

VERIDIANO DOS ANJOS CUTRIM

**EFICIENCIA DA SELEÇÃO VISUAL NA  
PRODUTIVIDADE DE GRAOS DE ARROZ  
(*Oryza sativa* L) IRRIGADO**

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do grau e título de Doutor.

Orientador

Prof. MAGNO ANTÔNIO PATTO RAMALHO

LAVRAS - MINAS GERAIS

1994



Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da ESAL.

Cutrim, Veridiano dos Anjos.

Eficiência da seleção visual na produtividade de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado / Veridiano dos Anjos Cutrim. - Lavras: ESAL, 1994. 92p.: il.

Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho.

Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Bibliografia.

1. Arroz irrigado - Melhoramento genético. 2. Arroz irrigado - Produtividade. I. Escola Superior de Agricultura de Lavras.

CDD-633.183  
-633.1858



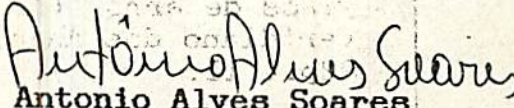
VERIDIANO DOS ANJOS CUTRIM


EFICIENCIA DA SELEÇÃO VISUAL NA PRODUTIVIDADE DE  
GRAOS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) IRRIGADO

Tese apresentada à Escola Superior  
de Agricultura de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Agronomia,  
área de concentração em Fitotecnia,  
para obtenção do título de "Doutor".


APROVADA: em 16 de junho de 1994

  
Prof. Augusto Ferreira de Souza

  
Dr. Antonio Alves Soares

  
Dr. Orlando Peixoto de Morais

  
Dr. Emilio da Maia de Castro

  
Prof. Magno Antonio Patto Ramalho

Orientador

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT  
5720 S. UNIVERSITY AVE.  
CHICAGO, ILL. 60637



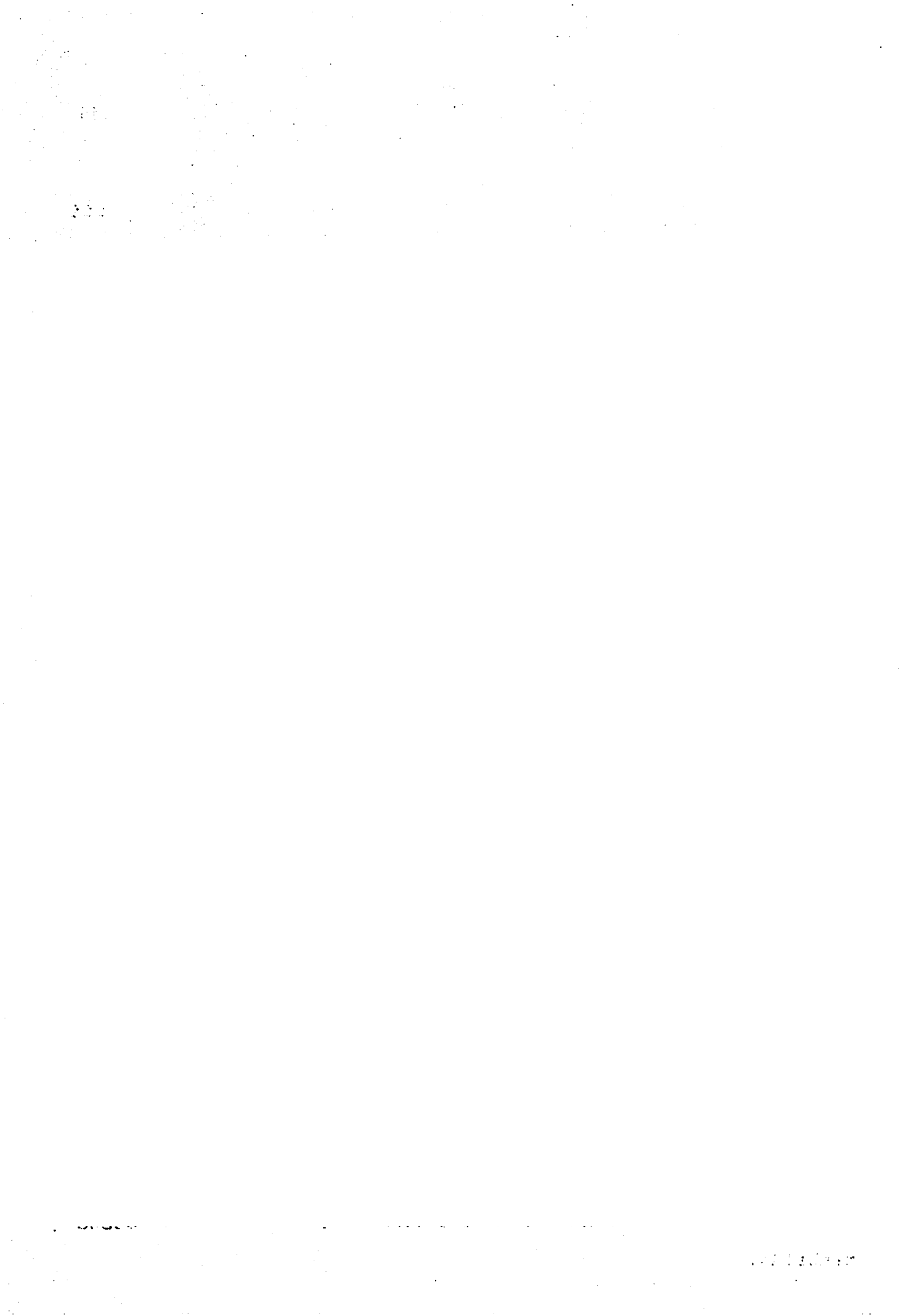
À minha esposa, Maria Elizete

Aos meus filhos, Marco Antonio e Túlio Humberto

Aos meus pais, Antônio e Cláudia

Aos meus irmãos, Dionísio e Auto

DEDICO ESTE TRABALHO





## AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) através do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e feijão (CNPAP), pela oportunidade concedida e pelas facilidades oferecidas.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), pela possibilidade de realização do curso de Doutorado.

Ao Professor Dr. Magno Antônio Patto Ramalho, nosso profundo reconhecimento, pela dedicada e eficiente orientação e ensinamentos, os quais, serão fundamentais para a nossa formação profissional.

Aos professores dos Departamentos de Agricultura e Biologia da ESAL, pelos ensinamentos.

Ao Dr. Homero Aidar, chefe do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), pelo apoio e pelas facilidades concedidas durante a condução dos experimentos.

Aos colegas Orlando Peixoto de Moraes e Emílio da Maia de Castro, pela leitura e sugestões apresentadas à Tese.

Ao Eng<sup>o</sup> Eng<sup>o</sup> Assis Marinho Carvalho, ao operário rural Sebastião Augusto Ferreira e aos demais funcionários do Laboratório de Melhoramento e do Campo Experimental da Fazenda Palmital do CNPAF, a inestimável colaboração na realização deste trabalho.

Aos colegas de curso, pela amizade e convívio durante a realização do curso de Pós-Graduação.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.





## SUMARIO

LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
RESUMO .....	xii
SUMMARY .....	xiv
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEORICO .....	3
2.1 Melhoramento genético do arroz no Brasil .....	3
2.2 Métodos de melhoramento utilizados na cultura do arroz .....	10
2.3 Eficiência da seleção visual .....	15
3 MATERIAL E METODOS .....	29
3.1 Material .....	29
3.2 Populações segregantes .....	30
3.3 Local .....	30
3.4 Métodos .....	31
3.4.1 Eficiência dos selecionadores .....	31
3.4.1.1 Selecionadores .....	31
3.4.1.2 Condução das gerações F <sub>2</sub> .....	32
3.4.1.3. Seleção de plantas na geração F <sub>2</sub> .....	32
3.4.1.4. Análise dos dados .....	32



3.4.2	Eficiência da seleção visual em plantas $F_2$ através do desempenho de suas famílias $F_4$ .....	33
3.4.2.1	Obtenção das sementes das famílias $F_3$ derivadas de plantas $F_2$ ( $F_{3,2}$ ) .....	33
3.4.2.2	Obtenção das sementes das famílias $F_4$ derivadas de plantas $F_2$ ( $F_{4,2}$ ) .....	34
3.4.2.3	Avaliação das famílias $F_{4,2}$ .....	34
3.4.2.3.1	Delineamento estatístico e condução dos experimentos .....	34
3.4.2.3.2	Características avaliadas .....	34
3.4.2.4	Análise estatística e genética dos dados .....	36
3.4.2.4.1	Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos .....	39
3.4.3	Estimativa da herdabilidade realizada .....	41
3.4.4	Utilização de testemunhas intercalares como auxiliar no processo seletivo .....	41
4	RESULTADOS E DISCUSSAO .....	43
4.1	Eficiência da seleção visual .....	43
4.2	Avaliação das progênies $F_4$ .....	49
4.3	Uso de testemunhas intercalares como auxiliar no processo seletivo .....	68
5	CONCLUSOES .....	72
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	73

## LISTA DE TABELAS

TABELA		PAGINA
1	Esquema da análise de variância utilizada para cada um dos três experimentos .....	38
2	Esquema da análise de variância agrupada dos três cruzamentos efetuados .....	39
3	Expressões adotadas para a obtenção das estimativas dos componentes de variância, considerando-se as E(QM) das Tabelas 1 e 2 ....	40
4	Número de plantas selecionadas que coincidiu com as 55 mais produtivas e a eficiência da seleção visual nos cruzamentos 1, 2 e 3 ....	46
5	Resumo das análises da variância para floração média (dias), nos cruzamentos avaliados.	50
6	Resumo das análises da variância para altura média das plantas (cm), nos cruzamentos avaliados .....	51
7	Resumo das análises da variância para a produtividade média de grãos (g/parcela, nos cruzamentos avaliados .....	52



## TABELAS

## PAGINA

8	Resumo das análises de variância agrupadas nos três cruzamentos para produtividade média de grãos (g/parcelas), altura média das plantas (cm) e floração média (dias) .....	56
9	Floração média (dias) e estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica ao nível de médias das progênes para os cruzamentos avaliados .....	57
10	Altura média das plantas (cm) e estimativas dos componentes da variância genética e fenotípica ao nível de médias das progênes para os cruzamentos avaliados .....	60
11	Produtividade média de grãos (g/parcelas) e estimativas dos componentes da variância genética e fenotípica ao nível de médias das progênes para os cruzamentos avaliados ....	66
12	Resumo das análises de covariância para produtividade média de grãos (g/parcela), utilizando a testemunha intercalar, como covariável nos cruzamentos avaliados .....	71

## LISTA DE FIGURA

FIGURA		PAGINA
1	Distribuição de freqüência para floração média (dias) para as progênies F4. A - cruzamento (CNA5544 x WC203) x CNA3887, B - cruzamento (CNA6449 x WC150)x CNA3815 e C - cruzamento (Metica 1 x WC207) x CNA4081 .....	58
2	Distribuição de freqüência para altura média das plantas (cm) nas progênies F4. A - cruzamento (CNA5544 x WC203)x CNA3887, B - cruzamento (CNA6449 x WC150)x CNA3815 e C -cruzamento (Metica 1 x WC207) x CNA4081 .....	62
3	Distribuição de freqüência para produtividade média de grãos (g/parcela) das progênies F4. A - cruzamento(CNA5544 x WC203)x CNA3887, B - cruzamento (CNA6449 x WC150) x CNA3815 e C - cruzamento(Metica 1 x WC207) x CNA4081	65

## RESUMO

CUTRIM, Veridiano dos Anjos. Eficiência da seleção visual na produtividade de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. Lavras, ESAL, 1994. 92p. (Tese Doutorado em Agronomia, Área de Concentração, Fitotecnia)\*

Com os objetivos de verificar se: a seleção visual é capaz de identificar diferenças de capacidade produtiva entre indivíduos da geração F<sub>2</sub>; se há diferença entre a habilidade dos selecionadores envolvidos e se a seleção precoce realizada a nível de plantas nessa geração é efetiva, foram utilizadas três populações oriundas dos seguintes cruzamentos triplos: (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887; (CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815 e (Mética 1 x WC 207) x CNA 4081. Utilizando uma população F<sub>2</sub>, para cada cruzamento de, 1200 plantas, onze selecionadores diferindo na experiência com a cultura, efetuaram a seleção visual ao nível de plantas individuais. Cada selecionador identificou as 55 plantas que na sua opinião apresentavam a maior produtividade de grãos. Foi estimada a eficiência de cada selecionador através da coincidência das plantas por eles selecionadas com aquelas realmente mais produtivas que foram identificadas por pesagem. Em

---

\* Orientador: Mamgno Antônio Patto Ramalho. Membro da Banca: Augusto Ferreira de Souza, Antônio Alves Soares, Orlando Peixoto de Moraes e Emília da Maia de Castro.



experimentos instalados no município de Goianira, Estado de Goiás, em novembro de 1992, foram avaliadas 96 famílias (48 selecionadas visualmente por um dos selecionadores e as 48 aleatoriamente identificadas) de cada cruzamento e mais quatro testemunhas em um látice 10 x 10 com três repetições. Constatou-se que: 1) os selecionadores diferiram na habilidade em identificar visualmente plantas produtivas. Não se constatou correlação entre essa habilidade e a experiência do indivíduo com a cultura; 2) a eficiência da seleção visual de plantas individuais, na geração F<sub>2</sub> visando o aumento da produtividade de grãos na cultura de arroz irrigado, foi baixa indicando ser a seleção visual um entrave na utilização do método genealógico. O seu emprego deve ser restrito à eliminação de indivíduos nitidamente inferiores; 3) nas avaliações realizadas na geração F<sub>4</sub>, constatou-se que as progênies derivadas das plantas selecionadas visualmente na geração F<sub>2</sub> não superaram em produtividade, aquelas oriundas aleatoriamente mostrando que a seleção precoce não foi efetiva. E que em se tratando da cultura do arroz irrigado, cujas diferenças genéticas a serem detectadas são cada vez menores, deve-se procurar alternativas de condução das populações que melhorem o desempenho do programa de melhoramento; 4) Constatou-se também que tanto as progênies derivadas da seleção visual como aquelas obtidas aleatoriamente de plantas F<sub>2</sub> apresentaram praticamente a mesma variância genética entre progênies e herdabilidade, evidenciando também que a seleção visual não reduziu a variabilidade.

## SUMMARY

CUTRIM, Veridiano dos Anjos. Efficiency of visual selection on lowland rice (*Oryza sativa* L.) grain yield. Lavras, ESAL, 1994. 92p. (Tese Doutorado em Agronomia, Área de Concentração, Fitotecnia)

This work was carried out aiming to verify if visual selection among F<sub>2</sub> plants is effective based on grain yield; if there are differences among breeder skills; and if the early selection accomplished at the plant level is efficient. Three populations from the following three-way crosses were used: (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887; (CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815 and (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081. Using a F<sub>2</sub> population with 1200 plants, eleven breeders varying in their experience on the crop, performed visual selection of 55 individual plants with higher grain yield. The efficiency of each breeder was estimated through the coincidence of its selection compared with the grain yield of the plants selected by weight. In experiments set up in the city of Goiania, State of Goiás, in November of 1992, 96 families were evaluated (48 visually screened by one of the breeders and 48 randomly identified) from each cross, and four checks in a 10 x 10 lattice design with three replications. It was realized that



the breeders showed different skillness for visually identifying higher yield plants. The efficiency of the visual selection of individual  $F_2$  plants, aiming to increase the rice grain yield is low, and therefore, this kind of selection should be restrict to the elimination of inferior individuals; the  $F_4$  progenies, from visually selected plants in the  $F_2$  generation, yielded similar to the ones obtained randomly, and showing that the early selection was not effective. Among irrigated rice cultivars where genetic differences are becoming smaller, breeders should use alternative ways of evaluating the populations aiming to improve the performance of the breeding program. It was also noted that both progenie groups derived from  $F_2$  plants, using visual selection or randomly, displayed the same genetic variance among progenies and heritability, showing that visual selection did not decrease variability.



## 1 INTRODUÇÃO

As diferenças em produtividade de grãos a serem detectadas a nível experimental entre linhagens de arroz irrigado são cada vez menores, tornando-se um verdadeiro desafio para o melhorista, o que poderá reduzir a eficiência dos programas de melhoramento no futuro. Nos últimos anos o incremento em produtividade via melhoramento genético do arroz irrigado em Minas Gerais, por exemplo, tem sido relativamente pequeno, 1,2% ao ano (Soares, 1992).

O método de melhoramento mais empregado na cultura do arroz irrigado é o genealógico. Por esse método, a partir das primeiras gerações segregantes é efetuada a seleção entre e dentro das progênies (Allard, 1971 e Fehr, 1987). Especialmente nessas gerações iniciais, a seleção é baseada na habilidade do melhorista em identificar visualmente os indivíduos superiores.

Em se tratando do arroz onde se necessita identificar diferenças cada vez menores, é questionável a efetividade desse processo. Em outras espécies, tem se constatado que a seleção visual tem apresentado baixa eficiência (Hanson, Leffel e Johnson, 1962; Frey, 1962; Atkins, 1964; Stuthman e Steidl, 1984; Patiño e Singh, 1989 e Erskine, 1990), sendo, contudo, essa eficiência variável com o selecionador (Shebeski, 1967; Briggs e Shebeski, 1970; Tai, 1975 e Salmon e Larter, 1978). A seleção

precoce também tem se revelado pouco efetiva. Segundo Leffel e Hanson (1961) a ineficiência da seleção visual precoce é devida principalmente à grande interação entre genótipos x ambientes e à heterose, atribuída as interações alélicas e gênicas não aditivas, as quais não são mantidas nas gerações avançadas.

Considerando que os programas de melhoramento de arroz conduzidos no Brasil dão grande ênfase à seleção visual de plantas ou linhagens, foi realizado o presente trabalho com o objetivo de verificar se ela é capaz de identificar pequenas diferenças de capacidade de produção entre indivíduos da geração F<sub>2</sub>; se há diferença entre a habilidade dos selecionadores envolvidos e se a seleção precoce realizada a nível de plantas nessa geração é efetiva, visando fornecer subsídios para futuros trabalhos de melhoramento com a cultura do arroz irrigado no Brasil.

## 2 REFERENCIAL TEORICO

### 2.1 Melhoramento genético do arroz no Brasil

Existem, ainda, controvérsias com relação ao modo e a época da introdução do arroz no Brasil. Angladette (1963) e Grist (1978) admitem que o arroz foi trazido para o Brasil pelos portugueses, enquanto que Helena (1984) faz referências a alguns documentos, segundo os quais os descobridores já teriam recebido dos indígenas, como presente, porções de arroz.

Ao que tudo indica, as primeiras introduções de cultivares de arroz no Brasil com a finalidade de cultivo ocorreu por volta de 1745 no Maranhão. Nessa ocasião foi introduzido o denominado arroz vermelho ou da terra, proveniente das Ilhas dos Açores. O cultivo desse tipo de arroz ocorreu até meados de 1766, quando passou a ser gradativamente substituído pelo arroz branco (Santos, 1979).

Com relação ao início dos trabalhos de melhoramento, há concordância que ocorreu no estado de São Paulo no final da década de trinta. Isso evidencia que a atividade de melhoramento genético do arroz no Brasil é relativamente recente. Ao que tudo indica os trabalhos de melhoramento genético iniciaram pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), visando, sobretudo, a obtenção de cultivares de arroz de sequeiro. Para o arroz



irrigado, os primeiros trabalhos, provavelmente, ocorreram no Rio Grande do Sul, através do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) e pelo Ministério da Agricultura, através do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul (IPEAS), (Banzatto e Carmona, 1971).

Para dar início ao seu programa de melhoramento, o IAC, realizou uma coleta extensiva de cultivares em uso pelos agricultores e introdução de mais de 1200 novos materiais. Como fruto desse trabalho, foi lançado pelo IAC em 1942, o cultivar Pérola introduzido da Escola Superior de Agricultura de Viçosa em 1938, de grãos tipo agulha e que associava bom valor comercial, resistência a seca e produtividade. Esse cultivar mostrou uma produtividade 25% superior ao cultivar Jaguari, que era predominante na época, e teve franca aceitação pelos agricultores.

A partir de 1939, deu-se início ao programa de melhoramento via hibridação. Os híbridos foram obtidos principalmente através dos cruzamentos de cultivares locais com introduzidas tais como: Nira', 'Iola', Matão', 'Fortuna' e 'Dourado Precoce'. Da seleção dentro das populações segregantes, foram obtidas, entre outras, as seguintes linhagens: IAC-1 (Matão x Pérola), IAC-3 (Jaguari x Iola), IAC-4 (Pratão x Pérola), IAC-7 (Dourado Peludo x Fortuna), IAC-8 Pratão x (Pérola x Cateto) e IAC-9 (Iguape Agulha x Nira'). Estes materiais foram liberados aos agricultores até o final da década de cinquenta.

Deve ser enfatizado que, dentre as inúmeras contribuições do programa de melhoramento genético do arroz de sequeiro do IAC, merece destaque o cultivar IAC 1246 obtido em

Pindorama em 1958, por seleção no cruzamento Pratão x Pérola. Esse cultivar foi utilizado em vários estados do Sudeste e Centro Oeste e existem estimativas que ele chegou a ser utilizado em mais de 60% da área cultivada com a cultura, no país.

Na década de setenta, o IAC recomendou o cultivar IAC-47, que foi obtido através da seleção em população segregante obtida do cruzamento entre o cultivar IAC 1246 e a linhagem 58-1391. Esse novo cultivar associou as boas características do IAC 1246 à resistência a cercosporiose e ao acamamento da 58-1391. Esse material substituiu a IAC 1246 rapidamente e até hoje continua sendo cultivado especialmente nos estados do Norte e Nordeste.

Também na mesma época foi obtido o cultivar precoce IAC 25, do cruzamento Dourado Precoce x IAC 1246. Esse material possuía porte baixo e ótimas qualidades culinárias, substituindo com vantagens os cultivares precoces existentes, especialmente Pratão Precoce e Batatais. Desse mesmo cruzamento, em 1980 foram lançados dois outros cultivares, IAC 164 e IAC 165, ambos de ciclo precoce (O AGRÔNOMICO, 1982).

Com relação ao arroz irrigado, a atividade do IAC concentrou-se na estação experimental de Pindamonhangaba, iniciada também no final da década de trinta. Até o final da década de sessenta, enfatizou-se a utilização de germoplasma semelhante ao comentado para o sequeiro. Nesse período foram recomendados os cultivares IAC 120 e IAC 435 (Schmidt, Banzatto e Azzini, 1978).

Como ocorreu praticamente em todo o mundo, a obtenção na década de sessenta de linhagens de porte baixo, alto

perfilamento e produtivas, selecionadas de cruzamentos envolvendo os cultivares chineses Dee-geo-woo-gen, I-geo-tze e Taichung Native 1, realizados nas Filipinas, alterou substancialmente a filosofia do programa de melhoramento de arroz irrigado do IAC, que passou a concentrar suas atividades em introdução de linhagens provenientes do IRRI (International Rice Research Institute), Germek e Banzatto (1972).

Como dito anteriormente, o melhoramento genético do arroz irrigado no Brasil concentrou-se no Rio Grande do Sul. Os trabalhos foram iniciados em 1938, com a fundação da Estação Experimental do Arroz (EEA), pertencente ao IRGA. Posteriormente, o Ministério da Agricultura através do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul (IPEAS) iniciou também trabalhos neste campo, (Resende, 1976).

A exemplo do IAC, a EEA inicialmente procedeu a introdução de um grande número de materiais, provenientes principalmente dos Estados Unidos. Após intensa avaliação, foram recomendados aos agricultores os seguintes cultivares: Caloro, Colusa, Blue Rose, Early Prolific, Zenith, Nira, Fortuna e Rexoro. Posteriormente, muitos outros cultivares foram introduzidos dos Estados Unidos, Japão, Itália, Formosa e Filipinas, sem contudo chegarem a ser distribuídos aos agricultores. Aproveitando a variabilidade natural observada no material avaliado, foram selecionadas diversas linhagens. Desse trabalho, resultou a seleção 388 proveniente do cultivar Early Prolific, que foi recomendada para cultivo em 1945, devido a sua maior precocidade. Em meados dos anos cinquenta, esse material chegou a ocupar 50% da área cultivada no estado (Silveira, 1985).



Em 1959 foram lançados os primeiros cultivares obtidos pelo programa de hibridação realizado na EEA, sendo três de grãos longos EEA 401, EEA 402 e EEA 403 e três de grãos médios EEA 301, EEA 302 e EEA 303, todos sem muita aceitação pelos agricultores (IRGA, 1990). O cultivar EEA 404, proveniente de cruzamento entre os cultivares americanos Zenith x Maravilha I, lançado em 1961, foi o primeiro material de sucesso, fruto do programa de melhoramento do IRGA. Esse cultivar por sua produtividade, qualidade de grãos (longos, vítreos e alto rendimento industrial) e tolerância à brusone, teve uma ótima receptividade por parte dos agricultores, e sua difusão foi rápida no Rio Grande do Sul, tendo mostrado também ótimo comportamento em outros estados.

Até 1971, foram lançados outros cultivares como: EEA 304, EEA 406, EEA 201 e IRGA 407 todos do tipo tradicional, que apresentavam boa capacidade produtiva, apesar de não apresentarem bom tipo de planta, pois eram altos e com folhas longas e decumbentes. Embora adaptados as condições de manejo que imperavam na época, acamavam com facilidade. Com um processo que iniciou em 1972 através da introdução de cultivares americanas, os cultivares tradicionais foram sendo rapidamente substituídos por cultivares de ciclo precoce e grãos de excelente qualidade culinária, especialmente o Blue Belle, possibilitando o crescimento e consolidação do arroz do Rio Grande do Sul no mercado consumidor nacional (Carmona, 1989).

É importante salientar o papel do Ministério da Agricultura através dos Institutos de Pesquisa Agropecuária Regionais como: Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro Oeste (IPEACO), Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte

(IPEAN), Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro Sul (IPEACS) e outros, no melhoramento do arroz no Brasil, notadamente em estados grandes produtores de arroz como Minas Gerais, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Paraná e Santa Catarina. Entretanto, a principal atividade destes institutos restringia-se a testes de competição de cultivares regionais e introduzidos. Na maioria desses estados, eram recomendados materiais desenvolvidos pelo Instituto Agrônomo de Campinas, tais como IAC 1246 e IAC 47, para sequeiro, e IAC 120 e IAC 435, para irrigado (Banzatto e Carmona, 1971).

No início da década de setenta, o Governo Federal através do Ministério da Agricultura, criou a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com a finalidade de impulsionar e coordenar a pesquisa agropecuária no país.

Visando atender as necessidades de pesquisa com a cultura do arroz, a EMBRAPA criou em 1974 o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF) com sede em Goiânia, Goiás. Esse Centro realizou, inicialmente, um intenso trabalho de coleta das cultivares tradicionais e de introduções de linhagens de várias instituições internacionais, implantou um amplo programa de hibridação e sobretudo, enfatizou o intercâmbio técnico institucional com as Empresas Estaduais de Pesquisa Agropecuária, fortalecendo o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária. Esse sistema facilitou a troca de experiências e de materiais, incrementou a formação de equipes de pesquisadores nos vários estados, permitindo assim diversificar as linhas de pesquisa e oferecer condições para que as instituições estaduais pudessem lançar suas próprias cultivares para as condições ecológicas dos seus estados.

A ação cooperativa do CNPAF, em melhoramento genético do arroz iniciou-se em 1978 com o desenvolvimento dos Ensaio Integrados, que inicialmente abrangeram somente a região Norte. Em função dos bons resultados iniciais obtidos, os ensaios foram enviados nos anos seguintes para vários estados de outras regiões.

Sem dúvida um fato muito importante para o melhoramento do arroz no Brasil, foi a criação em 1982 das Comissões Técnicas de Avaliação de Arroz (CTArroz). Essas comissões foram constituídas por 35 instituições de pesquisa, envolvendo institutos de pesquisa, empresas estaduais de pesquisa, universidades, centros nacionais e estações experimentais, sob a coordenação do CNPAF. Foram denominadas de CTArroz I (região Sul), CTArroz II (regiões Centro-Oeste e Sudeste) e CTArroz III (regiões Norte e Nordeste). Essas comissões, têm a função de coordenar o processo de avaliação de cultivares e linhagens de arroz criados pelos diferentes programas de melhoramento nacional ou internacional, definindo estratégias, critérios e opinando sobre a conveniência de lançamento de cultivares

Para executar esta atividade as comissões possuem três tipos de ensaios básicos que são:

- Ensaio de Observação (EO), constituído por um grande número de linhagens oriundas dos diferentes programas de melhoramento de arroz do Brasil e do mundo, que são testadas sem delineamento experimental, utilizando-se testemunhas intercalares a cada dez entradas. Os EO's são conduzidos em lugares estratégicos dentro de cada região. As avaliações são baseadas apenas nas características fenotípicas de alta herdabilidade,



como tipo de plantas, arquitetura, ciclo, porte e tolerância às enfermidades. A escolha das linhagens que comporão os ensaios seguintes é feita por ocasião das reuniões das CTArroz. Cada instituição de pesquisa, que conduz o EO, apresenta os resultados obtidos e, em conjunto as melhores linhagens são selecionadas para a próxima etapa.

- Ensaio Comparativo Preliminar (ECP) - nesta etapa é feita a primeira avaliação de rendimento das linhagens. O ensaio é composto por 25 a 36 entradas normalmente dispostas em delineamento de látices com três repetições. As avaliações realizadas nesse ensaio são as mesmas realizadas no EO, acrescidas da produtividade de grãos. Também a seleção das melhores linhagens segue a mesma metodologia dos ensaios anteriores e são feitas por ocasião das reuniões dos CTArroz.

- Ensaio Comparativo Avançado (ECA), constituído por aproximadamente 20 entradas e instalado em vários locais dentro da área de atuação de cada instituição de pesquisa por vários anos, pois constitui-se no ensaio final de avaliação para recomendação de cultivares para plantio comercial.

## 2.2 Métodos de melhoramento utilizados na cultura do arroz

Existem duas espécies cultivadas de arroz. *Oryza sativa* L., e *Oryza glaberrima* Stend., originários da Ásia e da África respectivamente. Quase todos os cultivares de arroz são oriundos da espécie *Oryza sativa* L., incluindo todos do Brasil. Essa espécie possui três raças ecogeográficas: Indica, de clima tropical; Japônica, de clima temperado e de clima tropical (arroz

de sequeiro) e a Javânica que acredita ter-se desenvolvido na Indonésia sendo intermediária às raças Indica e Japônica (McKenzie et al. 1987).

A planta do arroz é hermafrodita apresentando uma baixa taxa de fecundação cruzada, inferior a 1%. Sua inflorescência é uma panícula terminal constituída por espiguetas contendo flores perfeitas.

Em função da sua taxa de fecundação cruzada os métodos de melhoramento comumente usados são aqueles desenvolvidos para às plantas autógamias, isto é: seleção de plantas individuais - seleção de linhas puras, seleção massal e o método da hibridação, sendo as populações segregantes conduzidas pelo processo genealógico, massal e retrocruzamento (Allard, 1971 e Fehr, 1987). Os dois primeiros métodos são utilizados principalmente para a purificação de cultivares antigos, os quais podem apresentar variações causadas por misturas mecânicas, cruzamentos naturais ou mutações espontâneas.

No método da hibridação, o que se deseja é combinar em um mesmo indivíduo um ou mais fenótipos favoráveis que estão em indivíduos diferentes. Para isso é realizado o cruzamento de dois ou mais pais e a partir da geração  $F_2$  a população segregante é conduzida por diversos métodos. No genealógico a seleção é efetuada entre e dentro das progênies, já a partir das primeiras gerações. Esse é o processo mais amplamente utilizado na cultura do arroz, entre outras, pelas seguintes razões: as plantas de cada geração podem ser avaliadas para características como resistência às pragas e doenças e qualidade de grãos, fornecendo informações para a eliminação de plantas inferiores permitindo a

concentração de esforços do melhorista apenas nos materiais mais promissores; o método é eficiente para características de alta herdabilidade e, a avaliação em condições de campo por vários anos aumenta a segurança da avaliação. Segundo Allard (1971), esse método permite ao melhorista exercitar a sua habilidade na seleção, em um grau mais elevado do que seria possível em qualquer dos demais métodos utilizados em espécies autógamas.

As principais desvantagens do método genealógico são: limitação imposta com relação a quantidade de material genético que o melhorista pode conduzir, já que as avaliações são efetuadas a nível de plantas individuais e de linhas e requer muitas anotações; e a avaliação de plantas espaçadas pode não correlacionar bem com condições normais de espaçamento. Dos cultivares de arroz atualmente recomendados para a semeadura no Brasil nos diferentes sistemas de cultivo, a exceção dos cultivares BR-IRGA 412 e BR-IRGA 413, obtidos pelo IRGA, através do método de seleção de linhas puras, todos os demais foram obtidos pelo método genealógico.

No método de Bulk ou massal, a população segregante é conduzida, por algumas gerações, utilizando uma amostra da mistura de sementes da geração anterior. A seleção só é efetuada em gerações avançadas quando a maioria dos locos já estão em homozigose. A principal vantagem desse método é a facilidade de condução, e a flexibilidade que permite ao melhorista conduzir várias populações segregantes ao mesmo tempo. Segundo Empig e Fehr (1979) esse método apresenta duas grandes desvantagens: amostras de tamanhos inadequados em gerações sucessivas podem diminuir a variabilidade genética e, a seleção natural que atua



na população pode modificar a frequência alélica, favorecendo os alelos não favoráveis ao melhorista. Jennings et al. (1971) afirmam que a utilização do bulk por vários anos na Ásia Tropical não resultou em ganhos significativos no aumento da produtividade de grãos em arroz e, que talvez a ampla utilização deste método tenha sido o principal responsável pela estagnação da produtividade de grãos nos trópicos. Os autores citam que em alguns dos programas de melhoramento com cultivares do grupo Indica tem sido conseguidos sucessos moderados, quando são utilizados pais relacionados e morfologicamente semelhantes. Nestes, quando cruzados, não ocorre grande competição entre as plantas nas gerações segregantes. Ainda segundo os referidos autores, conhecimentos recentes com relação as interações entre tipos de plantas, habilidade produtiva e capacidade de competição, tem levado muitos melhoristas a abandonarem o método do bulk. Isto porque está reconhecida a completa ineficiência do mesmo para o aumento da produtividade em cruzamentos com ampla segregação para tipo de planta.

Em função disto algumas modificações têm sido efetuadas no bulk convencional, uma delas é a eliminação de todos os segregantes altos e competitivos nas gerações F<sub>2</sub> de cruzamentos entre progenitores divergentes, para a obtenção de uma F<sub>3</sub> mais uniforme. No IRRI, um bulk modificado semelhante ao SSD está sendo utilizado para o avanço rápido de gerações quando a avaliação para a sensibilidade ao fotoperíodo está envolvida. As gerações iniciais são semeadas em altas densidades (1000 plantas/m<sup>2</sup>) em casa-de-vegetação ou câmara de crescimento sob condições artificiais de dias curtos e alta temperatura. Estas



condições diminuem bastante o tempo necessário para o desenvolvimento de materiais sensíveis ao fotoperíodo, porque uma geração pode ser conseguida com menos de 100 dias (Jennings et al., 1979). O bulk não tem sido muito utilizado no Brasil e não são conhecidos registros de cultivares de arroz obtidos por esse método.

O método do retrocruzamento, pressupõe a existência de um cultivar com bons atributos exceto no que se refere a uma característica, em relação a qual é deficiente. Nesse caso, esse cultivar é cruzado com outro que possui o fenótipo desejável. As plantas das gerações subseqüentes são cruzadas novamente (retrocruzadas) com o cultivar visando recuperar a sua constituição genética realizando seleção apenas para o caráter que está sendo transferido (Fehr, 1987).

A exemplo do bulk, o retrocruzamento não tem sido muito utilizado no Brasil na cultura do arroz e, evidências indicam que o mesmo ocorre em outros centros onde são desenvolvidos programas de melhoramento com esta cultura. De acordo com Jennings et al. (1979), a grande desvantagem do retrocruzamento é a dificuldade de se identificar um cultivar que seja deficiente em apenas uma característica.

Existem, entretanto, alguns exemplos da utilização deste método com sucesso. Em arroz, no IRRI, o cultivar Peta, que possui grãos médios, endosperma glutinoso e baixa temperatura de gelatinização, foi cruzado com o cultivar Belle Patna, de grãos longos, endosperma vítreo e temperatura de gelatinização intermediária. Após uma série de retrocruzamentos para o cultivar Peta utilizando-se plantas  $F_1$  de grãos com características

semelhantes aos do cultivar Belle Patna, obteve-se uma série de linhagens morfológicamente semelhantes ao cultivar Peta, porém, com as características de grãos do cultivar Belle Patna. Também não existe registro de cultivares de arroz obtidos por esse método.

### 2.3 Eficiência da seleção visual

O melhoramento é conceituado como a arte e a ciência de melhorar o desempenho das plantas para atender às necessidades do homem. Nesse conceito a arte está relacionada com a habilidade do melhorista em escolher as melhores plantas e/ou progênies para continuar reproduzindo. Essa habilidade foi utilizada desde os primórdios da agricultura com a domesticação das plantas cultivadas, onde o agricultor utilizou a sua percepção visual para identificar os indivíduos superiores. Comparando-se as plantas cultivadas com seus parentes selvagens, não há dúvidas de que a seleção visual realizada durante os inúmeros cultivos foi eficiente.

Após o descobrimento das Leis de Mendel o melhoramento associou a arte à ciência. Vários métodos de melhoramento foram desenvolvidos, porém um dos principais para espécies autógamas, o método genealógico, tem sua eficiência em grande parte ainda dependente da eficiência da seleção visual.

A eficiência da seleção visual tem entretanto, sido questionada no melhoramento de plantas autógamas. Uma revisão detalhada apresentada por Jensen (1988) comenta ter sido o artigo de Engledow e Wadhan (1923), uma das primeiras discussões a



respeito do efeito da seleção visual no método genealógico. Os referidos autores concluíram dizendo reconhecer as limitações do julgamento visual de um indivíduo, mas argumentaram ser a única alternativa que o melhorista dispunha para eliminar os indivíduos com desempenho inferior. Disseram também que quanto maior a experiência do melhorista menor seriam as limitações da seleção visual.

Quando se comenta a respeito da seleção visual, o primeiro questionamento é sobre o caráter envolvido. É esperado que para aqueles caracteres com alta herdabilidade o sucesso seja maior que para aqueles de baixa herdabilidade. Nesse aspecto vários trabalhos foram conduzidos. Byth, Weber e Caldwell (1969) verificaram que o acamamento nas fases iniciais de desenvolvimento em soja foi o melhor indicador da produtividade entre nove características avaliadas, e sugerem que a avaliação visual do dossel durante a fase de desenvolvimento das vagens deve ser um eficiente critério para a seleção de genótipos produtivos. Discutem, contudo, que esse fato esteve associado ao menor acamamento das plantas com dossel ereto, as quais foram beneficiadas pelo acamamento das plantas vizinhas permitindo uma maior penetração de luz no dossel das plantas não acamadas.

Continuando nessa mesma vertente, merece ser mencionado o trabalho realizado por Briggs, Faris e Kelker (1978), onde se verifica que a eficiência da seleção visual entre plantas de cevada nas primeiras gerações segregantes variou de acordo com o caráter estudado. Utilizando uma mistura de 12 cultivares divergentes para simular uma população segregante, eles observaram e mediram sete caracteres, determinaram a variância e

herdabilidade desses caracteres. De acordo com os resultados das análises, os caracteres foram colocados em três grupos, e apenas no primeiro grupo que compreendia os caracteres sementes por espiga, peso de 100 sementes, dias para maturação e altura de planta, os genótipos desejáveis puderam ser selecionados com sucesso. No segundo grupo constituído pelas características produção por planta e sementes por planta, apresentaram variância e herdabilidade baixa. E o terceiro grupo que constou da característica espiga por planta, mostrou-se intermediário aos grupos um e dois. Dos sete caracteres estudados, apenas três (dias para maturação, altura de planta e espiga por planta) foram possíveis serem avaliados visualmente, isto é, estimados sem medição.

Um questionário aplicado entre melhoristas de milho da região de Ohio nos Estados Unidos por Hallauer (1990) e Bauman (1981), a respeito da seleção visual, listava dezessete características. Eles pediram aos melhorista que através de uma escala de notas variando de 1 (alta) a 4 (baixa) classificassem as características mais importantes e, ao mesmo tempo, utilizassem a mesma escala para descrever qual o sucesso esperado com a seleção visual em cada carater. Os autores verificaram, como era esperado, que houve variação na importância relativa das características envolvidas e também na eficiência esperada com a seleção visual. Quase sempre, quando o carater era considerado importante, a eficiência da seleção visual era baixa. Por exemplo, a produção de grãos e a resistência do colmo, identificadas como mais importantes, média 1,2 e 1,3, respectivamente, foram incluídas no grupo onde a seleção visual



era menos efetiva. Entretanto, para a cor da planta, com pouca importância, a eficiência da seleção visual foi considerada alta. Apesar desses resultados, na seleção de linhagens é utilizado o método genealógico e a seleção visual é utilizada com freqüência.

Considerando que a produtividade de grãos é o caráter mais importante para a maioria das culturas, inúmeros trabalhos foram realizados levando em consideração apenas esse caráter. Antes de apresentar os resultados obtidos é oportuno salientar que em muitos casos, a seleção visual é realizada nas primeiras gerações segregantes e a medida de sua eficiência fica confundida com a eficiência da seleção precoce, sobretudo em função da interação genótipos x ambientes.

Alta eficiência da seleção visual realizada em plantas e em parcelas de trigo foi mostrada por Boyce, Copp e Frankel (1947). Seleções efetuadas por três pesquisadores para produção foram comparadas com populações não selecionadas. Os resultados encontrados foram os seguintes:

- seleção visual foi tão eficiente quanto seleção para o peso de grãos no aumento da produção média das progênies;
- seleção de plantas individuais foi mais eficiente que seleção de parcelas;
- seleção visual de plantas aumentou em eficiência com o aumento da intensidade de seleção;
- diferenças entre selecionadores foi evidente;
- combinando-se as melhores seleções de cada pesquisador, aumentou-se a eficiência da seleção.

Procurando uniformizar as condições ambientais, Knott (1972) plantou, cuidadosamente espaçadas, populações F<sub>2</sub> de oito



cruzamentos entre progenitores divergentes de trigo. As melhores plantas foram escolhidas através de avaliação visual. Para comparação foram colhidas plantas ao acaso e um certo número de plantas ruins. Ao todo, 958 linhas F<sub>3</sub> foram utilizadas para teste de produção utilizando-se uma testemunha a cada cinco linhas. A produção de cada linha foi expressa como uma percentagem das duas testemunhas mais próximas. Os resultados mostraram que a seleção visual de plantas F<sub>2</sub> foi eficiente, pois considerando as plantas ao acaso como 100%, linhas F<sub>3</sub> ruins produziram 94% e as linhas selecionadas produziram 108%. Houve naturalmente sobreposição das classes, mas o estudo tornou claro que a seleção visual de plantas F<sub>2</sub> sob condições uniformes é eficiente.

Confirmando resultados encontrados por vários pesquisadores, segundo os quais a seleção visual de plantas F<sub>2</sub> para potencial produtivo foi ineficiente, De Pauw e Shebeski (1973), utilizando uma população de 10.000 plantas F<sub>2</sub> de um cruzamento de trigo, selecionaram 528 plantas que foram avaliadas para produção tendo como testemunhas parcelas de bulk não selecionado. As produções médias das duas categorias não foram significativamente diferentes.

Referindo-se a dados não publicados, Nass (1978) mostrou que seleção visual em plantas F<sub>2</sub> de trigo, semeadas em densidade normal de plantio, resultou em médias de produção mais altas em linhas F<sub>4</sub> e F<sub>5</sub>. Entretanto, as plantas selecionadas através da pesagem, produziram um maior número de linhas com produção acima da média dos progenitores mais produtivos, do que as plantas ao acaso e de seleção visual.

Trabalhando com trigo, Qualset e Vogt (1980), avaliaram quatro estratégias diferentes de seleção aplicadas a plantas  $F_3$ . Cada estratégia incluía uma parte que usou seleção visual. Independente da estratégia, isto é, em todos os casos, houve uma melhor resposta à seleção quando seleção visual foi utilizada.

Em programas de melhoramento de milho desenvolvidos no México, Wellhausen e Wortman (1954) concluíram que a seleção visual e testes precoces para capacidade de combinação entre linhas  $S_1$  têm sido muito eficientes, mas melhoramento posterior por seleção visual dentro de linhas  $S_1$  de alta capacidade de combinação parece oferecer possibilidades limitadas para maiores aumentos em produtividades. Também trabalhando com milho, Osler, Wellhausen e Palacios (1958), encontraram que a seleção visual para produção resultou em aumento em 57% das combinações híbridas por eles estudadas.

Praticando seleções divergentes através da avaliação visual por dois anos em dois cruzamentos de cevada de primavera, McKenzie e Lambert (1961) selecionaram linhas  $F_3$  boas e ruins derivadas de plantas  $F_2$  que foram comparadas para produção e sete outras características em experimento com repetição. Os resultados mostraram que seleção visual de família não teve efeito no aumento da produção. Foram estimadas correlações entre as gerações  $F_3$  e  $F_2$  para as oito características nos dois cruzamentos. Correlações significativas ao nível de 1% foram encontradas para todas as características, exceto para resistência ao acamamento em um cruzamento e para produção nos dois cruzamentos.

Fazendo seleção visual de plantas boas, ruins e ao acaso em populações  $F_2$  de aveia, multiplicando as sementes em  $F_3$  e avaliando a produtividade nas gerações  $F_4$  e  $F_5$  em parcelas, Frey (1962) mostrou que a seleção visual de plantas individuais foi ineficiente, entretanto, avaliações visuais posteriores realizadas nas fileiras das progênies boas, identificaram linhagens superiores às linhagens das progênies ao acaso e ruins. Deste modo o autor concluiu que a capacidade produtiva de aveia é possível de ser detectada visualmente, apenas quando vista como uma população e não como plantas individuais.

Seleção visual desempenhou importante papel em um procedimento de seleção precoce sugerido por Throne (1974). Realizando uma seleção inicial truncada para produção, efetuada visualmente, ele reduziu uma população de 3100 linhas  $F_4$  de soja para apenas 658 para teste posterior de produtividade. O autor sugere que o processo visual pode ser combinado com pequenos experimentos com repetições para produção e os dois resultados utilizados para a seleção final.

Achando que a variabilidade limitada entre plantas de certos cruzamentos entre progenitores superiores poderia ser a razão para o insucesso na seleção de plantas individuais para produção, Wilcox e Schapaugh (1980) resolveram verificar este fato. Para isto, conduziram um trabalho para comparar a eficiência da seleção visual em progênies de soja, oriundas de duas populações híbridas formadas de modos diferentes, isto é, procedentes de cruzamentos entre cultivares superiores e cruzamentos entre cultivares superiores e introduzidos e não adaptados. A hipótese era que o último tipo de cruzamento deveria



produzir maior variabilidade entre as plantas. Os tratamentos comparados foram bulks formados por plantas selecionadas visualmente para produção em gerações sucessivas até F<sub>4</sub>. A intensidade de seleção foi de aproximadamente 7% e os testes de produção foram realizados por dois anos, utilizando-se como testemunha uma amostra de F<sub>2</sub> remanescente para cada cruzamento. Os resultados mostraram que a seleção visual para plantas de alta produção em populações heterozigotas por três gerações não foi efetiva, pois as produções dos bulks F<sub>4</sub> selecionados e não selecionados não foram diferentes da produção de F<sub>2</sub> nos dois tipos de cruzamento.

Trabalhando com a cultura de aveia, respostas positivas da seleção visual, em relação ao processo aleatório, foram observadas por Stutman e Steidl (1976), em três das quatro populações submetidas a seleção. Os autores verificaram também que o aumento da produtividade foi sempre acompanhado por um aumento no ciclo das progênes e, que a melhoria em outras características foi decorrente das condições ambientais que favoreceram plantas derivadas de pais adaptados. Isto evidencia a importância dos efeitos da interação genótipos x ambientes na eficiência da seleção visual. Com base nesses resultados os autores sugerem que, em populações resultantes de cruzamentos entre progenitores muito divergentes ou entre progenitores adaptados e não adaptados, a eliminação de plantas com base em avaliação visual da produção deve ser moderada.

Em feijão caupi a avaliação visual, a campo, em dois cruzamentos foi tão útil quanto dados de produção na seleção de linhagens promissoras, como mostraram Ntare et al. (1984).

Discriminação visual foi utilizada inicialmente em F<sub>2</sub> para fazer uma seleção truncada nas populações. Avaliações realizadas posteriormente na maturação mostraram correlações altamente significativas entre classificações visuais em linhas F<sub>3</sub> e produtividade nas linhas F<sub>8</sub> nos dois cruzamentos.

Em trabalho conduzido na Colômbia, Patiño e Singh (1989) compararam a eficiência da seleção visual para a produtividade de grãos nas gerações F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub> do feijoeiro e constataram que ela não foi eficiente em nenhum dos nove cruzamentos estudados. Também, Erskine et al. (1990), trabalhando com lentilha, compararam a eficiência da seleção visual com o processo aleatório na obtenção de progênies na geração F<sub>5</sub>, em três densidades (66, 133 e 200 sementes/m<sup>2</sup>). As progênies obtidas pelos dois processos foram avaliadas na geração F<sub>7</sub>, os autores constataram que o processo aleatório foi tão efetivo quanto o visual no isolamento de progênies de alta produtividade de grãos. Resultados semelhantes foram encontrados por Weber (1957) e Dahiya et al. (1984), trabalhando respectivamente com soja e grão-de-bico. Existem outros trabalhos questionando a eficiência da seleção visual em várias espécies autógamas, sem contudo os resultados serem conclusivos: Mahmud e Kramer (1951), Frey (1955), Lupton e Whitehouse (1955), Lupton e Whitehouse (1957), Fiuzat e Atkins (1963), McGinnis e Shebeski (1968), Knott e Kumar (1975), Sneepe (1977) e Knott (1979).

Dentro do contexto da eficiência da seleção visual, um fato que também se discute é a habilidade de indivíduos em identificar visualmente fenótipos de altas produtividades em diferentes culturas e se esta depende da experiência dos



indivíduos com as culturas. Com o objetivo de elucidar este fato alguns trabalhos de pesquisa têm sido conduzidos em diferentes espécies.

Trabalhando com linhas F<sub>3</sub> de soja de 45 cruzamentos de um dialelo, Hanson, Leffel e Johnson (1962) utilizaram três pesquisadores experientes para realizar avaliação visual baseada no fenótipo total das plantas, incluindo produção, maturação, acamamento e altura de plantas. A seleção foi feita no sentido de se escolher as melhores e as piores plantas das populações. Os resultados mostraram que os três pesquisadores foram capazes de identificar corretamente apenas 22% das plantas mais produtivas, contra 60% das menos produtivas e, concluíram que a capacidade de indivíduos identificar potencial produtivo de parcelas visualmente é baixa. Portanto, a seleção visual funcionou melhor sobre plantas menos produtivas.

Resultados semelhantes na mesma cultura foram encontrados por Kwon e Torrie (1964), que também utilizaram três pesquisadores para fazer avaliação visual para produção nas gerações F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub> em duas populações. A concordância entre os selecionadores foi boa, mas a eficiência da seleção visual foi de apenas 50% comparada com a seleção baseada na produção das parcelas. Os pesquisadores discriminaram visualmente com sucesso, os extremos, quando as diferenças de produção eram grandes, mas não quando elas eram pequenas. Com isto os autores sugerem que os melhoristas devem avançar as linhas nas gerações iniciais baseadas nas performances também de outras características, além da produção.



Trabalhando com onze populações F<sub>2</sub> de trigo e utilizando quatro pesquisadores para selecionar visualmente as dez melhores plantas de cada população e em F<sub>3</sub> avaliando a progênie de cada planta selecionada plantada ao lado de progênie de uma planta não selecionada, oriunda da mesma população como controle, Shebeski (1967) encontrou que aproximadamente 50% das linhas selecionadas produziram mais e 50% menos que seus correspondentes controles. Concluiu também que as seleções visuais dos pesquisadores não foram melhores que o processo aleatório. Por outro lado Krull, Zapata e Lopez (1966) avaliaram visualmente uma população de 3.274 linhas de trigo para a produção, com base em caracteres agronômicos, usando uma escala variando de 0 a 4, tendo eliminado antes da colheita mais de 1700 linhas por apresentarem aparência inferior. Posteriormente foram encontradas boas correlações entre a performance real e a estimada pelos pesquisadores entre as linhas restantes.

Entretanto trabalho mais detalhado com a cultura do trigo, com o objetivo específico de avaliar a capacidade de selecionadores em identificar visualmente linhas promissoras em populações segregantes, foi conduzido por Briggs e Shebeski (1970). O experimento foi constituído por 828 linhas F<sub>3</sub>, em parcelas de três fileiras de 5,6 m de comprimento cultivadas em boas condições ambientais, em um só local, sendo colocada uma testemunha a cada três parcelas em avaliação. Foram utilizados quatorze selecionadores e, cada um, foi instruído a selecionar visualmente através da estimativa da produção das parcelas e classificar suas seleções em cinco grupos como segue:

- Grupo 1: as 10 mais produtivas.
- Grupo 2: as 20 melhores após o Grupo 1.
- Grupo 3: as 20 melhores após o Grupo 2.
- Grupo 4: as 30 melhores após o Grupo 3.
- Grupo 5: as 10 menos produtivas.

Deste modo por cada indivíduo foram realizadas 80 seleções positivas (Grupos 1 a 4) com uma intensidade de seleção de aproximadamente 10% e, 10 seleções negativas. Para comparação foram colhidas amostras de plantas ao acaso.

Os resultados levaram a várias interpretações e conclusões: o total das 80 seleções positivas produziram um significativo aumento na produção sobre as plantas ao acaso; as médias de produção dos selecionadores ocorreram em ordem decrescente do Grupo 1 para o 5; a capacidade dos selecionadores em identificar visualmente parcela com alta produtividade real foi limitada e; suas habilidades variaram. Por exemplo, dois selecionadores foram eficientes especialmente para identificar parcelas de altas produtividades, enquanto que um, para identificar parcelas de baixas produtividades.

Das 80 parcelas selecionadas para alta produção pelo pesquisador 1, três estavam entre as 10 mais produtivas. Para as parcelas mais produtivas, o número médio selecionado pelos quatorze pesquisadores foi 2,6 comparado a 1,0 esperado pela seleção ao acaso. Os autores concluíram deste trabalho que uma proporção de seleção superior a 10% deve ser praticada para que todas as parcelas de alta produtividade sejam selecionadas.

Trabalho semelhante foi realizado por Salmon e Larter (1978), utilizando linhas F<sub>3</sub> de triticales de oito populações

resultantes de cruzamentos entre progenitores divergentes. As linhas F<sub>3</sub> foram semeadas em parcelas de três fileiras, com testemunhas a cada sete parcelas em avaliação. Foram utilizados dez selecionadores também diferindo em experiência. O objetivo dos selecionadores era identificar visualmente as parcelas capazes de produzir mais que as testemunhas mais próximas. Os resultados foram semelhantes aos do trabalho anterior, pois, a maioria dos selecionadores mesmo os menos experientes foram capazes de identificar parcelas mais produtivas que as testemunhas. Havendo também grandes diferenças entre os selecionadores e, aqui a eficiência foi altamente correlacionada com a experiência. As produções médias das parcelas selecionadas visualmente pelos selecionadores experientes não diferiram significativamente da média das 20 melhores selecionadas com base na produção. De modo geral o estudo deu suporte ao ponto de vista de que a seleção visual, especialmente realizada por pesquisadores experientes foi efetiva em identificar linhas de alta produtividade.

Entretanto, resultados completamente divergentes foram encontrados por Silva et al. (1992), que trabalharam com famílias F<sub>3</sub> e F<sub>5</sub> de dois cruzamentos de feijoeiro. Em cada geração foram avaliadas 100 famílias, e a seleção visual foi realizada pouco antes da colheita, por dez selecionadores diferindo em experiência com a cultura, sendo que cada um identificou visualmente as 10 famílias mais produtivas por geração em cada cruzamento. Posteriormente foi obtida a produtividade de grãos de cada família e identificadas as 10 realmente mais produtivas. Os autores observaram que a eficiência da seleção visual foi baixa,



9,9 e 7,7% em um cruzamento e 16,6 e 4,4% para o outro nas gerações F<sub>3</sub> e F<sub>5</sub> respectivamente. Entre os selecionadores a eficiência envolvendo ambos os cruzamentos e gerações variou de 0% a 44,4%, não estando associada a experiência do indivíduo com a cultura.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material

No presente trabalho foram utilizadas três populações segregantes envolvendo os seguintes cultivares e linhagens:

- Metica 1. Proveniente da Colômbia, foi introduzido no Brasil em 1981 pela EMBRAPA/CNPAF. Foi obtido pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e pelo Instituto Colombiano do Arroz (ICA), através de cruzamentos múltiplos envolvendo: IR 930-53, IR 579-160, IR 930-147-8, IR 22, IR 930-31-10, IR 662 e Colombia 1, CIAT (1988). A partir de 1986 passou a ser recomendado em vários estados, EMBRAPA (1986).

- CNA 3887. É oriundo do cruzamento triplo (BG 90-2 x Tetep) x 4440, realizado na Colômbia pelo CIAT. Foi introduzido no Brasil em 1981 como linhagem F<sub>8</sub>, pela EMBRAPA/CNPAF. Possui floração em torno de 115 dias, altura média de 90 cm e grãos de boa qualidade.

- WC 207, WC 203 e WC 150. São procedentes da Colômbia e também desenvolvidos pelo CIAT. Foram introduzidos no Brasil em 1989, pela EMBRAPA/CNPAF. São fontes de resistência a diversas doenças, principalmente a brusone.

- CNA 4081, CNA 6449, CNA 5544 e CNA 3815. São linhagens desenvolvidas pelo programa de melhoramento do CNPAF. As duas

primeiras são de ciclo precoce e as duas últimas de ciclo médio. Todas são de porte baixo e produtivas em condições de cultivo irrigado. Possuem plantas com boa arquitetura, com folhas e colmos eretos, bom perfilhamento e grãos de boa qualidade.

### 3.2 Populações segregantes

As populações segregantes foram oriundas dos seguintes cruzamentos triplos:

(CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887

(CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815

(METICA 1 x WC 207) x CNA 4081

### 3.3 Local

Os trabalhos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisas de Arroz e Feijão, pertencente à EMBRAPA. Os cruzamentos foram realizados em casa-de-vegetação na Fazenda Capivara, em novembro de 1990, utilizando-se as técnicas de emasculação a vácuo e polinização através de chuva de pólen, Jennings et al. (1979). As sementes F<sub>1</sub> foram semeadas em vasos também em casa de vegetação e, na maturação, após a identificação e eliminação de possíveis autofecundações, as plantas remanescentes de cada cruzamento foram colhidas em bulk para constituírem as populações F<sub>2</sub>.

Os experimentos de campo foram instalados no campo experimental da Fazenda Palmital, localizada no município de Goianira no Estado de Goiás, situado em latitude de 16°45'S,



longitude de 49°15'W e altitude de 729 m.

O solo no local dos experimentos é classificado como Gley Pouco Único e apresentou as seguintes características químicas, de acordo com as análises de solo: pH = 5,6; Al<sup>+++</sup> = 0,5 mE/100cc; Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup> = 4,4 mE/100 cc; P = 10,5 ppm; K<sup>+</sup> = 45 ppm e M.O. = 3,6%.

### 3.4 Métodos

O trabalho constituiu-se de três etapas distintas. Na primeira, avaliou-se a eficiência de selecionadores em identificar visualmente plantas com fenótipos superiores na geração F<sub>2</sub> para a produção de grãos; na segunda, procurou-se avaliar a eficiência da seleção precoce visualmente realizada, através do desempenho das famílias F<sub>4</sub> derivadas de F<sub>2</sub>; e na terceira, procedeu-se a avaliação do uso de testemunhas intercalares como auxiliar no processo seletivo.

#### 3.4.1 Eficiência dos selecionadores

##### 3.4.1.1 Selecionadores

Na seleção visual de plantas foram utilizados onze selecionadores diferindo em experiência com a cultura. Foram utilizados dois técnicos agrícolas, quatro operários rurais e cinco pesquisadores com experiência com a cultura.

#### 3.4.1.2 Condução das gerações F<sub>2</sub>

Cada população F<sub>2</sub> foi semeada no campo em novembro de 1991, na Fazenda Palmital, caracterizada anteriormente, em um bloco com cerca de 1200 plantas. A semeadura foi feita em sulco com 5 metros de comprimento espaçados de 30 cm, com densidade de 20 sementes por metro linear para facilitar a identificação das plantas individualmente. O experimento foi conduzido sob o sistema de irrigação por inundação.

#### 3.4.1.3 Seleção de plantas na geração F<sub>2</sub>

A seleção visual foi efetuada na maturação. Em cada população as plantas foram identificadas através de uma etiqueta plástica numerada. Pouco antes do final da maturação fisiológica, cada um dos selecionadores identificou, na sua opinião 5%, das plantas mais produtivas. Para isso, eles anotaram os números das plantas escolhidas, evitando assim que a seleção realizada por alguns deles influenciasse nas decisões dos demais. Após a colheita, todas as plantas foram trilhadas individualmente, obtidas as produções e identificadas as 55 com maior produção de grãos de cada população.

#### 3.4.1.4 Análise dos dados

Na geração F<sub>2</sub> foram selecionadas 55 plantas de uma população de cerca de 1200. Como alguma coincidência no material selecionado pelos diferentes selecionadores poderia ocorrer por

acaso, foi utilizada a metodologia de Hamblin e Zimmermann (1986) que estima a eficiência da seleção visual, desconsiderando essa coincidência devido ao acaso, pela expressão:

$$ES = \frac{A - C}{B - C} \times 100,$$

onde A é o número de famílias de cada selecionador que coincidiu com as 55 de maior produção de grãos identificadas através dos pesos; B é o número de famílias selecionadas, baseando-se em pesagem no caso 55; e C, o número de coincidências devido ao acaso, sendo adotado nesse caso 5% de B, que corresponde à intensidade de seleção utilizada.

### 3.4.2 Eficiência da seleção visual em plantas F<sub>2</sub> através do desempenho de suas famílias F<sub>4</sub>

#### 3.4.2.1 Obtenção das sementes das famílias F<sub>3</sub> derivadas de plantas F<sub>2</sub> (F<sub>3:2</sub>)

Foram obtidos dois tipos de famílias, um proveniente da seleção visual e outro pelo processo aleatório. As plantas F<sub>2</sub> selecionadas visualmente que originaram as famílias F<sub>3</sub>, foram obtidas como já mencionado no item 3.4.1.2. e corresponderam às 55 plantas identificadas por um dos selecionadores. Para a obtenção das plantas F<sub>2</sub> aleatórias, foram instalados também de modo análogo três blocos, um para cada população. Em cada um desses blocos foram aleatoriamente identificadas também 55



plantas. Para evitar possíveis seleções as 55 plantas foram etiquetadas com cerca de quinze dias após a emergência das plântulas. Essas plantas foram posteriormente colhidas individualmente e suas produções de grãos obtidas, constituindo-se, assim, as famílias F<sub>3</sub> das plantas F<sub>2</sub> aleatoriamente identificadas.

#### 3.4.2.2 Obtenção das sementes das famílias F<sub>4</sub> derivadas de plantas F<sub>2</sub> (F<sub>4:2</sub>)

Para a obtenção das sementes F<sub>4:2</sub>, as famílias F<sub>3:2</sub> derivadas de plantas selecionadas visual e aleatoriamente identificadas, foram semeadas no município de Formoso do Araguaia-TO, em maio de 1992. Cada família F<sub>3:2</sub> foi semeada em uma fileira de 5 metros de comprimento com densidade de 80 sementes por metro linear e espaçamento de 40 cm entre fileiras. Na maturação cada fileira foi colhida massalmente para constituírem as famílias F<sub>4:2</sub>.

#### 3.4.2.3 Avaliação das famílias F<sub>4:2</sub>

##### 3.4.2.3.1 Delineamento estatístico e condução dos experimentos

Para cada população, 96 famílias F<sub>4:2</sub> (48 selecionadas e 48 aleatoriamente identificadas), os três progenitores e uma testemunha, o cultivar Cica 8, foram avaliadas em um látice 10 x 10, com três repetições. Cada parcela tinha uma área total de 1,2 m<sup>2</sup>, constituída de três fileiras de dois metros de comprimento,

espaçadas de 20 cm. A densidade de semeadura foi de 80 sementes por metro linear. Como testemunha intercalar, foram utilizadas três fileiras com o cultivar Aliança, semeado nas extremidades de cada bloco, dentro de cada repetição.

Os experimentos foram instalados na Fazenda Palmital em primeiro de novembro de 1992 e, foram conduzidos sob o sistema de irrigação por inundação. O preparo de solo constou de uma aração e duas gradagens. A adubação utilizada na semeadura foi efetuada de acordo com os resultados das análises químicas do solo e, equivaleu a 400 kg/ha da fórmula 5-30-15 de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  respectivamente. O adubo foi aplicado a lanco antes da segunda gradagem para ser incorporado. Em cobertura foram utilizados 90 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio, aplicados 1/3 aos 30, 1/3 aos 65 e 1/3 aos 90 dias após a semeadura.

No controle de plantas daninhas, foi utilizado o herbicida de pré-emergência Machete aplicado na dosagem de 4 l/ha. A irrigação iniciou-se em torno dos 25 dias após a emergência e, a altura da lâmina d'água foi sendo elevada até atingir 20 cm à medida que as plantas foram se desenvolvendo, permanecendo até a última parcela completar a maturação fisiológica.

#### 3.4.2.3.2 Características avaliadas

Nos três experimentos, utilizando-se as metodologias propostas por EMBRAPA/CNPAF (1977) e CIAT (1975), foram anotadas as seguintes características:

- Número de dias para floração - anotado quando 50% das



panículas das plantas da parcela iniciaram a floração;

- Altura de plantas - distância em cm, medida do solo à extremidade da panícula do perfilho mais alto. Média de cinco plantas tomadas ao caso na maturação;

- Produção de grãos (g/parcela) - foi obtida pela pesagem de todos os grãos da área total, após limpeza e secagem ao sol até atingirem uma umidade em torno de 13%.

#### 3.4.2.4 Análise estatística e genética dos dados

Inicialmente procedeu-se a análise de variância do látice para cada um dos caracteres por experimento, utilizando-se o seguinte modelo matemático:

$$y_{ijk} = m + t_i + r_j + b_{k(j)} + e_{ijk}$$

onde:

$y_{ijk}$  : valor observado do tratamento  $i$ , no bloco  $k$ , dentro da repetição  $j$ ;

$m$  : média geral do experimento;

$t_i$  : efeito do tratamento  $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, 100$ ;

$r_j$  : efeito da repetição  $j$ ,  $j = 1, 2, \dots, 3$ ;

$b_{k(j)}$ : efeito do bloco  $k$ , dentro da repetição  $j$ ,  $k = 1, 2, \dots, 10$ ;

$e_{ijk}$  : erro experimental atribuído a observação  $y_{ijk}$ ,  $NID(0, \sigma^2)$ .

Nos casos em que o látice foi eficiente, utilizou-se o tratamento ajustado e para a estimativa do  $F$ , esse foi dividido pelo quadrado médio do erro efetivo. Em caso contrário foi



considerado o delineamento em blocos casualizados. Utilizando-se as médias dos tratamentos ajustados ou não, o efeito dos tratamentos foi desdobrado conforme é apresentado na Tabela 1.

Posteriormente realizou-se uma análise agrupada dos três experimentos, para verificar principalmente se houve diferença entre as progênes dos três cruzamentos. Para isso utilizou-se os dados médios de cada experimento e efetuou-se a análise de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$y_{11} = m + C_1 + P_{11} + e_{11}$$

onde:

$y_{11}$  : observação da progênie  $i$  no cruzamento  $l$ ;

$m$  : média geral;

$c_1$  : efeito do cruzamento  $l$ ;

$P_{11}$  : efeito da progênie  $i$  dentro do cruzamento  $l$ ;

$e_{11}$  : erro aleatório associado a observação  $y_{11}$ ; obtido a partir da média aritmética do erro experimental dos três experimentos.

TABELA 1 - Esquema da análise de variância utilizada para cada um dos três experimentos.

FV	GL	QM	E (QM)
Repetições	2	Q <sub>1</sub>	
Blocos/Repetições	27	Q <sub>2</sub>	
Tratamentos			
Ajustados ou não	99	Q <sub>3</sub>	
Entre testemunhas	3	Q <sub>4</sub>	
Testemunhas vs Progênes	1	Q <sub>5</sub>	
Progênes	95	Q <sub>6</sub>	$\sigma_e^2 + r\sigma_{pi}^2$
Visual	47	Q <sub>7</sub>	$\sigma_e^2 + r\sigma_{vi}^2$
Aleatórias	47	Q <sub>8</sub>	$\sigma_e^2 + r\sigma_{ai}^2$
Visual vs aleatórias	1	Q <sub>9</sub>	
Erro efetivo	171	Q <sub>10</sub>	$\sigma_e^2$
Erro dos blocos casualizados	198	Q <sub>10</sub>	$\sigma_e^2$

onde:

$\sigma_e^2$  : variância do erro entre parcelas;

$\sigma_{pi}^2$  : variância genética entre progênes;

$\sigma_{vi}^2$  : variância genética entre progênes visuais;

$\sigma_{ai}^2$  : variância genética entre progênes aleatórias.

A análise agrupada foi efetuada utilizando-se procedimento semelhante ao apresentado por Pacheco (1987), e cujo esquema é apresentado na Tabela 2.

TABELA 2 - Esquema da análise de variância agrupada dos três experimentos efetuados.

FV	GL	QM	E (QM)
Cruzamentos (C)	2	Q <sub>10</sub>	-
Progênes	285	Q <sub>11</sub>	
Prog. Visual/C	141	Q <sub>12</sub>	$\sigma_e^2 + \sigma_{vi/C}^2$
Prog. Acaso/C	141	Q <sub>12</sub>	$\sigma_e^2 + \sigma_{ai/C}^2$
Visual vs acaso/C	3	Q <sub>14</sub>	-
Erro	513	Q <sub>15</sub>	$\sigma^2$

#### 3.4.2.4.1 Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

A partir das esperanças dos quadrados médios das análises de variâncias conduzidas por experimentos e características estudadas (Tabela 1), foram obtidos os componentes da variância conforme metodologia descrita por Ramalho, Santos e Zimmermann (1993), os quais são apresentados na Tabela 3.



TABELA 3 - Expressões adotadas para a obtenção das estimativas dos componentes de variância, considerando-se as E (QM) das Tabelas 1 e 2.

---

Componentes da variância

---

Variância genética entre progênes ( $\sigma_{pi}^2$ )	$(Q_6 - Q_9)/r$
Variância genética entre prog. visuais ( $\sigma_{vi}^2$ )	$(Q_6 - Q_9)/r$
Variância genética entre prog. aleatórias ( $\sigma_{ai}^2$ )	$(Q_7 - Q_9)/r$
Variância fenotípica média de progênes ( $\sigma_{Fpi}^2$ )	$(Q_6)/r$
Variância fenotípica média de prog. visuais ( $\sigma_{Fvi}^2$ )	$(Q_6)/r$
Variância fenotípica média de prog. aleatória ( $\sigma_{Fai}^2$ )	$(Q_7)/r$
Variância do erro entre parcelas ( $\sigma_{ei}^2$ )	$Q_9$

---

Estimou-se também as herdabilidades no sentido amplo ao nível de médias das progênes  $F_4$  para as três características estudadas, utilizando-se as seguintes expressões:

$$h_{pi}^2 = \frac{\sigma_{pi}^2}{\sigma_{Fpi}^2} \times 100; \quad h_{vi}^2 = \frac{\sigma_{vi}^2}{\sigma_{Fvi}^2} \times 100; \quad h_{ai}^2 = \frac{\sigma_{ai}^2}{\sigma_{Fai}^2} \times 100$$

onde:

$h_{pi}^2$  : herdabilidade entre médias de progênes;

$h_{vi}^2$  : herdabilidade entre médias de progênes obtidas via seleção visual;

$h_{ai}^2$  : herdabilidade entre médias de progênes obtidas aleatoriamente.

### 3.4.3 Estimativa da herdabilidade realizada

Com a avaliação das plantas F<sub>2</sub> e de suas respectivas famílias em F<sub>4</sub>, foi possível simular uma seleção em F<sub>2</sub> e verificar o ganho que seria observado em F<sub>4</sub>. Isto possibilitou estimar a herdabilidade realizada, utilizando o procedimento descrito por Ramalho, Santos e Zimmermann (1993) em que:

$$h^2_R = \frac{\text{GSR} (\%)}{ds (\%)}$$

onde:

$h^2_R$  : herdabilidade realizada,

GSR (%) : ganho realizado com a seleção em percentagem da média da geração F<sub>4</sub>,

ds (%) : diferencial de seleção em percentagem da média da geração F<sub>2</sub>.

### 3.4.4 Utilização de testemunhas intercalares como auxiliar no processo seletivo

Como testemunha intercalar foram utilizadas parcelas de três fileiras do cultivar Aliança colocadas a cada dez parcelas experimentais em avaliação. Para verificar a possibilidade de se utilizar testemunhas como auxiliar no processo seletivo, foi realizada uma análise de covariância sendo empregada como variável independente (x), a média das duas parcelas testemunhas situadas a cada dez progênies e como variável dependente (y) a produção de grãos dos tratamentos, Gomez e Gomez (1978). O modelo matemático utilizado na realização dessa análise de covariância

foi o proposto por Steel e Torrie (1980), que e é o seguinte:

$$Y_{1j} = m + t_i + r_j + \beta(x_{1j} - x_{..}) + e_{1j}$$

onde:

- m : média geral do experimento
- $t_i$  : efeito do tratamento i
- $r_j$  : efeito da repetição j
- $\beta$  : coeficiente de regressão entre média de tratamento e média de testemunha em cada extrato, ou seja, bloco dentro de repetição
- $x_{1j}$  : média da testemunha dentro de cada extrato
- $x_{..}$  : média geral da testemunha
- $e_{1j}$  : erro experimental atribuído a observação  $y_{1j}$ .



## 4 RESULTADOS E DISCUSSAO

### 4.1 Eficiência da seleção visual

Entre os métodos de condução das populações segregantes utilizados na cultura do arroz no Brasil e também no exterior há predominância do genealógico, Germek e Banzatto (1972) e McKenzie et.al (1987). Para que esse método funcione há necessidade que a seleção visual de plantas individuais seja eficiente. Isso porque já na geração F<sub>2</sub> é realizada a seleção entre plantas, processo que se repete nas gerações posteriores escolhendo-se os melhores indivíduos das melhores famílias (Allard, 1971 e Fehr, 1987).

Nesse trabalho foram selecionadas visualmente, durante a maturação, na geração F<sub>2</sub>, 55 plantas de uma população de cerca de 1200 cuja produtividade por planta foi obtida, o que possibilitou identificar as 55 plantas realmente mais produtivas. Na Tabela 4 é apresentada a coincidência média entre o material visualmente identificado, independente do selecionador, e as realmente mais produtivas. Constata-se que os valores obtidos foram muito baixos, inferiores a 12 plantas. Não houve diferença acentuada no número médio de plantas que coincidiu, em função da população utilizada, variando de 8,7 na população do cruzamento 1 (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887 a 11,2 na população do cruzamento 2 (CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815.

Como parte da coincidência pode ocorrer puramente devido ao acaso, foi estimada a eficiência utilizando a proposta de Hamblin e Zimmermann (1986). Pela proposta um percentual das plantas selecionadas, que corresponde ao índice de seleção aplicado a população. Neste caso 5% ocorre por acaso e deve portanto ser retirada da estimativa da coincidência. Utilizando esta expressão foi obtida uma eficiência média de 14% com uma amplitude de 11,2% a 15,7%.

Na literatura não foi encontrada nenhuma menção da avaliação da eficiência da seleção visual para a cultura do arroz. Há relatos entretanto para outras espécies. Contudo pelas informações a esse respeito, na maioria dos casos, a seleção foi efetuada a nível de família e não de plantas. Além do mais, quando se comenta a respeito da seleção visual o primeiro questionamento é sobre o caráter envolvido. É importante verificar se a eficiência independe do caráter sob seleção. É esperado que para aqueles caracteres, com alta herdabilidade o sucesso seja maior do que para aqueles com baixa, o que demonstraram vários trabalhos a respeito. Briggs, Faris e Keller (1978) verificaram, que a eficiência da seleção visual entre plantas de cevada variou de acordo com o caráter estudado. Os autores utilizaram uma mistura de 12 cultivares divergentes para simular uma população segregante, observaram e mediram sete caracteres. De acordo com os resultados verificaram que dos sete caracteres estudados apenas para três deles, dias para maturação, altura de plantas e espigas por planta, a seleção visual mostrou ser viável. Resultados semelhantes a esses foram obtidos em outros trabalhos, indicando que a seleção visual pode ser

utilizada para caracteres de alta herdabilidade, principalmente para o descarte de indivíduos nitidamente inferiores, Boyce (1947), Briggs e Shebeski (1970), Hanson et al. (1962), Bouman (1981) e Hallauer (1990).

Considerando que a produtividade de grãos é o caráter mais importante para a maioria das culturas, inúmeros trabalhos foram realizados levando em consideração apenas esse caráter, Patiño e Singh (1989), Erskine et al. (1990), Weber (1957) e Dahiya et al. (1984). Em todos os casos os resultados foram semelhantes ao desse trabalho, isso é, a seleção visual foi de pequena eficiência para o referido caráter.

Um argumento que poderia ser considerado é que dependendo do selecionador essa eficiência poderá ser superior. Procurando comprovar essa hipótese no presente trabalho onze selecionadores diferindo na experiência com a cultura, realizaram a seleção no mesmo material. Os resultados apresentados na Tabela 4, mostram que houve diferença entre os indivíduos envolvidos. Na média das três populações a eficiência da seleção visual variou de 3,7 a 39,1%. Embora o indivíduo que foi mais eficiente tenha experiência com a cultura, os resultados a esse respeito não podem ser generalizados, já que o mesmo fato não foi observado para outros melhoristas com comprovada vivência com a cultura. Resultados semelhantes foram observados para o feijoeiro (Silva et al., 1993) e trigo (Briggs e Shebeski, 1970).

A eficiência média entre os cinco indivíduos, com experiência na cultura foi de 17,4% e a média dos demais foi de 11,1%. Embora tenha sido observado essa diferença deve ser enfatizado que a eficiência média dos melhoristas de arroz ainda



TABELA 4 - Número de plantas selecionadas que coincidiu com as 55 mais produtivas e a eficiência da seleção visual nos cruzamentos 1, 2 e 3.

Selecionadores	Cruzamento 1		Cruzamento 2		Cruzamento 3		E.S.Média individual (%)
	N.C.	E.S. (%)	N.C.	E.S. (%)	N.C.	E.S. (%)	
1	23	38,5	23	38,5	24	40,4	39,1
2	4	1,9	15	23,1	10	13,5	12,8
3	10	13,5	11	15,4	17	26,9	18,6
4	9	11,5	9	11,5	11	15,4	12,8
5	9	11,5	10	13,5	10	13,5	12,8
6	12	17,3	25	42,3	13	19,2	26,3
7	10	13,5	10	13,5	6	5,8	10,9
8	2	0,0	7	7,7	5	3,4	3,7
9	7	7,7	5	3,4	7	7,7	6,3
10	3	0,0	3	0,0	13	19,2	6,4
11	7	7,7	5	3,4	2	0,0	3,7
Média	8,7	11,2	11,2	15,7	10,7	15,0	

N.C. Número de plantas selecionadas que coincidiu com as 55 mais produtivas.  
E.S. Eficiência da seleção visual estimada pela expressão de Hamblin & Zimmermann (1986).

CRUZAMENTO 1 - (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887

CRUZAMENTO 2 - (CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815

CRUZAMENTO 3 - (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081

foi muito baixa. Considerando, por exemplo, que se o processo fosse repetido por quatro gerações nas mesmas condições, a probabilidade de se manter os indivíduos realmente superiores, mesmo para o selecionador mais eficiente, seria de  $(0,391)^4 = 0,0235$ , isto é, 2,35%, o que é muito baixa.

Deve ser salientado que considerando um mesmo selecionador houve variação na eficiência em função do cruzamento envolvido, exceto para três dos selecionadores, os de números 1, 4 e 5. Constatou-se também que a variação entre a eficiência na seleção efetuada por selecionador não foi constante entre os cruzamentos e portanto não pode ser associada a particularidades dos cruzamentos que tenham facilitado ou dificultado a seleção. Isso é realçado pelo fato de que praticamente não houve diferença na eficiência média da seleção visual entre os cruzamentos.

É oportuno enfatizar que entre as 55 plantas mais produtivas identificadas pelo peso, apenas três no cruzamento 1 (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887, quatro no cruzamento 2 (CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815 e três no cruzamento 3 (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081 foram identificadas simultaneamente por mais de 6 dos indivíduos. Entretanto, resultado oposto a esse foi encontrado inclusive em maior proporção, isto é, independente do cruzamento, mais de 10 plantas incluídas entre as mais produtivas, não foram selecionadas por nenhum dos selecionadores (Tabelas 1A, 2A e 3A). Chama atenção também a concordância entre os selecionadores, na identificação de certas plantas, que não foram incluídas entre as mais produtivas. Estes fatos provavelmente ocorrem porque os selecionadores, especialmente os com mais experiência na cultura, por ocasião da seleção, tendem a observar outras características

além da produtividade tais como, altura de planta, tipo de grãos e ocorrência de doenças, em muitos casos em detrimento da produtividade, que é quase sempre o caráter mais importante.

Dos resultados apresentados ficou evidenciado que o melhoramento visando o aumento da produtividade de grãos através da seleção visual é de eficiência duvidosa. Pode ser argumentado, como já salientado que o melhoramento só utiliza a seleção visual para caracteres de maior herdabilidade. Contudo, se esse procedimento for utilizado com uma forte intensidade de seleção, como freqüentemente é realizado, haverá uma redução drástica na variabilidade para outros caracteres, principalmente a produtividade de grãos, o que contribuirá para reduzir drasticamente o potencial do cruzamento na obtenção de linhagens mais produtivas.

Considerando os níveis atuais de produtividade obtida pela cultura do arroz irrigado e considerando ainda que as diferenças a serem detectadas são cada vez menores, a ênfase na utilização da seleção visual como vem sendo adotada deve ser revista. O melhorista só deve utilizar a seleção visual no descarte daqueles indivíduos realmente inferiores. Para identificar as famílias superiores para vários caracteres, especialmente produtividade de grãos, outras estratégias devem ser adotadas. Entre elas o emprego de delineamentos experimentais e de repetições apropriadas para a avaliação das progênies já nas primeiras gerações. Somente assim será possível manter o incremento que tem sido obtido para a produtividade de grãos, através do melhoramento genético.



## 4.2 Avaliação das progênes F<sub>4</sub>

Os resultados das análises da variância da avaliação das progênes F<sub>4</sub>, dos três cruzamentos para número de dias para o florescimento, altura de plantas (cm) e produtividade de grãos (g/parcela) são apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7 respectivamente.

Constatou-se que a eficiência dos látices variou em função da característica estudada. Ela foi de baixa eficiência para a produtividade de grãos nos três cruzamentos (Tabela 7) e apresentou eficiência superior a 14% para a altura de plantas, nos três casos (Tabela 6). Já para o número de dias para o florescimento o látice só foi eficiente no cruzamento (CNA5544 x WC 203) x CNA 3887 (Tabela 5). O uso do delineamento em látice é recomendado quando se avalia um grande número de materiais, Cochran e Cox (1957) como ocorreu nesse caso, uma vez que, torna-se difícil encontrar uma área experimental que seja homogênea em toda a extensão da repetição. Nesse caso a repetição é subdividida em blocos menores onde aumenta-se a probabilidade que eles sejam homogêneos. A diferença entre esses blocos é ajustada na análise.

É esperado que o látice seja mais eficiente para aqueles caracteres sujeitos a maior influência do ambiente, isto é, que possuem menor herdabilidade como é o caso da produtividade de grãos. Tal fato entretanto não foi constatado neste trabalho como mencionado. Não foram encontrados outros resultados na literatura a esse respeito envolvendo essas três características. Provavelmente, caracteres como altura de planta, que são avalia-

TABELA 5 - Resumo das análises de variância para floração média (dias), nos cruzamentos avaliados.

FV	GL	QM		
		Cruzamento 1 <sup>a</sup>	Cruzamento 2 <sup>b</sup>	Cruzamento 3 <sup>c</sup>
Tratamentos	99	90,20**	202,48**	83,31**
Entre testemunhas	3	131,00**	469,56**	181,64**
Testemunhas vs progênie	1	0,29	480,50**	15,87
Progênie	95	89,89**	191,12**	80,92**
Entre visual	47	89,49**	200,76**	84,65**
Entre aleatória	47	89,72**	168,66**	74,65**
Visual vs aleatória	1	161,28**	793,35**	200,00**
Erro efetivo	171 <sup>1</sup>	3,69		
Erro de DBC	198		5,56	8,42
Médias		112,8	98,1	112,8
C.V. (%)		1,70	2,40	2,57
Eficiência do látice (%)		136,58	102,35	102,08

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

<sup>a</sup> Cruzamento 1 - (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887

<sup>b</sup> Cruzamento 2 - (CNA 6449x WC 150) x CNA 3815

<sup>c</sup> Cruzamento 3 - (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081

<sup>1</sup> No cruzamento 1 foram utilizados os Qms do trat. ajustado e erro efetivo, devido a eficiência do látice.

TABELA 6 - Resumo das análises de variância para altura média das plantas (cm), nos cruzamentos avaliados.

FV	GL	QM		
		Cruzamento 1 <sup>a</sup>	Cruzamento 2 <sup>b</sup>	Cruzamento 3 <sup>c</sup>
Tratamentos ajustados	95	43,02**	64,56**	24,54**
Entre testemunhas	3	91,57*	34,66	7,07
Testemunhas vs progênie	1	38,34	0,29	6,31
Progênie	95	41,864**	66,49**	24,66**
Entre visual	47	36,89**	76,09**	30,12**
Entre aleatória	47	47,78**	46,03**	19,13**
Visual vs aleatória	1	22,78	574,61**	29,13
Erro efetivo	171	17,24	18,66	9,41
Médias		94,6	84,1	97,2
C.V. (%)		4,39	5,14	3,15
Eficiência do látice (%)		119,38	115,0	114,30

\*, \*\* Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade respectivamente, pelo teste de F.

<sup>a</sup> Cruzamento 1 - (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887

<sup>b</sup> Cruzamento 2 - (CNA 6449x WC 150) x CNA 3815

<sup>c</sup> Cruzamento 3 - (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081



TABELA 7 - Resumo das análises de variância para a produtividade média de grãos (g/parcelas), nos cruzamentos avaliados.

FV	GL	QM		
		Cruzamento 1 <sup>a</sup>	Cruzamento 2 <sup>b</sup>	Cruzamento 3 <sup>c</sup>
Tratamentos	99	40.901,68**	80.055,21**	32.473,05**
Entre testemunhas	3	172.578,10**	186.941,67**	173.586,11**
Testemunhas vs progênes	1	208,33	22.649,00	224,02
Progênes	95	40.800,67**	77.284,12**	28.356,31**
Entre visual	47	44.511,35**	89.420,55**	35.322,68**
Entre aleatória	47	25.271,85**	66.794,43**	21.829,26**
Visual vs aleatória	1	126.253,14**	28,13	7.708,68
Erro	198	20.566,64	15.315,71	11.247,15
Médias		940,00	886,60	954,00
C.V. (%)		15,26	13,96	11,11
Eficiência do látice (%)		105,14	100,57	100,48

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

<sup>a</sup> Cruzamento 1 - (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887

<sup>b</sup> Cruzamento 2 - (CNA 6449x WC 150) x CNA 3815

<sup>c</sup> Cruzamento 3 - (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081

dos com maior precisão, pequenas flutuações ambientais entre os blocos de uma mesma repetição, podem repercutir proporcionalmente com maior intensidade na avaliação da eficiência do látice em relação aos blocos casualizados.

É importante enfatizar que este delineamento tem sido amplamente utilizado nos programas de melhoramento de arroz desenvolvidos no CNPAF, principalmente nos ensaios preliminares, onde um grande número de linhagens são avaliadas pela primeira vez para a produtividade de grãos (Rangel 1990; Santana e Moraes 1991). De qualquer forma, é necessário salientar que apesar de terem sido avaliados 100 tratamentos a área de cada repetição era relativamente pequena pois a parcela experimental possuía apenas 1,2 m<sup>2</sup> (três linhas de 2 m, espaçadas de 0,2 m). Nesse caso, é esperado que a eficiência seja baixa mesmo para um caráter muito influenciado pelas condições ambientais como é o caso da produtividade de grãos. Trabalhos conduzidos no Brasil, têm mostrado que a eficiência dos látices, para produtividade de grãos foram maiores que os encontrados nesse trabalho (Soares, 1987 e Rangel, 1990). Contudo, quase sempre foram utilizadas parcelas maiores nos trabalhos citados.

Apesar da eficiência ter sido baixa, a utilização dos látices é uma estratégia que o melhorista sempre deve adotar, isso porque ele não tem condições a priori de constatar se a área experimental de cada repetição será homogênea ou não. Nesse caso, usando o látice ele estará adotando uma espécie de seguro com relação a um malefício que pode ocorrer e ocorrendo pode ser de efeitos muito prejudiciais ou não (Cochran e Cox, 1957).

Com relação a precisão experimental avaliada através do coeficiente de variação (CV %) as estimativas obtidas evidenciaram que a precisão experimental pode ser considerada boa para todos os caracteres estudados. No caso da produtividade de grãos, que é um caráter, como já mencionado, muito influenciado pelo ambiente ele foi inferior a 16% (Tabela 7), estando dentro dos valores encontrados para a cultura do arroz (Soares, 1987; Moraes, 1980; Cutrim e Ferreira, 1988 e Rangel, 1990).

A fonte de variação tratamentos apresentou teste de F significativo ( $P \leq 0,01$ ) em todos os casos (Tabelas 5, 6 e 7). Já entre testemunhas só não foi detectada diferença significativa para altura de planta nos cruzamentos (CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815 e (Metica 1 x WC 207) x CNA4081. O contraste testemunhas versus progênies apresentou F significativo ( $P \leq 0,01$ ) apenas para o número de dias para o florescimento no cruzamento (CNA 6449 x WC 150) x CNA3815. O teste de F foi significativo ( $P \leq 0,01$ ) para a fonte de variação progênies em todos os casos, o mesmo ocorrendo com as progênies derivadas da seleção visual e do processo aleatório. Chama atenção, o resultado do teste de F para o contraste que avalia a média das progênies oriundas através da seleção visual versus processo aleatório. Para a produtividade de grãos (Tabela 7) ela só foi significativa ( $P \leq 0,01$ ) no cruzamento (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887. Para altura de planta (Tabela 6) fato semelhante ocorreu sendo o teste F significativo apenas no cruzamento (CNA 6449 x WC 150) x CNA3815. Em todos os três cruzamentos o teste de F foi significativo ( $P \leq 0,01$ ) para o número de dias para o florescimento.



A análise de variância agrupada das três populações, é apresentada na Tabela 8. Chama atenção nessa tabela a fonte de variação cruzamentos, que avalia se ocorreu diferença entre as populações avaliadas. Verifica-se que apenas para a produtividade de grãos o comportamento das três populações não diferiu. É interessante salientar também, que na média dos três cruzamentos foi detectada diferença significativa entre as progênes selecionadas visualmente e as obtidas aleatoriamente, para as três características.

O número de dias para o florescimento é apresentado na Tabela 9. Embora a seleção visual efetuada nas plantas F<sub>2</sub> não fosse direcionada para a maior precocidade, haja vista, que ela foi efetuada após o florescimento, esse caráter foi considerado nas progênes F<sub>4</sub> para se constatar se a seleção, efetuada indiretamente, afetou esse caráter. Constata-se na Tabela 9 que em média as progênes provenientes da seleção visual foram mais precoces nos três cruzamentos. É preciso enfatizar contudo, que apesar do teste de F que avaliou esse contraste ter sido significativo ( $P \leq 0,01$ ) (Tabela 5) a diferença foi pequena e deve ter sido detectada porque a precisão experimental com que foi avaliado esse caráter foi muito boa, coeficientes de variação inferiores a 3%.

O genitor mais precoce envolvido nos cruzamentos foi a linhagem CNA 6449. Isso contribuiu para que a população segregante proveniente do cruzamento em que essa linhagem foi um dos pais fosse também a mais precoce (97,9 dias). Além do mais, esse cruzamento foi o que apresentou a maior amplitude (43 dias) do número de dias para o florescimento entre as progênes (Fig.1).

TABELA 8 - Resumo das análises de variância agrupadas nos três cruzamentos para produtividade média de grãos (g/parcelas), altura média das plantas (cm) e floração média (dias).

FV	GL	QM		
		Produção	Altura	Floração
Cruzamentos	2	1.301,077	49,619**	74,014*
Prog. Visual/C	141	18.806,065**	15,901**	41,655**
Prog. Acaso/C	141	13.657,387**	12,443**	37,004**
Prog. vs Prog.A	1	14.887,772	69,501**	123,292*
Erro	513	5.241,987	5,856	6,420
Médias		924,896	92,04	107,809
C.V. (%)		13,49	4,55	2,34

\* e \*\* Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 9 - Floração média (dias) e estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica ao nível de médias das progênes para os cruzamentos avaliados.

Médias	Cruzamento 1 <sup>a</sup>	Cruzamento 2 <sup>b</sup>	Cruzamento 3 <sup>c</sup>
Geral	112,8	98,1	112,8
Progênes			
Total	112,9	97,9	112,7
Visual	112,2	96,2	111,9
Aleatória	113,4	99,5	113,6
Pai 1*	106,8	88,9	111,6
Pai 2	122,4	115,5	124,5
Pai 3	111,3	98,9	105,6
Testemunha	111,7	113,6	113,9
Variância genética entre progênes			
Total ( $\sigma_{pi}^2$ )	27,28	61,85	24,17
Visual ( $\sigma_{vi}^2$ )	28,60	65,07	25,41
Aleatória ( $\sigma_{ai}^2$ )	28,68	54,37	22,08
Herdabilidade (%) ao nível de média de progênes no sentido amplo.			
Total ( $h_{pi}^2$ )	94,05 ± 0,01	97,09 ± 0,01	89,60 ± 0,02
Visual ( $h_{ai}^2$ )	95,87 ± 0,01	97,23 ± 0,01	90,05 ± 0,02
Aleatória ( $h_{ai}^2$ )	95,88 ± 0,01	96,70 ± 0,01	88,72 ± 0,03

\* - Esses números identificam a seqüência em que o pai aparece no cruzamento.

<sup>a</sup> Cruzamento 1 - (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887

<sup>b</sup> Cruzamento 2 - (CNA 6449x WC 150) x CNA 3815

<sup>c</sup> Cruzamento 3 - (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081



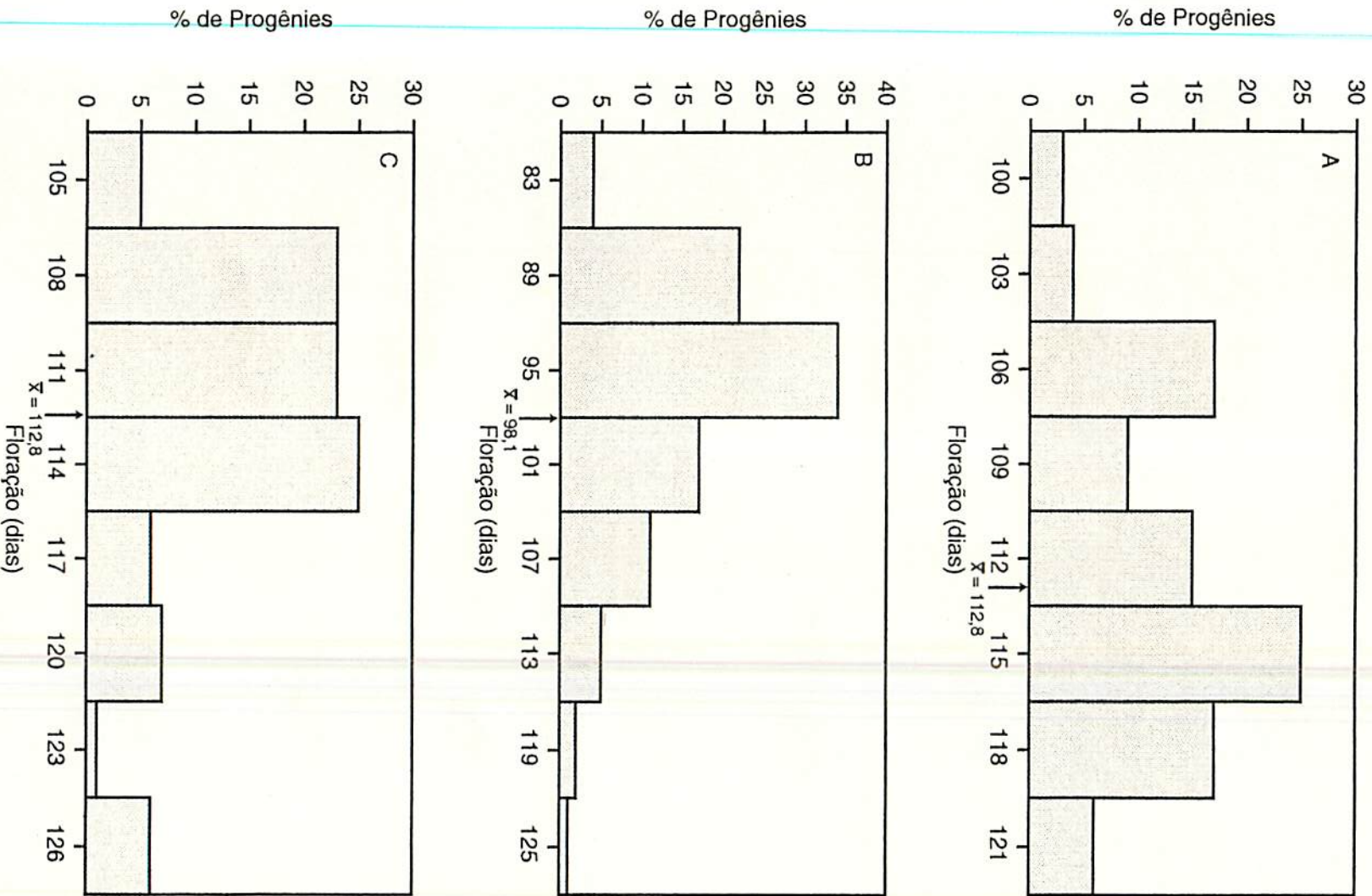


FIGURA 1. Distribuição de frequência para floração média (dias) para as progênies F<sub>4</sub>. A - cruzamento (CNA5544 x WC203) x CNA3887, B - cruzamento (CNA6449 x WC150) x CNA3815 e C - cruzamento (Metical x WC207) x CNA4081.

Em todos os três cruzamentos, independente da origem, constatou-se variação entre as progênies no número de dias para o florescimento (Tabela 5). Esse resultado, aliado as altas estimativas da herdabilidade no sentido amplo quase sempre superior a 90% indicam que há possibilidade de sucesso com a seleção para esse caráter. Esse fato é muito importante considerando-se a diversidade climática em que o arroz é cultivado no Brasil, exigindo material de ciclo adequado para atender as diferentes demandas regionais. Os resultados indicam também que a seleção realizada entre as plantas F<sub>2</sub>, não afetaram a variabilidade, para esse caráter, quando se compara através das herdabilidades estimadas para as progênies oriundas da seleção visual e do processo aleatório que foram praticamente a mesma (Tabela 9). Isso era esperado, porque como já foi comentado, na seleção visual não foi levado em consideração o ciclo das plantas.

A altura de planta é uma característica importante na cultura do arroz, visto que, ela é a principal determinante da resistência ao acamamento, fator de grande importância na produtividade de grãos dessa cultura. No presente trabalho durante a seleção visual realizada na geração F<sub>2</sub> procurou-se selecionar plantas com menor altura. Entretanto analisando a Tabela 10 onde estão as médias das alturas das plantas, constatou-se que as médias das progênies derivadas da seleção visual e do processo aleatório foram semelhantes. Convém salientar que embora o teste de F que avaliou esse contraste tenha sido significativo ( $P \leq 0,01$ ) no cruzamento (CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815, como já mencionado, a diferença entre as médias foi de ape-

TABELA 10 - Altura média das plantas (cm) e estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica ao nível de médias das progênes para os cruzamentos avaliados.

Médias	Cruzamento 1 <sup>a</sup>	Cruzamento 2 <sup>b</sup>	Cruzamento 3 <sup>c</sup>
Geral	94,6	84,1	97,2
Progênes			
Total	94,8	84,1	97,3
Visual	95,5	82,7	97,0
Aleatória	95,1	85,5	97,6
Pai 1*	87,2	79,6	97,4
Pai 2	94,0	87,8	95,4
Pai 3	86,6	84,0	97,1
Testemunha	91,7	84,0	94,1

Variância genética entre progênes

Total ( $\sigma_{pi}^2$ )	8,31	17,12	5,25
Visual ( $\sigma_{vi}^2$ )	6,55	19,15	6,90
Aleatória ( $\sigma_{ai}^2$ )	9,84	9,14	3,24

Herdabilidade (%) ao nível de média de progênes no sentido amplo.

Total ( $h_{pi}^2$ )	54,72 ± 0,15	70,64 ± 0,07	59,56 ± 0,12
Visual ( $h_{vi}^2$ )	53,26 ± 0,20	75,55 ± 0,08	68,76 ± 0,10
Aleatória ( $h_{ai}^2$ )	63,13 ± 0,13	59,52 ± 0,15	50,80 ± 0,22

\* - Esses números identificam a seqüência em que o pai aparece no cruzamento.

<sup>a</sup> Cruzamento 1 - (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887

<sup>b</sup> Cruzamento 2 - (CNA 6449x WC 150) x CNA 3815

<sup>c</sup> Cruzamento 3 - (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081



nas 2,8 cm. Essa significância só foi detectada porque a precisão experimental com que esse caráter foi avaliada, estimada pelo CV, a exemplo da característica dias para o florescimento, também foi muito boa.

A menor altura média (84,1 cm) foi constatada no cruzamento (CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815, e a maior (97,2 cm) no cruzamento (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081. Entretanto em termos médios esses valores estão dentro do que é considerado ideal para a cultura do arroz irrigado (Tabela 6). Esses resultados eram esperados, haja vista que os genitores envolvidos nos cruzamentos são todos materiais desenvolvidos recentemente para o cultivo irrigado e, portanto, apresentam altura dentro dos padrões aceitáveis para evitar o acamamento, isto é, cerca de 90 cm (Jennings, 1979).

A distribuição de frequência das alturas é apresentada na Figura 2. Constatou-se que percentualmente em relação à média a maior amplitude de variação (24,9%) foi obtida no cruzamento (CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815 e a menor amplitude de variação (14,4%) foi obtida no cruzamento (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081. Apesar dessas amplitudes de variação serem consideradas pequenas, as estimativas da herdabilidade obtidas podem ser consideradas altas (acima de 50%). Isso deve ter ocorrido porque a variação ambiental apresentou pequeno efeito na expressão desse caráter, como foi constatado pelos baixos coeficientes de variação (Tabela 6). Nessa condição, mesma a variância genética sendo pequena a estimativa de  $h^2$  pode ser grande (Falconer, 1981). Depreende-se assim que a possibilidade de sucesso na seleção para esse caráter deve ser pequena, a despeito da alta estimativa de  $h^2$  em virtude

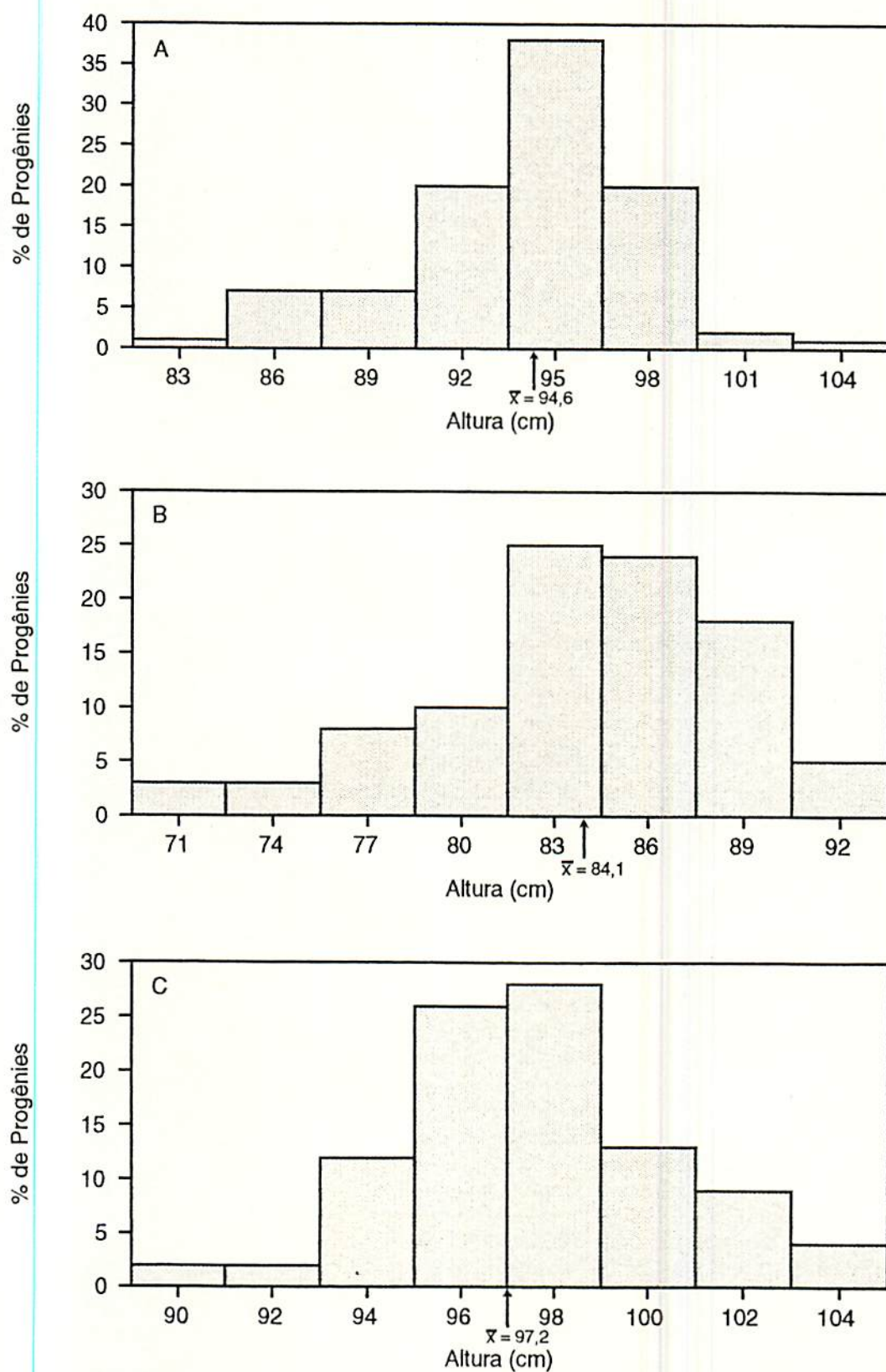


FIGURA 2. Distribuição de frequência para altura média das plantas (cm) nas progênies F<sub>4</sub>. A - cruzamento (CNA5544 x WC203) x CNA3887, B - cruzamento (CNA6449 x WC150) x CNA3815 e C - cruzamento (Metica1 x WC207) x CNA4081.

da baixa magnitude do diferencial de seleção que poderá ser obtido.

Embora durante a seleção visual efetuada entre as plantas F<sub>2</sub> esse caráter tenha sido observado, como foi mencionado, em termos de variabilidade que foi expressada na geração F<sub>4</sub>, praticamente não houve efeito dessa seleção. As estimativas de h<sup>2</sup> obtidas para as progênes derivadas da seleção visual e do processo aleatório foram praticamente as mesmas (Tabela 10). As variâncias observadas quase sempre foram inferiores ao próprio erro das referidas estimativas. Nesse aspecto deve ser salientado que os erros dessas estimativas são inferiores aos que têm sido relatados na literatura para vários caracteres, Vello e Vencovsky (1974) e Ramalho, Santos e Zimmermann (1993).

Os dados referentes a produtividade média de grãos (g/parcelas) para os três cruzamentos são apresentados na Tabela 11. Constatou-se, como já comentado (Tabela 8), que não houve diferença na produtividade média das progênes dos três cruzamentos.

Dentro de população, contudo observou-se ampla variação na produtividade média de grãos, conforme pode ser constatado na Figura 3. Nota-se que o cruzamento (CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815 foi o que apresentou maior amplitude de variação 711 g/parcela, correspondendo a 80,2% da média populacional. Esse resultado é corroborado pela estimativa de h<sup>2</sup> (Tabela 11), onde independente da origem da progênie, ela foi maior no referido cruzamento. Considerando ainda que essa população foi a mais precoce e de menor altura (Tabelas 9 e 10), esses resultados, pelo menos em



princípio indicam ser essa população a mais promissora para se obterem linhagens produtivas, precoces e mais baixas.

É interessante salientar que foi observada segregação transgressiva nos três cruzamentos, visto que, em todos eles, várias progênies apresentaram produtividade média de grãos superior a produtividade média dos genitores mais produtivos (Tabela 11 e Figura 3), realçando o fato de que há possibilidade de sucesso com a seleção em todos os casos.

Nesse trabalho, o mais importante é comparar a produtividade média das progênies provenientes da seleção visual e as do processo aleatório. Conforme já mencionado, a diferença só foi significativa ( $P \leq 0,01$ ) no cruzamento (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887 (Tabela 7). Veja contudo, (Tabela 11) que a maior produtividade média foi obtida nas progênies provenientes do processo aleatório. Esses resultados apontam que a seleção visual realizada entre as plantas  $F_2$ , seleção precoce, não foi eficiente. Tal resultado poderia ser explicado considerando que o selecionador não foi capaz de identificar as plantas mais produtivas na  $F_2$ . Deve ser lembrado contudo, que as progênies avaliadas foram aquelas identificadas pelo selecionador de maior eficiência e que na geração  $F_2$  as plantas da seleção visual, que deram origem as progênies  $F_4$ , apresentaram média superior a das plantas identificadas aleatoriamente. Assim atribuir apenas à ineficiência da seleção visual efetuada para explicar esses resultados não é correto. Há outros fatores que podem ter contribuído. O principal deles é a ocorrência de interação progênies x ambiente. Como as progênies foram identificadas em um ano e avaliadas no ano seguinte, pode ter ocorrido principalmente

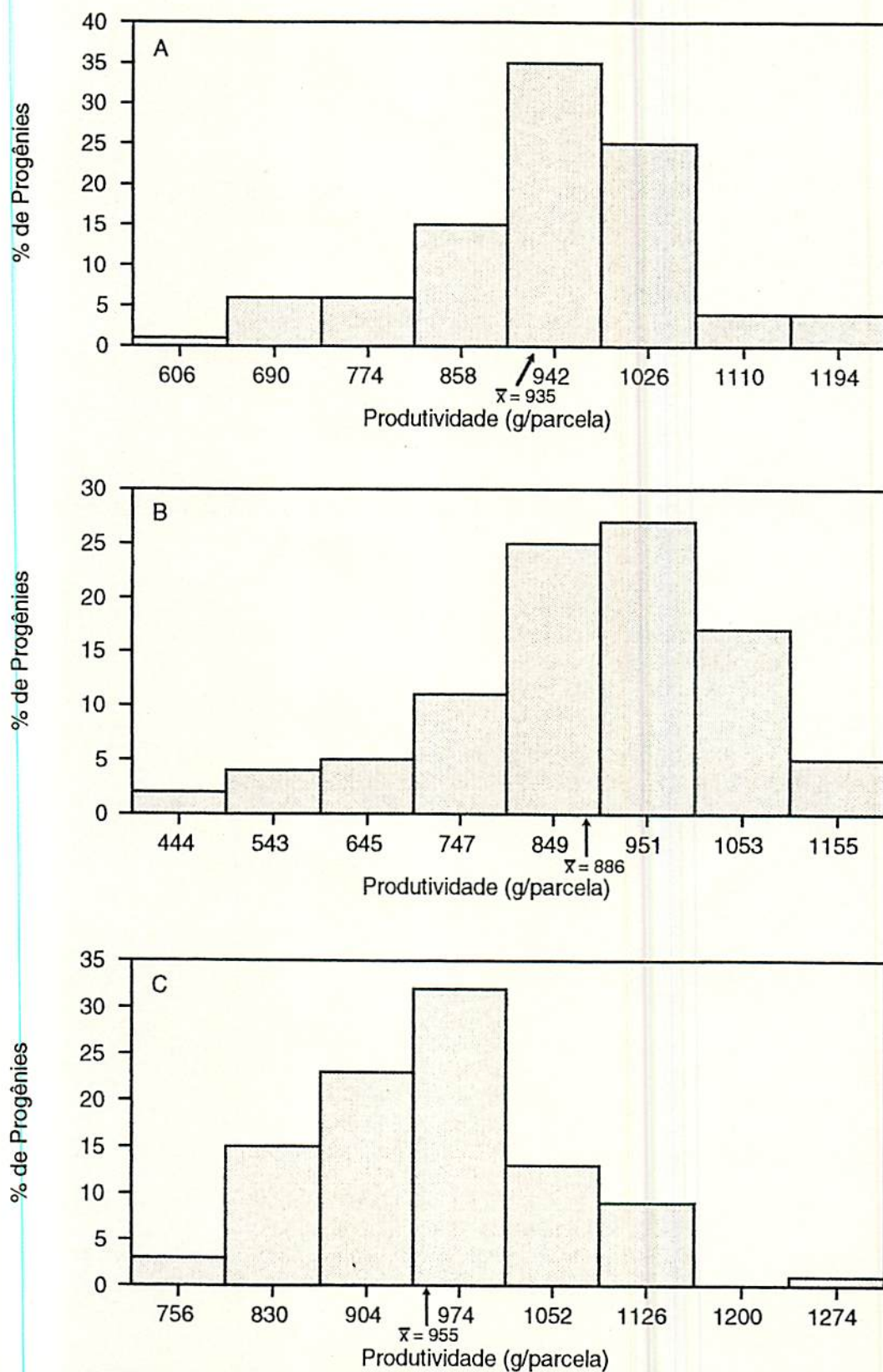


FIGURA 3. Distribuição de frequência para produtividade de grãos (g/parcela) das progênies F<sub>4</sub>. A - cruzamento (CNA5544 x WC203) x CNA3887, B - cruzamento (CNA6449 x WC150) x CNA3815 e C - cruzamento (Metica1 x WC207) x CNA4081.

TABELA 11 - Produtividade média de grãos (g/parcela) e estimativas dos componentes da variância genética e fenotípica ao nível de médias das progênes para os cruzamentos avaliados.

Médias	Cruzamento 1 <sup>a</sup>	Cruzamento 2 <sup>b</sup>	Cruzamento 3 <sup>c</sup>
Geral	940,0	886,6	954,93
Progênes			
Total	935,1	884,8	954,8
Visual	916,2	884,5	959,9
Aleatória	956,0	885,1	949,6
Pai 1*	1025,5	573,6	1122,8
Pai 2	1035,0	955,2	1111,9
Pai 3	1077,3	1002,8	608,2
Testemunha	1063,3	1097,8	986,2

Variância genética entre progênes

Total ( $\sigma_{pi}^2$ )	6786,62	20575,85	5725,27
Visual ( $\sigma_{vi}^2$ )	7981,53	24701,95	8025,18
Aleatória ( $\sigma_{ai}^2$ )	4901,69	15158,91	3351,68

Herdabilidade (%) ao nível de média de progênes no sentido amplo.

Total ( $h_{pi}^2$ )	49,90 ± 0,18	79,87 ± 0,05	60,57 ± 0,11
Visual ( $h_{vi}^2$ )	53,79 ± 0,19	82,87 ± 0,05	68,16 ± 0,10
Aleatória ( $h_{ai}^2$ )	41,69 ± 0,30	57,07 ± 0,06	46,06 ± 0,26
Herdabilidade realizada (%)	5,4	9,7	0,4

\* - Esses números identificam a seqüência em que o pai aparece no cruzamento.

<sup>a</sup> Cruzamento 1 - (CNA 5544 x WC 203) x CNA 3887

<sup>b</sup> Cruzamento 2 - (CNA 6449x WC 150) x CNA 3815

<sup>c</sup> Cruzamento 3 - (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081



interação progenies x ano.

Esses resultados mostraram que a seleção de plantas F<sub>2</sub> foi ineficiente para a identificação de progênies F<sub>4</sub> superiores, indicando que a seleção precoce não foi efetiva. Resultados semelhantes a esses foram relatados para várias espécies. Hamblin e Evans (1976) e Patiño e Singh (1989) com feijão, Boerma e Cooper (1975c) com soja e Nass (1979) e Briggs e Shebeski (1971) com trigo. Segundo Leffel e Hanson (1961), as principais causas da ineficiência encontrada com a utilização da seleção de plantas nas primeiras gerações são: a interação genótipo x ambiente, a heterose atribuída as interações alélicas e gênicas não aditivas as quais não são mantidas nas linhagens, a heterogeneidade de genótipos dentro das progênies e a competição entre plantas de genótipos diferentes.

Foram identificadas as 10 plantas mais produtivas em F<sub>2</sub>, entre as 96 cujas famílias foram avaliadas. Utilizando a produtividade média dessas plantas F<sub>2</sub> e de suas respectivas progênies F<sub>4</sub>, foi possível estimar o ganho realizado com a seleção (Fehr, 1987 e Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). A partir desse ganho realizado foi estimada a herdabilidade realizada (Tabela 11). Constata-se que ela variou de 0,4% cruzamento (Metica 1 x WC 207) x CNA 4081 a 9,7% cruzamento (CNA 6449 x WC 150) x CNA 3815. Esses valores são bem inferiores aos obtidos para a h<sup>2</sup> entre média de progênies na geração F<sub>4</sub>.

Essa diferença deve ser atribuída em grande parte a forte interação das progênies x ambiente, que tem sido constatado com freqüência na cultura do arroz (Chandraratna, 1964; Saini, 1974, Goud et al, 1969; Moraes, 1980; Soares, 1987 e Rangel,

1990). Reforçando o que já foi comentado de que a ineficiência da seleção precoce nesse caso deve ser atribuída em grande parte a interação progênes x anos.

#### 4.3 Uso de testemunhas intercalares como auxiliar no processo seletivo

Em programas de melhoramento genético de plantas, é comum o melhorista se deparar com um grande número de linhagens a serem avaliadas, como ocorreu nesse trabalho. Nessa situação, utiliza-se freqüentemente, os delineamentos em blocos incompletos como é o caso dos látices quadrados parcialmente balanceados, os quais quase sempre mostram-se eficientes no controle da heterogeneidade dentro das repetições (Yates, 1936; Cochran e Cox, 1957). Entretanto, o látice apresenta algumas desvantagens que muitas vezes podem dificultar a sua utilização, tais como: o número de tratamento tem que ser em quadrado perfeito; dependendo do número de tratamentos, os blocos dentro da repetição podem ser excessivamente grandes o que reduziria a vantagem desse delineamento; a perda de parcelas experimentais dificulta sobremaneira as análises a serem realizadas.

Devido a isso tem havido um crescente interesse no estudo de novas alternativas de delineamentos de experimento que envolvam um grande número de tratamentos. Entre essas alternativas estão o uso de blocos aumentados Federer (1956, 1961a e 1961b), blocos ao acaso com tratamentos comuns Pimentel-Gomes (1985), blocos incompletos parcialmente balanceados com



tratamentos comuns, Pavate (1961) e Oliveira (1990 e 1993) e o uso de médias móveis e de testemunhas intercalares Rosielle (1980) e Vivaldi (1990).

O emprego de testemunha intercalar é uma prática generalizada entre os melhoristas. Contudo, não há consenso de como utilizar as informações dessas testemunhas nas análises dos dados. Oliveira (1990) apresentou um procedimento de análise que envolve as testemunhas intercalares em um experimento em látice. Outros utilizam a testemunha para estabelecer um possível gradiente de fertilidade dentro do bloco (Love, citado por Chandraratna, 1964). Um outro procedimento seria o uso da análise de covariância em que as testemunhas seriam a covariável (Gomez e Gomez, 1978). Nesse trabalho como foi colocada uma testemunha a cada dez parcelas esse último procedimento foi utilizado.

Os quadrados médios do erro e os coeficientes de variação obtidos na análise de covariância (Tabela 12), indicam que praticamente não houve melhoria na precisão experimental quando comparada com as estimativas obtidas para a análise de variância apresentada na Tabela 7. Tanto é assim que as estimativas da eficiência da análise de covariância em relação a obtida em blocos casualizados, segundo expressão apresentada por Steel e Torrie (1980, p.418), foram praticamente a mesma (Tabela 12), indicando não ter sido vantajosa a análise de covariância realizada. Resultados semelhantes foram encontrados por Rosielle (1980) com trigo, que constatou que o látice foi mais eficiente no controle do erro experimental que o uso de testemunha intercalar colocada a cada três parcelas. Deve ser enfatizado contudo, que no presente experimento para a produtividade de



grãos, como já foi dito o látice não foi eficiente indicando boa uniformidade dentro de cada repetição. Assim é provável que se o látice tivesse sido eficiente o uso da testemunha poderia mostrar resultados mais promissores podendo ser uma alternativa ao uso do próprio látice quando o número de tratamentos fosse muito grande. Por outro lado, conforme comentou Rosielle (1980) o uso de testemunhas intercalares apresenta a desvantagem de aumentar o tamanho dos blocos dependendo do intervalo que elas são colocadas, e sugere que em muitos casos é preferível utilizar o método de médias móveis que considerando a área experimental ocupada com a testemunha possibilitaria o emprego de um maior número de repetições. Depreende-se assim que, em futuros trabalhos de melhoramento de arroz, o uso de testemunha intercalar deve ser melhor avaliado.

TABELA 12 - Resumo das análise de covariância para produtividade média de grãos (g/parcela), utilizando a testemunha intercalar como covariável nos cruzamentos avaliados.

FV	GL	QM		
		Cruzamento 1	Cruzamento 2	Cruzamento 3
		Blocos	2	20.557,00
Tratamentos				
Ajustados	99	40.824,17	80.068,68	32.522,02
Covariável	1	8.439,35	16.400,56	6.094,66
Erro	197	20.628,32	15.309,20	11.273,31
Média		940,00	886,60	954,93
CV (%)		15,28	13,96	11,12
Efic. em relação ao DBC (%)		99,20	99,07	99,27

## 5 CONCLUSOES

1) Os selecionadores diferiram na habilidade em identificar visualmente plantas produtivas. Não se constatou correlação entre essa habilidade e a experiência do indivíduo com a cultura.

2) A eficiência da seleção visual de plantas individuais, na geração F<sub>2</sub> visando o aumento da produtividade de grãos na cultura de arroz irrigado, foi baixa. O seu emprego deve ser restrito à eliminação de indivíduos nitidamente inferiores.

3) Nas avaliações realizadas na geração F<sub>4</sub> constatou-se que as progênies derivadas das plantas selecionadas visualmente na geração F<sub>2</sub> não superaram em produtividade aquelas oriundas aleatoriamente mostrando que a seleção precoce não foi efetiva. E que em se tratando da cultura do arroz irrigado, cujas diferenças genéticas a serem detectadas são cada vez menores, deve-se procurar alternativas de condução das populações que melhorem o desempenho do programa de melhoramento.

4) Constatou-se também que tanto as progênies derivadas da seleção visual como aquelas obtidas aleatoriamente de plantas F<sub>2</sub> apresentaram praticamente a mesma variância genética entre progênies e herdabilidade, evidenciando também que a seleção visual não reduziu a variabilidade.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- O AGRONOMICO. Realizações do Instituto Agronômico. Novas variedades de arroz. O Agrônomo, Campinas, v.34, p.2-4, 1982.
- ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético de plantas. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381p.
- ANGLADETTE, A. El arroz. Barcelona: Blume, 1963. 867p.
- ATKINS, R.E. Visual selection for grain yields in barley. Crop Science, Madison, v.4, n.5, p.494-496, 1964.
- BANZATTO, N.V.; CARMONA, P.S. O melhoramento genético do arroz no Brasil. In: CONTRIBUIÇÃO TÉCNICA DA DELEGAÇÃO BRASILEIRA À 2ª REUNIAO OU COMITÊ DE ARROZ PARA AS AMERICAS. Pelotas: Ministério da Agricultura, 1971. p.121-131.
- BAUMAN, L.F. Review of methods used by breeders to develop superior inbrids. Proc. Corn. Sorghum Ind. res. Conf., 36:1-99-208. 1981.

- BOERMA, H.R.; COOPER, R.L. Effectiveness of early-generation-yield selection of heterogeneous lines in soybeans. *Crop Science*, Madison, v.15, n.2, p.314-316, 1975.
- BOYCE, S.W.; COPP, I.G.I.; FRANKE, O.H. The effectiveness of selection for yield in wheat. *Heredity*, Edinburg, v.1, n.5, p.223-233, 1947.
- BRIGGS, K.G.; FARIS, D.G.; KELKER, H.A. Effectiveness of selection for plant characters of barley in simulated segregating rows. *Euphytica*, Wageningen, v.27, n.1, p.157-166, 1978.
- BRIGGS, K.G.; SHEBESKI, L.H. Early generation selection for yield and breadmaking quality of hard red spring wheat. *Triticum aestivum* L. in Thell. *Euphytica*, Wageninge, v.20, n.3, p.453-463, 1970.
- BRIGGS, K.G.; SHEBESKI, L.H. Visual selection for yielding ability of F<sub>3</sub> lines in a hard red spring wheat breeding program. *Crop Science*, Madison, v.10, n.4, p.400-402, 1970.
- BYTH, D.E.; WEBER, C.R.; CALDWELL, B.E. Correlated truncation selection for yield in soybeans. *Crop Science*, Madison, v.9, n.6, p.699-702, 1969.
- CARMONA, P.S. Melhoramento do arroz irrigado na região sul do Brasil. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.42, n.387, p.14-16, 1989.

- CHANDRARATNA, M.F. **Genetics and plant breeding of rice.** London: Longmans, 1964. 389p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Registro de cruzamientos realizados por los programas de arroz del ICA y del CIAT (1957-1986).** Cali, 1988. 64p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Sistema de evaluación estándar para arroz.** Cali: Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para America Latina, 1975. 62p.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs.** New York: John Wiley & Sons, 1957. 616p.
- CUTRIM, V.A.; FERREIRA, R.P. **Ensaio comparativo avançado de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado em Goiás.** In: REUNIAO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 17., Pelotas, 1988. **Anais...** Pelotas, EMBRAPA/CPATB, 1988. p.95-98.
- DAHIYA, B.S.; WALDIA, R.S.; KAUSHIK, L.S.; SOLANKI, I.S. **Early generation yield testing versus visual selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.).** **Theoretical Applied Genetics, Ludhiana, v.68, p.525-529, 1984.**
- DE PAUW, R.M.; SHEBESKI, L.H. **An evaluation of an early generation yield testing procedure in *Triticum aestivum*.** **Canadian Journal of Plant Science, Monitoba, v.53, n.4, p.465-470, 1973.**

- EMPIG, L.T.; FEHR, W.R. Evaluation of methods for generation advance in bulk hybrid soybeans populations. *Crop Science*, Madison, v.11, n.1, p.51-55, 1971.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e feijão. Manual de métodos de pesquisa em arroz. Goiânia, 1977. 106p. (Primeira aproximação).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e feijão. Metica 1; cultivar de arroz irrigado. Goiânia, [1986] (folder).
- ENGLEDOW, F.L.; WADHAM, S.M. Investigations on yield in the cereals. Part I. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.13, n.3, p.390-439, 1923.
- ERSKINE, W.; ISAWI, J.; MASOUD, K. Single plant selection for yield in lentil. *Euphytica*, Wageningen, v.48 n.2, p.113-116, 1990.
- FLACONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa: Imprensa Universitária, 1981. 279p.
- FEDERER, W.T. Augmented designs. *Hawaiian Planter's Record*, Honolulu, v.55, p.191-208, 1956.



- FEDERER, W. T. Augmented designs with two-three and higher-way elimination of heterogeneity. *Biometrics*, Raleigh, v.17, n.3, p.447-473, 1961a.
- FEDERER, W.T. Augmented designs with two-three and higher-way elimination of heterogeneity. *Biometrics*, Raleigh, v.17, n.1, p.166, 1961b.
- FEHR, W.R. Principles of cultivar development. New York: MacMillan, 1987. 525p.
- FIUZAT, Y.; ATKINS, R.W. Genetic environmental variability in segregating barley population. *Agronomy Journal*, Madison, v.45, n.8, p.414-420. 1963.
- FREY, K.J. Effectiveness of visual selection upon yield in oat crosses. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.102-105, 1962.
- FREY, K.J. The use of F<sub>2</sub> lines in predicting the performance of F<sub>2</sub> selections in two barley crosses. *Agronomy Journal*, Madison, v.37, n.10, p.541-544, 1955.
- GERMEK, E.B.; BANZATTO, N.V. Melhoramento do arroz no Instituto Agronômico. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1972. 52p. (Boletim 2).
- GOMEZ, K.A.; GOMES, A.A. Statistical procedures for agricultural research, 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1978. 679p.

- GOUD, J.V.; NAYAR, K.M.D.; RAO, M.G. Recent trends in rice breeding in Mysore State; III. Adaptation and genotypic variability in tree environments. *Plant Breeding*, Berlin, v.62, n.2, p.129-137, 1969.
- GRIST, D.H. *Rice*. 5.ed. London, 1978. 225p.
- HALLAUER, A.R. Methods used in developing maize inbreds. *Maydica*, Bergamo, v.35, n.1, p.1-16, 1990.
- HAMBLIN, J.; EVANS, A.M. The estimation of cross yield using early generation and parental yields in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, Wageningen, v.25, n.2, p.515-520, 1976.
- HAMBLIN, J.; ZIMMERMANN, M.J.O. Breeding common bean for yield in mixtures. *Plant Breeding Review*, Connecticut, v.4, n.1, p.45-72, 1986.
- HANSON, W.D.; LEFFEL, R.C.; JOHNSON, H.W. Visual discrimination for yield among soybean phenotypes. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.93-96, 1962.
- HELENA, H.S. Curiosidades históricas sobre o arroz. O arroz desde Cabral e um pouco de alpiste. *Lavoura Arrozoeira*, Porto Alegre, v.33, n.352, p.14-17, 1984.



- INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. 50 anos de histórias. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.43, n.390, p.11-20, 1990.
- JENNINGS, P.R.; COFFMAN, W.R.; KAUFFMAN, H.E. *Rice Improvement*. Los Baños: International Rice Research Institute, 1979. 186p.
- JENSEN, N.F. *Plant breeding methodology*. New York: John Wiley & Sons, 1988. 676p.
- KNOTT, D.R. Effects of selection for F<sub>2</sub> plant yield on subsequent generations in wheat. *Canadian Journal Plant Science*, Manitoba, v.52, n.5, p.721-726. 1972.
- KNOTT, D.R. Selection for yield in wheat breeding. *Euphytica*, Wageningen, v.28, n.1, p.37-40, 1979.
- KNOTT, D.R.; KUMAR, J. Comparison of early generation yield testing and a single seed descent procedure in wheat breeding. *Crop Science*, Madison, v.15, n.2, p.295-299, 1977.
- KRULL, C.F.; ZAPATA, B.M.; LOPEZ, O.R. Eficácia de la selección visual por rendimiento en el trigo. *Revista del Instituto Colombiano Agropecuario*, Cali, v.1, n.1, p:31-36, 1966.
- KWON, S.H.; TORRIE, J.H. Visual discrimination for yield in two soybean populations. *Crop Science*, madison, v.4, n.3, p.287-290, 1964.

- LEFFEL, R.C.; HANSOSN, W.D. Early generation testing of diallel crosses of soybeans. *Crop Science*, Madison, v.1, n.3, p.169-175, 1961.
- LUPTON, F.G.H.; WHITEHOUSE, R.N.H. Selection methods in the breeding of high yield wheat varieties. *Heredity*, Edinburgh, v.9, n.1, p.150-151, 1955. (abst.)
- LUPTON, F.G.H.; WHITEHOUSE, R.N.H. Studies on the breeding of soft-pollinating cereals. *Euphytica*, Wageningn, v.6, n.2, p.169-185. 1957.
- McGINNIS, R.C.; SHEBESKI, L.H. The reliability of single plant selection for yield in F<sub>2</sub>. In: INTERNATIONAL WHEAT GENETICS SYMPOSIUM, 3, Camberra, 1968. *Proceedings...* Camberra, 1968. p.410-415.
- McKENZIE, R.I.H.; BOLLICK, N.C.; RUTGER, J.N.; MOLDENHAUER, K.A. K. Rice. In: FEHR, W.R. *Principles of cultivar development*. New York: MacMillan Publishing, 1987. v.2, cap.13, p.487-532.
- McKENZIE, R.I.H.; LAMBERT, J.W. A comparison of F<sub>3</sub> lines and their related F<sub>s</sub> lines in two barley crosses. *Crop Science*, Madison, v.1, n.4, p.246-249, 1961.
- MAHMUD, I.; KRAMER, H.H. Segregation for yield, height and maturity following a souybean cross. *Agronomy Journal*, Madison, v.43, n.10, p.605-609, 1951.



- MORAIS, O.P. de. **Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.).** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1980.70p. (Tese Mestrado).
- NASS, H.G. **Comparison of selection efficiency for grain yield in two population densities of four spring wheat crosses.** *Crop Science*, Madison, v.18, n.1, p.10-12, 1978.
- NASS, H.G. **Selecting superior spring wheat cross in early generations.** *Euphytica*, Wageningen, v.28, n.1, p.161-167, 1979.
- NTARE, B.R.; AKE'OVA, M.E.; REDDEN, R.J.; SINGH, B.B. **The effectiveness of early generation ( $F_3$ ) yield testing and the single seed descent procedures in two cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) crosses.** *Euphytica*, Wageningen, v.33, n.2, p.539-547, 1984.
- OLIVEIRA, A.C. **Análise conjunta de experimento em blocos incompletos com alguns tratamentos comuns - análise intrablocos.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.11, p.1255-1262, 1993.
- OLIVEIRA, A.C. **Experimentos em blocos incompletos parcialmente balanceados (PBIB) com tratamentos comuns adicionados em cada bloco.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.4, p.469-490, 1990.



OSLER, R.D.; WELLHAUSEN, E.J.; PALACIOS, G. Effect of visual selection during inbreeding upon combining ability in corn.

*Agronomy Journal*, Madison, v.50, n.1, p.45-48, 1958.

PACHECO, C.A.P. Avaliação de progênies de meio irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente - 2º ciclo de seleção. Lavras: ESAL, 1987. 109p. (Tese Mestrado).

PATINO, H.; SINGH, S.P. Visual selection for seed yield in the F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub> generation of nine common bean crosses. *Annual Report Bean improvement Coop....* New York, v.32, p.79-80, 1989.

PAVATE, M.V. Combined analysis of balanced incomplete block designs with same common treatments. *Biometrics*, Raleigh, v.17, p.111-119, 1961.

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*. 5.ed. Piracicaba: Livraria Noble, 1985. 466p.

QUALSET, C.O.; VOGT, H.E. Efficient methods of population management and utilization in breeding wheat for Mediterranean type climates. In: *INTERNATIONAL WHEAT CONFERENCE*, 3, Madrid, 1980. *Proceedings...* Madrid, 1980. p.166-188.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. *Genética quantitativa em plantas autógamas: Aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: UFG, 1993. 271p.

- RANGEL, P.H.N. Eficiência da seleção simultânea de arroz (*Oryza sativa* L.) em várzeas, com e sem irrigação controlada. Piracicaba: ESALQ, 1990. 125p. (Tese Doutorado).
- RESENDE, M.H. Origens do arroz em Pelotas. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.29, n.289, p.13-14, 1976.
- ROSIELLE, A.A. Comparison of lattice designs, check plots, and moving means in wheat breeding trials. *Euphytica*, Wageningen, v.29, n.1, p.129-133, 1980.
- SAINI, S.S.; SIDHU, G.S.; KUMAR, I.; GOOMBER, T.S. Phenotypic stability for yield of some rice varieties. *Indian Journal of Agricultural Science*, New Delhi, v.44, n.10, p.644-647, 1974.
- SALMON, D.P.; LARTER, E.N. Visual selection as a method for improving yield of triticale. *Crop Science*, Madison, v.18, n.3, p.427-430, 1978.
- SANTANA, E.P.; MORAIS, O.P. Melhoramento do arroz para cultivo em condições de sequeiro no Brasil. In: REUNIÓN SUBRE MEJORA-MIENTO DE ARROZ EN EL CONE SUR, Goiania, GO, 1989, Montevideo: iica, 1991. p.41-50.
- SANTOS, C.M. Cultura, indústria e comércio de arroz no Brasil colonial. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.32, n.316, p.6-20, 1979.



- SCHMIDT, N.C.; BANZATTO, N.V.; AZZINI, L.E. **Melhoramento do arroz.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1978. 24p. (Circular, 88).
- SHEBESKI, L.H. **Wheat and breeding.** In: NEILSEN, K.F. (ed.) **Proc.Con. Centennial Wheat Symp.** Saskatoon: Modern Press, 1967. p.249-277.
- SILVA, H.D.; RAMALHO, M.A.P.; MARTINS, L.A.; ABREU, A. de F.B.; **Seleção visual para a produtividade de grãos em progênies F<sub>3</sub> do feijoeiro.** In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto Feijão; relatório 1988/92.** Viçosa, 1992. p.126-131.
- SILVEIRA, E.P. **Melhoramento genético: outro fator decisivo na produtividade do arroz gaúcho.** **Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v.38 n.357, p.3-12, 1985.**
- SNEEP, J. **Selection for yield in early generations of self-fertilizing crops.** **Euphytica, Wageningen, v.26, n.1, p.27-30, 1977.**
- SOARES, A.A. **Desempenho do melhoramento genético do arroz de sequeiro e irrigado na década de oitenta em Minas Gerais.** **Lavras: ESAL, 1992. 188p. (Tese Doutorado).**



- SOARES, P.C. Correlações, coeficientes de trilha e resposta indireta à seleção em genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivados em condições de irrigação por inundação contínua e em várzea úmida. Viçosa: UFV, 1987. 72p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. Principle and procedures of statistics: A biometrical approach. 2.ed. New York: McGraw Hill, 1980. 633p.
- STUTHMAN, D.D.; STEIDL, R.P. Observed gain from visual selection for yield in diverse oat populations. *Crop Science*, Madison, v.16, n.2, p.262-264, 1976.
- TAI, G.C.C. Effectiveness of visual selection for early clonal generation seedling potato. *Crop Science*, Madison, v.15, n.1, p.15-18, 1975.
- THORNE, J.C. Early generation testing and selection in soybeans: association of yields in F<sub>3</sub>-derived lines. *Crop Sciences*, Madison, v.14, n.6, p.:898-900, 1974.
- VELLO, N.A.; VENCOVSKY, R. Variâncias associadas às estimativas da variância genética e coeficiente de herdabilidade. Piracicaba: ESALQ, 1974. p.238-248. (Relatório Científico do Instituto de Genética, 8.).

- VIVALDI, L.J. Comparação entre métodos de análise espacial de experimentos de campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.1, p.77-84, 1990.
- WEBER, C.R. Selection for yield in bulk hybrid soybean population with different spacings. *Agronomy Journal*, v.49, n.10, p.547-548, 1957.
- WELLHAUSEN, E.J.; WORTMAN, L.S. Combining ability of  $S_1$  and derived  $S_3$  lines of corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.46, n.2, p.86-89, 1954.
- WILCOX, J.R.; SCHAPAUGH Jr., W.T. Effectiveness of singles plant selection during generations of inbreeding in soybeans. *Crop Science*, Madison, v.20, n.6, p.809-811, 1980.
- YATES, F. A new method of arranging variety trials involving large number of varieties. *Journal Agricultural Science*, Cambridge, v.24, n.3, p.424-455, 1936.





TABELA 1A - Número das plantas selecionadas por cada um dos selecionadores e as 55 de maior peso de grãos na geração F<sub>2</sub> do cruzamento (CNA5544 x WC 203) x CNA 3887.

## SELECCIONADORES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Plantas + prod.	
4	4	6	3	21	6	100	57	3	401	12	272	
12	11	40	23	57	12	189	72	10	405	48	819	
17	19	48	37	69	37	210	100	15	419	71	12	
69	44	57	69	71	69	387	115	20	430	88	419	A
71	52	78	78	84	189	419	132	57	434	102	1232	
90	63	83	93	93	191	465	154	84	466	107	397	B
93	90	173	132	107	193	549	228	93	485	154	189	A
111	128	228	148	168	197	655	315	154	525	173	111	
166	228	272	154	173	210	716	357	173	549	191	320	
167	275	315	173	189	211	738	367	189	552	196	1264	B
189	276	387	189	193	213	804	377	249	571	219	69	
209	282	407	191	199	330	805	387	272	584	224	187	B
222	352	419	242	205	344	812	390	284	592	228	838	
260	403	427	260	210	396	819	401	311	593	253	1002	
320	434	467	289	239	549	871	462	331	605	258	651	
353	461	472	300	242	573	879	468	350	610	268	978	
359	465	475	320	249	585	881	522	407	623	279	260	
387	467	486	339	284	591	883	525	412	638	282	686	B
415	476	519	357	290	606	905	549	419	644	300	1114	
419	481	522	387	326	700	917	550	455	655	315	1039	B
434	552	525	413	358	821	923	571	479	681	337	1080	
448	555	549	415	361	917	929	585	515	683	377	934	
457	568	584	435	386	937	942	592	519	690	387	90	
467	577	606	453	399	942	955	605	549	691	401	1191	
503	582	655	496	409	997	967	606	589	696	415	831	
577	605	690	514	415	1002	976	610	596	700	419	710	B
636	610	720	529	419	1042	997	620	644	705	425	488	
646	615	746	552	453	1043	1002	625	690	717	455	21	
651	621	770	559	488	1059	1031	690	708	721	465	1118	
688	649	773	585	494	1061	1032	705	770	723	467	210	
700	650	804	586	499	1064	1040	723	784	732	525	1200	B
704	670	827	606	512	1082	1055	737	795	737	549	434	
706	716	847	637	529	1108	1057	750	805	739	552	922	B
724	651	870	644	538	1109	1068	853	826	740	581	811	
796	774	883	685	544	1114	1082	870	851	746	586	222	
804	790	908	690	473	1119	1085	871	858	768	610	71	
811	827	1002	720	606	1160	1086	879	866	770	614	1021	
831	906	1080	746	609	1167	1112	923	870	774	637	955	
838	926	1114	770	613	1170	1118	971	871	784	644	909	B
891	1017	1170	775	620	1171	1125	976	905	790	655	549	A
921	1029	1175	811	690	1172	1140	983	929	793	665	228	
934	1030	1195	834	696	1175	1142	984	976	803	685	116	B
959	1032	1205	838	699	1179	1152	1056	983	804	705	1319	
978	1037	1217	879	741	1180	1153	1068	997	805	741	88	



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Plantas + prod.	
993	1077	1232	917	827	1186	1156	1070	1002	1163	770	1317	B
1006	1080	1239	982	858	1191	1160	1071	1032	1165	774	415	
1021	1112	1240	997	897	1192	1180	1085	1055	1167	780	1119	B
1029	1137	1249	1023	982	1193	1186	1127	1080	1170	784	6	
1042	1185	1259	1064	1023	1239	1187	1130	1082	1171	858	1335	B
1059	1201	1285	1079	1064	1249	1194	1140	1085	1175	864	1180	
1061	1214	1288	1082	1082	1253	1222	1141	1100	1179	871	206	B
1077	1219	1298	1156	1112	1276	1259	1144	1105	1186	883	1160	
1086	1227	1314	1170	1194	1285	1282	1186	1143	1187	901	1061	
1089	1244	1319	1191	1205	1288	1296	1195	1170	1195	976	706	
1180	1261	1320	1994	1217	1293	1297	1201	1179	1205	1079	93	

A - plantas selecionadas por mais de seis selecionadores.

B - plantas que não foram identificadas por nenhum selecionador.





TABELA 2A - Número das plantas selecionadas por cada um dos selecionadores e as 55 de maior peso de grãos na geração F<sub>2</sub> do cruzamento (Metixa 1 x WC 207) x CNA 4081.

## SELECCIONADORES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Plantas + prod.	
1404	1354	1361	1350	1351	1359	1359	1364	1379	1374	1373	1837	A
1456	1360	1366	1359	1359	1396	1366	1366	1442	1379	1374	2296	
1462	1369	1395	1371	1380	1404	1396	1371	1484	1401	1430	1870	
1495	1377	1396	1387	1392	1417	1415	1405	1509	1403	1447	1404	
1514	1389	1404	1410	1396	1489	1438	1415	1524	1404	1489	1908	
1518	1394	1410	1420	1410	1553	1445	1433	1541	1407	1507	2389	
1530	1397	1415	1443	1473	1631	1457	1436	1562	1415	1553	2471	
1532	1400	1430	1453	1482	1707	1462	1443	1572	1422	1556	2427	
1593	1434	1440	1482	1489	1726	1480	1446	1605	1429	1572	1746	
1620	1473	1453	1488	1495	1737	1504	1448	1613	1430	1649	2411	
1621	1501	1470	1509	1509	1746	1561	1453	1624	1433	1665	1992	
1642	1527	1477	1524	1523	1787	1581	1461	1625	1438	1798	1811	A
1673	1553	1482	1553	1526	1792	1585	1462	1635	1440	1805	1629	B
1682	1649	1497	1562	1635	1798	1612	1501	1637	1443	1820	2392	B
1701	1668	1513	1589	1685	1799	1617	1507	1641	1446	1859	1726	A
1707	1682	1524	1593	1710	1811	1623	1533	1659	1448	1886	2428	
1709	1715	1543	1612	1726	1823	1681	1551	1660	1451	1919	2182	
1713	1730	1553	1631	1784	1825	1690	1612	1669	1452	1975	2073	
1726	1746	1563	1649	1805	1835	1693	1630	1675	1453	1994	1844	
1746	1805	1589	1673	1814	1837	1707	1635	1682	1457	2040	1495	
1755	1870	1613	1697	1837	1849	1710	1650	1685	1462	2069	2362	
1792	1875	1624	1710	1845	1866	1717	1679	1690	1473	2076	1866	
1811	1955	1630	1726	1858	1870	1721	1689	1694	1477	2122	1553	
1815	1956	1635	1755	1866	1908	1726	1720	1710	1480	2153	1384	B
1821	1981	1641	1763	1878	1943	1760	1731	1717	1484	2160	1755	
1837	1989	1681	1787	1943	1992	1777	1732	1726	1491	2192	1395	
1841	2030	1685	1805	1974	2046	1782	1746	1728	1507	2235	1359	
1844	2035	1694	1813	2015	2050	1790	1751	1733	1509	2240	2432	
1863	2049	1710	1827	2022	2054	1791	1752	1734	1532	2270	2067	
1870	2067	1726	1866	2046	2067	1792	1755	1743	1545	2273	1682	
1873	2091	1751	1920	2054	2069	1793	1765	1746	1546	2294	2052	
1950	2115	1760	1931	2085	2073	1798	1777	1759	1550	2309	2484	
1951	2125	1784	1943	2098	2075	1803	1782	1770	1555	2310	2164	B
1978	2148	1787	1988	2106	2082	1805	1798	1771	1561	2312	2097	
1992	2153	1792	1995	2123	2097	1811	1802	1784	1563	2315	1434	
2003	2163	1798	2013	2139	2104	1818	1805	1785	1569	2319	1430	
2052	2220	1802	2028	2160	2116	1823	1811	1789	1576	2324	2505	
2072	2257	1811	2046	2198	2158	1837	1819	1799	1607	2325	2417	
2073	2270	1814	2047	2207	2159	1858	1823	1802	1610	2331	2257	
2095	2276	1829	2054	2210	2163	1866	1829	1805	1617	2339	2220	
2097	2297	1937	2082	2268	2170	1870	1835	1814	1679	2342	1841	
2185	2312	1841	2097	2276	2182	1888	1837	1818	1689	2364	1511	B
2255	2350	1845	2098	2284	2210	1908	1921	1928	1693	2371	1347	B
2262	2366	1856	2122	2294	2220	1943	1992	1834	1710	2417	2271	B



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Plantas + prod.	
2292	2372	1862	2139	2311	2276	1953	1995	1845	1715	2424	1410	
2302	2389	1864	2158	2319	2284	1975	2037	1858	1731	2428	2294	
2312	2403	1907	2170	2326	2296	1992	2046	1859	1751	2430	1606	B
2389	2417	1952	2207	2350	2299	2013	2049	1866	1758	2433	1547	B
2395	2420	1998	2210	2364	2319	2037	2052	1869	1761	2448	2509	
2411	2450	2054	2235	2377	2362	2046	2054	1870	1777	2465	2363	B
2417	2453	2067	2268	2424	2389	2047	2075	1943	1795	2467	2302	
2422	2484	2075	2287	2427	2427	2054	2085	1980	1805	2508	2276	
2427	2497	2085	2294	2429	2428	2085	2087	2037	1811	2516	2054	A
2432	2505	2104	2319	2431	2465	2098	2160	2075	1823	2520	1989	
2471	2509	2105	2326	2453	2471	2163	2245	2087	1848	2527	1707	

A - plantas selecionadas por mais de seis selecionadores.

B - plantas que não foram identificadas por nenhum selecionador.





TABELA 3A - Número das plantas selecionadas por cada um dos selecionadores e as 55 de maior peso de grãos na geração F<sub>2</sub> do cruzamento (Metixa 1 x WC 207) x CNA 4081.

## SELECCIONADORES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Plantas + prod.	
2555	2555	2600	2555	2555	2555	2555	2555	2569	2555	2551	3052	
2576	2611	2623	2582	2563	2563	2559	2590	2590	2594	2594	2962	
2579	2625	2626	2594	2594	2572	2563	2595	2615	2615	2605	2705	
2582	2632	2627	2617	2636	2582	2581	2610	2646	2632	2615	2676	
2891	2640	2634	2641	2646	2594	2594	2644	2676	2650	2630	2858	B
2606	2703	2640	2646	2664	2617	2528	2665	2712	2668	2646	3047	
2617	2711	2646	2655	2667	2627	2646	2710	2721	2676	2655	2555	A
2622	2715	2655	2687	2676	2634	2655	2721	2789	2703	2703	3051	
2634	2785	2664	2706	2757	2637	2702	2729	2730	2709	2706	3048	
2636	2825	2665	2719	2770	2641	2703	2740	2744	2721	2715	2827	
2637	2872	2687	2744	2776	2662	2706	2741	2773	2739	2724	2634	
2640	2879	2694	2745	2795	2665	2715	2760	2800	2763	2755	3017	A
2644	2899	2695	2770	2800	2678	2745	2761	2810	2770	2775	2979	
2665	2946	2700	2788	2810	2695	2770	2763	2825	2788	2800	2946	
2676	2979	2705	2801	2825	2709	2775	2765	2872	2796	2801	2875	B
2677	3007	2739	2806	2827	2715	2783	2767	2892	2834	2818	2801	
2683	3013	2740	2826	2844	2721	2788	2770	2914	2872	2824	2849	
2694	3017	2743	2872	2872	2729	2800	2772	2930	2879	2825	3406	B
2700	3032	2750	2874	2883	2739	2801	2773	2961	2893	2826	3007	
2757	3048	2755	2890	2896	2745	2808	2776	2982	2914	2837	3412	B
2759	3052	2775	2921	2930	2754	2810	2787	3015	2921	2872	3003	B
2761	3057	2786	2930	2938	2755	2811	2788	3017	2930	2873	3452	
2788	3104	2789	2946	2964	2756	2837	2800	3031	2941	2880	3195	B
2791	3112	2791	2964	2971	2757	2862	2801	3034	2946	2891	3043	B
2796	3137	2800	2983	3017	2767	2879	2803	3051	2961	2931	2978	
2806	3160	2825	3004	3030	2770	2899	2809	3055	2964	2970	2971	
2825	3221	2827	3017	3051	2776	2901	2810	3066	2983	2982	2964	
2827	3227	2872	3045	3066	2788	2921	2842	3073	3009	3002	2930	
2849	3280	2878	3051	3068	2796	2946	2844	3097	3013	3010	3317	A
2872	3308	2955	3077	3129	2800	2951	2849	3114	3017	3015	2796	
2881	3313	2962	3082	3146	2806	3013	2871	3123	3026	3031	2627	
2884	3317	2964	3104	3154	2810	3017	2872	3146	3051	3090	2739	
2893	3355	3008	3110	3160	2817	3039	2879	3160	3052	3112	2878	
2906	3371	3013	3123	3168	2822	3054	2885	3191	3061	3129	2700	
2932	3386	3017	3143	3191	2825	3066	2890	3201	3066	3136	2831	B
2946	3402	3030	3160	3219	2872	3073	2901	3202	3076	3137	3193	
2958	3408	3057	3168	3223	2930	3074	2951	3223	3077	3143	2664	
2966	3409	3068	3193	3240	2932	3082	3010	3249	3095	3166	3270	
2978	3421	3075	3199	3250	2943	3098	3030	3255	3105	3166	3270	
2979	3432	3137	3217	3278	2962	3104	3033	3267	3120	3168	3238	
2983	3436	3170	3227	3284	2991	3110	3104	3270	3137	3170	2597	B
2984	3462	3191	3231	3286	2994	3112	3107	3284	3160	3227	3221	
3001	3466	3234	3248	3351	3001	3120	3110	3317	3164	3230	3001	
3015	3474	3240	3260	3375	3007	3170	3112	3421	3168	3289	2983	





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Plantas + prod.	
3017	3483	3265	3280	3408	3017	3227	3120	3432	3189	3317	2958	
3042	3496	3270	2204	3421	3034	3231	3141	3448	3184	3361	2884	
3047	3501	3273	3317	3428	3044	3238	3160	3470	3203	3420	2806	
3052	3504	3278	3337	3436	3045	3250	3188	3550	3211	3426	2791	
3057	3510	3280	3345	3452	3051	3253	3189	3595	3221	3428	2640	
3068	3550	3305	3364	3462	3052	3259	3191	2745	3225	3432	2628	
3259	3555	3317	3386	3470	3057	3267	3201	2801	3227	3446	3431	B
3304	3565	3385	3408	3478	3191	3284	3202	2844	3238	3467	3075	
3312	3572	3408	3409	3486	3259	3289	3221	2871	3265	3470	2984	
3317	3577	3425	3436	3548	3272	3302	3338	2889	3268	3476	2606	
3402	3580	3432	3446	3555	3408	3304	3278	2950	3275	3486	2568	B

A - plantas selecionadas por mais de seis selecionadores.

B - plantas que não foram identificadas por nenhum selecionador.