

Estimativas de associação entre caracteres agronômicos na seleção de genótipos de arroz de terras altas

Douglas Goulart Castro, Monique Carolina Nunes Fernandes, Marco Renan Félix, Reinaldo Soares Cazassa, Lais Moretti Tomé, Flávia Barbosa Silva Botelho

Universidade Federal de Lavras, Aqueça Sol, CEP 37200-900, Lavras, MG, Brasil. E-mails: douglasgoulartcastro@gmail.com, moniquecnf@gmail.com, mrenan05@hotmail.com, reinaldo_cazassa@hotmail.com, lalamoretti@hotmail.com, flaviabotelho@dag.ufla.br

Resumo: O conhecimento da grandeza da associação entre caracteres agronômicos é primordial em um programa de melhoramento, pois permite ao melhorista saber como a seleção de uma característica possa causar alterações em outras. Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho, obter estimativas de correlação entre caracteres de importância agronômica na cultura de arroz de terras altas, visando à seleção e recomendação de genótipos superiores. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Lavras e Lambari, localizados no estado de Minas Gerais, no ano agrícola 2014/2015. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições e 20 linhagens do programa de melhoramento de arroz de terras altas da Universidade Federal de Lavras. Os caracteres avaliados foram dias de florescimento, altura de plantas, resistência a doenças e produtividade de grãos. As variáveis foram submetidas à análise de correlação, com base em dados médios provenientes da análise conjunta. A significância dos coeficientes foi avaliada pelo teste t. As análises estatísticas foram realizadas com o programa R. O resumo da ANOVA conjunta demonstrou que os tratamentos se diferenciaram, significativamente, para todos os caracteres, ou seja, há variabilidade genética entre as linhagens avaliadas. Pode-se concluir que é possível realizar a seleção simultânea de duas ou mais características. Pode-se selecionar os genótipos com maior produtividade por meio do caráter severidade de brusone de pescoço. Os genótipos CMG 1511 e CMG 1509 foram os que obtiveram menor nota para incidência de brusone de pescoço e maior produtividade.

Palavras chave: *Oryza sativa*, Correlação fenotípica, Seleção indireta.

Estimates of association among agronomic traits in the selection of upland rice genotypes

Abstract: Knowledge of the magnitude of the association between agronomic characters is paramount in an improvement program, since it allows the breeder to know how the selection of one characteristic can cause changes in others. Therefore, the objective of this work was to obtain estimates of correlation between characters of agronomic importance in upland rice culture, aiming at the selection and recommendation of superior genotypes. The experiments were conducted in the municipalities of Lavras and Lambari, located in the state of Minas Gerais, in the agricultural year 2014/2015. Twenty elite lines from a rice breeding program were evaluated. A randomized block design with three replications was used. The analyzes of individual and joint variances were carried out through the program R. The evaluated traits were flowering days, plant height, resistance to diseases and grain yields. It can be concluded that it is possible to perform the simultaneous selection of two or more characteristics. One can select the genotypes with greater productivity through the feature of the neck blast. The genotypes CMG 1511 and CMG 1509 were the ones that had the lowest score for incidence of neck blast and higher productivity.

Keywords: *Oryza sativa*, Phenotypic Correlation, Lines.

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como o principal alimento de grande parte da população mundial. O melhoramento de plantas tem sido à base da agricultura moderna e seu desempenho no desenvolvimento de novas cultivares de arroz de sequeiro é de extrema importância, para que se mantenha a autossuficiência da produção de arroz no Brasil e também permita que novas fronteiras agrícolas sejam abertas (Silva, 2017). O sistema de produção de arroz de terras altas vem chamando a atenção, nos últimos anos, pela variedade de desafios e estratégias propostos pelos programas de melhoramento realizados no Brasil, principalmente pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [Embrapa]. Ressalta-se também, que os materiais desenvolvidos oriundos de tecnologias inovadoras têm proporcionado um maior aumento de produtividade associado a outras características de interesse, sendo um atrativo para toda a cadeia produtiva da cultura do arroz. Novos estudos envolvendo o sistema de produção de arroz de terras altas deve ser frequente, mesmo havendo melhoria da qualidade e rendimento de suas lavouras pelo país (Breseghello et al., 2011).

A correlação entre variáveis é um parâmetro de grande importância para os programas de melhoramento genético de plantas, possibilitando realizar a seleção paralela entre caracteres de interesse. (Cruz, Regazzi & Carneiro, 2012) destaca neste caso que essas características devem estar correlacionadas com uma variável principal. A correlação pode ser positiva, ou seja, os caracteres variam na mesma direção, ou negativa, no qual os caracteres variam conjuntamente só que em direções opostas.

O conhecimento do grau de associação entre os caracteres de interesse na seleção de cultivares é de suma importância para se ter sucesso em um programa de melhoramento, conforme descrito por Venkovsky e Barriga (1992), objetivando sempre melhorar um caráter principal e simultaneamente aprimorar a expressão de outros.

Nesse contexto, estudo sobre a associação entre caracteres é de grande importância, particularmente, se um dos caracteres apresentar baixa herdabilidade, e/ou problemas para identificação e avaliação. Assim,

na seleção pode-se correlacionar a resposta de um caráter de alta herdabilidade e de fácil mensuração, para ser mais oportuno no melhoramento vegetal (Cruz; Regazzi & Carneiro, 2012).

As estimativas de correlação permitem prever alterações em um determinado caráter provocadas pela pressão de seleção exercida sobre outro caráter (Coimbra et al., 1999). Contudo, por ser uma medida de associação, não possibilita conclusões sobre causa e efeito, não permitindo inferências sobre o tipo de associação que controla um par de caracteres (Coimbra et al. 2005).

Venkovsky e Barriga (1992) descrevem que o estudo da natureza e a magnitude das relações existentes entre caracteres é importante, pois o melhoramento requer de maneira geral, aprimorar o genótipo não para caracteres isolados, mas para um conjunto simultaneamente. Os progressos genéticos esperados para os componentes primários do rendimento dependem de suas correlações genéticas com a produtividade de grãos e também da herdabilidade deste, a qual normalmente é baixa (Ramalho, 2012). Para o melhoramento de plantas, não é suficiente determinar a existência de correlação fenotípica, pois está além das causas genéticas será afetada pelos efeitos ambientais.

A existência de caracteres correlacionados e seu emprego no melhoramento genético constituem uma das formas em que é possível que os melhoristas economizem tempo e esforço. A correlação entre dois ou mais caracteres pode assumir uma associação completa ou apresentar graus de associação expressos numericamente pelo coeficiente (r), que constitui uma característica dos caracteres numéricos. Em estudo realizado na cultura do arroz, Gravois (1993) avaliou às correlações genéticas aditivas e seleção envolvendo a produção e componentes da produção, e observou a ocorrência de correlação negativa entre o número de panículas e a altura da planta, concluindo que a seleção visando genótipos de menor estatura tende a produzir mais panículas do que uma seleção de genótipos mais altos. Mirza et al. (1992) apresentaram correlações entre a altura da planta, a produção e os componentes da produção em seus cruzamentos de arroz. A altura da planta foi correlacionada positivamente com o número de panículas por planta. Correlações genotípicas maiores do que correlações

fenotípicas foram encontradas em relação à produção e a componentes da produção em arroz (Latif, 1994).

Desse modo, sabe-se que grande parte das características agronômicas estão correlacionadas e que muitas vezes, essa correlação ocorre em direções opostas. Dessa forma é plausível estabelecer a seleção indireta de um caráter que apresente herança complexa, baixa herdabilidade ou manifestação em gerações avançadas por meio da seleção de um outro caráter, com herança mais simples ou de maior herdabilidade (Cruz, Regazzi & Carneiro, 2012). Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho obter estimativas de correlação entre caracteres de importância agronômica na cultura de arroz de terras altas, visando à seleção e recomendação de genótipos superiores.

Materiais e métodos

Os ensaios do programa de melhoramento de arroz de terras altas da Universidade Federal de Lavras, em parceria com a Embrapa Arroz e Feijão e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de

Minas Gerais [Epamig] foram conduzidos em duas localidades distintas no ano agrícola 2014/2015: no município de Lavras-MG, na unidade experimental situada no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da Universidade Federal de Lavras [UFLA], a uma altitude de 954 m, 21°12'11" de latitude sul e 44°58'47" de longitude oeste e no município de Lambari-MG, que fica a uma altitude de 832 m, 46°31'05" de latitude sul e 18°34'44" de longitude oeste.

Foram avaliadas 20 linhagens (Tabela 1), o delineamento empregado foi de blocos casualizados com três repetições e parcelas constituídas por três linhas de quatro metros e densidade de semeadura de 160 sementes por m². Utilizou-se a semeadura direta e o manejo foi semelhante ao adotado para o plantio comercial na região, sendo irrigado a 80% da capacidade de campo referente à cultura, por meio do sistema de aspersão

Tabela 1 - Identificação das linhagens utilizadas no experimento

Identificação	Genótipos
1	CMG 2162
2	CMG 2168
3	BRS Esmeralda
4	CMG 2170
5	CMG 2172
6	BRSMG Caçula
7	CMG 2185
8	CMG 2187
9	CMG 2188
10	CMG 2085
11	BRSMG Caravera
12	BRSMG Relâmpago
13	CMG 1511
14	CMG 2089
15	CMG 1896
16	CMG 2097
17	CMG 2093
18	CMG 1977
19	CMG 1509
20	CMG 1987

Fonte: Dos autores (2019)

A abertura dos sulcos e a adubação foram feitas de forma mecânica. Na adubação de plantio foram usados 400 kg.ha⁻¹ do formulado N-P₂O₅-K₂O (8-28-16). Para o controle de plantas daninhas foi feita aplicação do herbicida Herbadox, logo após o plantio, antes da emergência das plantas de arroz. Após 30 dias decorridos da emergência das plântulas de arroz foi feita aplicação com o herbicida Clincher e o herbicida Ally. No estágio de maturação dos grãos, procedeu-se à colheita da área útil da parcela após as devidas avaliações.

Durante a condução dos experimentos foram avaliados os seguintes caracteres: dias para o florescimento (número de dias da semeadura ao florescimento médio, ou seja, quando a parcela apresentar aproximadamente 50% de plantas com panículas emitidas); altura de plantas (média de cinco plantas da parcela, medida do solo à extremidade da panícula mais alta); produtividade de grãos (peso dos grãos da parcela após colheita e secagem para 13% de umidade); resistência a doenças (foram avaliados a severidade de brusone na folha e do pescoço (*Pyricularia grisea*), mancha parda (*Bipolaris oryzae*), mancha de grãos (*Phoma sorghina*), e escaldadura da folha (*Gerlachia oryzae*).

As avaliações foram realizadas por meio de notas na área útil de cada parcela, sem aplicação de fungicidas. Foi utilizada escala de notas proposta pelo International Rice Research Institute [IRRI] (1996), as quais estão descritas abaixo:

Nota 1: menos de 5% de folhas e/ou panículas infectadas;

Nota 3: de 5 a 10% de folhas e/ou panículas infectadas;

Nota 5: de 11 a 25% de folhas e/ou panículas infectadas;

Nota 7: de 26 a 50% de folhas e/ou panículas infectadas;

Nota 9: mais que 50% de folhas e/ou panículas infectadas);

Os dados foram submetidos à análise de variâncias individuais e conjuntas por meio do programa R (R Core Team, 2012). Com base nos produtos médios ou covariâncias e a partir das esperanças dos quadrados médios, foram estimadas as respectivas correlações (genotípica, fenotípica e ambiental) e suas significâncias

avaliadas por meio do teste t-Student. Essas análises foram realizadas com o auxílio do software GENES (Cruz, 2011).

Resultados e discussão

O resumo da análise de variância conjunta para dias para o florescimento, altura de planta (cm), produtividade kg.ha⁻¹, escaldadura, brusone de pescoço e mancha de grãos estão apresentados na Tabela 2. A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (CV%) pode ser considerada alta para os caracteres dias para o florescimento e altura de plantas, pois os CVs foram inferiores a 10%. Para o caráter produtividade, o CV foi inferior a 20%, o que indica média precisão experimental. Já nos caracteres escaldadura, brusone de pescoço e mancha de grãos, o CV foi acima de 20%, indicando baixa precisão experimental. Entretanto, quando consideramos experimentos com a avaliação de doenças, é aceitável que a magnitude do coeficiente de variação seja maior, considerando a avaliação visual e nem sempre realizada pelo mesmo avaliador, que favorece uma maior dispersão dos dados em torno da média (Costa et al. 2002, Sari et al. 2016 & Nascimento, et al. 2018). Costa (2002) propôs uma nova faixa de coeficiente de variação para avaliações de doença. Os autores concluíram ainda que variáveis associadas a doenças em experimentos com grande número de tratamentos e em blocos casualizados apresentam altos coeficientes de variação. É comum, na literatura, estes caracteres apresentarem elevadas estimativas de coeficientes de variação (Hallauer & Miranda, 1988). Observou-se que os genótipos se diferenciaram, significativamente, para todos os caracteres, ou seja, não houve comportamento coincidente entre os genótipos. A fonte de variação localidade apresentou teste F significativo para todas as características, por tanto, as diferentes localidades influenciaram nos caracteres. Houve interação significativa entre os genótipos x localidades, para a maioria dos caracteres, indicando que para essas características os genótipos não apresentaram performances coincidentes nas diferentes localidades.

Tabela 2 - Análise de variância conjunta para os caracteres dias para florescimento (DF), altura de planta (AP), produtividade (PROD), escaldadura (ESC), brusone de pescoço (BP) e mancha de grãos (MG), na safra 2014/2015 nos locais de Lavras/MG e Lambari/MG.

FV	GL	DF	AP	PROD	ESC	BP	MG
Genótipos	19	84,728**	280**	3904144**	1,37**	7,86**	1,763**
Local	1	106,408**	12792,7**	9403996**	488,03**	468,07**	134,408**
Local:Rep	4	26,717**	62,6**	2856894**	0,16 ^{ns}	2,97**	1,383**
Local:gen	19	19,163**	202,3**	2887982**	1,19**	4,04**	2,689**
Residual	76	3,910	20,6	537509	0,41	0,70	0,822
CV(%)		2,22	4,03	15,22	20,28	23,57	27,82

(^{ns}) não significativo, ** significativo, a 5%, respectivamente pelo teste F.

Fonte: Dos autores (2019)

No que se refere às médias das características agrônômicas (Tabela 3), o caráter produtividade média dos genótipos avaliados foi de 4816,35 kg/ha, variando de 2771,82 kg/ha à 5816,67 kg/ha. A maioria dos genótipos mostram-

se superiores à média de produtividade do estado de Minas Gerais que é de 2791 kg/ha, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB] (2018), portanto, somente a BRSMG Caravera apresentando desempenho inferior.

Tabela 3 - Médias de produtividade (PROD), dias para florescimento (DF), altura de planta (AP), escaldadura (ESC), brusone de pescoço (BP) e mancha de grãos (MG), obtidas do ensaio de VCU. Na safra 2014-2015 nos locais de Lavras/MG e Lambari/MG.

Genótipos	PROD	DF	AP	ESC	BP	MG
13	5816,67a	86,43b	120,83a	2,50c	2,67c	2,50b
19	5569,05a	88,67b	121,66a	3,16c	2,33c	2,67b
16	5445,24a	85,67b	105,32c	3,50b	4,17a	2,50b
1	5301,98a	93,67a	112,62b	3,16c	2,83c	3,50a
10	5267,85a	90,33a	113,67b	3,00c	3,00c	2,33b
20	5263,09a	92,12a	106,79c	4,33a	3,67b	3,50a
4	5251,98a	92,33a	110,16b	3,00c	3,50b	2,83b
8	5184,92a	87,01b	113,27b	3,00c	2,83c	3,00b
7	5166,67a	90,67a	113,66b	2,66c	3,67b	2,83b
15	5121,82a	85,33b	124,50a	2,50c	2,50c	3,83a
18	5088,49a	88,33b	125,67a	3,16c	3,00c	3,33a
17	5055,55a	89,21b	114,50b	3,33c	3,83b	3,33a
14	5053,57a	86,34b	112,17b	3,00c	2,50c	2,83b
5	4921,03a	90,33a	104,34c	3,16c	3,50b	3,00b
9	4706,74a	93,67a	112,65b	2,66c	2,83c	4,00a
2	4637,70a	92,11a	101,12c	3,33c	3,33b	3,50a
12	3760,71b	88,33b	111,31b	3,66b	5,50a	3,33a
3	3649,80b	94,19a	114,33b	2,66c	4,83a	4,33a
6	3292,46b	90,67a	112,33b	4,16a	5,17a	4,50a
11	2771,82b	88,33b	101,65c	3,33c	5,50a	3,50a

Teste de médias por Scott-Knott, as notas seguidas pela mesma letra não diferem entre si.

Fonte: Dos autores (2019)

Em relação ao caráter altura de plantas, a média dos genótipos avaliados foi de 112,15 cm, com variação entre 101 a 125 cm. A média obtida pode ser considerada um pouco acima do desejável para o arroz de terras altas, onde o ideal é em torno de 100 cm. Esse fato pode ser explicado, ao intenso uso de irrigação suplementar na área experimental, devido à deficiência hídrica na região na época de condução do ensaio. Em relação à característica altura de plantas, de acordo com Castro et al., (2005), apresenta correlação positiva com o acamamento.

Na cultura do arroz, o ciclo dos materiais avaliados é medido pelo número de dias decorridos do plantio ao florescimento, que é um indicador mais preciso que a época de colheita. A melhor seleção para o programa de melhoramento são os genótipos precoces, ou seja, que florescem até 90 dias por conta dos fenômenos denominados veranicos que ocorrem no estado de Minas Gerais, as cultivares precoces possuem menor risco de cultivo por maior escape aos veranicos. A floração média dos genótipos avaliados foi de 90 dias, variando de 85 a 94 dias. O ideal para a cultura de arroz não ter problemas com a falta de chuva seria diminuir o risco de perda de produtividade nos períodos de veranicos.

Com relação às doenças do arroz avaliadas, as linhagens que apresentaram a menor produtividade (BRSMG Caravera e BRSMG Caçula), também obtiveram a maior severidade de doenças (escaldadura, brusone de pescoço e mancha de grãos) (tabela 3).

Segundo Dallagnol (2006), a produtividade da cultura do arroz pode ser influenciada por inúmeros fatores, sendo que a maior parte dos danos é causada pelas doenças fúngicas. Em seu trabalho avaliando o dano das doenças foliares na cultura do arroz irrigado, os autores observaram que a redução na severidade das doenças foliares e nas manchas de grãos resultou em acréscimos significativos na produtividade em arroz.

As estimativas dos coeficientes de correlações genéticas, fenotípicas e ambientais, entre cinco caracteres avaliados (Tabela 4) auxiliam na interpretação de correlações. Sendo assim, três aspectos devem ser considerados: a magnitude, a direção e a significância.

Estimativas de coeficiente de correlação positivas indicam a tendência de uma variável aumentar quando a outra aumenta, correlações negativas indicam tendência de uma variável aumentar enquanto a outra diminui (Nogueira et al. 2012).

Entre as doenças do arroz, a brusone é a que mais causa prejuízo à cultura de arroz de terras altas, reduzindo a produtividade das cultivares. Os prejuízos causados pela brusone são variáveis, dependendo do grau de resistência da cultivar, da época de incidência, das práticas culturais e das condições climáticas, sendo o grau de resistência da cultivar um dos principais componentes do manejo integrado da brusone (Prabhu et al., 2003).

As correlações genotípicas e fenotípicas para a maioria dos caracteres são semelhantes em relação à magnitude e o sinal, porém, as correlações genotípicas são, em valores absolutos, superiores aos coeficientes fenotípicos, mostrando uma maior contribuição dos fatores genéticos e uma menor contribuição dos fatores ambientais.

O grau de correlação entre as características é importante no melhoramento genético de plantas. Pode ser usado como ferramenta para seleção indireta. Os estudos de correlação ajudam o melhorista durante a seleção e fornecem o entendimento dos componentes de produção. Os resultados da análise de correlação (tabela 4), revelam que houve correlação positiva e significativa entre produtividade (PROD) com altura ($r = 0,389$) e florescimento ($r = 0,58$). Os caracteres que apresentaram correlação negativa e significativa com a produtividade foram escaldadura ($r = -0,46$) e brusone de pescoço ($r = 0,76$). A altura de plantas e florescimento apresentaram correlação negativa e significativa com os caracteres de resistência a doenças.

A correlação observada entre brusone de pescoço e escaldadura de alta magnitude, acima de 0,7, indica que quanto maior a incidência de brusone maior será a incidência de escaldadura. Falconer (1996) destaca que uma das causas para altas correlações é o pleiotropismo, no qual um mesmo gene influencia na expressão de mais de um caráter. Essa informação é útil no melhoramento de plantas, pois favorece a seleção simultânea de dois ou mais caracteres, pela seleção em apenas um destes.

Tabela 4 - Estimativas das correlações fenotípicas (F), genotípicas (G) e de ambiente (A) entre dias para florescimento (DF), altura de planta (AT), produtividade (PROD), escaldadura (ESC), brusone de pescoço (BP) e mancha de grãos (MG).

		DF	AT	PROD	ESC	BP	MG
DF	F	-	0,1216 ^{ns}	0,513 ^{**}	-0,5442 ^{**}	-0,6295 ^{**}	0,0778 ^{ns}
	G	-	0,1326 ^{ns}	0,5847 ^{**}	-0,6587 ^{**}	-0,6688 ^{**}	0,0922 ^{ns}
	A	-	-0,0512 ^{ns}	-0,2107 ^{**}	-0,0558 ^{ns}	-0,0961 ^{ns}	0,0823 ^{ns}
AT	F	-	-	0,368 ^{**}	-0,4656 ^{**}	-0,5063 ^{**}	0,047 ^{ns}
	G	-	-	0,389 ^{**}	-0,5539 ^{**}	-0,5516 ^{**}	-0,0906 ^{ns}
	A	-	-	0,2017 ^{**}	-0,1347 ^{ns}	0,0035 ^{ns}	0,0898 ^{ns}
PROD	F	-	-	-	-0,3499 ^{**}	-0,8374 ^{**}	-0,3161 ^{ns}
	G	-	-	-	-0,4565 ^{**}	-0,959 ^{**}	-0,453 ^{ns}
	A	-	-	-	0,0216 ^{ns}	0,1115 ^{ns}	-0,0345 ^{ns}
ESC	F	-	-	-	-	0,6204 ^{**}	0,2316 ^{**}
	G	-	-	-	-	0,7605 ^{**}	0,4901 ^{**}
	A	-	-	-	-	0,0847 ^{ns}	-0,1804 ^{**}
BP	F	-	-	-	-	-	0,1935 ^{**}
	G	-	-	-	-	-	0,1978 ^{**}
	A	-	-	-	-	-	0,2725 ^{**}

Fonte: Dos autores (2019)

Cargnin et al. (2010) e Terra et al. (2015) observaram em seus estudos, uma correlação negativa entre o florescimento e a produtividade de grãos. De acordo com os autores, as condições adversas do ambiente influenciam no florescimento e duração do ciclo, influenciando consequentemente a produtividade.

A duração do ciclo de desenvolvimento da cultura apresenta uma relação direta com o rendimento de grãos, sendo que, esta percepção pode auxiliar os melhoristas na escolha de genótipos mais apropriados para obter o máximo potencial de rendimento de grãos em diferentes regiões (Streck et al., 2006).

As maiores correlações fenotípicas e genotípicas de sinal oposto e significâncias foram observadas entre os caracteres produtividade e brusone de pescoço (-0,96); altura de planta e brusone de pescoço (-0,55). Com isso, é possível inferir que quanto menor a incidência de brusone maior será a produtividade e o crescimento da planta. A brusone é uma das principais doenças do arroz, os prejuízos são variáveis, sendo maiores em arroz de terras altas e podem comprometer em até 100% a produção nos anos de ataques epidêmicos. Por isso quanto menor

incidência da doença a planta se desenvolve mais, cresce mais e consequentemente tem menor risco de queda de produtividade e seus componentes de produção.

A menor altura de plantas é uma característica importante, que possibilita eliminar a probabilidade de acamamento na cultura, o que é comum na cultura quando a mesma é conduzida sob disponibilidade hídrica e com elevadas dosagens de fertilizantes nitrogenados (Silva et al., 2009). A correlação observada entre altura de plantas e produtividade foi positiva e significativa ($r=0,39$). No entanto, a correlação positiva entre altura de plantas e produtividade se contrasta com o estudo anterior de Khan et al. (2014) e Moosavi et al. (2015), que apresentaram correlação negativa entre produtividade e altura de plantas.

Em relação à característica dias para o florescimento e produtividade, observa-se que as correlações fenotípicas e genéticas foram de boa magnitude e mesmo sentido. Indicando que a seleção de plantas de floração mais tardia resultaria em plantas mais produtivas, contudo de acordo com a variabilidade observada entre as linhagens, considerando as características

produtividade e número de dias para o florescimento, é possível selecionar no programa de melhoramento genótipos produtivos e precoces, fato favorável à cultura de arroz de terras altas

Segundo Suhre et al. (2008), em seu trabalho avaliando linhagens de arroz em diferentes sistemas de cultivo em várzea, obteve uma correlação negativa significativa entre altura de plantas e produção de grãos e notas de brusone na folha, inferindo assim que, as linhagens mais altas foram menos produtivas e as linhagens mais precoces apresentaram maiores notas de brusone nas folhas.

Conclusão

É possível realizar a seleção simultânea de duas ou mais características.

Pode-se selecionar os genótipos com maior produtividade de grãos em função do caráter severidade de brusone de pescoço.

Os genótipos CMG 1511 e CMG 1509 foram os que obtiveram menor nota para incidência de brusone de pescoço e maior produtividade.

Referências

- Breseghele, F., et al. (2011). Results of 25 years of upland rice breeding in Brazil. *Crop Science, Madison*, 51 (3), 914-923.
- Cargnin, A., Souza, M. A., & Forgaça, C. M. (2010). *Correlações entre caracteres agrônomicos em cultivares de arroz* (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 264, 16p). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados.
- Castro, E. M., Breseghele, F., Rangel, P. H. N., & Moraes, O. P. (2005). Melhoramento do Arroz. In: Borém, A. (Ed.). *Melhoramento de Espécies Cultivadas* (pp. 104-140). Viçosa: UFV.
- Coimbra, J. L. M., et al. (1999). Análise de trilha e análise do rendimento de grãos e seus componentes. *Ciência Rural*, Santa Maria, 29, (2), 213-218.
- Coimbra, J. L. M. (2005). Consequências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. *Ciência Rural*, 35 (2), 347-352.
- Companhia Nacional de Abastecimento (2018). *Acompanhamento de safra brasileira: grãos, Quarto levantamento, janeiro 2011*. Recuperado em 21 de agosto, 2018, de http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_boletim_graos_4o_lev_safra_2017_2018.pdf.
- Costa, N. H. A. D., Seraphin, J. C., & Zimmermann, F. J. P. (2002). Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 37 (3), 243-249.
- Cruz, C. D. (2011). GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*. 35 (3), 271-276.
- Cruz, C. D., Regazzi, A. J., & Carneiro, P. C. S. (2012). *Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. (v. 1, cap. 9, pp. 392-451), Viçosa, UFV: Editora UFV.
- Dallagnol, L. J., et al. (2006). Danos de doenças foliares na cultura do arroz irrigado e eficiência de controle dos fungicidas. *Revista Brasileira Agrociência*, Pelotas, 12 (3), 313-318.
- Falconer D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). *Introdução à genética quantitativa*. Harlow: Longman.
- Foundation for Statistical Computing. (2012). *Development R Core Team: Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: Foundation for Statistical Computing.
- Gravois, K. A. R. W. (1993). Genetic relationships among and selection for Rice of yield and yield components. *Crop Science*, 33, 249-252.
- Hallauer, A. R., & Miranda, J. B. (1988). *Quantitative genetics in maize*. Ames: Iowa State University Press.
- International Rice Research Institute. (1996). *Standard Evaluation System for Rice* (52p). Manila: IRRI.
- Khan, MSK, Iqbal J, & Saeed, M. (2014). Comparative study of agronomic traits of different rice varieties grown under saline and normal

- conditions. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 24(2), 634-642.
- Latif, T., Iqbal, M., Khan, A. M., & Khan, M. A. (1994). Correlation coefficient analysis of yield components in rice (*Oryza sativa* L.) *Sarhard Journal of Agriculture*, 10, 667-670.
- Mirza, M. J., Faiz, F. A., & Majid, A. (1992). Correlation studies and path analysis of plant height, yield and yield components in rice (*Oryza sativa* L.) *Sarhard Journal of Agriculture*, 8, 647-653.
- Moosavi, M, Ranjbar G, Zarrini H.N, & Gilani A (2015). Correlation between morphological and physiological traits and path analysis of grain yield in rice genotypes under Khuzestan. *Biological Forum : An International Journal*, 7(1), 43-47
- Nascimento, I. O., et al. (2018). Silicon fertilization and seed microbialization on disease severity and agronomic performance of upland rice. *Revista Caatinga*, Mossoró, 31 (1), 126-134.
- Nogueira, A. P. O., et al. (2012). Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 28 (6), 877- 888.
- Prabhu, A. S., Araújo, L. G., Faustina, C., & Berni, R. F. (2003). Estimativa de danos causados pela brusone na produtividade de arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38 (9), 1045-1051.
- Ramalho, M. A. O. (2012). *Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas* (522p). Lavras: Editora UFLA.
- Sari, B. G. (2016). Tamanho de amostra para avaliar a severidade de brusone da folha em experimentos com arroz irrigado. *Revista Caatinga*, 29 (4), 822-831.
- Silva, C. S. C., et al. (2017). Genetic and Phenotypic Parameters in the Selection of Upland Rice Genotypes. *American Journal of Plant Sciences*, 8, 3450-3459.
- Silva, E. A., Soratto, R. P., Adriano, E., & Biscaro, G. A. (2009). Avaliação de cultivares de arroz de terras altas sob condições de sequeiro em Cassilandia, MS. *Ciência e Agrotecnologia*, 33 (1).
- Streck, N. A., et al. (2006). Duração do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz em função da emissão de folhas no colmo principal. *Ciência Rural*, 36 (4), 1086-1093.
- Suhre, E., Cordeiro, A.C.C., & Medeiros, R.D. (2008). Avaliação de linhagens de arroz em diferentes sistemas de cultivo em várzea de Roraima. *Revista Agro@ambiente*, 2 (2), 1-9.
- Terra, T. G. R., et al. (2015). Características de tolerância à seca em genótipos de uma coleção nuclear de arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50 (9), 788-796.
- Venkovsky, R., & Barriga, P. (1992). *Genética Biométrica no fitomelhoramento* (496p). Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética.

Recebido em: 09/05/2019

Aceito em: 13/05/2020