

## Parâmetros genéticos e seleção genotípica em arroz de terras altas

### Genetic parameters and genotype selection in upland rice

DOI:10.34117/bjdv7n3-498

Recebimento dos originais: 08/02/2021

Aceitação para publicação: 01/03/2021

#### **Yasmin Vasques Berchembrock**

Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas  
Universidade Federal de Lavras

Endereço: Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Caixa Postal 3037,  
Lavras, Minas Gerais, CEP 37200-900  
E-mail: yavasques@yahoo.com.br

#### **Rodrigo Teixeira de Carvalho Botelho**

Mestre em Agronomia  
Universidade Federal de Lavras

Endereço: Universidade Federal de Lavras Campus Universitário, Caixa Postal 3037,  
Lavras, Minas Gerais, CEP 37200-900  
E-mail: rodrigobotelho1981@gmail.com

#### **Felipe Pereira Cardoso**

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Federal de Lavras

Endereço: Universidade Federal de Lavras Campus Universitário, Caixa Postal 3037,  
Lavras, Minas Gerais, CEP 37200-900  
E-mail: felipe.cardoso2@estudante.ufla.br

#### **Amanda Mendes de Moura**

Mestre em Agronomia  
Universidade Federal de Lavras

Endereço: Universidade Federal de Lavras Campus Universitário, Caixa Postal 3037,  
Lavras, Minas Gerais, CEP 37200-900  
E-mail: amandammoura.agro@gmail.com

#### **Camila Soares Cardoso da Silva**

Mestre em Agronomia  
Universidade Federal de Lavras

Endereço: Universidade Federal de Lavras Campus Universitário, Caixa Postal 3037,  
Lavras, Minas Gerais, CEP 37200-900  
E-mail: scscamila51@gmail.com

#### **Antonio Rosário Neto**

Mestre em Agronomia  
Universidade Federal de Lavras

Endereço: Universidade Federal de Lavras Campus Universitário, Caixa Postal 3037,  
Lavras, Minas Gerais, CEP 37200-900  
E-mail: rosario.agronomia@gmail.com

**Flávia Barbosa Silva Botelho**

Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas

Endereço: Universidade Federal de Lavras Universidade Federal de Lavras, Campus  
Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras, Minas Gerais, CEP 37200-900

E-mail: flaviabotelho@ufla.br

**Silvino Guimarães Moreira**

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas

Universidade Federal de Lavras

Endereço: Universidade Federal de Lavras Campus Universitário, Caixa Postal 3037,  
Lavras, Minas Gerais, CEP 37200-900

E-mail: silvinomoreira@ufla.br

**RESUMO**

Para a sustentabilidade do arroz de terras altas e expansão da área de cultivo, é necessário a obtenção e utilização de cultivares mais produtivas e de grãos com alta qualidade. Para tanto, é necessário a avaliação dos genótipos com alto potencial, considerando os parâmetros genéticos e a interação genótipos x ambientes para identificar aqueles mais adaptados. Dentro dos programas de melhoramento a obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, ganhos genéticos e do progresso ao longo dos anos são essenciais a fim que se possa avaliar a eficiência do programa na condução e seleção das populações. Diante do exposto, objetivou-se estimar os parâmetros genotípicos e fenotípicos a fim de verificar a eficiência de seleção de genótipos, visando a obtenção de cultivares superiores no programa de melhoramento de arroz de terras altas da UFLA. Os experimentos do Ensaio de Rendimento de Família (ERF) foram conduzidos no município de Lavras – MG, na Universidade Federal de Lavras, durante as safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018. O delineamento foi de blocos casualizados com duas repetições e parcelas constituídas por duas linhas de 3,0 m. Foram avaliadas as seguintes características produtividade de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e número de dias decorridos do plantio ao florescimento. Verificou-se a eficiência na seleção de progênies dos Ensaio de Rendimento de Famílias do programa de melhoramento genético de arroz de terras altas com ganhos ao longo das safras de  $187,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , para produtividade de grãos e redução no número de dias para o florescimento.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*, ganho de seleção, melhoramento genético.

**ABSTRACT**

For the sustainability of upland rice and expansion of the cultivation area, it is necessary to obtain and use cultivars that are more productive and have high grain quality. For this, it is necessary to evaluate genotypes with high potential, considering the genetic parameters and the interaction genotypes x environments to identify those best suited. Within breeding programs, obtaining estimates of genetic and phenotypic parameters, genetic gains and progress over the years are essential in order to evaluate the efficiency of the program in conducting and selecting populations. In view of the above, the objective was to estimate the genotypic and phenotypic parameters in order to verify the efficiency of selection of genotypes, aiming to obtain superior cultivars in the upland rice breeding program of UFLA. The experiments of the Family Yield Trial (ERF) were conducted in the municipality of Lavras - MG, at the Federal University of Lavras, during the 2015/2016, 2016/2017 and 2017/2018 harvests. The design was randomized block design with two

repetitions and plots consisting of two rows of 3.0 m. The following characteristics were evaluated: grain yield (kg.ha<sup>-1</sup>) and number of days elapsed from planting to flowering. It was verified the efficiency in the selection of progenies from Family Yield Trials of the highland rice breeding program with gains over the seasons of 187.6 kg.ha<sup>-1</sup>, for grain yield and reduction in the number of days to flowering.

**Key words:** *Oryza sativa*, selection gain, breeding.

## 1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, sendo o principal alimento para mais da metade da população mundial (FAO, 2018). Sua importância tem destaque principalmente nos países em desenvolvimento, tais como o Brasil, desempenhando papel estratégico em nível econômico e social. Sendo um dos produtos alimentícios mais consumidos no país, o Brasil posiciona-se no cenário produtivo mundial, como o único país não-asiático entre os 10 maiores produtores de arroz (FAO, 2018).

Nessa perspectiva, o Programa de Melhoramento de Arroz de Terras Altas da Universidade Federal de Lavras, apresenta como objetivo a obtenção e seleção de linhagens mais adaptadas ao estado de Minas Gerais (De Lima et al, 2020), visando a recomendação de cultivares precoces, com boa tolerância ao déficit hídrico associado à produtividade de grãos, resistência às principais doenças, e qualidades químicas, industriais e físicas dos grãos de arroz. Nesse contexto, o lançamento de tais genótipos de arroz permitiria auxiliar na manutenção da cadeia produtiva de arroz no Brasil, além da incorporação de áreas agrícolas antes inexploradas com a cultura (MOURA, 2017).

O melhoramento genético de plantas emprega várias ferramentas ao longo dos processos de avaliação e seleção de genótipos que visam auxiliar o ganho genético após as gerações. Uma dessas ferramentas é a obtenção das estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, tais como herdabilidades, correlações genéticas e fenotípicas e ganhos esperados com a seleção, as quais apresentam suma importância, pois podem auxiliar sobremaneira na tomada de decisões (Cazassa et al, 2019). Além de direcionar os caracteres que devem ser selecionados em etapas iniciais e avançadas de um programa, também auxiliam no estabelecimento de pesos que devem ser atribuídos a cada caráter, separadamente ou em conjunto (Rossman, 2001).

Assim, tais estimativas auxiliam os melhoristas em relação à manutenção de determinadas progênies no programa de melhoramento e a necessidade de ampliação da variabilidade genética por meio da introgressão de novos genótipos, especialmente no caso da cultura do arroz de terras

altas que, além de ser cultivado em uma ampla extensão territorial, necessita de estratégias de melhoramento que visem consolidar seu ingresso nos diferentes sistemas produtivos.

Além disso, o sucesso do programa de melhoramento depende da habilidade do melhorista na escolha da melhor estratégia de condução das populações, para que sejam mantidos ganhos contínuos com a seleção (Borém & Miranda, 2005; Ramalho et al., 2012). Nesse sentido, a obtenção das estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos são fundamentais, uma vez que, essas estimativas permitem avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para obtenção de ganhos genéticos e manutenção de adequada base genética (Cruz & Carneiro, 2006).

Diante do exposto, objetivou-se, no presente estudo, estimar os parâmetros genotípicos e fenotípicos a fim de verificar a eficiência de seleção de genótipos, visando a obtenção de cultivares superiores no programa de melhoramento de arroz de terras altas da UFPA.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### DESCRIÇÃO DO AMBIENTE E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos do Ensaio de Rendimento de Família (ERF) foram conduzidos no município de Lavras – MG, na Universidade Federal de Lavras. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 21°14'S, Longitude 44°59'W e 919 m de altitude. Durante as safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com duas repetições. As parcelas foram constituídas por duas linhas de 3,0 m, densidade de semeadura de 80 sementes.metro<sup>-1</sup> e espaçamento de 0,40 m entre linhas. Foram avaliadas as seguintes características:

- produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>): extrapolação do peso dos grãos da parcela inteira após colheita e secagem para 13% de umidade, transformados em kg.ha<sup>-1</sup>;
- dias para o florescimento: número de dias da semeadura ao florescimento médio, ou seja, quando 50% das plantas constituintes da parcela emitiram panículas, exceto safra 2013/14;

### ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises individuais por safra para todos os caracteres foram realizadas utilizando o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + e_{ij}$$

Em que:  $Y_{ij}$  é o valor do caráter para o  $i$ -ésimo genótipo no  $j$ -ésimo bloco;  $\mu$  constante associada a todas as observações;  $g_i$  é o efeito do  $i$ -ésimo genótipo, com  $i = 1, 2, \dots, 169$ ;  $b_j$  é o efeito

do j-ésimo bloco, com  $j = 1, 2$ ;  $e_{ij}$  é o erro aleatório.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste F com 5% de significância, com o auxílio do software R

### ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS GENÉTICOS

Para a análise individual, a partir das esperanças dos quadrados médios foram obtidas às seguintes estimativas: 1. variância genética ( $Vp_k$ ) entre linhagens:  $Vp_k = \frac{Q_1 - Q_2}{r}$ , em que:  $Vp_k$ : estimativa da variância genética entre progênies no ambiente k;  $Q_1$ : quadrado médio entre linhagens da análise por ambiente;  $Q_2$ : quadrado médio do erro associado às estimativas de análise por local;  $r$ : número de repetições; 2. variância fenotípica ( $V_F$ ) entre linhagens:  $V_F = \frac{Q_1}{r}$ ; 3. herdabilidade ( $h^2$ ) no sentido amplo para seleção na média das linhagens:  $h_a^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100$ ; 4. ganho esperado com a seleção (GS) para os diferentes parâmetros avaliados:  $GS = ds \times h^2$ , em que:  $ds$ : é o diferencial de seleção ( $ds = M_s - M_o$ ), onde  $M_s$  é a média das melhores linhagens e  $M_o$  é a média geral;  $h^2$ : herdabilidade por ambiente;

As estimativas do coeficiente de variação e acurácia seletiva foram utilizadas como medida de precisão. O coeficiente de variação foi obtido por meio do seguinte modelo:  $CV = \frac{\sqrt{Q_2}}{\mu} \times 100$ , em que:  $Q_2$ : quadrado médio do resíduo;  $\mu$ : média geral.

A acurácia foi estimada utilizando o modelo apresentado abaixo:  $AS = \sqrt{1 - \frac{1}{F_c}} \times 100$ , em que:  $AS$  é a acurácia seletiva expressa em percentagem;  $F_c$  é o valor de F calculado.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises de variância individual, foi observado, em todas as safras, significância ao fator genotípico para todos os caracteres. A acurácia, estimativa em que se pode verificar a confiabilidade e qualidade do experimento variou entre 0,71 (2017/18) a 0,85 (2015/16) para o caráter florescimento e 0,51 (2016/17) a 0,95 (2017/18) para o caráter produtividade. Esses resultados sugerem boa condução experimental (RESENDE & DUARTE, 2007) e, também, a princípio, demonstram a existência de variabilidade genética entre as progênies.

A variância fenotípica pode ser desmembrada em variância devido a fatores genéticos (variância genotípica), fatores ambientais (variância ambiental) e devido à interação entre os fatores genéticos e ambientais. Assim, é imprescindível a existência da

variância genética para o processo de seleção no melhoramento de plantas. Observou-se variabilidade entre os genótipos avaliados para todas as características fato este que pode ser observado por meio das estimativas de variância genotípica na Tabela 2.

Tabela 2. Estimativas da variância genética ( $\sigma_g^2$ ), herdabilidade no sentido amplo ( $h_a^2$ ) e ganho de seleção (GS) associados aos caracteres produtividade de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), a partir da avaliação de 165 progênies e quatro testemunhas (linhagens) do ensaio de rendimento de família (ERF) a cada ano. Média, acurácia e coeficiente de variação (CV) relativo à análise de variância.

Parâmetros Genéticos	Safras		
	2015/16	2016/17	2017/18
$\sigma_g^2$	621973,05	350078,96	259464,21
$h_a^2$	0,6663	0,2673	0,9138
GS	47,6357	122,7527	187,6241
Média	2017,905	4335,7990	2786,9540
Acurácia	0,8163	0,5171	0,9559

A herdabilidade, estima a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor genotípico, ou seja, é a proporção herdável da variância fenotípica (RAMALHO et al., 2012). Para produtividade de grãos que é altamente influenciada pelo ambiente, foi verificado estimativas que variou entre 0,26 (2016/17) a 0,91 (2017/18). A alta estimativa para produtividade na safra 2017/18 pode ser explicada devido a uma baixa variação ambiental ocorrida nesta safra.

O ganho esperado com a seleção de genótipos superiores é uma grande contribuição da genética quantitativa, que possibilita ao melhorista prever a resposta da seleção, antes mesmo de sua realização. O ganho de seleção pode ser obtido em função do diferencial de seleção (ds) e a herdabilidade ( $h^2$ ). No presente trabalho, as estimativas dos ganhos com a seleção variaram de 47,63 e 187,62  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Tabela 2).

Considerando o caráter número de dias para o florescimento, as estimativas de herdabilidade observadas variaram de 0,50 a 0,73. De acordo com MOURA (2017), as estimativas de herdabilidade encontradas neste trabalho estão entre os intervalos observados na literatura, indicando maior sucesso com a seleção e menor efeito do ambiente na manifestação do fenótipo.

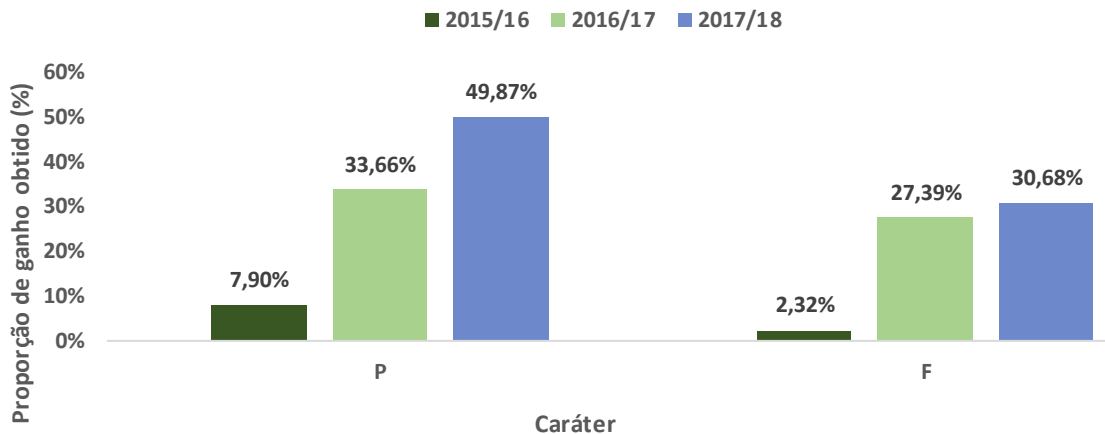
Em relação ao ganho de seleção para o número de dias para o florescimento, este variou entre -0,38 e -1,08 dias. Com destaque para os ganhos negativos, uma vez que proporcionam a obtenção de linhagens precoces, as quais são desejáveis, reduzindo assim, a permanência da planta no campo (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativas da variância genética ( $\sigma_g^2$ ), herdabilidade no sentido amplo ( $h_a^2$ ) e ganho de seleção (GS) associados ao caráter número de dias para o florescimento ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), a partir da avaliação de 165 progênies e quatro testemunhas (linhagens) do ensaio de rendimento de família (ERF) a cada ano. Média, acurácia e coeficiente de variação (CV) relativo à análise de variância.

Parâmetros Genéticos	Safrá		
	2015/16	2016/17	2017/18
$\sigma_g^2$	14,1904	15,0682	5,4985
$h_a^2$	0,7316	0,6489	0,5090
GS	-0,0764	-1,0856	-0,3898
Média	92,50592	101,4556	106,9497
Acurácia	0,8553	0,8055	0,7135

Realizou-se uma análise da proporção dos ganhos de seleção em relação ao máximo que poderia ser obtido para cada caráter de forma independente (Figura 1). Ou seja, foi selecionado para este ganho máximo as progênies que resultassem no maior diferencial de seleção (ds), expondo, assim, o quanto a seleção realizada no Ensaio de Rendimento de Famílias tem sido efetiva para estes caracteres.

Figura 3. Proporção do ganho obtido em relação ao máximo independente para cada caráter: produtividade de grãos (P) em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e número de dias para o florescimento (F).



Sendo assim, para a produtividade observa-se que a safra 2017/18 foi a que obteve maior proporção, com 49,87% do ganho máximo e para a redução no número de dias para o florescimento, com 30,68%.

É importante ressaltar que partir da safra 2016/17 a análise de variância se tornou indispensável no programa de melhoramento genético em questão. Foi observado então que ao se fazer seleção genotípica, o ganho das safras 2016/17 e 2017/18 em relação à safra 2015/16 (seleção fenotípica) aumentou expressivamente. Evidenciando a importância de se realizar a seleção baseada no genótipo, o que contribui para o

aperfeiçoamento da seleção no programa de melhoramento genético.

#### **4 CONCLUSÃO**

Verificou-se a eficiência na seleção de progênies dos Ensaios de Rendimento de Famílias do programa de melhoramento genético de arroz de terras altas com ganhos ao longo das safras de 187,6 kg.ha<sup>-1</sup>, para produtividade de grãos e redução no número de dias para o florescimento.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Coordenação da Agência Federal de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro e desenvolvimento nas pesquisas.



## REFERÊNCIAS

Cazassa, R. S., Tomé, L. M., de Lima, I. P., Botelho, F. B. S., Moura, A. M., de Sousa Reis, M., & de Oliveira, T. V. S. (2019). Herdabilidade como peso econômico na aplicação de índices de seleção no melhoramento de arroz. *Brazilian Journal of Development*, 5(9), 14644-14651.

COSTA, R.B.; RESENDE, M.D.V.; CONTRINI, A.Z.; REGO, F.L.H.; ROA, R.A.R.; MARTINS, W.J. Avaliação genética de indivíduos de erva-mate (*Ilexparaguariensis* St. Hil.) na região de Caarapó, MS, pelo procedimento REML/BLUP. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 371-376, 2002.  
CRUZ,

De Lima, I. P., Botelho, F. B. S., da Silva, C. S. C., Neto, A. R., Berchembrock, Y. V., Cardoso, F. P., ... & de Castro, A. P. (2020). Potencial genético de linhagens de arroz de terras altas pertencentes ao programa de melhoramento da Universidade Federal de Lavras—melhor arroz. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 1706-1713.

Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO). Disponível em <<http://www.fao.org/economic/est/publicaciones/publicaciones-sobre-el-arroz/seguimiento-del-mercado-del-arroz-sma/es/>>. Acesso em maio 2018.

Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO) - OECD. Disponível em <<http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf/>>. Acesso em janeiro 2018

FERREIRA, D. F. (2011). Sisvar: A computerstatisticalanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 35(6), 1039-1042.

MOURA, Amanda Mendes de. Eficiência da seleção de genótipos de arroz de terras altas via modelos mistos. 2017. 43 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2017.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, Â. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012. 522 p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. 2007.

R CORE TEAM (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.