

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E DE RESPOSTAS À SELEÇÃO NA POPULAÇÃO DE ARROZ IRRIGADO CNA 1¹

RAMÓN EDUARDO SERVELLÓN RODRÍGUEZ², PAULO HIDEO NAKANO RANGEL e ORLANDO PEIXOTO DE MORAIS³

RESUMO - No ano agrícola 1993/94, no campo experimental da Fazenda Palmital, da Embrapa-CNPAP, no município de Goianira, Goiás, foram avaliadas 97 famílias $S_{0,2}$ oriundas da população de arroz (*Oryza sativa* L.) CNA 1. Como testemunhas, utilizaram-se as cultivares BR-IRGA 409 e Javaé e a população CNA 1/0/1. O delineamento experimental utilizado foi o látice tripla 10x10, sendo as parcelas constituídas de três sulcos de 4,0 m de comprimento, espaçados em 0,20 m. O objetivo foi avaliar o potencial da população CNA 1 para fins de melhoramento, por meio da estimativa de seus parâmetros genéticos e das respostas diretas e indiretas à seleção, como também pelo índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943). As características produtividade, brusone na folha, altura de planta, número de espiguetas por panícula e percentagem de grãos cheios mostraram alta variabilidade, evidenciada pelas estimativas dos coeficientes de variação genética. Percentagem de grãos cheios e peso de 100 grãos apresentaram correlações genotípicas positivas e de alta magnitude com produtividade, sendo os principais responsáveis pelo rendimento de grãos e prioritários num programa de melhoramento, visando obter genótipos mais produtivos. Os ganhos por seleção direta ou pelo índice clássico quanto à produtividade foram de mesma magnitude. Entretanto, na seleção baseada no índice obteve-se resposta favorável em relação a brusone na folha, evidenciando a possibilidade de se aumentar simultaneamente o rendimento de grãos e a resistência a esta doença, na população melhorada.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, coeficiente de variação genética, herdabilidade, correlação genotípica, índice de seleção.

ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS AND RESPONSE TO SELECTION IN THE IRRIGATED RICE POPULATION CNA 1

ABSTRACT - In 1993/94, 97 families $S_{0,2}$ from the CNA 1 rice (*Oryza sativa* L.) populations were evaluated at Embrapa-CNPAP experimental station, Goianira, Brazil. The rice cultivars BR-IRGA 409, Javaé and the CNA 1/0/1 were used as checks. Each plot consisted of three rows 4 m long, 0.20 m spaced between in a triple square lattice 10x10. The objectives of the present study were to evaluate the breeding potential of CNA 1 population through estimation of genetic parameters and expected response to direct and indirect selection as well as expected response based on classical selection according to Smith (1936) and Hazel (1943) the index. Grain yield, leaf blast, plant height, number of spikelets per panicle and percentage of filled grains showed high variability, expressed by the coefficient of variation. Among the seven traits evaluated, percentage of filled grain and dry weight of 100 seeds showed high and positive genotypic correlation to grain yield indicating that these traits have to be considered as priorities in a breeding program to increase grain yield. Expected response in grain yield, based on classical selection index, was similar to expected response on direct selection for this trait. However, with the selection index, positive response to selection is expected for leaf blast resistance, indicating the possibility to enhance grain yield and blast resistance simultaneously.

Index terms: *Oryza sativa*, genetic variation coefficient, heritabilities, genotypic correlation, selection index.

¹ Aceito para publicação em 14 de janeiro de 1998.
Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à UFG.

² Eng. Agr., M.Sc., Centro de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
CENTA-MAG. A.P.885, San Salvador, El Salvador.
E-mail: cdtsep@es.com.ev

³ Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74001-970 Goiânia, GO. E-mail: phrangel@cnpap.embrapa.br

INTRODUÇÃO

O arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) no Brasil é responsável por cerca de 55% da produção total de arroz, com um rendimento médio de 4,8 t/ha (Neves et al., 1994). Tais rendimentos são resultantes da adoção de variedades melhoradas que, aliada a melhores práticas culturais, aumentaram significativamente a produtividade da cultura desde os anos sessenta.

Entretanto, após o desenvolvimento, pelo International Rice Research Institute (IRRI) na década de 60, das denominadas variedades modernas de arroz irrigado (Jennings et al., 1979), os ganhos genéticos em produtividade, em cada novo ciclo de seleção, estão mais difíceis de serem obtidos. No Brasil, no decorrer de toda a década de 1980, esses ganhos, quando obtidos, foram de pequena magnitude, apesar dos inúmeros cruzamentos submetidos à seleção (Rangel et al., 1992). Soares (1992) estimou um ganho médio por ano, em rendimento de grãos, de 1,6%, no programa de melhoramento de arroz irrigado de Minas Gerais.

No caso específico do arroz irrigado, Rangelet al. (1992) reconhecem que os métodos convencionais de melhoramento empregados têm conduzido a uma redução progressiva e intensa da variabilidade genética, tendo como consequência uma diminuição das possibilidades de ganhos genéticos por seleção. Uma das alternativas para contornar as dificuldades oriundas da baixa frequência de recombinação gênica nos programas convencionais de melhoramento fundamenta-se na síntese de populações de ampla base genética e na sua condução pelo método de seleção recorrente (Rangel, 1992; Rangel & Neves, 1997). Esta técnica de melhoramento aumenta a frequência de genótipos desejáveis em populações segregantes, pela aplicação cíclica de intercruzamento e seleção (Ikehashi & Fujimaki, 1980).

A estimação de parâmetros genéticos em populações é necessária para obter informações sobre a natureza da ação dos genes envolvidos na herança dos caracteres sob investigação e estabelecer a base para a escolha dos métodos aplicáveis à população (Cockerham, 1956). Hallauer & Miranda Filho (1981) enfatizam que a estimativa do progresso esperado por seleção constitui uma das mais importantes contribuições da genética quantitativa para o melhoramento de plantas e animais. Por meio da resposta à seleção, pode-se avaliar se uma dada população é adequada aos propósitos de melhoramento, e comparar os diferentes métodos de seleção mantendo-se constante o tamanho efetivo da amostra selecionada.

É desejável, em qualquer programa de seleção, obter respostas favoráveis em todas as características úteis importantes (Morais, 1992). O índice clássico de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943), entre outros, nos permite considerar várias características simultaneamente no processo de seleção. A aplicação do índice de seleção no melhoramento vegetal todavia, é dificultada, pois normalmente o melhorista considera caracteres para os quais não é possível estabelecer pesos econômicos com nível de precisão pelo menos aceitável. Morais (1992) sugere fixar experimentalmente pesos para os valores genéticos, relativos às características sob seleção, de tal forma a permitir a identificação das unidades de seleção capazes de proporcionar ganhos no sentido desejado e com maior magnitude possível em todas as características de interesse.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial da população CNA 1 para fins de melhoramento, mediante estimativa de vários parâmetros genéticos e das respostas diretas e indiretas à seleção, bem como das respostas através dos índices clássicos de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental da Fazenda Palmital, do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), da Embrapa, no município de Goianira, Goiás. Utilizaram-se 97 famílias $S_{0.2}$ oriundas da população CNA 1, mais as testemunhas, BR-IRGA 409, Javaé e CNA 1/0/1, no delineamento experimental látice triplo 10x10. Cada parcela constituiu-se de três sulcos de 4 m de comprimento, no espaçamento de 0,20 m. A área útil da parcela foi de 0,60 m², representada pelo sulco central, eliminando 0,50 m nas extremidades.

A população CNA 1 é oriunda da CNA-IRAT 4/0/5, que foi sintetizada pelo CNPAP com o Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT), pelo intercruzamento de 10 variedades/linhagens do grupo índica. Para tanto, nove materiais foram utilizados como parentais masculinos em cruzamento com a IR 36 (msms), que foi a fonte da macho-esterilidade genética. Indivíduos F_1 foram retrocruzados, como parentais masculinos, com os materiais, de modo a ter os nove citoplasmas representados na população. As sementes F_2 das plantas heterozigotas foram misturadas e intercruzadas no campo por cinco vezes, originando a população CNA-IRAT 4/0/5. Nessa população foram colhidas 70 plantas macho-estéreis precoces e misturadas quantidades iguais de sementes de cada planta, constituindo uma nova população na qual fez-se a introgressão de genes de três novos genótipos (Javaé, CNA 6860 e Bluebelle), de ciclo curto e grãos de boa qualidade. Posteriormente, a população foi inter cruzada originando a CNA 1/0/1, cuja provável constituição é mostrada na Tabela 1 (Rangel & Neves, 1995, 1997).

TABELA 1. Progenitores e contribuição relativa das variedades/linhagens componentes da população CNA 1.

Variedades/linhagens	Progenitores	Contribuição relativa (%)
BG 90-2	IR 26/REMADJA	6,25
CNA 7	T141/IR 665-1-1-75-3	6,25
CNA 3815	CICA 4/BG 90-2//SML5617	6,25
CNA 3848	IR 36/CICA 7//5461	6,25
CNA 3887	BG 90-2/TETEP//4440	6,25
COLOMBIA 1	NAPAL/TAKAO IKU 18	6,25
ELONI	IR 454/SML KAPURI//SML66410	6,25
NANICÃO	CULTIVAR TRADICIONAL	6,25
UPR 103-80-1-2	IR 24/CAUVERY	6,25
IR 36 (msms)	MUTANTE DE IR 36	18,75
JAVAÉ	P3085//IR 5853-118-5//IR 19743-25-2-2-3-1	8,33
CNA 6860	LEMONT/Q65101//P2015-F4-66-B-B	8,33
BLUEBELLE	CI9214//CENTURY PATNA/CI9122	8,33

Foram avaliadas as seguintes características: produtividade em kg/ha (PROD), incidência de brusone na folha (BF), floração média (FLO), altura de planta (ALT), número de espiguetas por panícula (NE/P), percentagem de grãos cheios por panícula (%GC) e peso de 100 grãos (P100), seguindo-se as recomendações do Manual de Métodos de Pesquisa em Arroz (Embrapa, 1977). Em relação à característica BF fez-se o teste de qui-quadrado (X^2), para verificar a normalidade dos dados, tendo como resultado um valor de F altamente significativo ($P < 0,01$). Com a transformação em $[x + 1/2]^{1/2}$, conforme Bartlett (1936) citado por Demétrio (1978), o teste de X^2 passou a não rejeitar a hipótese de normalidade. Esses dados transformados foram utilizados nas análises de variância.

Nas análises de variância uni e multivariadas, bem como na estimativa dos componentes de variância, utilizou-se o Programa de Análises Estatístico-Genética, GENES, considerando o efeito de famílias como aleatório. Os erros associados às estimativas das variâncias e das herdabilidades foram calculados de acordo com as fórmulas propostas por Vello & Vencovsky (1974). Estimaram-se também as correlações genotípicas entre as características avaliadas, os ganhos esperados por seleção direta e indireta e as respostas à seleção baseada no índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943), utilizando uma intensidade de seleção de 25%. Ao estabelecer o índice de seleção, as características FLO, ALT, NE/P, %GC e P100 foram consideradas como auxiliares, com pesos iguais a zero. Participam do índice apenas para auxiliar na seleção quanto a PROD e BF, às quais foram atribuídos pesos de 100 e -500, respectivamente. Como sugere Moraes (1992), essa relação de pesos, que é desprovida de qualquer conotação econômica, foi estabelecida experimentalmente. Inicialmente, estipularam-se os pesos 1 (PROD), -1 (BF), 0 (FLO), 0 (ALT), 0 (NE/P), 0 (%GC) e 0 (P100) para a população e examinaram-se os ganhos conseguidos, que não foram satisfatórios. Pretendia-se obter ganhos em PROD iguais ou superiores aos que seriam conseguidos caso se utilizasse a seleção direta quanto a essa característica, e na medida do possível reduzir a suscetibilidade à brusone na folha, além de manter o ciclo da população próximo da média atual. Após várias alterações consecutivas na relação de pesos e observações cuidadosas dos respectivos ganhos que proporcionariam, pode-se chegar aos pesos utilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) pelo teste F, nas características PROD, BF, FLO, ALT, NE/P e %GC, e significativa ($P < 0,05$) no caráter P100, entre as médias de famílias (Tabela 2), o que evidência variabilidade entre as famílias quanto aos caracteres avaliados.

TABELA 2. Estimativas dos quadrados médios, coeficientes de variação (c.v.) E médias das famílias (méd. Fam.), Das testemunhas javaé, br-irga 409 e cna 1/0/1 e média geral (méd. Ger.) Referentes aos caracteres produção (prod), brusone na folha (bf), floração (flo), altura de planta (alt), número de espiguetas por panícula (ne/p), percentagem de grãos cheios (%gc) e peso de 100 grãos (p100).

Fonte de variação	Quadrados médios						
	PROD	BF	FLO	ALT	NE/P	%GC	P100
Famílias	3348417,25**	0,25**	69,15**	838,80**	1027,75**	227,94**	0,11**
Erro efetivo	494053,09	0,12	26,12	37,13	520,27	110,05	0,07

C.V. (%)	14,70	19,80	5,50	4,94	19,55	15,57	10,77
Méd. fam.	4755,95	1,76	92,99	123,76	117,20	67,16	2,50
JAVAE	6502,12	1,36	89,23	86,67	78,55	81,72	2,17
BR-IRGA 409	5887,39	2,45	87,75	107,72	115,30	76,30	2,73
CNA 1/0/1	4244,91	1,38	92,09	136,04	104,02	64,34	2,74
Méd. ger.	4779,61	1,76	92,89	123,35	116,66	67,36	2,51

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

A média da população original constitui um parâmetro digno de atenção por ocasião da seleção dos parentais. Com esse cuidado, pode-se iniciar um programa de seleção em uma população que apresente a média em um nível tal que demandaria vários ciclos de seleção para uma população inferior atingir o mesmo nível (Paterniani & Miranda Filho, 1987). Quanto à produtividade, a população avaliada apresentou valores que oscilaram de 2.304 a 7.540 kg/ha, com média de 4.756 kg/ha, com uma família produzindo 7.540 kg/ha, superando a testemunha Javaé (6.502 kg/ha) em 16% e a BR-IRGA 409 (5.887 kg/ha) em 28% (Tabela 2), o que comprova a possibilidade de se conseguir alterar, positivamente, a média da população, mediante a utilização de técnicas de seleção apropriadas. Além disso, a média de produtividade da população, de 4.756 kg/ha, pode ser considerada satisfatória para se iniciar um programa de seleção recorrente visando à obtenção de linhagens com alto potencial produtivo. Deve-se considerar ainda que essa produtividade está subestimada, em virtude da presença de plantas macho-estéreis.

As estimativas das variâncias genótípicas (σ_g^2) mostradas pelos caracteres BF (0,4240), ALT (267,2262), PROD (951454,7500), NE/P (169,1579) e %GC (39,2951), com pequenos erros associados, mostram a presença de variabilidade, favorecendo a seleção (Tabela 3).

TABELA 3. Estimativas das variâncias genótípicas (σ_g^2) e ambientais (σ_e^2), coeficientes de variação genética (cv_g), índice de variação (b) e herdabilidade (h^2) referentes aos sete caracteres avaliados¹.

Caracteres	Parâmetros				
	σ_g^2	σ_e^2	CV_G	b	h^2
PROD (Kg/ha)	951,45(±1,58x10 ⁵)	494,06 ²	20,50	1,39	85,24(±2,61)
BF (1-9)	0,04(±0,01)	0,12	11,71	0,59	51,23(±8,60)
FLO (dias)	14,34(±3,38)	26,12	4,07	0,74	62,22(±6,68)
ALT (cm)	267,23(±39,37)	37,12	13,20	2,68	95,57(±0,78)
NE/P (n°)	169,16(±51,69)	520,27	11,09	0,57	49,37(±8,96)
%GC	39,29(±11,40)	110,05	9,33	0,59	51,71(±8,55)
P100 (gr)	0,01(±0,01)	0,07	4,21	0,39	31,35(±14,67)

¹ Estimativas das variâncias genética e de ambiente para PROD divididas por 10³; entre parênteses os desvios padrões associados às estimativas de σ_g^2 e h^2 .

As estimativas obtidas dos coeficientes de variação genética (CV_G), quanto aos caracteres BF, ALT, PROD, NE/P e %GC, apresentaram valores que variaram de 9,33 a 20,50. Os elevados CV_G permitem inferir que a população avaliada apresenta alta variabilidade genética em relação a essas características, e que há possibilidade de se obter ganhos expressivos por seleção. As baixas estimativas de CV_G apresentadas pelos caracteres FLO e P100, são oriundas dos baixos valores de variância genética obtidos na população, em relação às estimativas de suas médias (Tabela 3). A pequena variabilidade genética relativa à floração média deve-se à própria constituição da população, que foi sintetizada utilizando 70 plantas precoces colhidas na população CNA-IRAT 4/0/5 mais três novos genótipos (Javaé, CNA 6860 e Bluebelle), também de ciclo curto (floração média em torno de 90 dias). Na sintetização da CNA 1 procurou-se também manter, dentro do possível, inalterada a qualidade de grãos na população, mediante utilização de progenitores com que possuem grãos longo e fino (tipo agulhinha), e peso médio de 100 grãos de 2,50 g. O grão agulhinha é o padrão do

arroz irrigado brasileiro e o de maior aceitação comercial, o que de certa forma explica a pequena variabilidade genética encontrada na população quanto a esta característica.

Segundo Vencovsky (1987), o índice de variação b quantifica a proporção da variabilidade genética em relação à variabilidade ambiental, e que na experimentação com progênies de milho, quando o b vale 1,0 ou mais, tem-se uma situação muito favorável à seleção. Na população avaliada, maiores respostas à seleção poderão ser obtidas em relação às características ALT e PROD, que apresentaram estimativas de b de 2,68 e 1,39, respectivamente (Tabela 3).

A principal função da herdabilidade, segundo Falconer (1978), é seu papel preditivo, que expressa a confiabilidade do valor fenotípico como estimador do valor genotípico, de tal forma que quanto maior a herdabilidade maior o ganho genético por seleção. Assim, nos caracteres ALT e PROD, que apresentaram as maiores estimativas de herdabilidade (95,57% e 85,24%, respectivamente), a média da população selecionada prediz, com menores erros, a média da população melhorada e evidencia uma situação altamente favorável à seleção (Tabela 3). O caráter P100 apresentou a menor estimativa da herdabilidade ($h^2_x=31,35\%$), com elevado erro (47%) associado, revelando uma baixa precisão deste parâmetro genético. Isto nos leva a concluir que no trabalho em pauta, as inferências genéticas a respeito desta característica devem ser vistas com cautela (Tabela 3).

As estimativas dos três parâmetros, CV_G , b e h^2 , apresentados na Tabela 3, mostram que na população avaliada, maiores respostas à seleção devem ser obtidas em relação às características PROD e ALT. O estabelecimento de platô de produtividade no arroz irrigado tem levado os programas de melhoramento genético a buscarem principalmente o aumento do potencial produtivo das linhagens. Uma das estratégias adotadas pela Embrapa-CNPAP para alcançar o objetivo proposto, é a sintetização de população de ampla base genética e sua condução por meio da seleção recorrente. Pelas estimativas dos parâmetros genéticos, a população CNA 1 mostrou-se bastante promissora para ser utilizada em programas dessa natureza.

Porcentagem de grãos cheios e peso de 100 grãos apresentaram correlações genotípicas positivas de alta magnitude com produtividade (Tabela 4). Considerando que o conhecimento da magnitude e da direção das correlações genotípicas entre caracteres é de fundamental importância para o melhorista formular estratégias de seleção simultânea em vários caracteres, pode-se indicar %GC e P100 como os principais responsáveis pela produtividade e prioritários num programa de melhoramento genético, visando obter genótipos mais produtivos de arroz irrigado. Os caracteres FLO e ALT apresentaram correlações genotípicas negativas com PROD. Tais resultados indicam que na população avaliada é possível obter genótipos produtivos, precoces e de porte baixo, atendendo aos objetivos para os quais a população foi sintetizada.

TABELA 4. Estimativas dos coeficientes de correlação genotípica de sete caracteres avaliados na população de arroz CNA 1.

Caráter	BF	FLO	ALT	NE/P	%GC	P100
PROD	-0,18	-0,35**	-0,37**	-0,05	0,67**	0,49**
BF		0,12	-0,07	-0,01	-0,11	0,49
FLO			0,27*	0,40*	-0,16	-0,39**
ALT				0,45**	-0,37**	-0,42*
NE/P					-0,42*	-0,23
%GC						0,30

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

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

Ao efetuar seleção direta na produtividade, foram obtidos ganhos genéticos expressivos de 23,98%, mas os ganhos indiretos esperados quanto à resistência à brusone na folha foram indesejáveis (0,45%), indicando que ao realizar a seleção considerando-se apenas produtividade, pode-se aumentar a suscetibilidade das linhagens a esta doença (Tabela 5). Por sua vez, ao praticar a seleção direta nas características BF, ALT, NE/P, %GC e P100, verificaram-se respostas indiretas esperadas, em produtividade, de magnitude inferior do que quando fazendo-se seleção direta nesse caráter (Tabela 5). Tais dados evidenciam que, pelo fato de a maioria das características estarem pelo menos parcialmente correlacionadas entre si, ao selecionar diretamente em relação a uma dada característica, mudanças indesejáveis podem ocorrer em outras, em maior ou menor magnitude.

TABELA 5. Média das famílias (mf) e estimativas das respostas à seleção direta e indireta expressas em percentagem das médias, referentes a sete características avaliadas na população de arroz CNA 1.

Seleção direta	MF	Respostas à seleção (%)						
		PROD	BF	FLO	ALT	NE/P	%GC	P100
PROD (kg/ha)	4755,95	23,98	0,45	-1,15	-5,01	0,77	3,03	0,89
BF (1-9)	1,76	-1,18	-9,85	-0,47	0,25	-0,55	-0,04	-0,92
FLO (dias)	92,99	6,94	0,38	-3,52	-1,79	-1,86	1,37	0,58
ALT (cm)	123,76	5,83	2,66	-1,18	-18,16	-2,83	2,23	1,03
NE/P (n°)	117,20	-1,07	-3,28	0,41	5,35	10,07	-2,79	-0,84
%GC	67,16	11,28	-0,91	-1,21	-5,55	-2,09	7,92	1,07
P100 (g)	2,50	8,25	0,25	-0,58	-1,87	-2,08	3,57	2,98

Diante disso, preferiu-se neste trabalho proceder a seleção por meio do índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943). Analisando a Tabela 6, verifica-se que os ganhos em produção foram semelhantes nos dois métodos. Entretanto, na seleção baseada no índice obteve-se resposta quanto à brusone na folha de -0,36%, demonstrando a possibilidade de aumentar simultaneamente a produtividade e a resistência a esta doença na população melhorada. Morais (1992) também detectou vantagens comparativas do índice de seleção sobre a seleção direta, avaliando a população de arroz irrigado CNA-IRAT 4. A média dos indivíduos selecionados quanto ao caráter FLO, de 91,44 dias, aproxima-se bastante da floração média que se busca na população melhorada, de 90 dias. Considerando-se a resposta esperada de -1,04%, com dois ciclos de seleção a população atingiria a floração média almejada (Tabela 6). No caso da altura de planta, considerando-se o ganho esperado de -5,32 cm (Tabela 6), necessitar-se-ia de quatro ciclos de seleção para obter uma população melhorada, com altura média de 90 a 100 cm, sem alterar a resposta à seleção quanto ao caráter PROD. Além disso, o ganho esperado por seleção em %GC passou de 3,03% na seleção direta para 4,03%, quando utilizou-se o índice (Tabela 6). Na população avaliada, tal característica é um dos componentes de rendimento de maior importância na determinação da produtividade.

TABELA 6. Estimativas da média original (mo), média dos indivíduos selecionados (ms), vetor de coeficientes genéticos utilizados (a), vetor de pesos fenotípicos estimados (b), resposta esperada em cada característica com a seleção baseada no índice (rs_x) e resposta esperada com a seleção direta ($rs\%$), empregando-se uma intensidade de seleção de 25%, na população de arroz CNA 1.

Caráter	MO	MS	a	b	RS _(x)	RS(%)
PROD (kg/ha)	4755,95	6086,13	100	80,18	23,84	23,98
BF (1 a 9)	1,76	1,75	-500	-30289,72	-0,36	0,45
FLO (dias)	92,99	91,44	0	108,87	-1,04	-1,15
ALT (cm)	123,76	116,88	0	-326,32	-5,32	-5,01
NE/P	117,20	119,59	0	-65,74	1,00	0,77
%GC	67,16	72,39	0	697,78	4,03	3,03
P100 (g)	2,50	2,59	0	8966,28	1,13	0,89

A seleção direta poderia ser também utilizada desde que se adote a estratégia sugerida por Turner & Young, 1969 citados por Morais, 1992, que consiste em alternar as características consideradas principais e objeto de seleção direta durante os sucessivos ciclos de seleção. No caso do trabalho em pauta, poder-se-ia selecionar percentagem de grãos cheios por um ou alguns ciclos, conseguindo-se ganhos indiretos em resistência à brusone na folha, menores ciclos e altura de planta e maior rendimento, seguidos por um período de seleção direta quanto à produtividade.

CONCLUSÕES

1. As estimativas dos parâmetros genéticos indicam que as maiores respostas esperadas por seleção na população avaliada são obtidas nas características produtividade e altura de planta.
2. As características percentagem de grãos cheios e peso de 100 grãos apresentam correlações genotípicas positivas e de alta magnitude com produtividade, sendo os principais responsáveis pelo rendimento de grãos e prioritários em um programa de melhoramento genético.
3. Utilizando o índice clássico de seleção foi possível obter ganhos genéticos esperados em produtividade semelhantes ao da seleção direta, mas aumentando a resistência à brusone na folha na população CNA 1.
4. A população CNA 1 apresenta alto potencial para fins de melhoramento genético em relação a todas as características avaliadas.

REFERÊNCIAS

- COCKERHAM, C.C. Effects of linkage on the covariances between relatives. *Genetics*, Bethesda, v.41, p.138-141, 1956.
- DEMÉTRIO, C.G.B. **Transformação de dados: efeitos sobre a análise de variância**. Piracicaba: ESALQ, 1978. 144p. Tese de Mestrado.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Manual de métodos de pesquisa em arroz: primeira aproximação**. Goiânia, 1977. 106p.
- FALCONER, D.S. **Introducción a la genética cuantitativa**. Chapingo: Escuela Nacional de Agricultura, 1978. 430p.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in mayze breeding**. Ames: Iowa State Univ. Press, 1981. 468p.
- HAZEL, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, Bethesda, v.33, p.476-490, 1943.
- IKEHASHI, H.; FUJIMAKI, H. Modified bulk population method for rice breeding. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Inovative approaches to rice breeding**. Los Baños, 1980. p.163-182.
- JENNINGS P.R.; COFFMAN, W.R.; KAUFFMAN, H.E. **Rice improvement**. Los Baños: IRRI, 1979. 186p.
- MORAIS, O.P. **Análise multivariada da divergência genética dos progenitores, índices de seleção combinada numa população de arroz oriunda de inter cruzamentos, usando macho esterilidade**. Viçosa: UFV, 1992. 251p. Tese de Doutorado.
- NEVES, P.C.F.; CASTRO, E.M.; RANGEL, P.H.N.; YOKOYAMA, L.P. Hybrid rice research in Brazil. In: VIRMANI, S.S. (Ed.). **Hybrid rice technology: New developments and future prospects**. Los Baños: IRRI, 1994. p.249-252.
- PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds.). **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fund. Cargill, 1987. v.1 p.217-274.
- RANGEL, P.H.N. La seleccion recurrente mejora el arroz brasileño. **Arroz en Las Américas**, Cali, v.13, n.1, p.4-5, 1992.
- RANGEL, P.H.N.; NEVES, P.C.F. **Seleção recorrente em arroz irrigado no Brasil: guia prático**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1995. 24p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 53).
- RANGEL, P.H.N.; NEVES, P.C.F. Selección recurrente aplicada al arroz de riego en brasil. In: GUIMARÃES, E.P. (Ed.). **Selección recurrente en arroz**. Cali: CIAT, 1997. p.79-97.
- RANGEL, P.H.N.; NEVES, P.C.F.; MORAIS, O.P. La selección recurrente recombina genes en arroz de riego. **Arroz en Las Américas**, Cali, v.13, n.2, p.2-4, 1992.
- SMITH, H.F. A discriminant function for plant selection. *Annals of Eugenics*, Cambridge, v.7, p.240-250, 1936.
- SOARES, A.A. **Desempenho do melhoramento genético do arroz de sequeiro e irrigado na década de oitenta em Minas Gerais**. ESAL: Lavras, 1992. 188p. Tese de Doutorado.
- VELLO, N.A.; VENCOVSKY, R. Variâncias associadas às estimativas e variâncias genéticas e coeficientes de herdabilidade. **Relatório Científico do Departamento de Genética**, Piracicaba, v.8, p.238-248, 1974.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds.). **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fund. Cargill, 1987. v.1, p.135-214.