

Janeiro e Fevereiro de 1990

VOL. XXXVII

Nº209

Viçosa — Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

CORRELAÇÕES E COEFICIENTES DE TRILHA DE CARACTERES DO ARROZ CULTIVADO EM VÁRZEA ÚMIDA OU SOB IRRIGAÇÃO COM INUNDAÇÃO CONTÍNUA^{1/}

Plínio César Soares^{2/}

José Carlos Silva^{3/}

Paulo Hideo Nakano Rangel^{4/}

Veridiano dos Anjos Cutrim^{4/}

Emílio da Maia de Castro^{4/}

Cosme Damião Cruz^{3/}

1. INTRODUÇÃO

Na seleção de genótipos produtivos, segundo BALAKRISHNA RAO *et alii* (1), é importante conhecer a natureza da variabilidade genética da população disponível, a associação entre os diferentes caracteres quantitativos e a produção de grãos e a extensão da influência do ambiente sobre esses caracteres.

O conhecimento da correlação entre os caracteres e o emprego desta no melhoramento genético são recursos de que o melhorista dispõe para economizar tempo e esforço (5). Dessa forma, nos programas de seleção, em melhoramento genético, devem

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa, para obtenção do grau de "Magister Scientiae" em Genética e Melhoramento.

Aceito para publicação em 16.05.1989.

^{2/} EPAMIG/CRZR, Cx. Postal 216. 36570 Viçosa, MG.

^{3/} Departamento de Biologia Geral da UFV. 36570 Viçosa, MG.

^{4/} CNPAF/EMBRAPA, Cx. Postal 1979. 74000 Goiânia, GO.

ser consideradas importantes tanto as mudanças nos caracteres em seleção quanto as mudanças correlacionadas nos demais caracteres, para obter, assim, progressos mais rápidos, conforme relata SILVA (17).

É de grande utilidade, nos programas de melhoramento vegetal, a estimação dos coeficientes de correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente dos caracteres ligados à produção de grãos, caráter complexo, para o qual a seleção direta é prejudicada, pelo fato de ser governado por vários genes e ser quase sempre de baixa herdabilidade (4). GRAFIUS (7) apresentou a teoria de que talvez não haja genes específicos para a produção de grãos, mas genes para diversos componentes do rendimento. Isso reforça a importância do conhecimento desses componentes do rendimento e do grau de suas associações com a produção, visando aumentar a eficiência da seleção em programas de melhoramento de plantas cultivadas cujo produto final de maior interesse sejam os grãos, como é o caso do arroz.

As correlações entre a produção de grãos e os vários caracteres agrônômicos e morfológicos, apesar de serem úteis na determinação dos componentes de um caráter complexo, como a produção, não dão a exata importância relativa das influências diretas e indiretas desses caracteres sobre a produção (16). O coeficiente de trilha, cuja teoria inicial foi proposta por WRIGHT (21), é útil na partição do coeficiente de correlação em medidas de efeitos direto e indireto e possibilita o estudo das forças específicas que produzem correlação entre variáveis correlacionadas.

Este trabalho teve por objetivo estimar as correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre 11 caracteres de arroz e desdobrar as correlações genotípicas, por meio da análise de trilha, visando determinar os efeitos diretos e indiretos de quatro componentes primários sobre a produção de grãos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados, no ano agrícola 1985/86, dois ensaios de competição entre 49 genótipos de arroz, por localidade (Leopoldina, MG, e Goiânia, GO). Em cada localidade, um ensaio foi realizado em condições de irrigação por inundação contínua e o outro em várzea úmida. Os ensaios foram instalados em solos de várzeas, representativos das regiões estudadas.

Nos ensaios irrigados, a formação de lâminas de água teve início cerca de 20 dias após a emergência das plântulas, que foram mantidas com altura em torno de 15cm até quando o genótipo mais tardio atingiu a maturação. Já nos ensaios de várzeas úmidas (brejos), como o próprio nome indica, procurou-se manter o solo saturado de umidade durante todo o ciclo da cultura. Para isto, usaram-se subirrigação (elevação do lençol freático) e retenção de águas pluviais entre as taipas ou adicionaram-se, artificialmente, pequenas quantidades de água ao solo, visando aproximá-lo, ao máximo, das condições naturais encontradas nas propriedades rurais das regiões estudadas que cultivam arroz em baixadas úmidas (18).

Em todos os ensaios, os 49 genótipos de arroz foram avaliados no delineamento experimental em "lattice" triplo 7x7.

Cada parcela tinha área total de 6 m², constituída de quatro fileiras de 5m de comprimento, espaçadas de 0,3m. Como área útil da parcela, para avaliação de todos os caracteres, foram consideradas as duas fileiras centrais, exceto 0,5m em cada extremidade, obtendo-se uma área de 2,4 m².

A medida da correlação entre duas variáveis, X e Y, é obtida por meio do estimador do coeficiente de correlação (r), o qual é fornecido pela divisão do estimador da

covariância de X e Y pela raiz quadrada do produto dos estimadores das variâncias de X e Y (8, 12), ou seja:

$$r_{XY} = \frac{\text{CÔV}(X, Y)}{\sqrt{\hat{V}(X) \cdot \hat{V}(Y)}}$$



Para obter os coeficientes de correlações fenotípica, genotípica e de ambiente entre os pares de caracteres estudados neste trabalho, foram usados os respectivos estimadores das três categorias de variância e covariância.

A significância dos coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e de ambiente, em todos os ensaios, foi testada pelo teste t, a 5% e 1% de probabilidade, com 48 graus de liberdade para as duas primeiras modalidades de correlação e 78 graus de liberdade para a correlação de ambiente.

De posse das correlações genotípicas, efetuou-se o desdobramento em componentes de efeitos direto e indireto, pelo método dos coeficientes de trilha, considerando a produção de grãos por parcela e os componentes primários do rendimento (número de panículas por m², número de espiguetas por panícula, percentagem de grãos cheios e peso de 100 grãos). Esse método foi amplamente discutido por LI (9, 10, 11) e por KEMPTHORNE (8), entre outros.

Cabe salientar que apenas os dois ensaios de Leopoldina foram submetidos à análise dos coeficientes de trilha. O motivo da não-inclusão dos dois ensaios de Goiânia nesse tipo de análise é que alguns valores de coeficientes de correlação genotípica entre determinados caracteres situaram-se fora do intervalo de -1 a 1, comprometendo, conseqüentemente, as interpretações dos resultados da análise de trilha.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção de vigor inicial (ensaios irrigados, não-significativo), comprimento de panícula (ensaio de várzea úmida de Goiânia, não-significativo) e fertilidade de perfilhos nos ensaios irrigados (significativo, a 5% de probabilidade), para todos os demais caracteres estudados, em todos os ensaios, houve efeito significativo de genótipos, a 1% de probabilidade, pelo teste F. Os coeficientes de variação variaram de 1,39 a 19,02%, o que indica boa precisão dos experimentos, segundo GOMES (6)

A maior média de produção de grãos (1.384,9 g/2,4 m²) foi registrada no ensaio Goiânia 2 (irrigado) e a menor no ensaio irrigado Leopoldina 2 (1.105,9 g/2,4 m²). Os ensaios conduzidos em várzeas úmidas produziram, em média, 1.171,4 e 1.263,1 g/2,4 m², em Leopoldina e Goiânia, respectivamente.

3.1. Estimativas das correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente

3.1.1. Ensaio Leopoldina 1 (várzea úmida)

Neste ensaio, bem como nos demais, foi dada maior ênfase aos resultados de correlação genotípica, de maior valor prático em programas de melhoramento.

Dos 11 caracteres estudados (Quadro 1), apenas a percentagem de grãos cheios mostrou correlações fenotípicas e genotípicas positivas e significativas (P < 0,01) com a produção de grãos. Cinco dos demais caracteres avaliados apresentaram correlações fenotípicas e genotípicas positivas, mas não-significativas, com a produção de grãos. As correlações fenotípicas e genotípicas dos caracteres vigor inicial e dias para colheita (ciclo) com produção de grãos foram negativas e não-significativas. Altura de planta e

QUADRO 1 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_P), genotípica (r_G) e de ambiente (r_A) entre 11 caracteres, no ensaio Leopoldina 1 (variedade úmida)

Caracteres	r	Dias para colheita	Altura de planta	Comp. de panicula	Fertilidade de de per filhos	Nº de colmos/m ²	Peso de 100 grãos	Porcentagem de grãos cheios	Nº de espigas/pa- nícula	Nº de paní- culas/m ²	Produção de grãos/ parcela
Vigor inicial (VI)	F	-0,093	-0,164	0,074	0,055	-0,050	0,076	-0,027	-0,048	-0,018	-0,049
	G	-0,026	-0,142	0,079	0,105	0,007	0,088	-0,019	0,011	0,078	-0,011
	A	-0,500**	-0,600**	0,067	-0,030	-0,237*	0,037	-0,062	-0,292**	-0,246*	-0,139
Dias para colheita (ciclo)	F		0,513**	0,605**	-0,052	0,163	-0,216	-0,184	0,506**	0,150	-0,026
	G		0,544**	0,685**	-0,082	0,202	-0,135	-0,222	0,569**	0,195	-0,041
	A		-0,167	-0,252*	0,037	-0,041	-1,965**	0,165	-0,068	-0,047	0,043
Altura de planta	F			0,476**	0,022	-0,312*	0,102	0,131	0,442**	-0,319*	0,024
	G			0,486**	0,013	-0,374**	0,138	0,144	0,452**	-0,402**	-0,052
	A			0,433**	0,131	0,114	-1,335**	-0,046	0,471**	0,164	0,328**
Comprimento de panicula	F				0,112	-0,151	-0,120	-0,155	0,634**	-0,121	0,027
	G				0,152	-0,168	-0,128	-0,166	0,645**	-0,155	-0,056
	A				0,022	-0,085	-0,008	-0,071	0,557**	-0,077	0,317**
Fertilidade de perfi- lhos	F					-0,282*	0,095	0,271	0,048	0,071	0,167
	G					-0,376**	0,092	0,383**	0,038	-0,064	0,075
	A					-0,118	0,244*	0,019	0,093	0,301**	0,323**
Nº de col- mos/m ²	F						-0,267	-0,157	-0,254	0,934**	0,195
	G						-0,271	-0,243	-0,289*	0,948**	0,170
	A						-0,422**	0,218	-0,002	0,903**	0,261*
Peso de 100 grãos	F							-0,014	-0,356*	-0,242	0,065
	G							-0,004	-0,357*	-0,266	0,022
	A							-0,162	-0,426**	-0,248	0,506**
Porcentagem de grãos cheios	F								-0,136	-0,050	0,489**
	G								-0,138	-0,116	0,630**
	A								-0,118	0,202	0,001
Nº de espí- guetas/pani- cula	F									-0,235	0,142
	G									-0,311*	0,091
	A									-0,311*	0,358**
Nº de paní- culas/m ²	F									0,034	0,266
	G									0,209	0,299
	A									0,034	0,395**

** e * Significativos, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

comprimento de panícula exibiram correlações fenotípicas positivas e correlações genotípicas negativas com produção de grãos, porém não foram significativas.

RANGEL (15), em estudo semelhante, também obteve correlações fenotípicas e genotípicas significativas ($P < 0,01$) entre percentagem de grãos cheios e produção de grãos, ao contrário dos resultados obtidos por MORAIS (14).

Os componentes primários do rendimento não apresentaram associação significativa entre si, à exceção de número de espiguetas por panícula e peso de 100 grãos, com correlação genotípica negativa.

Altura de planta, dias para colheita e comprimento de panícula correlacionaram-se positivamente ($P < 0,01$) com número de espiguetas por panícula, um dos componentes primários da produção. Altura de planta correlacionou-se negativamente ($P < 0,01$) com número de panículas por m^2 , outro caráter do rendimento.

3.1.2. *Ensaio Leopoldina 2 (irrigado)*

A produção de grãos correlacionou-se, genotipicamente, de forma positiva e significativa com número de espiguetas por panícula ($P < 0,05$), percentagem de grãos cheios ($P < 0,01$) e fertilidade de perfilhos ($P < 0,01$), e negativamente com vigor inicial ($P < 0,05$) e dias para colheita ($P < 0,01$), conforme mostra o Quadro 2.

Dias para colheita (ciclo), altura de planta e comprimento de panícula mostraram-se genotípica e positivamente correlacionados entre si ($P < 0,01$). O ciclo da planta apresentou correlação genotípica negativa e significativa ($P < 0,01$) com fertilidade de perfilhos e com percentagem de grãos cheios, enquanto altura de planta correlacionou-se negativamente com número de colmos e de panículas por m^2 ($P < 0,05$).

A correlação genotípica entre a fertilidade de perfilhos e o peso de 100 grãos foi positiva e significativa ($P < 0,01$), o que está de acordo com os resultados conseguidos por SOUSA (19), porém difere dos obtidos por MISHRA *et alii* (13).

Os componentes primários da produção de grãos apresentaram correlação negativa, não-significativa, entre si, exceto nas combinações de peso de 100 grãos com número de panículas por m^2 e com número de espiguetas por panícula, que se mostraram negativa e significativamente correlacionadas.

3.1.3. *Ensaio Goiânia 1 (várzea úmida)*

Os dados do Quadro 3 mostram que a produção de grãos por parcela exibiu correlação genotípica positiva e significativa ($P < 0,01$) com peso de 100 grãos e correlação significativa, a 5% de probabilidade, com número de panículas por m^2 .

Uma análise global mostra correlações genotípicas positivas e significativas entre a produção de grãos por parcela e os caracteres peso de 100 grãos, vigor inicial, comprimento de panícula e número de colmos e de panículas por m^2 . Os dois primeiros foram os que apresentaram correlações de maior magnitude, ou seja, $r = 0,892$ e $r = 0,775$, para peso de 100 grãos e vigor inicial, respectivamente.

Foram detectadas correlações negativas e significativas ($P < 0,01$ e $P < 0,05$) entre ciclo (dias para a colheita) e altura de planta e a produção, ou seja, os genótipos que se mostraram mais produtivos foram os mais precoces e de porte menor. O caráter altura de planta apresentou, neste ensaio, correlação negativa e significativa ($P < 0,01$) com vigor inicial. No ensaio de várzea úmida de Leopoldina, a estimativa também foi negativa, mas não-significativa.

Correlações genotípicas positivas e significativas foram registradas entre compri-

QUADRO 2 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F), genotípica (r_G) e de ambiente (r_A) entre 11 caracteres, no ensaio Leopoldina 2 (irrigado)

Caracteres	r	Dias para colheita	Altura de planta	Comp. de panicula	Fertilida de de per filhos	Nº de colhos/ m^2	Peso de 100 grãos	Porcentagem de grãos cheios	Nº de espiguetas/panicula	Nº de panículas/ m^2	Produção de grãos/parcela
Vigor inicial (V1)	F	-0,243	-0,219	0,010	0,154	-0,344*	-0,028	-0,084	-0,027	-0,250	-0,145
	G	-0,356**	-0,357*	-0,055	0,062	-0,522**	-0,060	-0,143	-0,071	-0,586**	-0,289*
	A	-0,580**	-0,263**	0,118	0,177	-0,248*	0,017	-0,1046	0,015	-0,175	-0,044
Dias para colheita (ciclo)	F		0,516**	0,574**	-0,326*	0,255	-0,124	-0,343*	0,144	0,151	-0,361**
	G		0,525**	0,606**	-0,517**	0,287*	-0,060	-0,378**	0,150	0,187	-0,448**
	A		0,144	0,295**	0,132	0,059	-2,300**	0,679	0,179	0,105	0,075
Altura de planta	F			0,442**	0,080	-0,254	0,245	0,195	0,217	-0,240	0,034
	G			0,450**	0,132	-0,291*	0,288*	0,207	0,214	-0,513*	0,001
	A			0,484**	-0,058	-0,016	-1,022**	0,097	0,392**	-0,032	-0,368**
Comprimento de panicula	F			-0,202	-0,045	-0,045	-0,082	-0,253	0,472**	-0,107	0,018
	G			-0,308*	-0,028	-0,084	-0,084	-0,290*	0,489**	-0,118	0,003
	A			-0,039	-0,153	-0,153	-0,075	-0,019	0,395**	-0,097	0,079
Fertilidade de panículas	F			-0,352*	-0,202	-0,352*	0,224	0,295*	-0,034	-0,055	0,038
	G			-0,527**	-0,110	-0,156	0,370**	0,547**	-0,162	-0,300*	0,501**
	A						-0,110	-0,155	0,180	0,202	0,254*
Nº de espiguetas/ m^2	F						-0,184	-0,295*	-0,058	0,954**	0,255
	G						-0,217	-0,365**	-0,097	0,972**	-0,168
	A						-0,096	-0,094	0,046	0,932**	-0,051
Peso de 100 grãos	F							-0,138	-0,364**	-0,253	0,125
	G							-0,146	-0,389**	-0,531*	0,253
	A							-0,1069	-0,278*	-0,1058	0,234*
Porcentagem de grãos cheios	F							-0,029	-0,029	-0,223	0,288*
	G							0,010	-0,270	0,367**	0,270
	A							-0,222*	-0,222*	-0,131	0,116
Nº de espiguetas/panicula	F									-0,070	0,304*
	G									-0,146	0,351*
	A									0,098	0,107
Nº de panículas/ m^2	F										0,193
	G										0,064
	A										-0,105

** e * Significativos, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

QUADRO 3 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F), genotípica (r_G) e de ambiente (r_A) entre 11 caracteres, no ensaio Goiânia 1 (várzea úmida)

Caracteres	r	Dias para colheita	Altura de planta	Comp. de panícula	Fertilidade de per- filhos	Nº de colmos/ m ²	Peso de 100 grãos	Porcentagem de grãos cheios	Nº de espiguetas/panícula	Nº de panículas/m ²	Produção de grãos/parcela
Vigor inicial (VI)	F	0,006	-0,648**	-0,034	-0,189	-0,746**	-0,171	2,012**	0,049	0,139	0,144
	G	0,235	-0,716**	-0,002	-0,067	-0,872**	-0,288*	3,879**	0,151	0,432**	0,775**
	A	-0,660**	-0,838**	-0,067	-0,516**	-0,461**	0,111	-3,035**	-0,169	-0,522**	-0,988**
Dias para colheita (ciclo)	F		0,237	0,092	0,224	-0,225	-0,310*	-0,229	0,289*	-0,139	-0,498**
	G		0,272	-0,268	0,260	-0,243	-0,163	-0,245	0,402**	-0,139	-0,635**
	A		-0,086	-0,081	0,084	-0,165	-0,851**	-0,165	-0,062	-0,143	-0,169
Altura de planta	F			0,067	0,293*	-0,501**	0,015	0,152	-0,151	-0,429**	-0,227
	G			0,164	0,332*	-0,613**	0,062	0,183	-0,183	-0,534**	-0,307*
	A			-0,114	0,032	0,270*	-0,511**	-0,144	0,008	0,273*	0,139
Comprimento de panícula	F				0,286*	-0,134	-0,122	0,105	0,300*	-0,019	0,139
	G				0,608**	-0,038	-0,387**	0,354*	0,579**	0,224	0,468**
	A				0,036	-0,267*	0,112	-0,141	0,118	0,254*	-0,090
Fertilidade de perfi- lhos	F					-0,199	-0,039	0,161	0,075	0,092	0,038
	G					-0,218	-0,006	0,264*	0,085	0,096	0,092
	A					-0,138	-0,130	-0,227	0,046	0,078	-0,091
Nº de colmos/m ²	F					-1,006**	0,083	0,083	-0,176	0,969**	0,250
	G					-1,256**	0,108	0,108	-0,253	0,964**	0,329*
	A					-0,267*	0,001	0,001	0,023	0,982**	0,083
Peso de 100 grãos	F					1,872**	1,872**	1,872**	-0,348*	-0,069	0,293*
	G					3,424**	3,424**	3,424**	-0,011	0,892**	0,892**
	A					-3,525**	-3,525**	-3,525**	-0,314**	-0,235*	-1,059**
Porcentagem de grãos cheios	F								-0,638**	0,085	0,165
	G								-0,775**	0,106	0,152
	A								-0,240*	0,015	0,209
Nº de espiguetas/panícula	F								-0,159	-0,159	0,074
	G								-0,236	-0,236	0,093
	A								0,037	0,037	0,033
Nº de panículas/m ²	F										0,256
	G										0,340*
	A										0,083

** e * Significativos, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

mento de panícula e os caracteres fertilidade de perfilhos, número de espiguetas por panícula e percentagem de grãos cheios. RANGEL (15), avaliando 20 genótipos de arroz em condições de várzea úmida, chegou a resultados semelhantes aos obtidos no presente ensaio.

3.1.4. Ensaio Goiânia 2 (irrigado)

A exemplo do que ocorreu no ensaio Goiânia 1 (várzea úmida), a produção de grãos, neste ensaio, correlacionou-se de maneira positiva e significativa com vigor inicial ($P < 0,01$), fertilidade de perfilhos ($< 0,05$), número de colmos ($P < 0,05$) e de panículas por m^2 ($P < 0,01$) e peso de 100 grãos ($P < 0,01$).

Também neste ensaio, à semelhança do que se observou no ensaio conduzido em várzea úmida, em Goiânia, a altura de planta mostrou correlações genotípicas negativas e significativas ($P < 0,01$) com número de colmos e de panículas por m^2 , caracteres esses que se correlacionaram positivamente com produção de grãos. Portanto, num esquema de seleção de genótipos de arroz irrigado, para minimizar os efeitos dessas associações negativas, deve-se dar preferência a plantas de porte baixo. Para reforçar essa afirmativa, cita-se o fato de que o rendimento de grãos correlacionou-se negativamente com altura de planta, embora não-significativamente (Quadro 4).

Número de colmos por m^2 e número de panículas por m^2 exibiram correlações negativas e significativas ($P < 0,01$) com número de espiguetas por panícula. Essa ocorrência pode ser uma indicação de que, quando se tem bom perfilhamento, há menor disponibilidade de assimilados para a formação de panículas com maior número de espiguetas (15). Também, com o aumento do número de colmos e de panículas, houve redução no comprimento de panícula, como mostram as correlações fenotípicas e genotípicas, negativas e significativas ($P < 0,01$), apresentadas no Quadro 4

3.2. Análise pelos coeficientes de trilha

3.2.1. Ensaio Leopoldina 1 (várzea úmida)

Optou-se por fazer apenas o desdobramento das correlações genotípicas, de maior importância prática em trabalhos de melhoramento, conforme relatam vários pesquisadores (2, 3, 15, 19).

Observa-se, pelo Quadro 5, que os efeitos diretos genotípicos dos quatro componentes primários sobre o rendimento de grãos foram positivos e, por outro lado, que todos os efeitos indiretos influenciaram negativamente a produção, embora apresentando valores de baixa magnitude (variaram de $-0,001$ a $-0,164$).

Neste ensaio, a percentagem de grãos cheios por panícula foi o caráter que apresentou o maior efeito direto (0,757) sobre a produção de grãos por parcela, com efeitos indiretos, via número de panículas por m^2 , número de espiguetas por panícula e peso de 100 grãos, negativos, mas de magnitude baixa. Tais efeitos indiretos baixos explicam, em parte, a correlação relativamente alta ($r_G = 0,630$) entre a percentagem de grãos cheios e a produção de grãos.

O coeficiente de determinação genotípica da produção de grãos por parcela, pelos quatro componentes primários do rendimento, atingiu valor considerável, $R^2_1(2, 3, 4 e 5) = 0,637$. Assim, pode-se concluir que 63,7% da variação da produção de grãos foram explicados, genotipicamente, pelas variáveis consideradas e 36,3% pela variável residual.

QUADRO 4 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_P), genotípica (r_G) e de ambiente (r_A) entre 11 caracteres, no ensaio Colânia 2 (irrigado)

Caracteres	r	Dias para colheita	Altura de planta	Comp. de panícula	Fertilidade de de per filhos	Nº de colmos/m ²	Peso de 100 grãos	Porcentagem de grãos cheios	Nº de espiguetas/panícula	Nº de panículas/m ²	Produção de grãos/parcela
Vigor inicial (VI)	F	-0,074	-0,204	0,327*	0,052	-0,043	-0,228	-0,443**	0,170	0,054	-0,141
	G	0,525**	-0,123	0,710**	0,968**	-0,110	-0,416**	-0,983**	0,426*	0,022	1,303**
	A	-0,493**	-0,611**	0,050	-0,396**	0,004	-0,142	-0,023	-0,036	0,054	-1,259**
Dias para colheita (ciclo)	F	0,001	0,024	-0,526**	0,144	0,235	-0,130	-0,207	-0,047	0,262	-0,040
	G	0,024	0,114	-0,750**	0,190	0,419**	0,165	-0,293*	-0,097	0,455**	-0,095
	A	0,114	0,018	0,018	0,095	-0,150	-1,127**	0,043	0,086	0,125	0,059
Altura de planta	F	-1,332**	0,001	-1,332**	0,239	-0,492**	0,221	0,068	0,356*	-0,447**	-0,072
	G	-1,508**	0,024	-1,508**	0,414**	-0,586**	0,281*	0,086	0,398**	-0,532**	-0,112
	A	0,061	0,018	0,061	-0,146	-0,061	-0,314**	-0,094	0,076	-0,088	0,101
Comprimento de panícula	F	0,093	0,001	0,327*	0,093	-0,432**	0,104	-0,266	0,034	0,061	-0,127
	G	-0,206	0,024	0,710**	0,206	-0,512**	0,090	-0,293*	0,533**	-0,495**	-0,106
	A	-0,123	0,018	0,050	-0,123	-0,129	0,190	-0,087	0,721**	-0,109	-0,211
Fertilidade de perifilhos	F	0,015	0,015	0,416**	0,015	-0,102	-0,101	-0,035	0,014	0,040	0,342*
	G	0,416**	0,015	0,416**	0,416**	-0,035	0,015	0,014	0,072	0,217	-0,250*
	A	0,015	0,015	0,015	0,015	-0,035	-0,210	0,072	-0,466**	0,986**	0,240
Nº de colmos/m ²	F	-0,250	0,050	0,050	-0,250	-0,250	-0,250	0,008	-0,599**	0,993**	0,349*
	G	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	-0,129	0,008	0,968**	-0,014
	A	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	-0,129	-0,190	-0,197	-0,061
Peso de 100 grãos	F	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,039	-0,212	-0,248	0,499**
	G	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,039	-0,063	-0,002	-2,112**
	A	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,430**	-0,039	-0,295*	0,075	0,252
Porcentagem de grãos cheios	F	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	-0,328*	-0,328*	0,132	0,307**
	G	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	-0,328*	-0,137	0,132	0,307**
	A	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	0,132	-0,328*	-0,137	0,132	0,307**
Nº de espiguetas/panícula	F	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	-0,457**	-0,457**	0,128	0,128
	G	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	-0,457**	-0,457**	0,128	0,128
	A	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	-0,457**	-0,457**	0,128	0,128
Nº de panículas/m ²	F	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,033	0,033	0,033	0,254
	G	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,033	0,033	0,033	0,254
	A	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,033	0,033	0,033	0,254

** e * Significativos, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

QUADRO 5 - Análise de trilha: desdobramento em componentes de efeito direto e indireto das estimativas das correlações genotípicas entre a produção de grãos obtida na parcela (2,4 m²) e os caracteres número de panículas por m², espiguetas por panícula, percentagem de grãos cheios e peso de 100 grãos, no ensaio Leopoldina I (varzea úmida)

Modo de ação	Efeito direto (p)	Efeito indireto (p x r)	Corre- lação (r)
Panículas/m ² x produção de grãos:			
Efeito direto	0,529		
Efeito indireto via espiguetas/ panícula		-0,146	
Ef. indireto via % de grãos cheios		-0,088	
Ef. indireto via peso de 100 grãos		-0,086	0,209
Efeito total (correlação)			
Espiguetas/panícula x produção de grãos:			
Efeito direto	0,469		
Ef. indireto via panículas/m ²		-0,164	
Ef. indireto via % de grãos cheios		-0,104	
Ef. indireto via peso de 100 grãos		-0,109	0,091
Efeito total (correlação)			
% de grãos cheios x produção de grãos:			
Efeito direto	0,757		
Ef. indireto via panículas/m ²		-0,061	
Ef. indireto via espiguetas/panícula		-0,064	
Ef. indireto via peso de 100 grãos		-0,001	0,630
Efeito total (correlação)			
Peso de 100 grãos x produção de grãos:			
Efeito direto	0,324		
Ef. indireto via panículas/m ²		-0,140	
Ef. indireto via espiguetas/panícula		-0,158	
Ef. indireto via % de grãos cheios		-0,003	0,022
Efeito total (correlação)			
R_1^2 (2, 3, 4, 5)		0,637	
R_2^2 = 1 - R_1^2 (2, 3, 4, 5)		0,363	

3.2.2. Ensaio Leopoldina 2 (irrigado)

Analisando o Quadro 6, verifica-se que, a exemplo do que ocorreu no ensaio de várzea úmida, a produção de grãos foi positivamente influenciada por todos os componentes primários do rendimento. O caráter que mais contribuiu para a expressão do rendimento foi o peso de 100 grãos, seguido do número de espiguetas por panícula.

O coeficiente de determinação genotípica da produção de grãos por parcela, pelos quatro componentes primários do rendimento, nesse ensaio, foi elevado (0,771) e superior ao obtido no ensaio de várzea úmida. Isso quer dizer que 77,1% da variação da produção de grãos foram explicados, genotipicamente, pelos caracteres considerados e 22,9% pela variável residual.

Os efeitos diretos positivos dos quatro componentes primários da produção (número de panículas por m², número de espiguetas por panícula, percentagem de grãos cheios e peso de 100 grãos), obtidos em ambos os ensaios, concordam, em grande parte, com os resultados alcançados por alguns pesquisadores (14, 15, 19). Como nesses trabalhos os caracteres avaliados nem sempre foram os mesmos, essa concordância de resultados deve ser analisada com reservas, uma vez que os resultados apontados pela análise de trilha são alterados, profundamente, pelo número de caracteres envolvidos, conforme verificação feita na literatura (14, 15, 19, 20)

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram estimadas as correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre 11 caracteres de arroz e as correlações genotípicas foram desdobradas por meio da análise de trilha, visando determinar os efeitos diretos e indiretos de quatro componentes primários sobre a produção de grãos. Os dados foram obtidos no ano agrícola 1985/86, em dois ensaios de competição, por localidade, em Leopoldina, MG, e Goiânia, GO, envolvendo 49 genótipos de arroz. Em ambas as localidades, foram realizados ensaios em várzea úmida e em condições de irrigação contínua. Utilizou-se, em todos os ensaios, o delineamento experimental em "lattice" triplo 7 x 7.

No ensaio de várzea úmida de Leopoldina, apenas a percentagem de grãos cheios mostrou correlações fenotípicas e genotípicas positivas e significativas ($P < 0,01$) com a produção de grãos por parcela. Já no ensaio conduzido em várzea úmida, em Goiânia, correlações genotípicas positivas e significativas foram encontradas entre a produção de grãos e os caracteres peso de 100 grãos, vigor inicial, comprimento de panícula e número de colmos e de panículas por m², e os dois primeiros caracteres foram os que apresentaram correlações de maior magnitude.

A produção de grãos do ensaio irrigado de Leopoldina correlacionou-se de forma positiva e significativa com dois componentes do rendimento (número de espiguetas por panícula e percentagem de grãos cheios) e com a fertilidade de perfilhos. No ensaio irrigado de Goiânia, observaram-se correlações genotípicas positivas e significativas ($P < 0,05$ e $P < 0,01$) entre produção de grãos e os caracteres vigor inicial, fertilidade de perfilhos, número de colmos e de panículas por m² e peso de 100 grãos.

Todos os componentes primários do rendimento apresentaram efeito direto positivo sobre a produção de grãos dos dois ensaios de Leopoldina. No ensaio de várzea úmida, a percentagem de grãos cheios foi o caráter de maior efeito direto sobre a produção de grãos por parcela, ao passo que no ensaio irrigado o componente que mais contribuiu para a expressão do rendimento foi o peso de 100 grãos, seguido do número de espiguetas por panícula.

QUADRO 6 - Análise de tripla: desdobramento em componentes de efeito direto e indireto das estimativas das correlações genotípicas entre a produção de grãos obtida na parcela (2,4 m²) e os caracteres número de panículas por m², espiguetas por panícula, percentagem de grãos cheios e peso de 100 grãos, no ensaio Leopoldu 12 (irrigado)

Modo de ação	Efeito direto (P)	Efeito indireto (P x r)	correção (r)
Panículas/m ² x produção de grãos:			
Efeito direto	0,639		
Ef. indireto via espiguetas/panícula		-0,115	
Ef. indireto via % de grãos cheios		-0,177	
Ef. indireto via peso de 100 grãos		-0,285	0,064
Efeito total (correlação)			
Espiguetas/panícula x produção de grãos:			
Efeito direto	0,773		
Ef. indireto via panículas/m ²		-0,095	
Ef. indireto via % de grãos cheios		0,006	
Ef. indireto via peso de 100 grãos		-0,555	0,351
Efeito total (correlação)			
% de grãos cheios x produção de grãos:			
Efeito direto	0,658		
Ef. indireto via panículas/m ²		-0,175	
Ef. indireto via espiguetas/panícula		0,008	
Ef. indireto via peso de 100 grãos		-0,126	0,367
Efeito total (correlação)			
Peso de 100 grãos x produção de grãos:			
Efeito direto	0,861		
Ef. indireto via panículas/m ²		-0,211	
Ef. indireto via espiguetas/panícula		-0,500	
Ef. indireto via % de grãos cheios		-0,096	0,253
Efeito total (correlação)			
R_1^2 (2, 3, 4, 5)		0,771	
P_1^2		0,229	
$P_{X1}^2 = 1 - R_1^2$ (2, 3, 4, 5)			

No ensaio irrigado, o coeficiente de determinação genotípica da produção de grãos, pelos componentes primários do rendimento (número de panículas por m^2 , número de espiguetas por panícula, percentagem de grãos cheios e peso de 100 grãos), foi elevado (0,771) e superior ao obtido no ensaio de várzea úmida (0,637). Isso significa que 77,1 e 63,7% da variação da produção de grãos foram explicados, genotipicamente, pelos caracteres considerados e 22,9 e 36,3% pela variável residual, no ensaio irrigado e de várzea úmida, respectivamente.

No cômputo geral dos quatro ensaios, considerando o estudo de correlações e a análise de trilha, pode-se concluir que a percentagem de grãos cheios e o peso de 100 grãos devem ser considerados prioritários em programas de seleção de arroz que visem obter genótipos mais produtivos, tanto nas condições de irrigação por inundação contínua quanto nas várzeas úmidas.

5. SUMMARY

(CORRELATIONS AND PATH COEFFICIENTS AMONG CHARACTERS OF RICE CULTIVATED UNDER WETLAND OR FLOODED CONDITIONS)

The phenotypic, genotypic and environmental correlations among eleven characters in rice (*Oryza sativa* L.) were estimated and the genotypic correlations were divided into direct and indirect effects of four primary yield components on the yield by means of path analysis. The data were obtained in 1985/86 from four experiments located in Leopoldina-MG and Goiânia-GO, using 49 genotypes in a triple lattice design. In both locations, the experiments were conducted under wetland and flooded conditions.

All primary yield components showed positive direct effect over grain yield in both yield trials of Leopoldina. In the wetland trial the percentage of full grains was the character that showed the biggest direct effect. However, in the irrigation trial the biggest effect was for weight of 100 grains, followed by number of spikelets per panicle.

In the irrigation trial the genotypic determination coefficient of grain yield by the primary components (number of panicles per m^2 , number of spikelets per panicle, percentage of full grains and weight of 100 grains) was high (0.771) and larger than in the wetland trial (0.637). This means that 77.1 and 63.7% of the variation for grain yield was genotypically explained by the yield components studied and 22.9 and 36.3% was explained by the residual variable, in the irrigation and wetland trial, respectively.

As an overall conclusion for the four trials, using the correlations and path analysis information, it is possible to conclude that the characters percentage of full grains and weight of 100 grains should be taken as the most important ones in rice selection programs for higher yield, both in wetland and under flooded conditions.

6. LITERATURA CITADA

1. BALAKRISHNA RAO, M.J.; CHAUDARY, D.; RATHO, S.N. & MISHRA, R. N. Variability and correlation studies in upland rice. *Oryza*, 10(1):15-21, 1973
2. CHANDRARATNA, M.F. *Genetics and breeding of rice*. London, Longmans, 1964. 389 p.

3. CHAUDHARY, D.; SRIVASTAVA, D.P.; GHOSH, A.D. & SEETHARAMAN, R. Genetic variability and correlation for yield components in rice. *Indian Journal of Agricultural Science*, 43:181-184, 1973.
4. FALCONER, D.S. *Introdução à genética quantitativa*. Trad SILVA, M.A. & SILVA, J.C. Viçosa, U.F.V., Impr. Univ., 1981. 279 p.
5. GOLDENBERG, J.B. El empleo de la correlacion en el mejoramiento genético de las plantas. *Fitotecnia Latino-Americana*, 5 (2):1-8, 1968.
6. GOMES, F.P. *Curso de Estatística Experimental*. 5 ed. São Paulo, USP-ESALQ, Livraria Nobel, 1973. 430 p.
7. GRAFIUS, J.E. Heterosis in barley. *Agronomy Journal*, 51(9):551-554, 1959
8. KEMPTHORNE, O. *An introduction to genetic statistics*. Ames Iowa. The State University Press, 1973. 454 p.
9. LI, C.C. *Path Analysis - A primer*. California, Boxwood Press, 1975. 346 p.
10. LI, C.C. *Population genetics*. London, The University of Chicago Press, 1972. 366 p.
11. LI, C.C. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. *Biometrics*, 12:190-210, 1956.
12. MATHER, W.B. *Principles of quantitative genetics*. Minneapolis, Burgess Publishing Company, 1965. 152 p.
13. MISHRA, K.N.; NANDA, J.S. & CHAUDHARY, R.C. Correlation, path-coefficient and selection indices in dwarf rice. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 43:306-311, 1973.
14. MORAIS, O. P. *Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (Oryza sativa L.)*. Viçosa, U.F.V., 1980. 70 p. (Tese M.S.).
15. RANGEL, P.H.N. *Correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente e coeficiente de trilha em variedades de arroz (Oryza sativa L.)*. Viçosa, U.F.V., Impr., Univ., 1979. 44 p. (Tese M.S.).
16. SHRIVASTAVA, S.N.; SARKAR, D.K. & MALLICK, M.H. Association analysis in rainfed wheat. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 40:512-514, 1980.
17. SILVA, M.A. *Métodos de estimação de componentes genéticos. Melhoramento Animal*, Viçosa, U.F.V., Imp. Univ., 1980. 49 p.

18. SOARES, P.C. *Correlações, coeficientes de trilha e resposta indireta à seleção em genótipos de arroz (Oryza sativa L.) cultivados em condições de irrigação por inundação contínua e em várzea úmida*. Viçosa, U.F.V., Impr. Univ., 1987. 72 p. (Tese M.S.).
19. SOUSA, R.L.G. *Correlações e análise de trilha em dez variedades de arroz (Oryza sativa L.) de sequeiro*. Viçosa, U.F.V., Impr. Univ., 1983. 44 p. (Tese M.S.).
20. SOUZA, M.A. *Adaptabilidade, estabilidade, correlações e coeficiente de trilha em genótipos de trigo (T. aestivum L.) em doze ambientes de Minas Gerais*. Viçosa, U.F.V., Impr. Univ., 1985. 118 p. (Tese M.S.).
21. WRIGHT, S. Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, 20:557-585, 1921.