

EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO VISUAL NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE ARROZ (*ORYZA SATIVA* L.) IRRIGADO¹

VERIDIANO DOS ANJOS CUTRIM², MAGNO ANTÔNIO PATTO RAMALHO³ e ASSIS MARINHO CARVALHO⁴

RESUMO - Com o objetivo de verificar se a seleção visual é capaz de identificar diferenças de capacidade produtiva entre indivíduos da geração F₂; se há diferença entre a habilidade dos selecionadores envolvidos; e se a seleção precoce realizada nas plantas nessa geração é efetiva em melhorar o desempenho das famílias em gerações avançadas, foram utilizadas três populações segregantes oriundas de cruzamentos triplos. Foram utilizados onze selecionadores diferindo em experiência na cultura, para identificar visualmente as plantas mais produtivas na geração F₂. Verificou-se que os selecionadores diferiram na habilidade de identificar visualmente plantas produtivas e que esta habilidade não está associada à experiência do selecionador com a cultura. Nas avaliações realizadas na geração F₂, constatou-se que as progênies derivadas das plantas selecionadas visualmente na geração F₂ e as oriundas aleatoriamente não diferiram quanto à produtividade de grãos, o que indica que a seleção precoce não foi eficiente.

Termos para indexação: seleção precoce, capacidade produtiva, melhoramento genético.

EFFICIENCY OF VISUAL SELECTION ON LOWLAND RICE (*ORYZA SATIVA* L.) GRAIN YIELD

ABSTRACT - This work was carried out aiming to verify if visual selection among F₂ plants is effective based on grain yield; if there are differences among breeder skills; and if the early selection, accomplished by each one of the plants individually, is efficient in improving the performance of families in advanced generations. Three populations from the three-way crosses were used. Eleven breeders varying in their experience on the crop, performed visual selection of individual plants with higher grain yield in F₂ generation. It was realized that the breeders showed different skillness for visually identifying higher yielding plants; in addition, it was found that such skillness is not associated to the individual's experience to identify the highest yielding plants. The progenies, from visually selected plants in the F₂ generation, yielded similarly to the ones obtained randomly, showing that the early selection was not effective.

Index terms: early selection, grain yield, plant breeding.

¹ Aceito para publicação em 8 de novembro de 1996.

Extraído da tese apresentada pelo primeiro autor, ao Departamento de Agricultura, da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

² Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), Caixa Postal 179, CEP 74001-970 Goiânia, GO.

³ Eng. Agr., Dr., Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

⁴ Eng. Agr., Embrapa-CNPAF.

INTRODUÇÃO

As diferenças em produtividade de grãos a serem detectadas em experimentos com a cultura do arroz irrigado são cada vez menores, tornando-se verdadeiro desafio para o melhorista, o que poderá reduzir a eficiência dos programas de melhoramento no futuro. Tanto é assim, que o incremento em produtividade via melhoramento genético do arroz irrigado nos últimos anos foi relativamente pequeno, a saber, 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 progênes (Allard, 1971; Fehr, 1987). Especialmente nessas gerações iniciais essa seleção é baseada na habilidade do melhorista em identificar visualmente os indivíduos superiores.

Tratando-se do arroz, onde se necessita identificar diferenças cada vez menores, é questionável se tal processo é efetivo. Em várias espécies tem-se constatado que a seleção visual apresenta baixa eficiência (Frey, 1962; Hanson et al., 1962; Atkins, 1964; Stuthman & Steidl, 1976; Patiño & Singh, 1989; Erskine et al., 1990); que essa eficiência variou com o selecionador (Hanson et al., 1962; Briggs & Shebeski, 1970; Tai, 1975; Salmon & Larter, 1978), e que a seleção precoce foi pouco efetiva. Segundo Leffel & Hanson (1961), a ineficiência da seleção precoce é devida, principalmente, à grande interação entre genótipos x ambientes e à heterose atribuída às interações alélicas e gênicas não-aditivas, as quais não são mantidas nas gerações avançadas.

Os programas de melhoramento de arroz conduzidos no Brasil dão grande ênfase à seleção visual de plantas ou linhagens. Porém, faltam subsídios para a realização de tais programas, no Brasil. Foi realizado o presente trabalho com o objetivo de verificar se a seleção visual é capaz de identificar diferenças entre indivíduos da geração F_2 , se há diferença entre a habilidade dos selecionadores envolvidos, e se a seleção precoce realizada nas plantas nessa geração é efetiva.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram utilizadas três populações segregantes oriundas dos seguintes cruzamentos tripos: CNA 5544/WC 203//CNA 3887; CNA 6449/WC 150//CNA 13815 e Metica 1/WC 207//CNA 4081, realizados na Embrapa-CNPAP, Goiânia, GO, em novembro de 1990. A cultivar Metica 1 foi obtida pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e pelo Instituto Colombiano do Arroz (ICA), por meio de cruzamentos múltiplos entre os seguintes progenitores: IR 930-53, IR 579-160, IR 930-147-8, IR 22, IR 930-31-10, IR 662 e Colombia 1; as cultivares WC 150, WC 203 e WC 207 são procedentes da Colômbia;

desenvolvidos pelo CIAT, foram introduzidas no Brasil em 1989 pela Embrapa-CNPAP. São fontes de resistência a doenças, principalmente à brusone; a linhagem CNA 3887 é oriunda do cruzamento triplo (BG 90-2 x Tetep) x 4440 realizado na Colômbia pelo CIAT. Foi introduzida no Brasil em 1981 pela Embrapa-CNPAP como linhagem F_2 , possui floração em torno de 115 dias, altura média de 90 cm e grãos de boa qualidade; as linhagens CNA 4081, CNA 6449, CNA 5544 e CNA 3815 foram desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento de Arroz Irrigado do CNPAP. 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, folhas e colmos eretos, bom perfilhamento e grãos de boa qualidade.

Utilizando-se população F_2 de 1.200 plantas para cada cruzamento, onze selecionadores, com diferenças na experiência com a cultura, efetuaram a seleção visual em cada planta individualmente, na fase de maturação das plantas. Cada selecionador identificou as 55 plantas que, na sua opinião, apresentavam as maiores produtividades de grãos. Foi estimada a eficiência de cada selecionador por meio da coincidência das plantas por ele selecionadas com as realmente mais produtivas que foram identificadas por pesagem. Como algumas coincidências poderiam ocorrer por mero acaso, foi utilizado o método de Hamblin & Zimmermann (1986), que estima a eficiência da seleção visual, desconsiderando essa coincidência atribuída 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 pela pesagem, B o número de famílias selecionadas, no caso 55, e C, o número de coincidências atribuídas ao acaso, sendo adotado, nesse caso, 5% de B.

As sementes F_2 de 48 plantas F_2 selecionadas visualmente pelo selecionador com maior eficiência, e de 48 aleatoriamente identificadas, foram semeadas em maio de 1992 no Formoso do Araguaia, TO, para avanço de geração. Em experimentos conduzidos no município de Goianira, Estado de Goiás, em novembro de 1992, foram avaliadas as 96 famílias F_4 de cada cruzamento, tendo como testemunhas os três progenitores, mais a cultivar CICA 8 no delineamento em látice 10 x 10, com três repetições. Cada parcela, com área total de 1,2 m², foi constituída de três fileiras de 2 m, com espaços entre si de 20 cm e com densidade de 80 sementes por metro linear. A produção de grãos (g/parcela) foi obtida pela pesagem de todos os grãos da área total

da parcela, após limpeza e secagem ao sol até atingirem umidade em torno de 13%. Estimaram-se os parâmetros genéticos e fenotípicos utilizando procedimento semelhante aos apresentados por Ramalho et al. (1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as coincidências médias entre as plantas visualmente selecionadas e as 55 realmente mais produtivas, identificadas pela pesagem. Constatou-se que não houve diferença acentuada entre os números de plantas que coincidiram, em função da população utilizada. Estes valores variaram de 8,7, na população do cruzamento CNA 5544/WC 203//CNA 3887, a 11,2, na população do cruzamento CNA 6449/WC 150//CNA 3815.

Observou-se diferença entre os selecionadores envolvidos. Na média das três populações, a eficiência da seleção visual variou de 3,7 a 39,1%. O selecionador que foi o mais eficiente tinha experiência com a cultura, mas os resultados a esse respeito não podem ser generalizados, já que o mesmo não ocorreu com outros melhoristas com comprovada

vivência a respeito da cultura. A eficiência média entre os cinco selecionadores com maior experiência com a cultura foi de 17,4%, e a dos demais foi de 11,1%. Apesar da diferença observada, a eficiência média dos melhoristas de arroz ainda foi muito baixa.

Entre as 55 plantas mais produtivas identificadas mediante a pesagem, apenas três no cruzamento CNA 5544/WC 203//CNA 3887, quatro no cruzamento CNA 6449/WC 150//CNA 3815 e três no cruzamento Metica 1/WC 207//CNA 4081 foram identificadas por mais de seis dos onze selecionadores. Entretanto, um número superior a dez plantas por cruzamento, entre as mais produtivas, não foi identificado por nenhum dos selecionadores. Também chama atenção a concordância entre os selecionadores na identificação de certas plantas que não estavam incluídas entre as mais produtivas. Estes fatos ocorrem provavelmente porque os selecionadores, especialmente os mais experientes na cultura, por ocasião da seleção tendem a observar outras características, tais como: altura de planta, tipo de grãos, e ocorrência de doenças, em muitos casos, em detrimento da produtividade.

TABELA 1. Número de plantas selecionadas que coincidiram com as 55 mais produtivas, e a eficiência da seleção visual nos cruzamentos 1, 2 e 3¹.

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
Médias :	8,7	11,2	11,2	15,7	10,7	15,0	

¹ N.C. = número de plantas selecionadas que coincidiram 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.

Dos resultados apresentados, e quanto aos cruzamentos em estudo, ficou evidente que o melhoramento visando o aumento da produtividade de grãos por meio da seleção visual é de baixa eficiência. Considerando os níveis atuais de produtividade obtida pela cultura do arroz irrigado, e considerando, ainda, que as diferenças detectadas têm sido cada vez menores, a ênfase na utilização da seleção visual como vem sendo adotada deve ser modificada. Resultados semelhantes a esses têm sido constatados em outras culturas, tais como feijão (Patiño & Singh, 1989; Silva et al., 1992), lentilha (Erskine et al., 1990), trigo (Weber, 1957; Briggs & Shebeski, 1970) e soja (Dahiya et al., 1984). Em princípio, o melhorista só deve utilizar a seleção visual no descarte dos indivíduos nitidamente inferiores ou para outros caracteres cuja herdabilidade seja maior.

Os resultados referentes às análises de variância da avaliação das progênies F_4 para produtividade de grãos (g/parcela) dos três cruzamentos são apresentados na Tabela 2. Nesta análise foi comparada a produtividade média de grãos das progênies provenientes da seleção visual e as do processo aleatório. A diferença só foi significativa ($P < 0,01$) no cruzamento CNA 5544/WC 203//CNA 3887 (Tabela 2). Entretanto, no referido cruzamento, como é mostra-

do na Tabela 3, a maior produtividade média foi obtida nas progênies provenientes do processo aleatório. Esses resultados indicam que o selecionador não foi capaz de identificar visualmente as plantas mais produtivas na geração F_2 .

Deve ser lembrado que as progênies avaliadas na geração F_4 foram as identificadas pelo selecionador de maior eficiência. Assim, é provável que outros fatores tenham contribuído para menor eficiência da seleção visual, sendo o principal deles a ocorrência de interação progênies x ambientes, que é um fenômeno freqüente na cultura do arroz (Chandraratna, 1964; Goud et al., 1969; Saini et al., 1974; Moraes, 1980; Soares, 1987; Rangel, 1990).

Foram identificadas as dez plantas mais produtivas em F_2 , entre as 96 cujas famílias foram avaliadas. Utilizando a produtividade dessas plantas F_2 e a média de suas respectivas famílias F_4 , foi possível estimar o ganho realizado com a seleção (Fehr, 1987; Ramalho et al., 1993). A partir desses dados, foi estimada a herdabilidade (h^2) realizada (Tabela 3). Constata-se que ela variou de 0,4% no cruzamento Metica 1/WC 207//CNA 4081 a 9,7% no cruzamento CNA 5544/WC 150//CNA 3815. Esses valores foram bem inferiores aos obtidos em h^2 entre médias de

TABELA 2. Resumo das análises de variância para a produtividade média de grãos (g/parcelas), no cruzamentos avaliados.

Fonte de variação	GL	QM ¹		
		Cruzamento 1	Cruzamento 2	Cruzamento 3
Tratamento	99	40.901,68**	80.055,21**	32.473,05**
Entre testemunhas	3	172.578,10**	186.941,67**	173.586,11**
Testemunhas vs progênies	1	208,33	22.649,00	224,02
Progênies	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

¹ 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.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 3. Produtividade média de grãos (g/parcela), estimativas dos componentes da variância genética, herdabilidade no sentido amplo e herdabilidade realizada ao nível de médias das progênes para os cruzamentos avaliados¹.

Médias	Cruzamento 1	Cruzamento 2	Cruzamento 3
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 ²	1025,5	573,6	1122,8
Pai 2 ²	1035,0	955,2	1111,9
Pai 3 ²	1077,3	1002,8	608,2
CICA 8	1063,3	1097,8	986,2
Variância genética entre progênes			
Total (σ_{pi}^2)	6786,62	20575,85	5725,27
Visual (σ_{vi}^2)	7981,53	24701,95	8025,18
Aleatória (σ_{ai}^2)	4901,69	15158,91	3351,68
Herdabilidade (%) ao nível de média de progênes no sentido amplo			
Total (σ_{pi}^2)	49,90 ± 0,18	79,87 ± 0,05	60,57 ± 0,11
Visual (σ_{vi}^2)	53,79 ± 0,19	82,87 ± 0,05	68,16 ± 0,10
Aleatória (σ_{ai}^2)	41,69 ± 0,30	57,07 ± 0,06	46,06 ± 0,26
Herdabilidade realizada (%)	5,4	9,7	0,4

¹ 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.

² Esses números identificam a seqüência em que o pai aparece no cruzamento.

progênes na geração F₄. Isso corrobora a observação de que essa diferença deve ser atribuída, em grande parte, como já mencionado, à alta interação de progênes x anos, e que essa tenha sido o principal fator da ineficiência da seleção precoce constatado com freqüência na cultura do arroz.

Essa ineficiência da seleção precoce tem sido constatada também em outras culturas, tais como: feijão (Hamblin & Evans, 1976; Patiño & Singh, 1989), soja (Boerma & Cooper, 1975) e trigo (Briggs & Shebeski, 1970; Nass, 1979). Considerando a baixa eficiência da seleção visual e da seleção precoce para a produtividade de grãos, o uso do método genealógico no melhoramento de arroz irrigado para a situação em estudo deve ser utilizado com cautela. Adotar maior pressão de seleção na geração F₂, por exemplo, pode contribuir para redução da variabilidade genética, diminuindo a possibilidade de sucesso com a seleção em gerações mais avançadas.

CONCLUSÕES

1. Os selecionadores diferem na habilidade em identificar visualmente plantas produtivas.
2. A eficiência da seleção visual de plantas individuais na geração F₂, visando o aumento da produtividade de grãos na cultura de arroz irrigado, é baixa.
3. A seleção precoce não é efetiva.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381p.
- ATKINS, R.E. Visual selection for grain yield in barley. *Crop Science*, Madison, v.4, n.5, p.494-497, 1964.
- 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.
- BRIGGS, K.G.; SHEBESKI, L.H. Visual selection for yielding ability of F₃ lines in a hard red spring wheat breeding program. *Crop Science*, Madison, v.10, n.4, p.400-402, 1970.
- CHANDRARATNA, M.F. **Genetics and plant breeding of rice**. London: Longmans, 1964. 389p.
- 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 and Applied Genetics*, Ludhiana, v.68, p.525-529, 1984.
- ERSKINE, W.; ISAWI, J.; MASOUD, K. Single plant selection for yield in lentil. *Euphytica*, Wageningen, v.48, n.2, p.113-116, 1990.
- FEHR, W.R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987. 525p.
- FREY, K.J. Effectiveness of visual selection upon yield in oat crosses. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.102-105, 1962.
- GOUD, J.V.; NAYAR, K.M.D.; RAO, M.G. Recent trends in rice breeding in Mysore State. III. Adaptation and genotypic variability in three environments. *Plant Breeding*, Berlin, v.62, n.2, p.129-137, 1969.

- 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.
- LEFFEL, R.C.; HANSON, W.D. Early generation testing of diallel crosses of soybeans. *Crop Science*, Madison, v.1, n.3, p.169-175, 1961.
- 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, 1980. 70p. Tese de Mestrado.
- NASS, H.G. Selecting superior spring wheat cross in early generations. *Euphytica*, Wageningen, v.28, n.1, p.161-167, 1979.
- PATIÑO, H.; SINGH, S.P. Visual selection for seed yield in the F₂ and F₃ generation of nine common bean crosses. *Annual Report Bean Improvement Cooperative*, v.32, p.79-80, 1989.
- 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 várzea, com e sem irrigação controlada*. Piracicaba: ESALQ, 1990. 128p. Tese de Doutorado.
- 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.
- SILVA, H.D.; RAMALHO, M.A.P.; MARTINS, L.A.; ABREU, A. de F.B. Seleção visual para a produtividade de grãos em progênies F₂ do feijoeiro. In: EPAMIG. *Projeto Feijão: relatório 1988/92*. Viçosa, 1992. p.126-131.
- 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 de 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. Tese de Mestrado.
- 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.
- WEBER, C.R. Selection for yield in bulk hybrid soybean population with different spacings. *Agronomy Journal*, Madison, v.49, n.10, p.547-548, 1957.