas | Trat. Não Aj. | 259,1** | 7,2 | 110,9 | 75,7 | 1,02 |
| | | Erro DBC | 62,9 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | - | | | | |
| Florescimento | Lavras | Trat. Ajustado | 203,3** | 2,34 | 99,8 | 97,3 | 3,5 |
| | | Erro efetivo | 5,5 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | 102,1 | | | | |
| | P. de Minas | Trat. Não Aj. | 335,6** | 6,1 | 88,1 | 91,5 | 1,9 |
| | | Erro DBC | 28,4 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | - | | | | |
| Brusone Pescoço | Lavras | Trat. Não Aj. | 1,90* | 46,1 | 2,1 ² | 53,4 | 0,62 |
| | | Erro DBC | 0,88 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | - | | | | |
| Mancha de grãos | Lavras | Trat. Não Aj. | 0,79* | 24,7 | 2,7 ² | 45,5 | 0,53 |
| | | Erro DBC | 0,43 | | | | |
| | | Ef. látice (%) | - | | | | |

¹ erro do delineamento de blocos casualizados

² escala de notas: 1 - menos de 1% de lesão; 3 - 1 a 5% de lesão; 5 - 6 a 25% de lesão; 7 - 25 a 50% de lesão; 9 - 50% a 100% de lesão

Quanto à produtividade de grãos, a superioridade dos materiais na terceira época, foi evidente em Patos de Minas, coincidindo novamente com a maior altura de plantas e o florescimento precoce dos genótipos (Tabela 4). A seleção de materiais precoces e produtivos tem sido um dos principais objetivos do programa de melhoramento genético do arroz de sequeiro do estado de Minas Gerais e os resultados deste trabalho têm mostrado a viabilidade de se obter materiais que atendam às exigências deste programa. A superioridade destas populações em Patos de Minas possivelmente tenha ocorrido devido à maior precipitação pluvial no mês de março, coincidindo com a floração (Figura 1A). Já em Lavras, a quantidade de chuva na época de floração foi muito baixa, principalmente no segundo decêndio do mês. Nesta época de semeadura, a incidência de doenças também não foi muito alta, desfavorecendo a seleção de materiais resistentes devido a baixa pressão dos patógenos.

Estimativas dos parâmetros genéticos de todos os caracteres avaliados para as populações, nas três épocas e nos dois locais, também são mostradas nas Tabelas 2,3 e 4. Detectaram-se valores oscilando de médio a alto para h^2 no sentido amplo, para todos os caracteres. Estes valores indicam a possibilidade do melhorista de antever o sucesso com a seleção. Esta estimativa contém, no numerador, além da σ^2_A , a estimativa de σ^2_D , o que pode tornar este valor superestimado, pois não foi possível isolar estas estimativas. Contudo, para a cultura do arroz, existe a predominância da variância aditiva, sendo a variância de dominância menos expressiva, o que torna as estimativas da h^2 mais confiáveis (Lopes, 1984, Ahmad et al., 1986 e Morais, 1992). Além do mais, as estimativas da h^2 para essas populações mostraram-se bastante consistentes, uma vez que elas foram altas nas diferentes épocas e também locais. Assim, é esperado que o sucesso com a seleção seja alto em qualquer situação.

Outra estimativa importante avaliada é o coeficiente b , que indica uma situação favorável à seleção quando atinge valores superiores a 1,0 (Vencovsk e Barriga, 1992). Ele representa a relação entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação ambiental. Os caracteres relacionados à incidência de doenças não indicaram uma situação favorável ao melhoramento em nenhuma época, provavelmente, devido aos altos CV, que geralmente ocorrem neste tipo de avaliação, dificultando a seleção dos materiais mais resistentes, pois a ocorrência do patógeno nas parcelas experimentais é desuniforme. Outros caracteres que não mostraram valores satisfatórios de b foram altura de plantas avaliada em Lavras, na 2ª e 3ª épocas, e produtividade de grãos, em Lavras, na 2ª época.

A avaliação das populações em épocas distintas de semeadura e em mais de um local permite ao melhorista conhecer melhor o tipo de reação dos genótipos frente às variações ambientais, objetivando fazer previsões mais seguras dos seus desempenhos. Os resultados das interações encontrados neste trabalho, para os caracteres produtividade de grãos, altura de plantas e florescimento, encontram-se na Tabela 5. A ausência de interação entre populações e locais, para os três caracteres, possibilita inferir que o comportamento destes genótipos foi semelhante nos dois locais.

A interação significativa entre populações x época foi importante pois mostrou que o comportamento das populações diferiu nas três épocas de semeadura. Observa-se, para o caráter produtividade de grãos, que a variância da interação PxE representou apenas 6,16% da variância genética de populações (σ^2_p), o que não é muito. Para visualizar melhor este fato, foi feito um estudo da interação de PxE duas a duas para cada local. As correlações entre as médias ajustadas das populações de uma época para outra são mostradas na Tabela 6.

TABELA 5 - Análise de variância conjunta para os caracteres produtividade de grãos (kg/ha), altura de plantas (cm) e florescimento (dias) avaliados em três épocas de plantio em dois locais, Lavras e Patos de Minas, 1996/97.

| FV | GL | QM | | |
|------------------------|-----|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| | | Produtividade de grãos | Altura de plantas | Florescimento |
| Bloco/época/local | 12 | 3.976.160,0** | 786,06** | 30,54** |
| Local (L) | 1 | 128.838,0 ^{ns} | 329,55 ^{ns} | 3.383,67 ^{ns} |
| Época (E) | 2 | 1.693.699,5 ^{ns} | 1136,57 ^{ns} | 128,12 ^{ns} |
| L x E | 2 | 22.233.508,8 * | 5.874,99** | 1.690,28** |
| População (P) | 24 | 5.793.461,4** | 847,81** | 1.256,42** |
| P x L | 24 | 635.091,9 ^{ns} | 52,69 ^{ns} | 28,12 ^{ns} |
| P x E | 48 | 340.395,0 * | 122,95** | 25,94** |
| P x E x L | 48 | 547.144,6** | 75,99 ^{ns} | 29,23** |
| Erro efetivo | 216 | 228.337,2 | 56,10 | 13,13 |
| Total | 449 | | | |
| Média | | 2780,73 | 103,35 | 93,78 |
| $\hat{\sigma}_p^2$ | | 302.948,13 | 40,270 | 68,36 |
| $\hat{\sigma}_{PxE}^2$ | | 18.676,30 (6,16%) ¹ | 11,142 (27,67%) | 2,14 (3,13%) |
| $\hat{\sigma}_{PxL}^2$ | | 4.885,96 (1,61%) | 0 | 0 |
| $\hat{\sigma}_{LxE}^2$ | | 119.590,28 (39,47%) | 0 | 4,92 (7,2%) |
| $\hat{\sigma}_{PLE}^2$ | | 53.134,56 (17,5%) | 3,316 (8,23%) | 2,68 (2,69%) |
| CV _E | | 17,18 | 7,24 | 3,86 |
| CV _s | | 20,00 | 6,14 | 8,81 |
| b | | 1,16 | 0,85 | 2,28 |
| h ² | | 94,12 | 85,50 | 97,93 |

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; * 5% de probabilidade pelo teste de F, ns - não significativo - ¹ percentagem em relação a $\hat{\sigma}_p^2$

TABELA 6 - Estimativas da variância genética entre populações (σ^2_P), variância da interação população x época ($\sigma^2_{P \times E}$) e estimativa da correlação (r) entre as médias ajustadas das populações de uma época para outra e contribuição da parte complexa na interação (C%) para o caráter produtividade de grãos. Lavras e Patos de Minas - MG. 1996/97.

| | | LAVRAS | | PATOS DE MINAS | |
|----------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | E ₂ | E ₃ | E ₂ | E ₃ |
| | σ^2_P | 354.450,38 | 332.456,84 | 270.594,00 | 317.898,26 |
| E ₁ | $\sigma^2_{P \times E}$ | 15.289,29 | 30.028,73 | 56.320,37 | 72.442,45 |
| E ₂ | σ^2_P | | 216.596,85 | | 570.443,39 |
| | $\sigma^2_{P \times E}$ | | 28.901,18 | | 112.986,16 |
| | r | 0,66** | 0,71** | 0,72** | 0,71** |
| E ₁ | C% | 50,3 | 41,4 | 28,6 | 24,5 |
| E ₂ | r | | 0,54** | | 0,90** |
| | C% | | 67,8 | | 30,0 |

E₁- Primeira época de semeadura; E₂ - Segunda época e E₃- Terceira época

** Significativo a 1% de probabilidade

Verifica-se que houve correlação positiva e significativa entre as populações em todas as épocas, duas a duas, nos dois locais, embora, para algumas situações, estas estimativas tenham sido de menor magnitude. A participação da parte complexa na interação PxE é mostrada em porcentagem para todas as combinações. De maneira geral, houve maior predominância da parte simples para a maioria das interações duas a duas, exceto para E₁ vs E₂ e E₂ vs E₃ em Lavras, onde a parte complexa representou 50,3% e 67,8% da interação, respectivamente. Esses resultados foram coerentes com as estimativas

de correlação que foram mais baixas para estas duas situações. Assim, pode-se inferir que os efeitos da interação PxE foram mais pronunciados em Lavras, provavelmente, o efeito de época sobre estas populações tenha ocorrido devido às características como: fertilidade do solo, preparo de solo, temperatura e distribuição das chuvas, além da diferença de ciclo entre as populações.

Em Patos de Minas, houve maior predominância da parte simples na interação PxE. Esse fato pode ser constatado tanto pelos resultados da correlação, quanto pelas estimativas da variância da interação PxE (σ^2_{PxE}), que representou pouco da variância genética de populações (σ^2_P). A predominância da parte simples na interação, facilita o trabalho do melhorista, pois permite selecionar materiais que tenham uma boa performance nos vários ambientes avaliados, já a presença da parte complexa indica que se deve selecionar materiais específicos para cada ambiente.

A interação locais x épocas mostrada na Tabela 5 foi significativa para os três caracteres avaliados, indicando que as diferentes épocas de semeadura foram afetadas pelas características dos locais. Para produtividade de grãos, a estimativa da variância da interação LxE (σ^2_{LxE}) foi bastante pronunciada, representando 39,47% da variância genética de populações (σ^2_P). O efeito desta interação pode ser observado analisando as médias das populações apresentadas nas Tabelas de 2 a 4. Observa-se que à medida que se atrasou a época de semeadura em Lavras, a média das populações diminuiu, passando de 3171 kg/ha para 2294 kg/ha. Em Patos de Minas aconteceu o contrário, a média foi maior (3052 kg/ha) quando a semeadura foi realizada mais tarde (E₃). Esses resultados ressaltam a discrepância das condições ambientais existentes nestes dois locais, cujas características já foram comentadas anteriormente.

Foi feito um estudo de regressão da produtividade de grãos das populações segregantes em função da época de semeadura, dentro de cada local. Para Lavras,

obteve-se a seguinte equação $y = 3641 - 438x$, em que este modelo explicou 98,5 % (R^2) da variação da produtividade de grãos entre as três épocas de semeadura. A equação encontrada para Patos de Minas foi $y = 2141 + 328x$, havendo um ajuste de 87,0% (R^2). Esses resultados reforçam o que foi comentado anteriormente, ou seja, o comportamento das populações nas diferentes épocas de semeadura foi afetado pelas diferenças ambientais entre os dois locais.

O estudo dos parâmetros genéticos e fenotípicos também contribuiu para melhorar a eficiência da avaliação do potencial genético das populações segregantes (Tabela 5). Observando a referida tabela, nota-se que os resultados são satisfatórios para CV_g , as estimativas de h^2 foram altas e os valores de b superiores a 1, exceto para altura de plantas, o que mostra uma situação muito favorável para seleção. Uma maneira de aumentar o êxito da seleção simultânea de caracteres, seria a utilização do índice de seleção, que permite combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental, de modo que seja possível a seleção com base em um complexo de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico (Cruz e Regazzi, 1994). Na cultura do arroz, vários autores já obtiveram resultados significativos utilizando índice de seleção (Morais, 1992; Rodrigues, 1995; Morais, Castro e Sant'ana, 1997; Rangel, Zimmermann e Neves, 1998).

Para melhorar a eficiência da predição do potencial produtivo das populações segregantes neste trabalho, foi feita uma avaliação da produção por planta, dentro de cada população, com intuito de aplicar a metodologia de Jinks e Pooni (1976). Essa metodologia tem como objetivo obter a probabilidade de se conseguir linhagens que superem um valor padrão ou uma cultivar padrão. Para isso, considerou, como padrão, $\bar{L}=18,0$ g/planta, pois a média da cultivar padrão (Guarani-15,42 kg/ha) obtida neste trabalho foi inferior à maior média encontrada entre as populações (17,02 kg/ha). Vários autores aplicaram esta metodologia em

outras culturas, como soja (Triller, 1994) e feijão (Otubo et al., 1996 e Abreu, 1997). Para a cultura do arroz não existem referências sobre a sua utilização.

É oportuno salientar que, para a aplicação desta metodologia, considera-se que a média da F_m representa a média das linhagens na F_2 (Jinks e Pooni, 1976); para que isso seja válido, é necessário que haja a predominância da ação gênica aditiva. Em arroz, observa-se uma predominância deste tipo de ação gênica para caracteres quantitativos (Lopes, 1984), sendo a ação não-aditiva observada em alguns casos, mas em menores magnitudes (Ahmad et al., 1986 e Moraes, 1992). Logo, neste trabalho não foram considerados os efeitos de dominância em nenhuma das gerações avaliadas.

Na Tabela 7, encontram-se os resultados referentes à média geral das populações, a média por planta, variância genética, fenotípica e ambiental, herdabilidade ao nível de indivíduos e os valores de Z com suas respectivas porcentagens, que indicam a probabilidade de extrair linhagens superiores em uma determinada população. Observa-se que as populações que mais se destacaram em produtividade de grãos foram CNAx 5901, CNAx 5496, CNAx 6106 e CNAx 6001, com médias variando de 3593 a 3334 kg/ha. As populações que apresentaram o pior desempenho médio foram a CNAx 6063 e CNAx 6102, cujas médias foram de 1859 e 1269 kg/ha, respectivamente. Observa-se que a média da cultivar Guarani (3855 kg/ha) foi superior à média de todas as populações. Este é um material que apresenta um potencial produtivo muito bom e também um comportamento muito estável (Tabela 8). No estado de Minas Gerais, foi uma das cultivares mais plantadas; uma desvantagem encontrada nesta cultivar seria a de que os grãos não são classificados como agulhinha.

Merece ser destacado, o comportamento médio das populações em relação ao número de genitores envolvidos no cruzamento para sua formação e a geração em que as populações encontravam-se no presente trabalho. Pôde-se notar que

estes dois fatores não foram determinantes no desempenho final das populações, ou seja, as três melhores populações representavam tanto cruzamentos múltiplos como biparental e também as três gerações (F_3 , F_4 e F_5) estudadas. Esse resultado reforça o fato de que um cruzamento biparental pode ser tão promissor quanto um cruzamento múltiplo, desde que os genitores sejam bem escolhidos e a população segregante bem conduzida. Os cruzamentos biparentais que mais se destacaram neste trabalho foram CNAx 4442-6-1-B-1 X 4001.BC 92.93 e CNA 8200 X IAC 1203, sendo identificados como populações CNAx 6001 e CNAx 6106, respectivamente.

Em relação às médias de produção de grãos por planta, verifica-se que houve uma variação grande entre as populações, sendo que, para a população CNAx 6102, a média foi de 8,18 g/planta e para a população CNAx 5496, foi de 17,02 g/planta. A correlação encontrada entre a média geral da população e a média por planta de cada população foi de 0,77**, indicando que, de maneira geral, as plantas amostradas aleatoriamente dentro das populações refletiram a média geral da população. Já a variância genética de cada população correlacionou-se negativamente com a média geral das populações (-0,62**), ou seja, médias altas coincidiram com variâncias genéticas baixas; isso dificulta a seleção que tenta conciliar altas variâncias genéticas com altas médias. Normalmente, pode haver a ocorrência de erros associados às estimativas da variância genética (Vello e Vencovsky, 1974), principalmente para variância a nível de indivíduo. Assim, há necessidade de se tomar certos cuidados ao se utilizar esses parâmetros, principalmente no que se refere aos resultados esperados e os observados com a seleção.

Nesse sentido, a metodologia de Jinks e Pooni (1976) poderia auxiliar o melhorista no processo de seleção, uma vez que leva em consideração os dois parâmetros média e variância. Veja que os resultados encontrados neste trabalho

em relação à probabilidade de extrair linhagens superiores de uma determinada população indicam como mais promissora a população CNAx 5496 (42,47%), destacando-se também entre outras a população CNAx 6001 (20,33%). Estas duas populações estão entre as mais produtivas citadas anteriormente. Por outro lado, as populações menos promissoras foram CNAx 5995 (8,08%), CNAx 6065 (6,94%), CNAx 6063 (8,08%) e CNAx 6102 (4,27%) e, coincidentemente, as duas últimas apresentaram as menores médias (Tabela 7):

Estas observações podem ser corroboradas pela correlação encontrada entre a média geral da população e o valor de Z, $r=-0,53^{**}$ e entre a média por planta da população e o valor de Z, $r=-0,91^{**}$; é importante esclarecer que valores menores de Z correspondem a valores altos de probabilidade. Esses resultados confirmam o que vários autores citam, ou seja, a média é um bom referencial para selecionar os materiais superiores, sendo também uma medida fácil de se obter, principalmente para a cultura do arroz, em que a análise individual é dificultada, devido ao intenso perfilhamento, impossibilitando a identificação de uma planta no meio de vários perfilhos.

TABELA 7 - Média da população, média por planta, variâncias (genética, ambiental e fenotípica), valor de Z para $\bar{L}=18,0$ g/planta e suas respectivas probabilidades (%), para o caráter produtividade de grãos. Lavras e Patos de Minas-MG. 1996/97.

| População (geração) | Média (kg/ha) | \bar{F}_n (g/planta) | σ^2_G | σ^2_B | σ^2_{Fn} | h^2 | Z ($\bar{L}=18,0$) | P(%) |
|-----------------------------|---------------|------------------------|--------------|--------------|-----------------|-------|----------------------|-------|
| Guarani | 3855 | 15,42 | - | 25,51 | 25,21 | - | - | - |
| CNAx 5901 (F ₄) | 3593 | 13,84 | 1,32 | 22,13 | 20,81 | 6,34 | 0,92 | 17,88 |
| CNAx 5496 (F ₂) | 3551 | 17,02 | 4,20 | 22,21 | 26,42 | 15,90 | 0,19 | 42,47 |
| CNAx 6106 (F ₃) | 3440 | 13,66 | 1,65 | 20,94 | 19,29 | 8,55 | 0,99 | 15,11 |
| CNAx 6001 (F ₃) | 3334 | 13,09 | 6,57 | 22,10 | 28,67 | 22,92 | 0,87 | 20,33 |
| CNAx 5939 (F ₄) | 3085 | 12,71 | 5,90 | 19,27 | 25,17 | 23,44 | 1,04 | 14,92 |
| Canastra | 3045 | 13,36 | - | 27,22 | 27,22 | - | - | - |
| CNAx 5983 (F ₄) | 3001 | 14,53 | 1,29 | 25,12 | 26,41 | 4,88 | 0,67 | 25,14 |
| CNAx 6062 (F ₃) | 2929 | 13,43 | 4,69 | 22,59 | 27,28 | 17,19 | 0,84 | 20,05 |
| CNAx 5482 (F ₃) | 2921 | 13,61 | 12,09 | 22,19 | 34,28 | 35,27 | 0,74 | 22,96 |
| CNAx 5500 (F ₃) | 2910 | 13,43 | 3,88 | 22,96 | 26,84 | 14,46 | 0,88 | 18,94 |
| CNAx 6090 (F ₃) | 2844 | 12,82 | 7,12 | 19,41 | 26,53 | 26,84 | 0,95 | 17,11 |
| CNAx 5945 (F ₄) | 2775 | 13,95 | 7,25 | 23,91 | 31,16 | 23,27 | 0,71 | 23,89 |
| CNAx 5493 (F ₃) | 2724 | 14,85 | 18,83 | 28,93 | 47,75 | 39,43 | 0,45 | 32,64 |
| CNAx 5987 (F ₄) | 2722 | 13,54 | 11,81 | 20,44 | 32,25 | 36,62 | 0,77 | 22,06 |
| CNAx 5883 (F ₄) | 2709 | 12,78 | 9,68 | 18,71 | 28,39 | 34,10 | 0,96 | 16,85 |
| CNAx 5494 (F ₃) | 2652 | 12,34 | 14,49 | 16,79 | 31,27 | 46,34 | 1,00 | 15,86 |
| CNAx 6067 (F ₃) | 2603 | 12,26 | 1,39 | 19,93 | 21,32 | 6,52 | 1,21 | 11,31 |
| CNAx 5996 (F ₃) | 2591 | 14,15 | 9,40 | 26,95 | 36,35 | 25,86 | 0,61 | 27,09 |
| CNAx 5995 (F ₃) | 2425 | 10,79 | 7,97 | 15,46 | 23,43 | 34,02 | 1,40 | 8,08 |
| CNAx 6190 (F ₃) | 2346 | 13,93 | 14,64 | 21,80 | 36,44 | 40,18 | 0,63 | 26,43 |
| CNAx 5949 (F ₄) | 2221 | 12,73 | 17,80 | 19,35 | 37,14 | 47,93 | 0,84 | 20,04 |
| CNAx 6065 (F ₃) | 2115 | 10,27 | 10,72 | 12,82 | 23,54 | 45,54 | 1,48 | 6,94 |
| CNAx 6063 (F ₃) | 1859 | 10,82 | 6,70 | 16,84 | 23,54 | 28,46 | 1,40 | 8,08 |
| CNAx 6102 (F ₃) | 1269 | 8,18 | 18,42 | 7,78 | 26,20 | 70,31 | 1,72 | 4,27 |

Considerando a média e a variância dos materiais, deve-se dar prioridade à média uma vez que alguns materiais apresentavam altas variâncias, mas as médias foram muito baixas; o que mostrou maior eficiência da média foi a correlação negativa e significativa com o valor de Z , pois quanto menor o valor de Z , maior é a probabilidade de selecionar as linhagens superiores na F_{∞} . A variância genética a nível de indivíduo é uma estimativa passível de erros. Além disso, neste trabalho, não se mostrou um bom preditor do potencial genético das populações. Logo, a h^2 não poderia ser recomendada neste trabalho, uma vez que esta se correlacionou negativamente com as médias e não apresentou correlação com o Z .

Para que possa haver confirmação da eficiência deste método de seleção, ou seja, certificar-se que as melhores populações originarão as melhores famílias, o passo seguinte deste trabalho foi selecionar duas populações que apresentassem o melhor desempenho médio e duas com o pior desempenho. No caso das melhores, foram escolhidas as populações CNAx 5496 e CNAx 6001 por apresentarem médias altas, apesar da variância genética ser intermediária e também apresentar, respectivamente, uma probabilidade de 42,47 e 20,33% de se obter linhagens superiores. As duas piores foram CNAx 6102 e CNAx 6063 que mostraram média baixa, mas exibiram variância alta e intermediária, respectivamente. Quanto à probabilidade de obtenção de linhagens superiores destes materiais, observa-se que foram de 8,08 e 4,27%, respectivamente. Os resultados das avaliações das famílias destas populações serão comentados no próximo capítulo.

Amicchiarico (1992) propôs uma metodologia que permite um estudo mais detalhado sobre a estabilidade destas populações. Estima-se um índice de confiança que considera o “risco” de uma determinada população apresentar desempenho abaixo de um dado padrão, como, por exemplo, a média dos materiais

avaliados. Essa metodologia foi empregada neste trabalho, uma vez que o número de ambientes (locais e épocas) foram considerados razoáveis.

Os valores obtidos pelo método proposto por Amicchiario (1992) são apresentados na Tabela 8. Observando os valores de $I(i)$, pode-se relatar que somente as populações CNAx 5496, CNAx 5901, CNAx 6106, CNAx 6001, CNAx 6062 e a testemunha Guarani possuem 85% de probabilidade de, na pior das hipóteses, apresentarem produtividade 14,8, 15,1, 11,4, 3,2, 1,1 e 11%, respectivamente, superior à média do ambiente, sendo, portanto, constituídas de materiais mais estáveis frente as oscilações ambientais. Nota-se que as duas populações (CNAx 5496 e CNAx 6001) escolhidas como melhores estão incluídas entre os materiais mais estáveis. Do mesmo modo, as populações escolhidas como as piores (CNAx 6102, CNAx 6063) foram as menos estáveis, pois apresentaram 85% de probabilidade de, na pior das hipóteses, apresentarem produtividade em torno de 60 e 42%, inferior à média do ambiente.

TABELA 8 - Resultado da análise de estabilidade pelo método de Anicchiario (1992) para as populações de arroz de sequeiro avaliadas em Lavras e Patos de Minas em três épocas distintas de semeadura. 1996/97

| Populações | Média | I(i) ^a | Desvio padrão | Média (%) |
|------------|---------|-------------------|---------------|-----------|
| CNAx 5482 | 2921,33 | 85,00 | 20,60 | 106,34 |
| CNAx 5493 | 2723,98 | 91,83 | 5,97 | 98,02 |
| CNAx 5494 | 2652,17 | 85,31 | 10,15 | 95,83 |
| CNAx 5496 | 3550,77 | 114,80 | 11,90 | 127,13 |
| CNAx 5500 | 2909,75 | 93,05 | 10,88 | 104,33 |
| CNAx 5883 | 2708,60 | 80,19 | 17,24 | 98,06 |
| CNAx 5901 | 3593,05 | 115,12 | 13,15 | 128,75 |
| CNAx 5939 | 3084,85 | 98,72 | 11,09 | 110,21 |
| CNAx 5945 | 2775,45 | 88,67 | 11,15 | 100,23 |
| CNAx 5949 | 2221,48 | 69,37 | 10,58 | 80,34 |
| CNAx 5983 | 3001,12 | 97,69 | 9,44 | 107,48 |
| CNAx 5987 | 2722,38 | 80,93 | 17,75 | 99,33 |
| CNAx 6190 | 2346,48 | 75,27 | 9,55 | 85,16 |
| CNAx 5995 | 2424,60 | 66,61 | 19,10 | 86,41 |
| CNAx 5996 | 2590,93 | 82,35 | 10,14 | 92,86 |
| CNAx 6067 | 2602,52 | 85,33 | 7,85 | 93,46 |
| CNAx 6090 | 2843,57 | 90,45 | 11,42 | 102,28 |
| CNAx 6102 | 1268,83 | 39,93 | 5,91 | 46,05 |
| CNAx 6106 | 3439,63 | 111,43 | 11,54 | 123,39 |
| CNAx 6001 | 3333,82 | 103,18 | 14,95 | 118,67 |
| CNAx 6062 | 2929,32 | 101,09 | 4,41 | 105,67 |
| CNAx 6063 | 1858,78 | 57,75 | 8,74 | 66,82 |
| CNAx 6065 | 2114,55 | 62,52 | 13,40 | 76,42 |
| Guarani | 3855,10 | 110,98 | 25,25 | 137,14 |
| Canastra | 3045,38 | 89,41 | 19,51 | 109,63 |

^a Nível de significância - 0,15

I(i)- índice de confiança

4 CONCLUSÕES

- A predição do potencial genético das populações segregantes de arroz utilizando a metodologia de Jinks e Pooni (1976) mostrou ser uma alternativa eficiente na escolha das populações mais promissoras.
- A presença da interação populações segregantes x época de semeadura e locais X épocas de semeadura mostrou a necessidade de avaliar os materiais em mais de um ambiente.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. de F.B. Predição do potencial genético de populações segregantes do feijoeiro utilizando genitores inter-raciais. Lavras: UFLA, 1997. 80p.(Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- AHMAD, L; ZAKRI, A.H.; JALANI, B.S.; OMAR, D. Detection of additive and nonadditive variation in rice. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Rice genetics: proceedings of the International Rice Genetics Symposium. Los Baños, 1986. p. 555-564.
- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. Journal Genetic and Breeding, Lodi, v.46, n.3, p.269-278, sept. 1992.
- CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação genótipo x ambiente em partes simples e complexa. Revista Ceres, Viçosa, v.38, n.219, p.422-430, set./out. 1991.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária., 1994. 390p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de pesquisa em arroz. 1ª. aproximação. Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1977. 106p.
- JINKS, J.L.; POONI, H.S. Predicting the properties of recombinant inbred lines derived by single seed descent. Heredity, Edinburgh, v.36, n.2, p.243-266, 1976.
- LOPES, A. M. Análise genética dos componentes de produção num dialelo entre seis cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em dois regimes hídricos. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1984. 135p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de plantas).
- MELO, L.C. Escolha de genitores visando a obtenção de cultivares de feijoeiro tolerantes à baixa temperatura na fase adulta. Lavras: UFLA, 1996. 80p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).
- MORAIS, O.P. Análise multivariada da divergência genética dos progenitores, índices de seleção e seleção combinada numa população de arroz oriunda de intercruzamentos, usando macho-esterilidade. Viçosa,

- UFV, 1992. 251p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de plantas).
- MORAIS, O.P.; CASTRO, E. da M. de.; SANT'ANA, E.P. Selección Recurrente en Arroz de Secano en Brasil. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Selección Recurrente en Arroz. Cali, Colômbia, 1997. 240p.
- MORAIS, O.P.; SILVA, J.C.; VIEIRA, C.; SOARES, P.C.; GALVÃO, J.D. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa*) irrigado em Minas Gerais. Revista Ceres, Viçosa, v.28, n.146, p. 150-158, mar./abr. 1981.
- MORAIS, O.P.; SOARES, P. C.; SILVA, J.C.; VIEIRA, C. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de onze variedades de arroz de sequeiro no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.17, n.5, p.721-728, maio 1982.
- OTUBO, S.T.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B.; SANTOS, J.B.dos. Genetic control of low temperature tolerance in germination of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Euphytica, Wageningen, v.89, p. 313-317, 1996.
- OTUBO, S.T. Controle genético da tolerância do feijoeiro à baixas temperaturas na fase de germinação. Lavras: UFLA. 1994. 51p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas)..
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.
- RANGEL, P.H.N.; ZIMMERMANN, F.J.P.; NEVES, P.C.F. Estimativas de parâmetros genéticos e resposta à seleção nas populações de arroz irrigado CNA-IRAT 4PR e CNA-IRAT 4ME. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.33, n.6, p.905-912, jun. 1998.
- RODRIGUES, R.E.S. Estimação de parâmetros genéticos e de respostas à seleção na população de arroz irrigado CNA 1. Goiânia: UFG, 1995. 69p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).
- SANTOS, P.G. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em populações segregantes de arroz irrigado por inundação. Lavras: UFLA. 1996. 72p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).

SNAPE, J.W. Predicting the frequencies of transgressive segregants for yield and yield components in Wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, New York, v.62, n.2, p.127-134, 1982.

TOLEDO, J.F.F. de. Biometrical studies of inbred lines and their hibrids. Birmingham: University of Birmingham, 1986. 139p. (P.h.D. Thesis)

TOLEDO, J.F.F. de. Predicting the inbreeding and the outcrossing potencial of soybean (*Glycine max* L.) varieties. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.10, n.3, p.543-558, sept.1987.

TOLEDO, J.F.F. de. Quantitative genetics in soybean breeding. In: **CONFERÊNCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION IN SOJA**, 4, 1989, Buenos Aires, 1989. p. 909-914.

TRILLER, C. Previsão do potencial genético de cruzamentos em soja pela geração F₃. Londrina: UEL/EMBRAPA/IAPAR, 1994. 133p. (Tese - Mestrado em Genética e Melhoramento).

VELLO, N.A.; VENCOVSKY, R. Variâncias associadas as estimativas de variância genética e coeficiente de herdabilidade. In: **ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIS DE QUEIROZ"**. Relatório científico de 1974. Piracicaba: ESALQ, 1974. p.238-248. (Relatório, 8).

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.



CAPÍTULO 2

**DESEMPENHO DE FAMÍLIAS EXTRAÍDAS DE POPULAÇÕES
DIVERGENTES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS**

RESUMO

SANTOS, Patrícia Guimarães. Desempenho de famílias extraídas de populações divergentes de arroz de terras altas.

A avaliação do desempenho de famílias extraídas de populações segregantes é uma fase muito importante dentro de um programa de melhoramento, sendo fundamental que elas sejam testadas em experimentos com repetição e em vários ambientes. Desse modo, foi realizado o presente trabalho para analisar o desempenho de famílias de arroz derivadas de populações divergentes avaliadas em diferentes épocas de semeadura e locais, no ano agrícola 1996/97. As famílias avaliadas foram extraídas das populações CNAx 5496, CNAx 6001, CNAx 6063 e CNAx 6102. Avaliaram-se 100 famílias de cada população, juntamente com cinco tratamentos comuns, originando um látice 20 x 20 com três repetições, analisado em Lavras e Patos de Minas, em 1997/98. No ano agrícola seguinte (98/99), foram avaliadas as dez melhores e as dez piores famílias de cada população, visando confirmar a superioridade das famílias das populações CNAx 5496 e CNAx 6001. O delineamento utilizado foi um látice 9 x 9 com três repetições. De maneira geral, pelos resultados obtidos nos dois anos agrícolas, pode-se afirmar que as duas populações selecionadas em 1996/97 como mais promissoras originaram as melhores famílias. Assim, em um programa de melhoramento como este, seria vantajoso realizar um maior número de cruzamentos, originando mais populações segregantes, selecionar as melhores e concentrar os esforços na avaliação das famílias dessas populações superiores. Esses resultados também comprovam a eficiência da metodologia de Jinks e Pooni em selecionar as populações superiores.

ABSTRACT

SANTOS, Patrícia Guimarães. Performance of families derived of divergent upland rice populations

The evaluation of the performance of families extracted from segregating populations is a very important phase of an improvement program, it is fundamental to test in experiment with replications and in more than one environment. Thus, this work consisted in the evaluation of the families of rice of the populations CNAx 5496, CNAx 6001, CNAx 6063 and CNAx 6102. In this phase, 100 families from each population together with five common treatments giving rise to a 20 x 20 lattice with three replicates, analysed in Lavras and Patos de Minas were evaluated. In the next agricultural year (98/99), the ten best and the ten worst families of each population were evaluated, aiming to confirm the superiority of the populations CNAx 5496, CNAx 6001, the design utilized was a 9 x 9 lattice with three replications. In general, by the results obtained in the two agricultural years, it may be stated that the two populations selected in the year 1996/97 gave rise to the best families. So, in an improvement program like this, it would be advantageous to accomplish a larger number of crosses giving rise to further segregating populations, selecting the best ones and focusing the efforts in the evaluation of the families of those superior populations. Those results also corroborate the efficiency of Jinks and Pooni's method in selecting the superior populations.

1 INTRODUÇÃO

Na cultura do arroz, como acontece na maioria das espécies cultivadas, há milhares de linhagens nos bancos de germoplasma. Assim, existem infinitas possibilidades de cruzamentos dessas linhagens, seja em combinações duas a duas ou em cruzamentos múltiplos, tornando impossível aos melhoristas manusearem todas elas.

Considerando que, em qualquer programa de melhoramento, o número de famílias a serem avaliadas é limitado, um questionamento que frequentemente ocorre entre os pesquisadores é sobre qual a melhor opção, avaliar um pequeno número de famílias do maior número possível de populações segregantes ou avaliar um grande número de famílias de uma quantidade restrita de populações.

Procurando responder a esse questionamento, alguns trabalhos de simulação foram realizados mostrando ser mais vantajoso avaliar um menor número de famílias do maior número possível de populações (Baker, 1984; Fouilloux e Bannerot, 1988). Contudo, nesses trabalhos foram consideradas estimativas de h^2 igual a 100%, o que normalmente não ocorre para a quase totalidade dos caracteres de importância econômica. Nesse contexto, pesquisas foram realizadas sob condições de campo com a cultura do feijoeiro (Ferreira, 1998) e milho (Pinto, 1996), que mostraram ser necessária a avaliação de um maior número de famílias de cada população, especialmente se a h^2 do caráter é baixa.

Do exposto, a melhor opção para os melhoristas seria obter o maior número de populações possíveis, avaliá-las precocemente, nas gerações F_2 , F_3 e F_4 , e concentrar os esforços nas avaliações de um maior número de famílias das melhores populações. Para que esse procedimento seja efetivo, é necessário que a decisão sobre a escolha das melhores populações segregantes seja criteriosa. Para

isso, existem vários procedimentos (Jinks e Pooni, 1976 e Abreu, 1997). Contudo, especialmente na cultura do arroz, eles não foram devidamente comprovados, e mais ainda, não foi verificado o possível efeito da interação populações x ambientes (locais, época de semeadura) na seleção precoce das populações.

Desse modo, foi realizado o presente trabalho para avaliar o desempenho de famílias derivadas de populações com comportamento divergente e comprovar a eficiência da seleção precoce utilizando a metodologia de Jinks e Pooni (1976).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material avaliado

As populações com o melhor desempenho selecionadas no ano agrícola 1996/97 foram a CNAx 5496 e CNAx 6001, que apresentaram médias altas apesar da variância genética ser intermediária e também uma probabilidade de 42,47 e 20,33%, respectivamente, de se obter linhagens superiores. As duas piores foram CNAx 6102 e CNAx 6063, que mostraram média baixa, mas exibiram variância alta e intermediária e uma probabilidade de 8,08 e 4,27%, respectivamente, de obtenção de linhagens superiores. Em cada uma delas, foram amostradas, aleatoriamente, 100 plantas, originando 400 famílias. Estas foram multiplicadas no município do Formoso do Araguaia no Estado do Tocantins, no período de maio a setembro de 1997, visando aumentar o número de sementes para dar continuidade ao trabalho em 1997/98. As famílias da população CNAx 5496 encontravam-se na geração F₆ e as famílias das outras três populações foram avaliadas na geração F₄.

Assim, no ano agrícola de 1997/98, as 400 famílias foram avaliadas em Lavras-MG e Patos de Minas-MG, em um látice 20 x 20: adicionalmente, em cada bloco foi colocada uma amostra de cada uma das quatro populações, que deram origem às famílias e mais à cultivar Canastra, como tratamentos comuns.

A semeadura foi realizada no dia 18 de novembro, em Lavras-MG, e no dia 25 de novembro, em Patos de Minas-MG. As parcelas foram constituídas de duas linhas de 1,5 metros de comprimento, espaçadas de 40 cm entre si, utilizando-se 90 sementes por metro linear. A adubação de plantio constou de 400 kg/ha da fórmula 4-30-16 + Zn e, em torno de 45 dias após a semeadura, procedeu-se a adubação de cobertura com uma aplicação de 150 kg/ha de sulfato

de amônio. Os experimentos foram submetidos à irrigação por aspersão sempre que ocorriam períodos prolongados de estiagem. Os tratos culturais foram os normais para a cultura do arroz de sequeiro.

Os caracteres avaliados foram: altura de plantas (cm), florescimento (dia), incidência de doenças: brusone do pescoço e mancha de grãos e produtividade de grãos (kg/ha). As avaliações destes caracteres foram feitas de acordo com o Manual de Métodos de Pesquisa em Arroz da Embrapa Arroz e Feijão (EMBRAPA, 1977).

No ano agrícola seguinte (98/99), foram avaliadas as dez melhores e as dez piores famílias quanto à produtividade de grãos de cada população, totalizando 80 tratamentos, os quais foram analisados juntamente com a testemunha Canastra. O delineamento utilizado foi um látice 9x9 com três repetições, com parcelas de duas linhas de 2 m de comprimento, espaçadas de 40 cm entre si. O plantio foi realizado nos dias 13 e 26 de novembro em Lavras e Patos de Minas, respectivamente. As adubações e as irrigações realizadas foram as mesmas do ano anterior, bem como os caracteres avaliados.

2.2 Análise estatística dos dados

Procedeu-se a análise de variância individual para cada caráter avaliado, nos dois anos agrícolas e nos dois locais, considerando os efeitos de tratamentos como sendo aleatório. Utilizou-se o seguinte modelo estatístico para o delineamento em látice com tratamentos em comum:

$$y = m + t_i + r_j + b_{(j)k} + \bar{e}_{ijk}$$

Y_{ijk} : observação do i -ésimo tratamento no k -ésimo bloco da j -ésima repetição

m : média geral

t_i : efeito do i -ésimo tratamento ($i= 1,2,\dots,v'$)

r_j : efeito da j -ésima repetição ($j= 1,2,\dots,j$)

b_{0k} : efeito do k -ésimo bloco dentro da j -ésima repetição ($k=1,2,\dots,k$)

\bar{e}_{ijk} : erro experimental associado à observação Y_{ijk} .

obs: o efeito de t_i envolve t_s ($s=1,2,\dots,v$) e $t_{s'}$ ($s'= 1,2,\dots,c$), que são os efeitos dos tratamentos regulares e comuns, respectivamente, sendo $v'= v + c$ ($v=400$ e $c=5$).

Posteriormente, foi efetuada a análise de variância conjunta para cada ano agrícola, envolvendo os dois locais. No modelo estatístico, consideraram-se os efeitos de tratamentos como aleatórios e locais, como fixos.

A partir das esperanças dos quadrados médios, foram estimados os componentes de variância e os parâmetros genéticos e fenotípicos, segundo Vencovsky e Barriga (1992). Para a estimativa da herdabilidade das famílias avaliadas em 1997/98, foram estimados os limites inferior e superior dos intervalos de confiança ao nível de probabilidade $1-\alpha = 0,95$ (Knapp, Stroup e Ross, 1985), com base na análise conjunta:

$$LI = \left\{ 1 - \left[\left(\frac{Q_{trat}}{Q_{erro}} \right) \cdot F_{1-\alpha/2; gl_{erro}, gl_{trat}} \right]^{-1} \right\}$$

em que:

$F_{1-\alpha/2; gl_{erro}, gl_{trat}}$: valor da distribuição de F para os graus de liberdade gl_{erro} e gl_{trat} , tal que a probabilidade de exceder este valor é de $1 - \alpha/2$.

$$I.S = \left\{ 1 - \left[\left(\frac{Q_{trat}}{Q_{erro}} \right) F_{\alpha/2; g_{erro}, g_{trat}} \right]^{-1} \right\}$$

em que:

$F_{\alpha/2; g_{erro}, g_{trat}}$: valor da distribuição de F para os graus de liberdade g_{erro} e g_{trat} , tal que a probabilidade de exceder este valor é de $\alpha/2$.

Para estudar o efeito de local e anos sobre as famílias, foi realizada uma análise de variância conjunta somente com os 80 materiais em comum, ou seja, os dez melhores e os dez piores de cada população que foram avaliados nos dois anos agrícolas e nos dois locais. Para isso, o efeito de anos e locais foram considerados como fixo e de tratamentos aleatório.

2.3 Avaliação da eficiência da seleção

Em virtude de terem sido avaliadas 80 famílias (20 de cada população) por dois anos, realizou-se um estudo da eficiência da seleção por meio das seguintes estimativas:

- a) Herdabilidade realizada para as famílias de cada população, segundo procedimento apresentado por Fehr (1987) e Ramalho, Santos e Zimmermann (1993) e utilizando os dados médios das gerações.

$$h_{ij}^2 = \frac{GS_j / m_j}{ds_i / m_i} \quad \text{em que:}$$

GS_j : desempenho na geração j das dez famílias selecionadas na geração i, menos a média geral das 20 famílias da geração j;

ds_i : diferencial de seleção, ou seja, a média das dez famílias selecionadas na geração i menos a média geral das 20 famílias dessa geração;

m_i e m_j : médias das 20 famílias nas gerações i e j , respectivamente.

i : geração em que foi feita a seleção das dez famílias mais produtivas e das dez menos produtivas

j : geração em que as famílias selecionadas de cada população foram avaliadas

b) Ganho com a seleção das famílias mais e menos produtivas de cada população, utilizando a seguinte expressão:

$GS(\%) = [(Média das dez famílias, mais produtivas ou menos produtivas, selecionadas na geração i , avaliadas na geração j - média geral das 80 famílias avaliadas na geração j) / (média geral das 80 famílias da geração j) x 100]$.

c) Correlação entre o desempenho fenotípico das famílias na geração i e o desempenho genotípico na geração j (r_{FGj}), segundo expressão apresentada por Bernardo (1991):

$$r_{FGj} = r_{GG} \sqrt{h_i^2}, \text{ em que:}$$

r_{GG} : correlação genética, que é função apenas do coeficiente de endogamia (I)

nas gerações consideradas, isto é, $r_{GG} = \sqrt{\frac{(1+I_i)}{(1+I_j)}}$;

h_i^2 : herdabilidade do caráter na geração i , quando é efetuada a seleção.

Cabe esclarecer que o coeficiente de endogamia (I) foi diferente entre as famílias de cada população. Assim, foram adotados os seguintes coeficientes de endogamia

1 - Para as famílias da população CNAx 5496

$$I_6 = 15/16 \text{ e } I_7 = 31/32$$

2 - Para as famílias das populações CNAx 6001, CNAx 6102 e CNAx 6063:

$$I_4 = 3/4 \text{ e } I_5 = 7/8$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação das famílias no ano agrícola de 1997/98

Os resultados da análise de variância e os parâmetros estimados encontram-se nas Tabelas 1 e 2, para Lavras, e Tabela 3 para Patos de Minas. Observa-se que o coeficiente de variação ambiental (CV_e) para produtividade de grãos e altura de plantas em Lavras (Tabela 1), foi alto, bem superior aos normalmente encontrados em experimentos de campo com a cultura do arroz (Santos, 1996; Rangel, Zimmermann e Neves, 1998). Isto provavelmente está associado com o tamanho do experimento, em que variações na fertilidade de solo e estande desuniforme são comuns. Além do mais, práticas como irrigação, controle de plantas daninhas e adubação de cobertura, em uma área muito extensa, geralmente não são feitas com precisão, afetando os tratamentos e levando a altos valores de CV_e . Em Patos de Minas (Tabela 3), isto pôde ser confirmado, uma vez que neste ano agrícola houve um aumento de 52% do CV_e em relação ao CV_e médio dos experimentos de Patos de Minas-MG, do ano agrícola anterior (96/97).

Quanto à incidência de doenças avaliadas em Lavras (Tabela 2), os altos coeficientes de variação ambiental encontrados já eram esperados, isso porque a incidência dos patógenos na maioria das vezes não é uniforme na área experimental, contribuindo para reduzir a precisão na avaliação dessa característica.

TABELA 1 - Análise de variância para os caracteres produtividade de grãos (kg/ha), altura de plantas (cm) e florescimento (dia), avaliados em Lavras-MG, no ano agrícola de 1997/98.

| FV | GL | QM | | |
|---------------------|------|------------------------|------------------|---------------|
| | | Produtividade de grãos | Atura de plantas | Florescimento |
| Rep | 2 | 20.143.418,0 | 8.078,8 | 133,5 |
| Bloco d.rep | 57 | 4.965.112,8 | 696,6 | 464,1 |
| Trat.Ajust. | 404 | 1.761.461,6** | 303,0** | 226,5** |
| Trat.Reg. | | | | |
| intra | 399 | 1.302.588,6** | 294,7** | 179,1** |
| inter | 399 | 1.493.326,4** | 321,5** | 230,6** |
| Trat.Adic. | 4 | 30.222.043,9** | 1.014,5** | 4.953,3** |
| Erro intra | 1036 | 434.180,4 | 127,0 | 14,6 |
| Erro efetivo | 1036 | 452.916,0 | 131,0 | 15,0 |
| Média | | 2.134,42 | 87,81 | 83,93 |
| σ^2_G | | 436.181,87 | 57,36 | 70,49 |
| CV _o (%) | | 30,87 | 12,83 | 4,55 |
| CV _g (%) | | 31,00 | 8,60 | 10,00 |
| b | | 1,00 | 0,67 | 2,20 |
| h ² (%) | | 74,29 | 56,79 | 93,36 |

TABELA 2 - Análise de variância para notas de brusone do pescoço e mancha de grãos, avaliadas em Lavras-MG, no ano agrícola de 1997/98.

| FV | GL | QM | |
|---------------------|------|--------------------|-----------------|
| | | Brusone do pescoço | Mancha de grãos |
| Rep | 2 | 389,0 | 7,4 |
| Bloco d.rep | 57 | 7,4 | 17,0 |
| Trat.Ajust. | 404 | 3,4** | 8,1** |
| Trat.Reg. | | | |
| intra | 399 | 3,3** | 7,1** |
| inter | 399 | 3,6** | 8,5** |
| Trat.Adic. | 4 | 11,2** | 105,7** |
| Erro intra | 1036 | 1,3 | 1,7 |
| Erro efetivo | 1036 | 1,4 | 1,7 |
| Média | | 2,57 | 5,48 |
| σ^2_g | | 0,68 | 2,11 |
| CV _g (%) | | 44,87 | 23,49 |
| CV _s (%) | | 32,06 | 26,50 |
| b | | 0,71 | 1,13 |
| h ² (%) | | 59,61 | 78,63 |

TABELA 3 - Análise de variância para os caracteres produtividade de grãos (kg/ha), altura de plantas (cm) e florescimento (dia), avaliados em Patos de Minas-MG, no ano agrícola de 1997/98.

| FV | GL | QM | | |
|---------------------|------|------------------------|------------------|---------------|
| | | Produtividade de grãos | Atura de plantas | Florescimento |
| Rep | 2 | 154.393.710,0 | 16.775,5 | 217,4 |
| Bloco d.rep | 57 | 13.160.860,7 | 670,7 | 8.864,5 |
| Trat.Ajust. | 404 | 3.632.396,6** | 235,3** | 120,2** |
| Trat.Rcg. | | | | |
| intra | 399 | 3.192.062,0** | 216,1** | 97,1** |
| inter | 399 | 3.774.777,9** | 229,8** | 110,6** |
| Trat.Adic. | 4 | 43.538.980,4** | 2.205,1** | 2.272,9** |
| Erro intra | 1036 | 746.384,1 | 79,1 | 14,5 |
| Erro efetivo | 1036 | 780.595,5 | 82,5 | 15,1 |
| Média | | 3.608,84 | 103,55 | 92,78 |
| σ^2_G | | 950.600,43 | 50,93 | 35,03 |
| CV _e (%) | | 23,94 | 8,59 | 4,11 |
| CV _g (%) | | 27,02 | 6,89 | 6,38 |
| b | | 1,13 | 0,80 | 1,55 |
| h ² (%) | | 78,51 | 64,94 | 87,44 |

Os resultados das análises de variâncias mostraram também que houve diferenças significativas para os três caracteres avaliados para as seguintes fontes de variação: tratamento ajustado, tratamento regular (400 famílias) e tratamentos adicionais (população + testemunha), para os dois locais, indicando a variabilidade existente entre os materiais. Os valores encontrados para as estimativas do coeficiente de variação genético (CV_g), b e herdabilidade (h²) foram, de uma maneira geral, coerentes nos dois locais. Exceção pode ser feita para o caráter altura de plantas e incidência de brusone no pescoço, em que foram

relatadas estimativas de h^2 relativamente menores, indicando menor variabilidade e/ou maior influência do ambiente na manifestação desses caracteres.

Com relação às médias dos caracteres nos dois locais, observa-se que, para produtividade média de grãos, obtiveram-se valores maiores em Patos de Minas, o que tem ocorrido quase sempre quando se comparam os dois locais. Os materiais testados apresentaram-se mais altos e com ciclo mais longo em Patos de Minas, comparados com os resultados de Lavras. Quanto a esta associação, nem sempre existe uma coerência, pois são caracteres que dependem muito de fatores como: fertilidade do solo, temperatura e pluviosidade, além de outros como espaçamento e densidade de plantas.

A precipitação pluvial observada na Figura 2A mostra que em Patos de Minas ela foi maior e melhor distribuída do que em Lavras, principalmente nos meses de janeiro, fevereiro e março. Isto, sem dúvida, aliado aos fatores já comentados anteriormente, contribuiu para obtenção de melhores produtividades em Patos de Minas, tendo as plantas alcançado um maior desenvolvimento. Em relação à temperatura média ocorrida neste período (Figura 2A), notou-se que, de maneira geral, não houve muita diferença entre os dois locais; somente no mês de abril em Lavras, ocorreu uma redução no primeiro decêndio, isso provavelmente não influenciou o desenvolvimento das plantas que já estavam no período de colheita.

Quanto à média de incidência de brusone do pescoço e mancha de grãos, verifica-se que a ocorrência desta última foi alta, indicando a necessidade de selecionar materiais que sejam mais resistentes. Como este é um caráter que apresentou alta estimativa de h^2 (78,6%), infere-se que as chances de se obter sucesso com a seleção são grandes (Tabela 2).

A distribuição de frequência das famílias avaliadas no ano agrícola de 1997/98, para o caráter produtividade de grãos, é mostrada na Figura 1. A

variação foi de 2625 a 5250 kg/ha para as famílias da população CNAx 5496, considerada a melhor população; de 1361 a 3965 kg/ha para CNAx 6001; de 915 a 3162 kg/ha para CNAx 6102 e de 1216 a 4359 kg/ha para CNAx 6063. A maior amplitude de variação ocorreu nesta última população, o que está coerente com as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos obtidos para essa população (Tabelas 4 e 5).

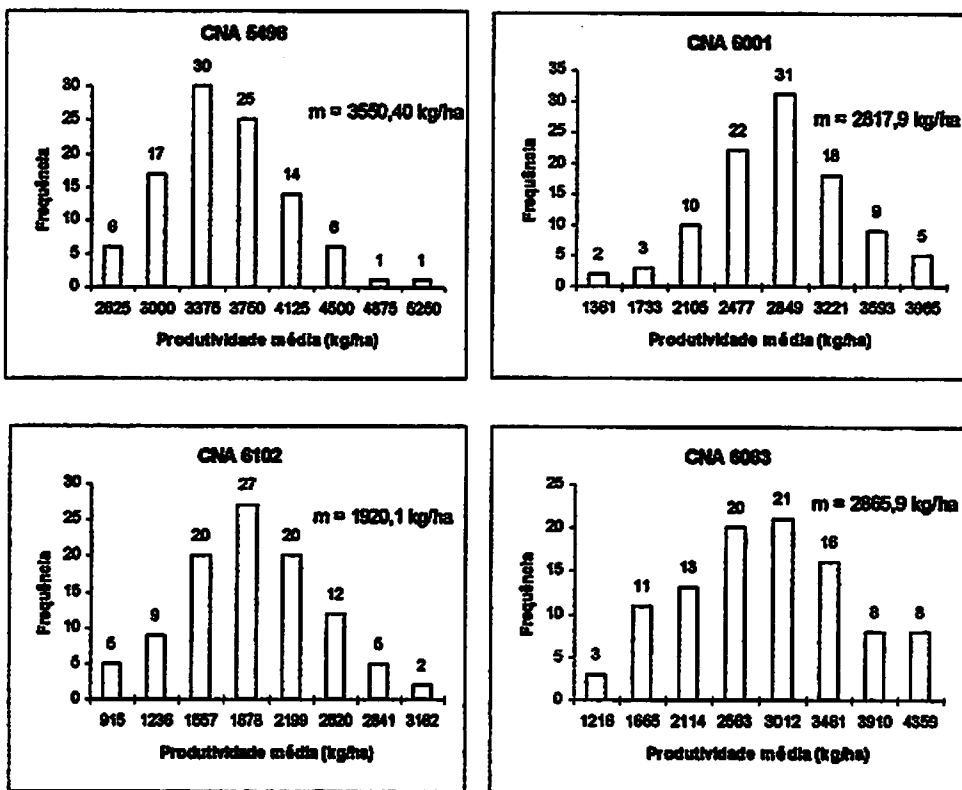


FIGURA 1 - Distribuição de frequência da produtividade média de grãos em kg/ha das 100 famílias das populações avaliadas em Lavras e Patos de Minas, no ano agrícola de 1997/98.

Obteve-se, também, a distribuição de frequência para altura de plantas e florescimento (Figuras 2 e 3). Para altura de plantas, observou-se que as famílias da população CNAx 6063 apresentaram uma maior amplitude de variação, à semelhança do encontrado para produtividade de grãos. Já para florescimento médio, não se detectou variação das famílias para as quatro populações. Por outro lado, as famílias da população CNAx 6063 exibiram ciclo mais longo quando comparadas com as demais famílias.

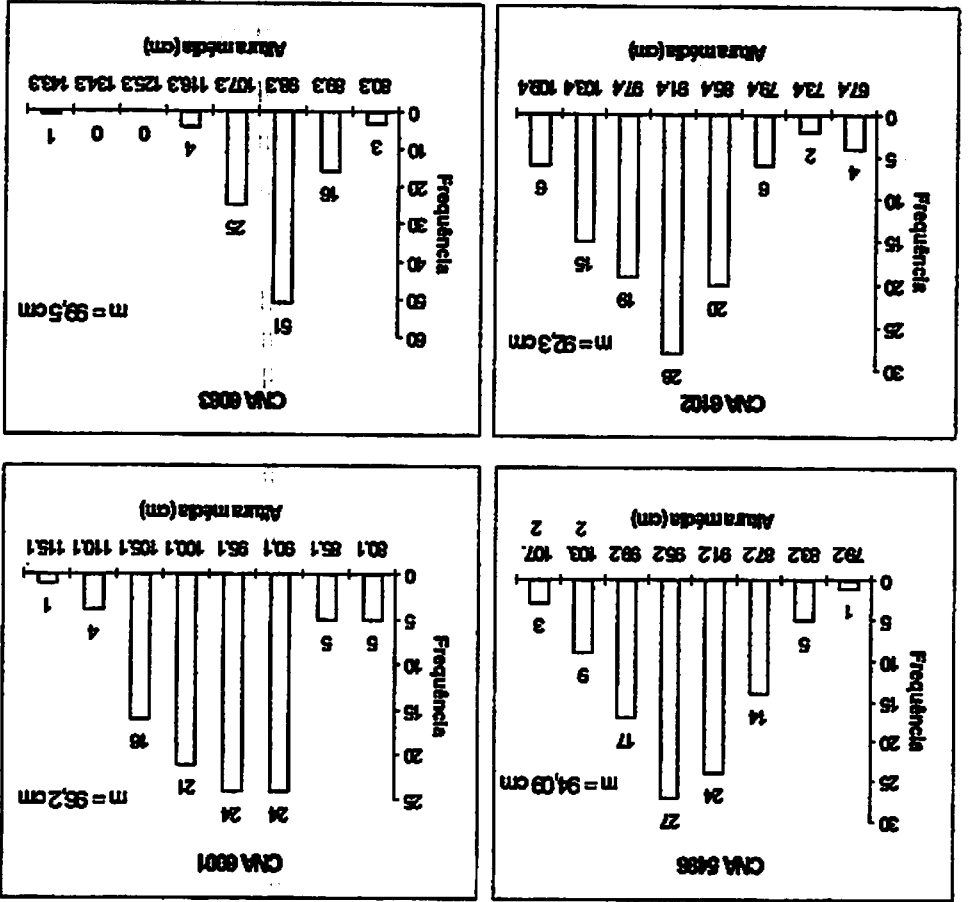


FIGURA 2 - Distribuição de frequência da Altura média de plantas (cm) das 100 famílias das populações avaliadas em Lavras e Patos de Minas, no ano agrícola de 1997/98.

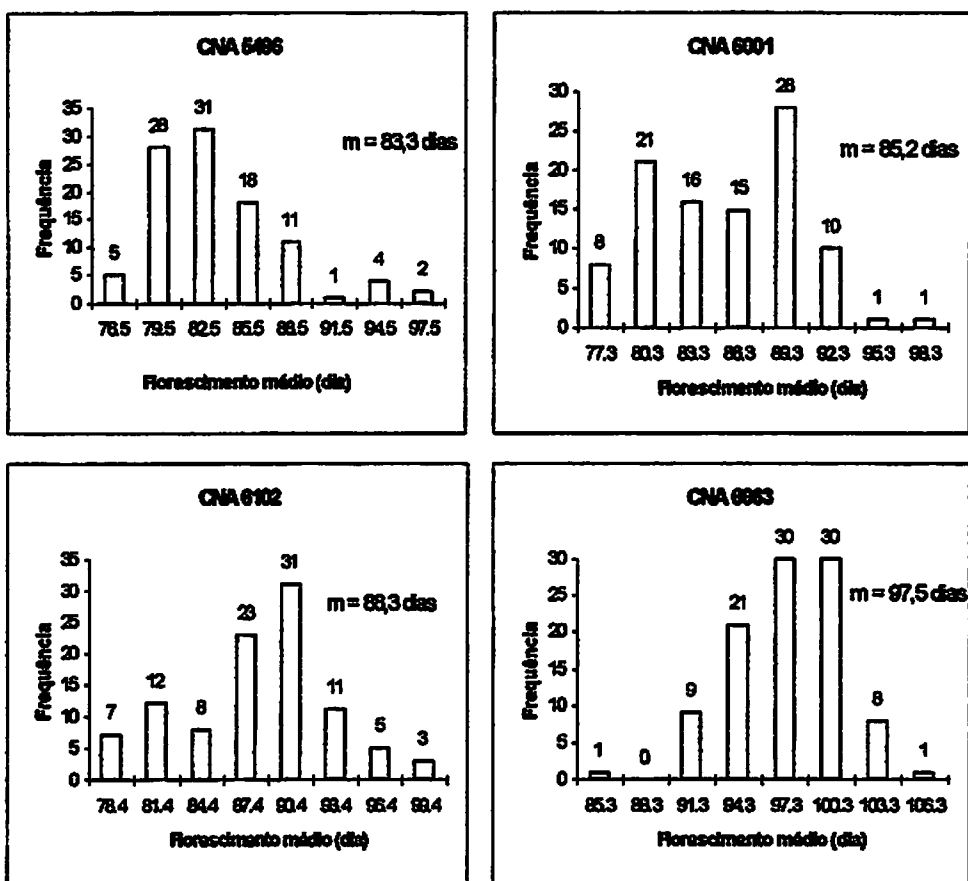


FIGURA 3 - Distribuição de frequência da florescimento médio (dia) das 100 famílias das populações avaliadas em Lavras e Patos de Minas, no ano agrícola de 1997/98.

Quanto à incidência de doenças, a distribuição de frequência encontra-se nas Figuras 4 e 5 para brusone do pescoço e mancha de grãos, respectivamente. A maior amplitude de variação para brusone ocorreu nas famílias da população CNAx 6001, todavia, as famílias mais resistentes foram encontradas na população CNAx 6102, em que a maioria das famílias obtiveram notas entre 1,26 e 2,09. Para mancha de grãos, as médias de incidência da doença foram altas, principalmente nas populações CNAx 6001 e CNAx 6102, em que foi encontrada

a maioria das famílias, com nota superior a 6,0. A maior amplitude de variação entre as famílias também ocorreu nestas duas populações.

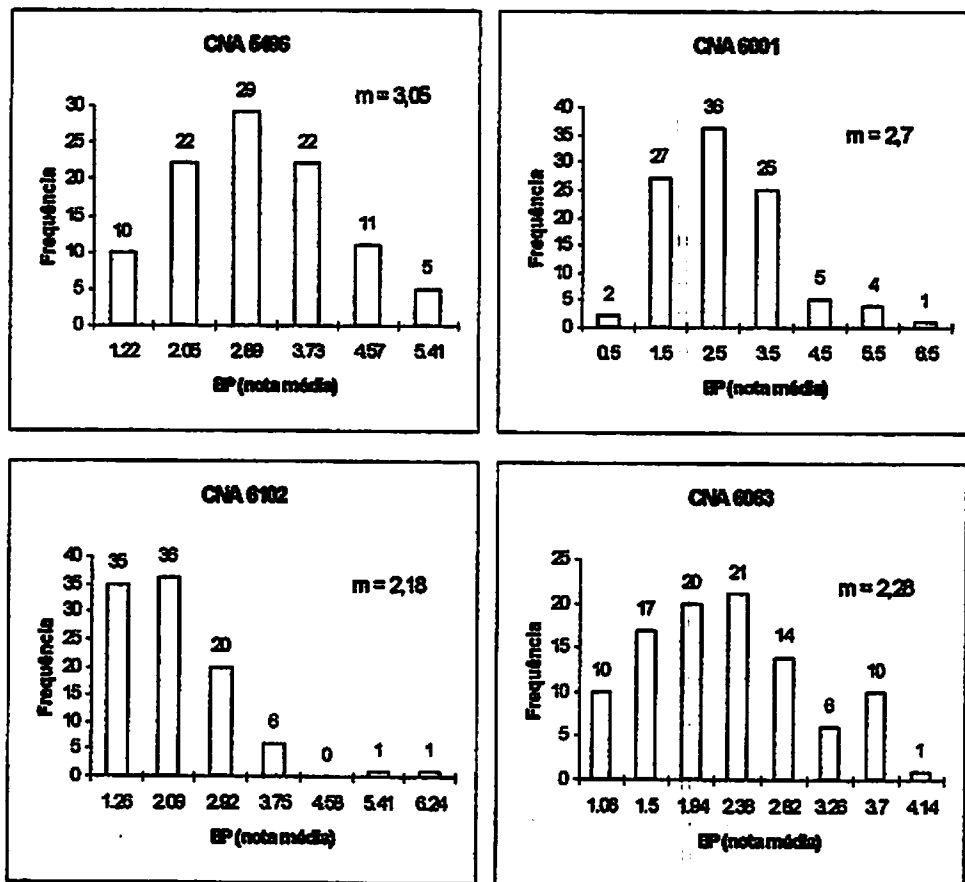


FIGURA 4 - Distribuição de frequência da incidência média de brusone do pescoço (BP) das 100 famílias das populações avaliadas em Lavras e Patos de Minas, no ano agrícola de 1997/98.

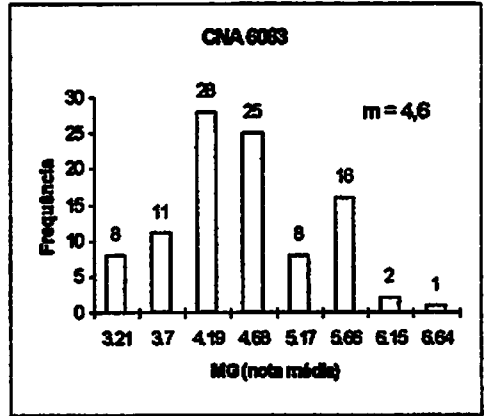
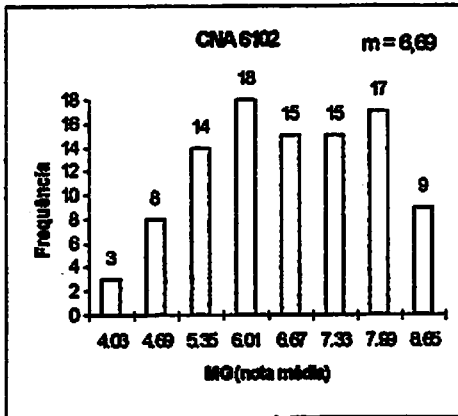
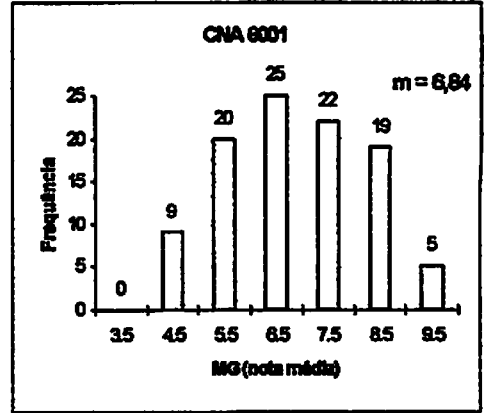
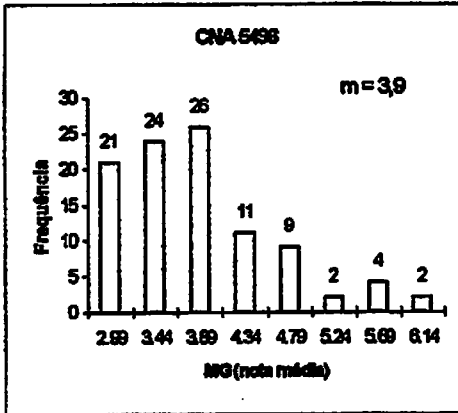


FIGURA 5 - Distribuição de frequência da incidência média de mancha de grãos (MG) das 100 famílias das populações avaliadas em Lavras e Patos de Minas, no ano agrícola de 1997/98.

O comportamento das famílias das populações CNAx 5496 e CNAx 6063 foi semelhante, em termos de amplitude de variação, apesar de quase metade das famílias da população CNAx 5496 mostraram-se mais resistentes à mancha de grãos, com médias variando de 3,0 a 3,5. Apesar de ocorrerem famílias que mostraram um certo grau de resistência à mancha de grãos, a incidência desta doença tem aumentado muito nos últimos anos, deixando claro a necessidade de selecionar materiais mais resistentes. Comparada com a brusone

do pescoço, esta doença mostrou-se mais propícia ao melhoramento, pois, além de exibir um CV_e menor que algumas doenças avaliadas em arroz (Santos, 1996), os parâmetros genéticos, tais como CV_g , b , e h^2 , indicaram que existe grande variabilidade para este caráter e, como comentado anteriormente, existe a possibilidade de sucesso com a seleção.

O resumo da análise de variância conjunta para os caracteres produtividade de grãos, altura de plantas e florescimento, avaliadas em Lavras e Patos de Minas, em 1997/98, encontra-se na Tabela 4. Constatou-se que, a precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação ambiental, para produtividade de grãos ($CV_e=28,1\%$), pode ser considerada alta quando comparada com outros experimentos com a cultura do arroz, comentários a este respeito foram feitos anteriormente.

Todas as fontes de variação para os três caracteres foram significativas, exceto populações + testemunha para o caráter altura de plantas. A presença da interação tratamentos X locais, confirma mais uma vez a necessidade de avaliação das famílias em mais de um ambiente; observa-se que para todos os três caracteres, em que a porcentagem da σ^2_{TL} foi em torno de 11 % da σ^2_G . No caso do caráter produtividade de grãos, a contribuição da parte complexa na interação foi 56%, coerente com a estimativa da correlação entre a média dos materiais nos dois locais, que foi de 0,68; as implicações deste tipo de resultado já foram comentadas anteriormente (Capítulo 1). Destacou-se, também, o valor do quadrado médio das famílias da população CNA 6063 em relação às outras três. Conseqüentemente, o valor da σ^2_G da produtividade de grãos para estas famílias foi elevado (Tabela 5). Vale ressaltar que estas famílias foram extraídas de uma população que não teve uma boa produtividade no ano agrícola anterior, sendo escolhida pelo seu baixo desempenho..

¹ porcentagem em relação a σ^2

| FV | GL | QM | | |
|---------------------|------|------------------------------|-------------------|---------------|
| | | Produtividade de grãos | Altura de plantas | Florescimento |
| Bloco/local | 4 | 87.268,563,59** | 12.427,12** | 175,42** |
| Local (L) | 1 | 1.408.618,993,00* | 157.957,70* | 49.042,07** |
| Tratamentos (T) | 404 | 4.229.259,02** | 406,42** | 292,15** |
| CNA 5496 | 99 | 1.650,358,70** | 199,68** | 113,75** |
| CNA 6001 | 99 | 1.849,181,06** | 330,72** | 134,76** |
| CNA 6102 | 99 | 1.477,361,83** | 544,98** | 145,70** |
| CNA 6063 | 99 | 3.959,957,70** | 404,94** | 71,94** |
| Pop + | 4 | 3.466,392,26** | 127,34** | 330,22** |
| Testemunha | 3 | 4.234.703,46** | 410,19** | 292,37** |
| Entre famílias | 1 | 797.301,884,00** | 15901,56** | 69.682,27** |
| T x L | 404 | 1.024.021,37** | 139,72** | 48,52** |
| Erro efetivo | 2072 | 616.755,74 | 106,73 | 15,07 |
| Média | | 2793,71 | 95,53 | 88,61 |
| σ^2 | | 602.083,88 | 49,95 | 46,18 |
| σ^2_{TL} | | 67.877,60 (11%) ¹ | 5,50 (11%) | 5,58 (12%) |
| CV ^e (%) | | 28,10 | 7,14 | 4,54 |
| CV ^g (%) | | 27,77 | 7,40 | 7,67 |
| b | | 0,99 | 1,04 | 1,69 |
| b ² (%) | | 85,42 | 73,74 | 94,84 |

TABELA 4 - Análise de variância conjunta para os caracteres produtividade de grãos (kg/ha), altura de plantas (cm) e florescimento (dia), avaliados em Lavras-MG e Patos de Minas-MG, no ano agrícola de 1997/98.

As estimativas dos parâmetros genéticos (CV_p , b e h^2) mostrados na Tabela 4 foram bastante expressivos para o três caracteres, mais uma vez reforçando o que já foi comentado anteriormente, ou seja, existe grande variabilidade entre estes materiais e o ganho genético com a seleção pode ser alto.

Na seleção de materiais promissores, normalmente os melhoristas levam em consideração as estimativas de herdabilidade. Essa estimativa isolada não é um indicativo do sucesso do programa de melhoramento, uma vez que pode estar associada à produtividades médias inferiores, reforçando a idéia de que a melhor população é aquela que associa média elevada e suficiente variabilidade.

Os valores da σ^2_e e da h^2 média da produtividade de grãos das famílias de cada população, juntamente com o limite inferior e superior desta última estimativa, encontram-se na Tabela 5. Verifica-se que as famílias das duas primeiras populações apresentaram h^2 média intermediária; estas famílias foram extraídas das populações com melhor desempenho no ano agrícola 1996/97. Os valores de h^2 são bastante expressivos para o caráter em questão e a variação entre o limite inferior e o limite superior foi bem pequena, indicando a boa precisão desta estimativa. As estimativas de h^2 das famílias das populações inferiores também apresentaram boa precisão, pequena variação entre o limite inferior e superior e ocorreu discrepância nas estimativas de h^2 , sendo maior para as famílias da população CNA 6063. Contudo, pelo menos em princípio, pode-se inferir que a variabilidade gerada nos cruzamentos, independente da população segregante ser promissora ou não, foi elevada. Isso era esperado, haja visto que o procedimento utilizado na escolha das populações, o método de Jinks e Pooni (Capítulo 1), considera apenas a probabilidade de obter linhagens que superem um determinado padrão, não considerando a variabilidade genética liberada nas gerações avançadas. Essa é uma restrição da metodologia que deveria considerar também a variabilidade potencial da população (Abreu, 1997)

TABELA 5 - Variância genética (σ_g^2) e herdabilidade (h^2) da produtividade de grãos (kg/ha) das famílias originadas de populações de arroz de sequeiro com seus respectivos intervalos de confiança. Lavras-MG e Patos de Minas-MG, 1997/98.

| Famílias | σ_g^2 | $h^2(\%)$ | LI | LS |
|------------------|--------------|-----------|--------|-------|
| CNA 5496 | 172.267,16 | 62,63 | 49,28 | 71,41 |
| CNA 6001 | 205.404,22 | 66,65 | 54,74 | 74,48 |
| CNA 6102 | 143.434,35 | 58,25 | 43,34 | 68,06 |
| CNA 6063 | 557.200,33 | 84,42 | 78,86 | 88,08 |
| Pop + Testemunha | 474.939,42 | 82,21 | -46,97 | 93,63 |

LI - limite inferior, LS - limite superior

Ocorreu uma boa coerência entre o desempenho das populações avaliadas na etapa anterior (Capítulo 1) e das suas famílias, exceto no caso da CNAx 6063. Esse resultado pode ser explicado pela ocorrência da interação. Nesse contexto, vale salientar que a interação populações x ambientes obtida no trabalho anterior foi expressiva e reforça essa observação, salientando a necessidade de que a decisão sobre a seleção das populações deve ser tomada a partir de experimentos conduzidos em alguns ambientes - locais e anos. Contudo, deve ser enfatizado que a porcentagem de famílias, de cada população, superior à cultivar Canastra (testemunha), foi também superior nas famílias oriundas das populações com melhor desempenho. O potencial do material avaliado pode ser comprovado por meio das porcentagens de famílias com desempenho superior à testemunha. No presente caso, 24% das famílias apresentaram média acima da testemunha, evidenciando novamente a possibilidade de ganhos genéticos com a seleção (Tabela 6).

A porcentagem das 40 famílias mais produtivas e das 40 menos produtivas de cada população também pode ser verificadas na Tabela 6.

Reforçando o que foi descrito anteriormente, nota-se que 70% das melhores famílias vieram das melhores populações e que as outras 30% originaram-se da pior população em 1996/97 (CNAx 6063). Este valor é considerado alto, ainda mais que somente 10% de famílias superiores foram originadas da população CNAx 6001; indicando que a população CNAx 6063 possui mais famílias superiores que a população CNAx 6001. Apesar da população CNAx 6063 contribuir com um número significativo de famílias superiores, ela também forneceu 20% de famílias inferiores; já a população CNAx 6001 contribuiu com apenas 7,5% das famílias inferiores e isto pode indicar a superioridade desta população (CNAx 6001). Isso sugere que não há vantagem em manter a população CNAx 6063 no programa devido ao grande número de materiais inferiores que estarão sendo avaliados sem que haja avanço genético algum, trazendo somente prejuízos para o programa. Outra justificativa seria que, provavelmente, houve um efeito de anos, o que não foi possível detectar, pois as populações submetidas à seleção foram avaliadas somente em um ano agrícola.

TABELA 6 - Média de produtividade de grãos (kg/ha) das populações que originaram as famílias, média das famílias, porcentagem de famílias superior à cultivar Canastra (PFSC), porcentagem de famílias superior à população (PFSP) e porcentagem das 40 famílias mais (PFMAP) e 40 menos (PFMEP) produtivas. Lavras e Patos de Minas-MG, 1997/98.

| POPULAÇÕES | MÉDIA DAS POPULAÇÕES | MÉDIA FAMÍLIAS | PFSC | PFSP | PFMAP | PFMEP |
|------------|----------------------|----------------|------|------|-------|-------|
| CNAx 5496 | 3656,58 | 3550,40 | 14 | 38 | 60 | 0 |
| CNAx 6001 | 2990,61 | 2817,87 | 1 | 36 | 10 | 7,5 |
| CNA x 6102 | 2065,62 | 1920,09 | 0 | 36 | 0 | 72,5 |
| CNAx 6063 | 3228,11 | 2866,00 | 9 | 33 | 30 | 20 |
| CANASTRA | 4078,11 | | | | | |

3.2 Avaliação das famílias selecionadas em 1997/98

Primeiramente são mostrados, nas Tabelas 7 e 8, os resumos das análises de variância para cada local. Nota-se que houve diferença altamente significativa entre as famílias para todos os caracteres avaliados. Quanto ao CV_e , neste ano agrícola, foi superior em Patos de Minas, o que não ocorreu nos dois anos agrícolas anteriores, mas os valores encontrados estão dentro dos limites estabelecidos para a cultura do arroz. Provavelmente, a baixa produtividade média encontrada em Patos de Minas, condicionou a um alto CV_e , já que o quadrado médio do erro em Patos de Minas foi até inferior ao obtido em Lavras.

TABELA 7 - Análise de variância para os caracteres produtividade de grãos (kg/ha), altura de plantas (cm) e florescimento (dia) avaliados em Lavras-MG, no ano agrícola de 1998/99.

| FV | GL | QM | | |
|-----------------|-----|------------------------|------------------|---------------|
| | | Produtividade de grãos | Atura de plantas | Florescimento |
| Repetição | 2 | 343.157,99 | 85,38 | 3,17 |
| Bloco/repetição | 24 | 673.222,49 | 94,82 | 9,44 |
| Famílias | 80 | 8.343.929,40** | 223,14** | 259,04** |
| Erro efetivo | 136 | 541.996,67 | 61,50 | 4,70 |
| Média | | 4003,50 | 109,67 | 90,49 |
| σ^2_e | | 2.600.644,25 | 74,38 | 86,35 |
| CV_e (%) | | 18,39 | 7,15 | 2,40 |
| CV_g (%) | | 40,28 | 6,69 | 10,18 |
| b | | 2,19 | 0,94 | 4,25 |
| h^2 (%) | | 93,50 | 72,44 | 98,18 |

TABELA 8 - Análise de variância para os caracteres produtividade de grãos (kg/ha), altura de plantas (cm) avaliados em Patos de Minas-MG, no ano agrícola de 1998/99.

| FV | GL | QM | |
|---------------------|-----|------------------------|------------------|
| | | Produtividade de grãos | Atura de plantas |
| Repetição | 2 | 4.543.190,78 | 117,44 |
| Bloco/repetição | 24 | 1.098.263,81 | 67,67 |
| Famílias | 80 | 52.622.229,05** | 339,80** |
| Erro efetivo | 136 | 371.828,21 | 51,48 |
| Média | | 2.822,81 | 106,22 |
| σ^2_G | | 1.754.076,35 | 96,10 |
| CV _g (%) | | 21,60 | 6,75 |
| CV _s (%) | | 45,23 | 9,23 |
| b | | 2,09 | 1,34 |
| h ² (%) | | 92,93 | 84,85 |

Um aspecto importante que ocorreu neste caso, foi o aumento expressivo das estimativas de CV_g, b e h² para o caráter produtividade de grãos. Todas estas estimativas são dependentes da σ^2_G e esta foi bastante expressiva nos dois locais, principalmente em Lavras, contribuindo para elevação dos três parâmetros.

No resumo da análise de variância conjunta mostrado na Tabela 9, verifica-se a presença da interação famílias x locais, indicando o comportamento diferenciado das famílias nos dois locais para produtividade de grãos e altura de plantas. A participação da $\sigma^2_{F \times L}$ na variância genética (σ^2_G) foi de 11%, mesmo valor encontrado no experimento anterior, em que se avaliaram as 400 famílias (Tabela 4). Quanto à contribuição da parte complexa na interação FxL, encontrou-se um valor de 44,17%, mostrando que a maior contribuição foi da parte simples. De uma maneira geral, este resultado tem sido encontrado neste

Os resultados das médias de produtividade de grãos das famílias são apresentados na Tabela 10. Para cada população, são apresentadas as médias das 10 famílias mais produtivas e das 10 menos produtivas. Observa-se que, prevaleceu a hipótese de que as melhores famílias são obtidas das melhores populações. Neste caso, as populações CNAx 5496 e CNAx 6001 que foram as melhores em 96/97 originaram as famílias mais produtivas, com médias de 5404

¹porcentagem em relação a σ^2

| | GL | Produtividade de grãos | Altura de plantas |
|-------------------------|-----|-------------------------------|---------------------|
| FV | | | |
| Bloco/local | 4 | 2.443.174,39** | 101,41 ^m |
| Local (L) | 1 | 169.372.610,10** | 1.440,88* |
| Família (F) | 80 | 11.893.148,45** | 470,03** |
| F x L | 80 | 1.713.017,27** | 92,93** |
| Erro efetivo | 272 | 456.912,44** | 56,49 |
| Média | | 3413,16 | 107,95 |
| σ^2 | | 1.906.039,34 | 68,92 |
| $\sigma^2_{F \times L}$ | | 209.350,81 (11%) ¹ | 6,07 (9%) |
| CV _F (%) | | 19,80 | 6,96 |
| CV _L (%) | | 40,45 | 7,69 |
| b | | 2,04 | 1,10 |
| h^2 (%) | | 96,16 | 87,98 |

TABELA 9 - Análise de variância conjunta para os caracteres produtividade de grãos (kg/ha) e altura de plantas (cm) avaliados em Lavras-MG e Patos de Minas-MG, no ano agrícola de 1998/99.

QM

trabalho toda vez que se procedeu um estudo mais detalhado da contribuição da parte simples e complexa na interação.

e 4613 kg/ha, respectivamente. A CNAx 6102 e CNAx 6063, por sua vez, originaram famílias menos produtivas, 2489 e 3913 kg/ha, respectivamente. A média geral das famílias também reforça este resultado, destacando as famílias da população CNAx 5496, em que a média geral, incluindo as mais e menos produtivas, superou a testemunha Canastra. Isto mostra como esta população é promissora para o melhoramento e que a seleção das melhores populações originará as melhores famílias, e conseqüentemente, as melhores linhagens.

TABELA 10 - Médias de produtividade de grãos das 10 famílias mais produtivas e das 10 menos produtivas de cada população avaliadas em Patos de Minas-MG e Lavras-MG, e média final. 1998/99

| População | Famílias | Lavras | Patos de Minas | Média Final |
|------------|------------|--------|----------------|-------------|
| CNAx 5496 | + prod | 6367 | 4441 | 5404 |
| | - prod | 5150 | 3207 | 4179 |
| | Média | | | 4791 |
| CNAx 6001 | + prod | 5030 | 4196 | 4613 |
| | - prod | 3341 | 2521 | 2931 |
| | Média | | | 3772 |
| CNA x 6102 | + prod | 2814 | 2163 | 2489 |
| | - prod | 1995 | 1055 | 1525 |
| | Média | | | 2007 |
| CNAx 6063 | + prod | 4356 | 3470 | 3913 |
| | - prod | 2847 | 1401 | 2124 |
| | Média | | | 3018 |
| CANASTRA | Testemunha | 5278 | 4107 | 4692 |

Para estudar o efeito de ano e local sobre as 80 famílias, foi realizada uma análise de variância conjunta com apenas os materiais em comum e os resultados encontram-se na Tabela 11. Observa-se a presença das interações famílias x anos e famílias x locais, indicando o comportamento não coincidente das famílias nos dois anos e também nos dois locais. Outro aspecto que merece destaque é a variância da interação famílias x anos, que foi mais pronunciada que

a variância famílias x locais, representando 9% e 5%, respectivamente, da σ^2_G ; provavelmente, isso explica os resultados encontrados no ano agrícola de 97/98 em que as famílias da população CNAx 6063 apresentaram um bom desempenho.

TABELA 11 - Análise de variância conjunta para produtividade de grãos (kg/ha) dos materiais comuns nos anos agrícolas de 1997/98 e 1998/99 e em dois locais, Lavras e Patos de Minas.

| FV | GL | QM |
|-------------------------|-----|-----------------------------|
| Bloco/ano/local | 8 | 44.855.868,99** |
| Ano (A) | 1 | 77.971.972,80** |
| Local (L) | 1 | 6.942.238,38** |
| AxL | 1 | 442.675.641,90* |
| Famílias (F) | 80 | 18.961.665,90** |
| F x A | 80 | 2.266.353,68** |
| F x L | 80 | 1.517.920,64** |
| F x A x L | 80 | 1560.154,41** |
| Erro efetivo | 544 | 598.207,38 |
| Média | | 3129,93 |
| σ^2_G | | 1.530.288,21 |
| $\sigma^2_{F \times L}$ | | 76.642,77 (5%) ¹ |
| $\sigma^2_{F \times A}$ | | 139.012,19 (9%) |
| CV _e (%) | | 24,71 |
| CV _g (%) | | 39,52 |
| b | | 1,60 |
| h ² (%) | | 96,85 |

¹porcentagem em relação a $\hat{\sigma}^2_G$

Para reforçar os comentários anteriores, pode-se observar, na Tabela 12, as médias das famílias nos dois anos agrícolas. Nota-se que as famílias mais produtivas da população CNAx 6063 foram bem apenas no ano 97/98, não mantendo seu comportamento no ano seguinte. O comportamento das famílias das populações CNAx 5496 e CNAx 6001 foi bem superior às demais famílias, nota-se que, o aumento foi bastante expressivo de um ano para outro.

TABELA 12 - Médias de produtividade de grãos (kg/ha) das 10 famílias mais produtivas e das 10 menos produtivas, avaliadas em 1997/98 e 1998/99, e média geral das famílias avaliadas em Lavras-MG e Patos de Minas-MG, nos respectivos anos agrícolas.

| População | Famílias | 1997/98 | 1998/99 | Média dois anos | Média geral das famílias |
|------------|------------|---------|---------|--------------------|-----------------------------|
| CNAx 5496 | + prod | 4577 | 5404 | 4990 | 4230 |
| | - prod | 2760 | 4179 | 3469 | |
| CNAx 6001 | + prod | 3815 | 4613 | 4214 | 3298 |
| | - prod | 1833 | 2931 | 2382 | |
| CNA x 6102 | + prod | 2817 | 2489 | 2653 | 1985 |
| | - prod | 1110 | 1525 | 1317 | |
| CNAx 6063 | + prod | 4263 | 3913 | 4088 | 2944 |
| | - prod | 1475 | 2124 | 1800 | |
| CANASTRA | Testemunha | 4078 | 4692 | 4385 | |

A avaliação da eficiência da seleção das famílias pôde ser estudada neste trabalho, uma vez que estas foram testadas em dois anos agrícolas. Os parâmetros utilizados para esta finalidade são apresentados na Tabela 13. Veja que as estimativas da h_s , que reflete o que realmente o melhorista conseguirá com a seleção, foram bem superiores para as famílias das melhores populações (CNAx 5496 e CNAx 6001). Esses resultados foram inferiores aos encontrados por Santos (1996) em populações segregantes de arroz irrigado. Provavelmente, isto ocorreu devido ao menor número de famílias utilizadas neste trabalho.

As estimativas das correlações entre o fenótipo das famílias na geração *i* e o genótipo da geração *j* são mostradas na Tabela 13. Nota-se que os valores foram bastante altos, o que mostra a eficiência da seleção. Especificamente neste trabalho, significa que as melhores e piores famílias de uma população superior foram as melhores e piores, respectivamente, nos dois anos agrícolas; comentário semelhante pode ser usado para as famílias das populações inferiores. Os valores de $r_{F_{iCj}}$ encontrados neste trabalho foram mais altos do que os obtidos por Rosal (1999) para a cultura do feijão, o qual mostrou a eficiência da seleção precoce. Assim, pode-se admitir que a seleção tanto das famílias das melhores populações como das piores foi bastante eficiente. Como a seleção foi feita utilizando a média das famílias, mais uma vez fica comprovada a eficiência em utilizar este parâmetro para seleção.

Para a avaliação da seleção das famílias divergentes, foram utilizadas as dez famílias mais produtivas e as dez menos produtivas de cada geração (*i* e *j*). Veja que os resultados da Tabela 13 mostram os ganhos nos dois sentidos. Os ganhos no sentido de aumentar a produtividade foram bem superiores aos ganhos no sentido de reduzir a expressão do carácter, principalmente para as populações superiores, com enfoque maior para a CNAx 6001, que obteve ganhos de 63,7 e 4,0%, respectivamente, para as mais e menos produtivas. Os ganhos para as populações inferiores foram relativamente baixos no sentido de aumentar a expressão do carácter.

TABELA 13 - Herdabilidade realizada (h_r^2), correlação entre o desempenho fenotípico das famílias na geração i e o desempenho genotípico na geração j e ganho com a seleção das famílias divergentes originadas de populações de arroz de sequeiro. Lavras-MG e Patos de Minas-MG, 1997/98 e 98/99.

| Famílias | h_r^2 (%) | r_{FiGj} (%) | GS (%) | |
|----------|-------------|----------------|--------------|--------------|
| | | | + produtivas | - produtivas |
| CNA 5496 | 19,40 | 79,0 | 52,2 | 17,7 |
| CNA 6001 | 20,60 | 81,0 | 63,7 | 4,0 |
| CNA 6102 | 15,60 | 76,0 | 29,6 | -20,6 |
| CNA 6063 | 15,70 | 91,0 | 36,5 | -25,9 |

Essas comparações permitem reforçar as conclusões anteriores sobre o desempenho das famílias das populações com baixo desempenho em 96/97 (Capítulo 1). Como os ganhos foram menos expressivos nestes casos, não justifica continuar com estes materiais no programa, sendo assim, os esforços dos melhoristas seriam concentrados na avaliação de famílias mais promissoras. Para as famílias menos produtivas, os ganhos foram negativos para as populações com baixo desempenho, ou seja, não houve avanço nenhum para estes materiais, ao contrário das famílias das populações CNAx 5496 e CNAx 6001, que apresentaram um ganho genético até para as famílias menos produtivas.

Pelos resultados apresentados, ficou evidenciado que a seleção precoce das populações segregantes foi efetiva e que o método utilizado na escolha, o de Jinks e Pooni (1976), foi eficiente (Capítulo 1). Vale salientar que na aplicação dessa metodologia foi considerada ausência de dominância. Assim, essa inferência também não trouxe maiores consequências para as estimativas obtidas. De modo geral, ela foi particularmente eficiente tanto para cruzamentos biparentais como cruzamentos múltiplos.

Um outro aspecto importante, já comentado anteriormente, é que existem na literatura alguns trabalhos de simulação que evidenciam ser preferível conduzir um pequeno número de famílias do maior número de populações possíveis (Baker, 1984; Fouilloux e Bannerot, 1988). Essa estratégia vem sendo utilizada em alguns programas de melhoramento de plantas autógamas (Cooper, 1988). Contudo, se as populações forem avançadas em bulk e, no processo de avaliação das famílias, for utilizado algum delineamento experimental, em alguns ambientes os melhoristas poderão concentrar os seus recursos nas populações mais promissoras, evidentemente avaliando um maior número de famílias, o que é desejável sobretudo quando a seleção é direcionada para caracteres de menor herdabilidade (Ferreira, 1998). Os resultados obtidos no presente trabalho reforçam a importância da escolha criteriosa das populações segregantes.

Merece ser destacado que as populações utilizadas neste trabalho foram conduzidas como preconizado pelo método de bulk, ou seja, em cada geração, as plantas foram colhidas e misturadas, retirando-se uma amostra para a geração seguinte. A abertura dos bulk's ocorreu em gerações diferentes entre as populações; a CNAx 5496 encontrava-se na geração F_6 e as outras três na geração F_4 . Como as duas melhores populações encontravam-se em gerações diferentes, acredita-se que o momento da abertura do bulk não afetou o desempenho das famílias, o que demonstra a flexibilidade desta metodologia. Um aspecto que merece ser destacado, é que quando for proceder a abertura do bulk, poderá ser adotado o critério de seleção por panículas ao invés de selecionar a planta inteira, que é muito difícil, pois a planta do arroz apresenta alto perfilhamento, impossibilitando a individualização das plantas. Com isso, o método ficaria ainda mais simples, tornando-se uma boa alternativa para os melhoristas de arroz.

4 CONCLUSÃO

- As melhores famílias foram originadas das melhores populações segregantes, comprovando a eficiência da seleção precoce pelo método de Jinks e Pooni (1976), o que permite ao melhorista concentrar maiores esforços na avaliação de um maior número de famílias destas populações.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. de F.B. Predição do potencial genético de populações segregantes do feijoeiro utilizando genitores inter-raciais. Lavras: UFLA, 1997. 80p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- BAKER, R.J. Quantitative genetic principles in plant breeding. In: GUSTAFSON, J.P. (ed.). Gene manipulation in plant improvement. Columbia: Universidade of Missouri, 1984. p.147-176.
- BERNARDO, R. Correlation between tests cross performance of lines at early and last selfing generation. *Theoretical Applied Genetics*, Berlin, v. 82, p. 17-21, 1991.
- COOPER, R.L. Mejoramento por rendimento en soya: prueba de generacion temprana y adaptacion especifica a ambientes de alto rendimiento versus ambientes de bajo rendimiento In: *Temas actuales en mejoramiento genético del frijol comum*. Memorias del Taller International de mejoramiento genético de frijol. CIAT, Cali, Colombia. 1988. p. 301-323.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de pesquisa em arroz: 1ª. aproximação. Goiânia: CNPAF, 1977. 106p
- FEHR, W.R. Principles of cultivar development. New York: MacMillan, 1987. 525p.
- FERREIRA, W.D. Implicação do número de famílias no processo seletivo na cultura do feijoeiro. Lavras: UFLA, 1998. 66p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).
- FOUILLOUX, G.; BANNEROT, H. Selection methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: GEPTS, P. (ed.). Genetic resources of *Phaseolus* bean. Dordrecht: Klumer Academic Publishers, 1988. 611p.
- JINKS, J.L. ; POONI, H.S. Predicting the properties of recombinant inbred lines derived by single seed descent. *Heredity*, Edinburgh, v.36, n.2, p.243-266, 1976.
- KNAPP, S.J.; STROUP, W.W.; ROSS, W.M. Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. *Crop Science*, Madison, v.25, n.1, p.192-194, jan./feb. 1985

- PINTO, R.M.C.** Tamanho da amostra para seleção recorrente com progênies S_1 de milho. Piracicaba: USP/ESALQ, 1996. 92p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.** Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.
- RANGEL, P.H.N.; ZIMMERMANN, F.J.P.; NEVES, P.C.F.** Estimativas de parâmetros genéticos e resposta à seleção nas populações de arroz irrigado CNA-IRAT 4PR e CNA-IRAT 4ME. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.33, n.6, p.905-912, jun. 1998.
- ROSAL, C.J. de S.** Seleção precoce para a produtividade no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras: UFLA, 1999. 50p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).
- SANTOS, P.G.** Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em populações segregantes de arroz irrigado por inundação. Lavras: UFLA, 1996. 72p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas).
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P.** Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

ANEXO

| ANEXO A | | Página |
|-----------|--|--------|
| FIGURA 1A | Precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) em decêndio, ocorridas no período de outubro de 1996 a maio de 1997, Lavras-MG e Patos de Minas-MG..... | 105 |
| FIGURA 2A | Precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) em decêndio, ocorridas no período de novembro de 1997 a abril de 1998 em Lavras-MG e Patos de Minas-MG..... | 106 |

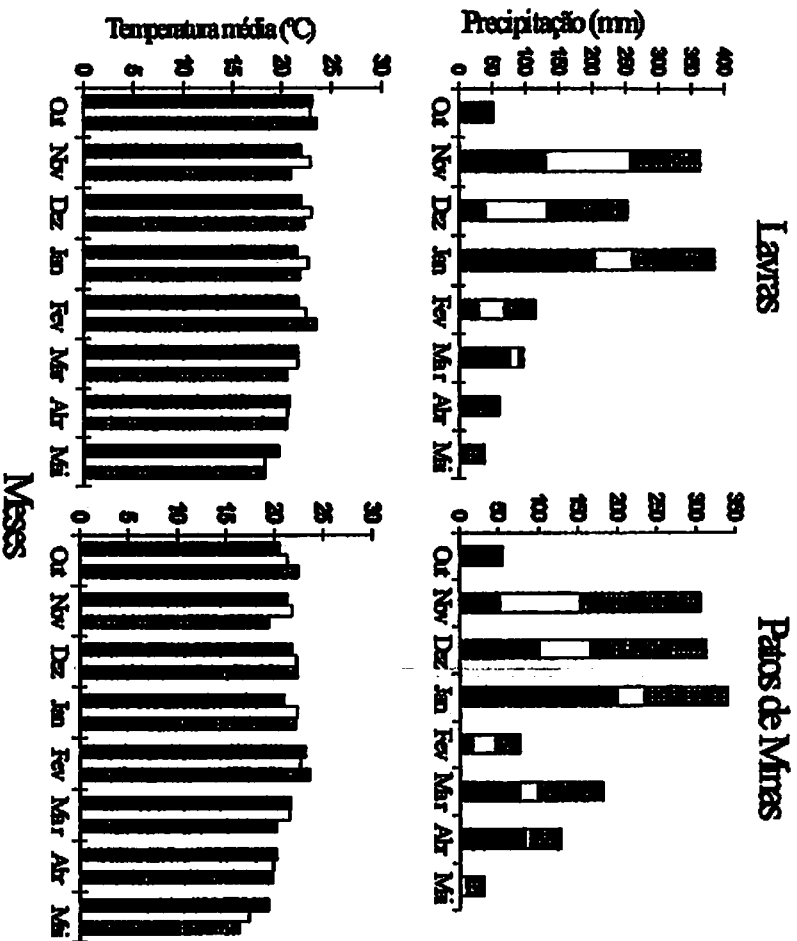


FIGURA 1A - Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) em decêndio, ocorridas no período de outubro de 1996 a maio de 1997, Lavras-MG e Patos de Minas-MG.

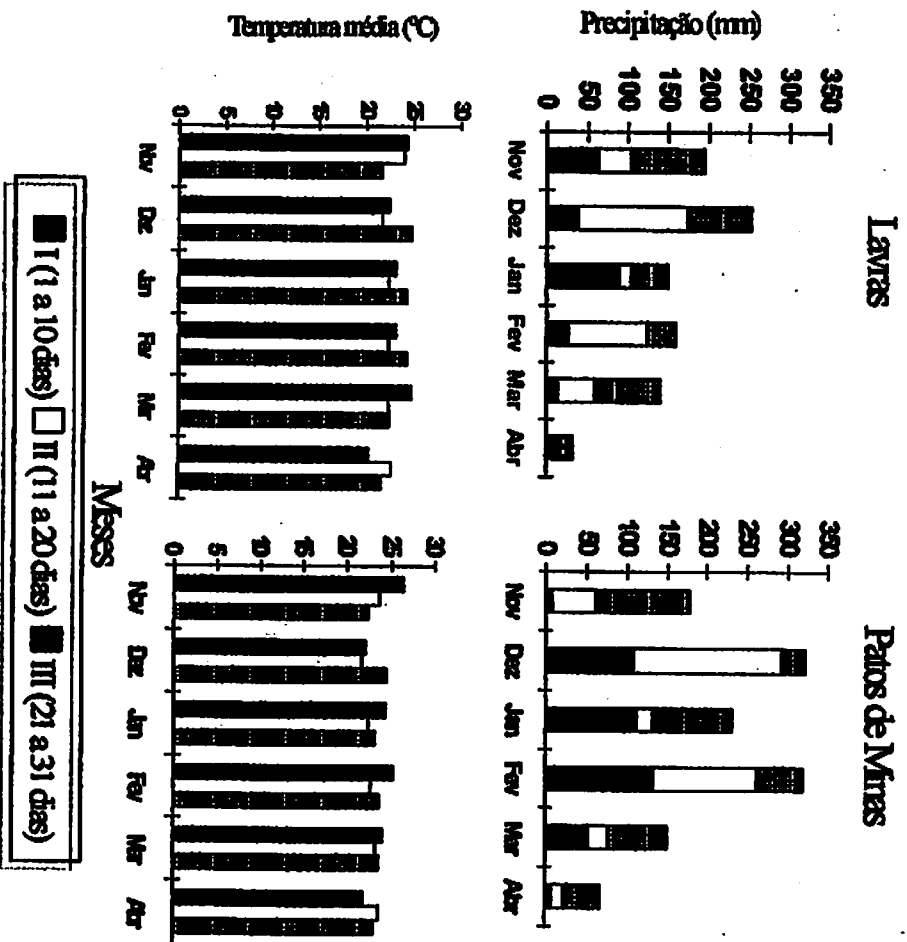


FIGURA 2A - Precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) em decêndio, ocorridas no período de novembro de 1997 a abril de 1998 em Lavras-MG e Patos de Minas-MG.