

<http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n1p38-49>

CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÔMICAS NA COLHEITA PRINCIPAL E NA SOCA E ANÁLISE DE TRILHA EM TIPOS ESPECIAIS DE ARROZ

Gabriel da Rocha¹, Bruna Rafaela da Silva Menezes^{2*}, Lucas Alecsander Braz³, Rafael Hydalgo Passeri Lima⁴, Roberghson José Coimbra Romeiro⁵, Luiz Beja Moreira⁶

¹Agrônomo, Residente em Agronomia CEASA, Rio de Janeiro - RJ.

² Docente, Departamento de Genética, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica – RJ. *E-mail: brunarafamenezes@hotmail.com

³ Discente de Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica – RJ.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Campos dos Goytacazes – RJ.

⁵ Discente de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica – RJ.

⁶ Docente, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica – RJ.

Recebido: 27/07/2019; Aceito: 07/01/2020

RESUMO: A produtividade do arroz é definida por variáveis de ordem ambiental e genética, e o estudo da fenologia e do desenvolvimento da planta é de grande importância para poder explicar essas interações. Neste trabalho buscou-se estudar o comportamento em genótipos de tipos especiais de arroz pelos métodos de comparação de características morfológica, dos componentes de produção e adicionalmente pela análise de trilha nas variedades de arroz vermelho, branco e preto. O experimento foi conduzido no campus da UFRRJ, Seropédica-RJ, no ano agrícola de 2016/2017. Os genótipos avaliados foram dois de arroz vermelho (“ENA-AR 1601” e “Vermelho Virgínia”) um de arroz branco (“BRS Esmeralda”) e outro de arroz preto (“IAC 600”). Foram avaliadas nove características morfoagronômicas. O delineamento foi o em blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos nas parcelas foram os quatro genótipos de arroz e nas subparcelas as duas colheitas (principal e soca). Após a análise de variância foram realizados o teste de médias, as correlações fenotípicas e a análise de trilha. Foi possível observar redução da produtividade de arroz da colheita principal para a soca. A maior estatura observada foi no genótipo “Vermelho Virgínia”, sendo uma característica a ser melhorada nesse genótipo. Constatou-se que as características número de espiguetas viáveis por panícula e o número de perfilhos viáveis apresentaram a maior correlação positiva como efeito direto a variável produtividade dos genótipos de arroz na colheita principal.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L. Correlação fenotípica. Produtividade.

MORFOAGRONOMIC TRAITS IN MAIN HARVEST AND RATOON AND TRACK ANALYSIS IN SPECIAL RICE TYPES

ABSTRACT: Rice's productive capacity is defined by environmental and genetic letters, and the study of plant phenology and development is of great importance in order to explain these

interactions. This work aimed to study the behavior in genotypes of special x-ray types, the morphological comparison methods, the production components and, additionally, through the color analysis in red, white and black rice. The experiment was conducted at the UFRRJ campus in Seropédica-RJ, in the 2016/2017 agricultural year. The genotypes found were two of red rice (“ENA-AR 1601” and “Vermelho Virgínia”), one of white rice (“BRS Esmeralda”) and one of black rice (“IAC 600”). Nine traits features were evaluated. The design was sent in randomized blocks in subdivided plots, with all replications. The pills in the plots were the four rice genotypes and in the subplots as two harvests (main and ratoon). After the analysis of variance, mean tests were performed, as phenotypic correlations and a trail analysis. It has also been reducing rice production from the main crop to the ratoon. The largest stature observed was the “Vermelho Virgínia” genotype, being a traits of the best genetic. It was found that there was protection of viable spikelets per panicle and the number of viable tillers leading to a source of rice genotypes in the main crop.

Keywords: *Oryza sativa* L. Phenotypic correlation. Yield.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma fonte importante de carboidratos, proteínas e fibras para a alimentação humana, sendo um dos componentes de maior participação na dieta da população mundial. O consumo desse cereal está associado a aspectos econômicos e culturais (PEREIRA; MORAIS, 2014). No Brasil, o sexto levantamento da cultura do arroz da safra 2018/2019 apontou uma produção de 10,4 milhões de toneladas, uma queda de 13,6% em relação à safra passada (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2019).

Além do tradicional arroz branco, também é encontrado um tipo especial de arroz com o pericarpo de coloração vermelha, denominado arroz vermelho, bastante apreciado pelos consumidores de alguns estados do Nordeste, especialmente da Paraíba e do Rio Grande do Norte (PEREIRA, 2004). Nas variedades de arroz com o pericarpo vermelho e preto, consumidos na forma integral, são encontrados compostos fenólicos em maiores concentrações (NAM *et al.*, 2005) e também antocianinas (MORIMITSU *et al.*, 2002). Esses compostos funcionam como uma forma de autodefesa nas plantas e alguns estudos têm demonstrado que eles também trazem benefício a saúde humana, pois possuem ação antioxidante e retardam o envelhecimento, além de prevenir doenças cardiovasculares, diabetes e câncer (KOIDE *et al.*, 1996; XIA *et al.*, 2003).

Nas diferentes etapas de um programa de melhoramento onde a seleção de uma variável é de difícil mensuração ou pela baixa herdabilidade, o conhecimento das correlações tem papel importante ao medir o grau de associação entre variáveis e possibilitar avaliar o quanto a alteração em uma variável pode afetar outras de interesse do melhorista. Para melhor compreender essa relação, tem sido utilizada a metodologia de análise de caminamento ou análise de trilha (“path analysis”). Essa técnica permite obter informações a respeito dos efeitos diretos e indiretos de um grupo de caracteres em relação a um determinado caráter considerado de maior importância (variável básica) (CRUZ *et al.*, 2012).

O objetivo deste trabalho foi comparar características morfoagronômicas em quatro genótipos de arroz na colheita principal e na soca e avaliar a correlação fenotípica e os efeitos diretos e indiretos, na colheita principal, de características morfoagronômicas sobre a produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2016/2017 no setor das Grandes Culturas, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia da UFRRJ, Seropédica-RJ, situado a 22° 45'S de latitude, 43° 41'W de longitude entre 35-40 m de altitude. O plantio foi realizado no dia 12 de setembro de 2016, em vasos de 5L, com cinco sementes em cada vaso. Os vasos foram mantidos em local aberto, sem telhado. Foi realizada irrigação suplementar. Após cinco dias da semeadura foi observada a emergência média, quando foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por vaso. O substrato foi composto de mistura de areia e esterco curtido e a irrigação realizada de forma manual e diariamente, da semeadura até o final do ciclo da colheita da soca. Após o plantio e a colheita principal foi realizada adubação nitrogenada com ureia, em quantidade correspondente a 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

O delineamento experimental foi o de bloco ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições e quatro tratamentos. Os tratamentos foram os genótipos de arroz, sendo dois de arroz vermelho (“ENA-AR 1601” e “Vermelho Virgínia”), um de arroz branco (“BRS Esmeralda”) e outro de arroz preto (“IAC 600”). O genótipo “Vermelho Virgínia” foi obtido por meio de pequenos agricultores da cidade de Virgínia-MG e o genótipo “ENA-AR 1601”, obtido no campo experimental do departamento das Grandes Culturas da UFRRJ. A cultivar “BRS Esmeralda” foi obtida por meio da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e a “IAC 600” do Instituto Agronômico de Campinas. O genótipo “IAC 600” apresenta arquitetura moderna, “ENA-AR 1601” e “BRS Esmeralda” apresentam arquitetura intermediária e o “Vermelho Virgínia” apresenta arquitetura tradicional. As avaliações ocorreram em dois ambientes, a colheita principal, de outubro de 2016 a março 2017, e a colheita da soca, de março a junho de 2017.

As temperaturas mínimas, médias e máximas, assim como a precipitação pluvial registrada, durante a execução do experimento, encontram-se nas Figuras 1 e 2.

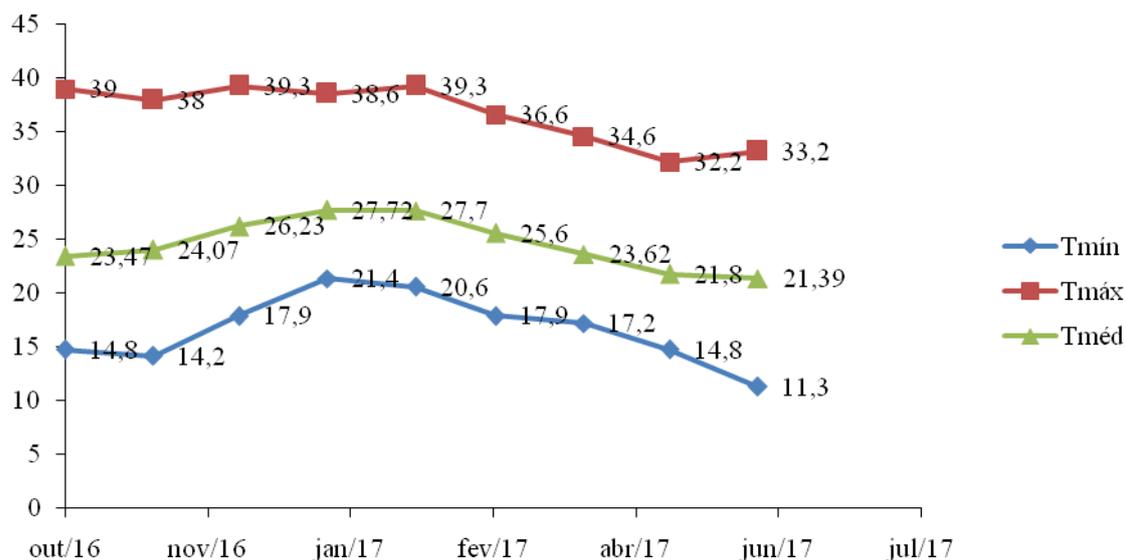


Figura 1. Temperaturas mínima, média e máxima nos meses de condução do experimento (Seropédica, RJ, 2016/2017). *Minimum, average and maximum temperatures in the months of conducting the experiment (Seropédica, RJ, 2016/2017).*

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia. *Source: Nacional Institute of Meteorology.*

Precipitação pluvial (mm)

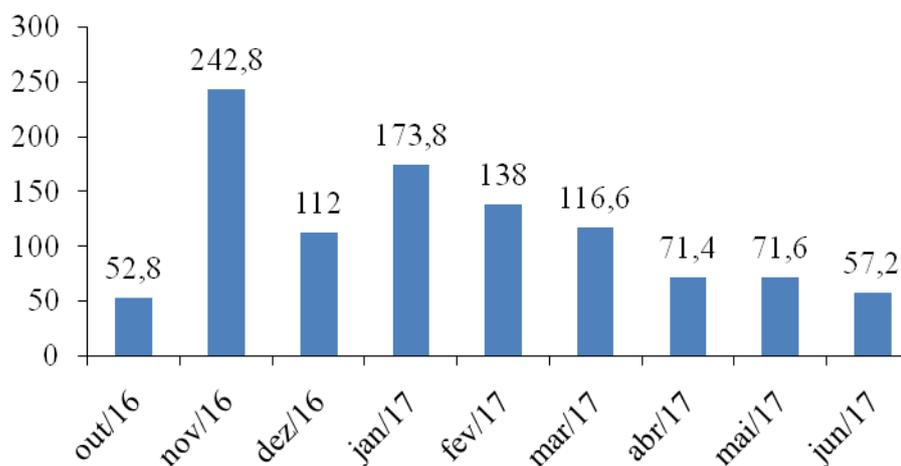


Figura 2. Precipitação pluvial, em mm, nos meses de condução do experimento (Seropédica, RJ, 2016/2017). *Rain precipitation, in mm, in the months of the experiment (Seropédica, RJ, 2016/2017).*

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia. *Source: Nacional Institute of Meteorology.*

Após completar o ciclo da cultura, os perfilhos foram cortados na base da planta e avaliados de acordo com as seguintes características morfoagronômicas:

a) Altura da planta (ATL): avaliada da base do colmo até a extremidade da panícula mais alta de três perfilhos tomados ao acaso em cada vaso (parcela), sendo expressa em centímetros (BRASIL, 1997);

- b) Comprimento da panícula (CP): foram tomados ao acaso a distância, em centímetros, da panícula terminal até a última espiguetas, de três perfilhos de cada vaso (parcela) (BRASIL, 1997);
- c) Comprimento do colmo (CC): distância de três perfilhos tomados ao acaso, em centímetros da base do colmo até a extremidade da panícula (BRASIL, 1997);
- d) Comprimento do grão (CG): com o auxílio de um paquímetro, foi determinado o comprimento de três grãos tomados ao acaso, sem polimento, provenientes da região central da panícula (BRASIL, 1997);
- e) Espessura do grão (EG): também com o auxílio de um paquímetro, foi determinado a largura de três grãos tomados ao acaso, sem polimento, provenientes da região central da panícula (BRASIL, 1997);
- f) Número de espiguetas viáveis por panícula (NEVP): foi calculado a partir da contagem de espiguetas férteis e estéreis de cada panícula;
- g) Número de perfilhos viáveis (NPV): Foi realizado uma contagem da quantidade de perfilhos em cada vaso que possuíam ao menos uma espiguetas viável por perfilho;
- h) Massa de cem grãos (g): realizada utilizando quatro amostras de 100 grãos. O teor de água foi ajustado para 13%;
- i) Produtividade (g.vaso^{-1}): obtida pela produção de grãos em casca por cada vaso, a 13% de teor de água. Expressa em g.vaso^{-1} .

Inicialmente foi realizada análise de variância individual e, após verificação da homogeneidade das variâncias residuais, foi realizada a análise de variância conjunta. O modelo estatístico para a análise conjunta é fornecido por Steel e Torrie (1996). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se a colinearidade entre as nove características na colheita principal. Em seguida, realizou-se a análise de trilha, por meio do desdobramento dos coeficientes de correlação simples (fenotípicas) em efeitos diretos e indiretos. Para análise, utilizaram-se os recursos computacionais do programa Genes (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na colheita principal, o genótipo “Vermelho Virgínia” apresentou o maior comprimento do colmo em relação aos genótipos “ENA 1601”, “IAC 600” e “BRS Esmeralda”. Já na colheita da soca, o genótipo “Vermelho Virgínia” apenas diferiu estatisticamente do genótipo “ENA-AR 1601”, sendo a média do comprimento do colmo de “ENA-AR 1601” menor que a do genótipo “Vermelho Virgínia”. O “BRS Esmeralda” apresentou 21,1 cm para o comprimento da panícula não diferindo significativamente do genótipo “IAC 600”, enquanto o genótipo “ENA-AR 1601” apresentou um resultado semelhante ao outro genótipo de arroz vermelho e todos eles apresentaram uma significativa redução do CP da colheita principal para a soca (Tabela 1).

A maior altura da planta foi observada no genótipo “Vermelho Virgínia” (Tabela 1). A altura da planta em todos os genótipos teve uma diferença significativa entre uma colheita e outra. Em trabalhos realizados a campo por Menezes *et al.* (2011) também foi notório a maior

estatura da cultivar “Vermelho Virgínia” comparada aos outros genótipos de arroz branco e até mesmo do arroz vermelho “ENA-AR 1601”. Essa maior estatura da planta confere grande habilidade competitiva, porém resulta em acamamento e perdas na produtividade, podendo ser melhorada através de cruzamentos com cultivares de arroz branco.

Tabela 1. Médias de três características morfoagronômicas de quatro genótipos de arroz na colheita principal e da soca (Seropédica, RJ, 2016/2017). *Averages of three morphoagronomic traits of four rice genotypes in the main and ratoon harvest (Seropédica, RJ, 2016/2017).*

Genótipo	CC		CP		ALT	
	Principal	Soca	Principal	Soca	Principal	Soca
“IAC600”	48,75 Ab	43,97 Aa	19,90 Aa	17,22 Ba	68,65 Ab	61,65 Ba
“BRS Esmeralda”	46,60 Ab	40,60 Aab	21,10 Aa	16,52 Bab	68,20 Ab	57,12 Ba
“ENA-AR 1601”	50,80 Ab	31,72Bb	16,95 Ab	13,57 Bc	67,75 Ab	45,30 Bb
“V. Virgínia”	66,60 Aa	42,90 Ba	16,80 Ab	14,00 Bbc	83,30 Aa	56,82 Ba
Média geral	46,49		17,01		63,60	
CVa (%)	8,51		5,34		6,57	
CVb (%)	6,81		4,71		5,28	
CVc (%)	4,93		5,18		3,77	

Nota: CC: comprimento do colmo, cm; CP: comprimento da panícula, cm; ALT: altura da planta, cm. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *CC: stem length, cm; CP: panicle length, cm; ALT: plant height, cm. Means followed by the same letter do not differ statistically, uppercase in the row and lowercase in the column, by Tukey test at 5% probability.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Tabela 2. Médias de três características morfoagronômicas de quatro genótipos de arroz na colheita principal e da soca (Seropédica, RJ, 2016/2017). *Averages of three morphoagronomic traits of four rice genotypes in the main and ratoon harvest (Seropédica, RJ, 2016/2017).*

Genótipo	EG		CG		NEVP	
	Principal	Soca	Principal	Soca	Principal	Soca
“IAC600”	2,80 Aa	2,86 Aa	7,47 Ab	7,60 Ab	71,70 Aa	46,41 Ba
“BRS Esmeralda”	2,42 Ac	2,14 Bc	10,27 Aa	9,70 Ba	60,10 Aa	36,0 Ba
“ENA-AR 1601”	2,58 Ab	2,32 Bb	7,75 Ab	7,57 Ab	43,45 Aa	16,32 Ba
“V. Virgínia”	2,95 Aa	2,89 Aa	7,90 Ab	7,70 Ab	44,05 Aa	31,80 Ba
Média geral	2,62		8,25		43,74	
CVa (%)	3,87		3,65		15,19	
CVb (%)	1,73		3,76		22,75	
CVc (%)	2,97		3,29		13,00	

Nota: EG: espessura do grão, mm; CG: comprimento do grão, mm; NEVP: número de espiguetas viáveis por panícula. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Note: EG: grain thickness, mm; GC: grain length, mm; NEVP: number of viable spikelets per panicle. Means followed by the same letter do not differ statistically, uppercase in the row and lowercase in the column, by Tukey test at 5% probability.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Em relação à espessura do grão, o genótipo “BRS Esmeralda” foi o que apresentou menor espessura nas duas colheitas realizadas, em comparação aos demais genótipos de tipos especiais de arroz. No entanto, em relação à característica comprimento do grão, o genótipo “BRS Esmeralda” foi o que apresentou a maior média na colheita principal (10,3 mm) e (9,7 mm) na soca. O número de espiguetas viáveis por panícula foi superior na colheita principal nos quatro genótipos avaliados, comparado a colheita da soca (Tabela 2). Isso pode ser explicado pelo desenvolvimento da soca ocorrer em período onde as temperaturas são iguais ou superiores a 15°C (Figura 1) no período de florescimento, o que pode levar a esterilidade do grão de pólen, sendo que a temperatura ótima para o desenvolvimento da cultura do arroz situa-se na faixa entre 20 a 35°C (YOSHIDA, 1981).

Os genótipos “BRS Esmeralda” e “Vermelho Virgínia” obtiveram os maiores valores de massa de cem grãos, tanto na colheita principal quanto na colheita da soca (Tabela 3), isso se deve ao maior comprimento e espessura do grão alcançados por esses genótipos, respectivamente (Tabela 2). O número de perfilhos viáveis foi superior na soca para os genótipos “IAC 600” e “BRS Esmeralda”, em comparação a colheita principal e para os arrozes vermelho “ENA-AR 1601” e “Virgínia” ocorreu o contrário. As cultivares “IAC 600” e “BRS Esmeralda” tiveram resultados superiores significativamente aos cultivares “ENA-AR 1601” e “Vermelho Virgínia” em relação à colheita da soca. De acordo com Lima *et al.* (2019), genótipos com arquitetura de folhas mais eretas, como “IAC 600” e “BRS Esmeralda”, permitem maior penetração de luz na planta e, com isso, alta capacidade de perfilhamento, produção de espiguetas e produção de panículas viáveis por m².

Tabela 3. Médias de três características morfoagronômicas de quatro genótipos de arroz na colheita principal e da soca (Seropédica, RJ, 2016/2017). *Averages of three morphoagronomic traits of four rice genotypes in the main and ratoon harvest (Seropédica, RJ, 2016/2017).*

Genótipo	M100		NPV		PROD	
	Principal	Soca	Principal	Soca	Principal	Soca
“IAC600”	2,09 Ab	2,26Ab	20,00 Ba	27,00 Aa	28,50 Aa	5,75 Bb
“BRS Esmeralda”	2,54 Aa	2,45 Aa	14,00 Ba	27,00 Aa	9,50 Bb	15,75 Aa
“ENA-AR 1601”	1,80 Ac	1,59 Ac	14,00 Aa	18,75 Aab	10,00 Ab	8,00 Aab
“V. Virgínia”	2,81 Aa	2,91 Aa	12,75 Aa	6,50 Bb	12,75 Ab	5,50 Bb
Média geral		2,31		17,50		11,97
CVa (%)		6,44		21,71		15,62
CVb (%)		6,41		23,89		23,58
CVc (%)		6,89		34,37		17,161

Nota: M100: massa de cem grãos, g; NPV: número de perfilhos viáveis; PROD: produtividade, g.vaso⁻¹. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Note: M100 one hundred grain mass, g; NPV: number of viable tillers; PROD: yield, g.vaso⁻¹. Means followed by the same letter do not differ statistically, uppercase in the row and lowercase in the column, by Tukey test at 5% probability.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

O genótipo “IAC600” foi o que apresentou maior produtividade na colheita principal (28,5 g.vaso⁻¹), porém apresentou queda na produtividade da colheita principal em relação à

soca, de 28,5 para 5,7 g.vaso⁻¹. O genótipo “ENA-AR 1601” apresentou produtividade semelhante ao cultivar comercial “BRS Esmeralda” na colheita principal e ainda manteve a PROD sem diferença significativa comparada a colheita principal. Ao contrário do resultado encontrado por Moreira et al. (2011) que mostrou a superioridade produtiva do arroz “ENA-AR 1601” a outras variedades comerciais, o resultado desse experimento mostra-se satisfatório para os seus componentes de produção, por apresentar produtividade semelhante a cultivar comercial de arroz branco “BRS Esmeralda”, que é recomendada para o cultivo nas condições do clima do estado do Rio de Janeiro.

A variável comprimento do colmo, apresentou uma relação causa efeito com a variável comprimento da panícula, o efeito foi negativo significativamente (-0,72) (Tabela 4), onde foi observado maior comprimento do colmo (“ENA-AR 1601” e “Vermelho Virgínia”) notou-se que os genótipos apresentaram um menor desenvolvimento da panícula na colheita principal (Tabela 5). As características de comprimento do colmo e altura correlacionaram-se positivamente e significativamente entre si (0,98), onde no genótipo de maior altura (“Vermelho Virgínia”) observaram-se maiores médias do comprimento do colmo nas duas amostras (Tabela 1). De acordo com Lange et al. (2016), quanto maior a altura, como observado no presente estudo para o genótipo “Vermelho Virgínia”, e menor o diâmetro do colmo, maior a susceptibilidade ao acamamento.

Tabela 4. Correlação fenotípica entre as nove características morfoagronômicas avaliadas em quatro genótipos de arroz na colheita principal (Seropédica, RJ, 2016/2017). *Phenotypic correlation between the nine morphoagronomic traits evaluated in four rice genotypes in the main crop (Seropédica, RJ, 2016/2017).*

	CP	ALT	EG	CG	NEVP	M100	NPV	PROD
CC	-0,72*	0,98*	0,78*	-0,38 ^{ns}	-0,61 ^{ns}	0,59 ^{ns}	-0,49 ^{ns}	-0,17 ^{ns}
CP	-	-0,56 ^{ns}	-0,54 ^{ns}	0,66**	0,83*	0,08 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,28 ^{ns}
ALT		-	0,76*	-0,23 ^{ns}	-0,48 ^{ns}	0,75*	-0,46 ^{ns}	-0,14 ^{ns}
EG			-	-0,73*	-0,11 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,47 ^{ns}
CG				-	0,14 ^{ns}	0,41 ^{ns}	-0,37 ^{ns}	-0,52 ^{ns}
NEVP					-	-0,11 ^{ns}	0,86*	0,76*
M100						-	-0,44 ^{ns}	0,94*
NPV							-	-0,23 ^{ns}

Nota: CC: comprimento do colmo, cm; CP: comprimento da panícula, cm; ALT: altura da planta, cm.; EG: espessura do grão, mm; CG: comprimento do grão, mm; NEVP: número de espiguetas viáveis por panícula; M100: massa de cem grãos, g; NPV: número de perfilhos viáveis; PROD: produtividade, g.vaso⁻¹. ^{ns}, ** e * não-significativo, significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. *Note: CC: stem length, cm; CP: panicle length, cm; ALT: plant height, cm.; EG: grain thickness, mm; GC: grain length, mm; NEVP: number of viable spikelets per panicle; M100: one hundred grain mass, g; NPV: number of viable tillers; PROD: yield, g.vaso-1.* ^{ns}, ** and * not significant, significant at 1 and 5% probability, respectively.

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

A espessura do grão e o comprimento do grão tiveram correlação negativa e significativa (-0,73), a espessura do grão apresentou-se como uma característica antagônica ao comprimento, nos grãos onde foram observadas maior espessura, menor era seu comprimento e vice-versa (Tabela 4). Para as variáveis do número de espiguetas viáveis por panícula e o comprimento da panícula foi verificada correlação significativamente positiva (0,83),

contatando-se que panículas maiores, como observado nos genótipos “IAC 600” e “BRS Esmeralda” (Tabelas 5), produzem mais grãos e aumenta também a relação de espiguetas viáveis por panícula, esse resultado corrobora com os obtidos por Cardoso (2013).

Tabela 5. Análise de trilha em quatro genótipos de arroz na colheita principal, considerando como efeito direto a variável produtividade (DPROD) (Seropédica, RJ, 2016/2017). *Path analysis in four rice genotypes in the main crop, considering as direct effect the variable yield (DPROD) (Seropédica, RJ, 2016/2017).*

	CC	CP	ALT	EG	CG	NEVP	M100	NPV
DPROD	-0,0935	0,2084	0,0174	0,2752	-0,4725	0,4025	0,0733	0,2788
CC	-	0,0676	-0,0914	-0,0732	0,0353	0,0570	-0,0556	0,0456
CP	-0,1506	-	-0,1161	-0,1119	0,1372	0,17364	0,0176	0,0954
ALT	0,0170	0,0097	-	0,0132	-0,0041	-0,0084	0,0130	-0,0080
EG	0,2153	-0,1478	0,2089	-	-0,2016	-0,0302	0,0839	0,0439
CG	0,1786	-0,3111	0,1105	0,3462	-	-0,0652	-0,1965	0,1731
NEVP	-0,2452	0,3353	-0,1952	-0,0441	0,0555	-	-0,0439	0,3459
M100	0,0436	0,0062	0,0547	0,0223	0,0305	-0,0079	-	-0,0321
NPV	-0,1358	0,1276	-0,1286	0,0445	-0,1021	0,2397	-0,1223	-
Total (r)	-0,1707	0,2765	-0,1397	0,4723	-0,5218	0,7610	-0,2305	0,9426
R²	0,9999							
Efeito residual	0,0043							

Nota: CC: comprimento do colmo, cm; CP: comprimento da panícula, cm; ALT: altura da planta, cm.; EG: espessura do grão, mm; CG: comprimento do grão, mm; NEVP: número de espiguetas viáveis por panícula; M100: *one hundred grain mass*, g; NPV: número de perfilhos viáveis; PROD: produtividade, g.vaso⁻¹. *Note: CC: stem length, cm; CP: panicle length, cm; ALT: plant height, cm.; EG: grain thickness, mm; GC: grain length, mm; NEVP: number of viable spikelets per panicle; M100: one hundred grain mass, g; NPV: number of viable tillers; PROD: yield, g.vaso⁻¹.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Na Tabela 4 observa-se a correlação fenotípica positiva e significativa entre os componentes de produção número de perfilhos viáveis e o número de espiguetas viáveis por panícula (0,86); entre produtividade e o número de espiguetas viáveis por panícula (0,76) e também entre a produtividade e a massa de cem grãos (0,94), onde há uma relação entre esses caracteres e a produtividade, ou seja, com base nesses resultados pode-se selecionar plantas com maior número de espiguetas viáveis por panícula que irá refletir num aumento do número de panículas viáveis e também contribuir para a produtividade, assim como em Marchezan et al. (2005), onde foi realizada análise de trilha entre o componentes da produção e a produtividade em genótipos de arroz.

Verificou-se que as variáveis número de espiguetas viáveis por panícula (0,4025) e o número de perfilhos viáveis (0,2788) apresentaram a maior correlação positiva como efeito direto a variável produtividade (DPROD) dos genótipos de arroz na colheita principal (Tabela 5). Por outro lado, o efeito direto de maior influência negativa (-0,0935) sobre a produtividade foi o comprimento do colmo (Tabela 5), para este caractere nota-se que nas médias mais altas o maior comprimento do colmo, ou seja, o maior acúmulo de massa seca não foi revertido em ganhos na produção de grãos (Tabelas 1 e 3). Este resultado está relacionado como o observado por Ribas et al. (2016) em que cultivares híbridas, para sustentarem o maior

tamanho da panícula, alocaram fotoassimilados na parte aérea do colmo em comparação a cultivares convencionais.

Considerando como efeito direto a variável número de espiguetas viáveis por panícula, o comprimento da panícula (Tabela 5) foi a característica de maior relevância positiva (0,3353) e contribuiu de forma indireta sobre a produtividade. Ainda analisando o número de espiguetas viáveis por panícula, a massa de cem grãos (M100) teve correlação negativa (-0,0439) direta sobre os seus resultados. O arroz “Vermelho Virgínia”, por exemplo, apresentou maior massa de cem grãos, porém obteve o menor número de espiguetas viáveis por panícula entre todos os genótipos avaliados, no entanto, o cultivar “ENA-AR 1601” o menor massa entre eles e o número de espiguetas viáveis por panícula foi praticamente igual a do “Vermelho Virgínia” (Tabelas 2 e 3). Segundo Costa, Santos e Zimmermann (2000), a massa de 100 grãos é uma componente de forte influência sobre a produtividade e os valores considerados adequados em arroz para o M100 estão em torno de 2,5g. No presente estudo, apenas o “BRS Esmeralda” alcançou média similar. Guimarães et al. (2008) observaram também que ao comparar cultivares de arroz que a massa de 100 grãos e a esterilidade de espiguetas apresentaram maior correlação com a produtividade de grãos, significando que o aumento da produtividade ocorre pelo aumento do massa de 100 grãos e, ainda, devido à redução da esterilidade de espiguetas.

CONCLUSÃO

O genótipo “Vermelho Virgínia” apresentou altura da planta superior aos genótipos “ENA-AR 1601”, “IAC600” e “BRS Esmeralda”.

O genótipo “IAC600” apresentou maior produtividade na colheita principal, mas apresentou queda na produtividade da colheita principal em relação à colheita da soca.

A produtividade do genótipo “BRS Esmeralda” aumentou na colheita da soca em relação a colheita principal.

As características espessura e comprimento do grão apresentaram correlação negativa, ou seja, os grãos de arroz vermelho possuem formato mais arredondado em comparação aos grãos de arroz branco.

As características número de espiguetas viáveis por panícula e o número de perfilhos viáveis apresentaram a maior correlação positiva como efeito direto a variável produtividade dos genótipos de arroz na colheita principal.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela concessão de bolsa para o primeiro autor e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto nº 2.366, de 5 de novembro de 1997. Regulamenta a lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997, que institui a Proteção de Cultivares, dispõe sobre o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 216, p.25333–25354, 1997.

CARDOSO, R. R. **Caracterização morfológica e agronômica de variedades de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.)**. 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Melhoramento Genético de Plantas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: décimo primeiro levantamento**. Brasília, DF: observatório agrícola, 2019. 45 p.

COSTA, E. G. C.; SANTOS, A. B.; ZIMMERMANN, F. J. P. Características agronômicas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, edição especial, p.15-24, 2000.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2012. v. 1, 512 p.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; NEVES, P. C. F. Eficiência produtiva de cultivares de arroz com divergência fenotípica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 5, p.465-470, 2008.

KOIDE, T.; KAMEI, H.; HASHIMOTO, Y.; KOJIMA, T.; HASEGAWA, M. Antitumor effect of hydrolyzed anthocyanin from grape rinds and red rice. **Cancer Biotherapy and Radiopharmacology**, New Rochelle, v. 11, n.4, p.273-277, 1996.

LANGE, A.; ISERNHAGEN, E. C. C.; FIGUEIREDO, A. H.; MACHADO, R. A. F.; ZANUZO, M. R.; CAVALLI, C.; CAVALLI, E. Doses de fosfatagem corretiva em arroz de terras altas em cultivo de primeiro ano. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 14, n. 1, p.60-66, 2016.

LIMA, R. H. P.; LOPES, H. M.; MENEZES, B. R. S.; PEREIRA, M. B.; MOREIRA, L. B. Desempenho agronômico de tipos especiais de arroz sob sistema de irrigação por inundação e transplante de mudas. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 30, n. 1, p.331-335, 2019.

MARCHEZAN, E.; MARTIN, T. N.; SANTOS, F. M.; CAMARGO, E. R. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em arroz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p.1027- 033, 2005.

MENEZES, B. R.; MOREIRA, L.; LOPES, H.; PEREIRA, M. Caracterização morfoagronômica em arroz vermelho e arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p.490-499, 2011.

MOREIRA, L. B.; LOPES, H. M.; MENEZES, B. R. S.; SOARES, A. P., SILVA, E. R. Caracterização agronômica e qualidade fisiológica de sementes de arroz vermelho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p.9-14, 2011.

MORIMITSU, Y.; KUBOTA, K.; TASHIROB, T.; HASHIZUMEC, E.; KAMIYAC, T.; OSAWAD, T. Inhibitory effect of anthocyanins and colored rice on diabetic cataract formation in the rat lenses. **International Congress Series**, Amsterdam, v. 1245, p.503-508, 2002.

NAM, S. H; CHOI, S. P.; KANG, M. Y.; KOZUKUE, N.; FRIEDMAN, M. Antioxidative, antimutagenic, and anticarcinogenic activities of rice bran extracts in chemical and cell assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 3, p.816-822, 2005.

PEREIRA, J. A. **O Arroz vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90 p.

PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. **As variedades de arroz vermelho brasileiras**. Teresina, Embrapa Meio Norte, 2014. 39 p.

RIBAS, G. G.; STRECK, N. A.; LAGO, I.; ZANON, A. J.; WALDOW, D. A. G.; DUARTE JUNIOR, A. J.; NASCIMENTO, M.F.; FONTANA, V. Acúmulo de matéria seca e produtividade em híbridos de arroz irrigado simulados com o modelo SimulArroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 12, p.1907-1917, 2016.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and Procedures of Statistics: a Biometrical Approach**. 2th ed. New York: McGraw-Hill Kogakusha, 1996. 666 p.

XIA, M.; LING, W. H.; MA, J.; KITTS, D. D.; ZAWISTOWSKI, J. Supplementation of diets with the black rice pigment fraction attenuates atherosclerotic plaque formation in apolipoprotein e deficient mice. **Journal of Nutrition**, Rockville Pike, v. 133, n. 3, p.744-751, 2003.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.