

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE COMPORTAMENTO DE VARIEDADES E LINHAGENS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) IRRIGADO, EM MINAS GERAIS

Orlando Peixoto de Moraes ^{1/}

José Carlos Silva ^{2/}

Clibas Vieira ^{3/}

Plínio César Soares ^{1/}

José Domingos Galvão ^{3/}

1. INTRODUÇÃO

A cultura do arroz irrigado ocupa cerca de 11% da área orizícola de Minas Gerais (4), apresentando rendimentos superiores e muito mais estáveis que os obtidos com o arroz de sequeiro. Inexistem dados fidedignos sobre o rendimento do arroz em cada um dos sistemas de produção do Estado, mas com a irrigação o rendimento da cultura normalmente não é inferior a três toneladas por hectare. Nas áreas sistematizadas do Programa de Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis de Minas Gerais, a produtividade do arroz tem sido superior a 5.000 kg de grãos por hectare (6), aproximadamente cinco vezes o rendimento médio da cultura no Estado, que, em 1975/76, 1976/77 e 1977/78, foi de 1.128, 897 e 1.019 kg/ha, respectivamente (2). A potencialidade mineira de expansão da cultura de arroz irrigado é largamente conhecida, haja visto a disponibilidade de um milhão e meio de hectares de várzeas irrigáveis (4, 10), que poderiam ser utilizadas para a produção desse cereal.

Recebido para publicação em 09.12.80.

^{1/} EPAMIG/UFV, Cx. Postal 216, 36570 Viçosa-MG.

^{2/} Departamento de Biologia Geral — UFRV, 36570 Viçosa-MG.

^{3/} Departamento de Fitotecnia — UFRV, 36570 Viçosa-MG.

No cultivo do arroz em áreas sistematizadas tem sido utilizada, quase que invariavelmente, a variedade 'IR 841'. Nos últimos três anos, algumas outras variedades e linhagens introduzidas têm-se mostrado, experimentalmente, mais produtivas, conforme será mostrado neste trabalho, o que permitirá aumentar ainda mais os rendimentos da lavoura irrigada.

Em Minas Gerais, na seleção de variedades de arroz para cultura irrigada, deve-se procurar genótipos bem adaptados a uma ampla variação de ambientes, porque as várzeas mineiras apresentam grande diversidade de ambientes, principalmente no que diz respeito às características químicas e físicas dos solos, as quais podem mostrar variações consideráveis em áreas relativamente restritas (8).

Este trabalho objetiva estudar a adaptabilidade e estabilidade de comportamento de quatro variedades e de cinco linhagens de arroz, em dezesseis ensaios, em dez municípios de Minas Gerais, durante os anos agrícolas de 1977/78, 1978/79 e 1979/80.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As variedades de arroz 'IAC 899', 'INCA 4440', 'CICA 9' e 'IR 841' e as linhagens P.899-55-6-4-5-1B, P.899-55-5-2-3-1B, BG 90-2, IR 841-3-2-3 e PMI 6624-257-1 foram avaliadas em ensaios que seguiam o delineamento blocos casualizados, com quatro repetições. As repetições III e IV (Fertilidade II) receberam o dobro da adubação das repetições I e II (Fertilidade I), com exceção do ensaio Leopoldina II (1978/79), em que todas as repetições foram igualmente adubadas. Os níveis de nutrientes empregados em todos os ensaios estão alistados no Quadro 1.

Em 1977/78 e 1979/80, o espaçamento entre fileiras foi de 0,30m e, em 1978/79, 0,20m. No ensaio Leopoldina II (1978/79), fez-se o plantio por mudas com 41 dias de idade, colocando-se quatro mudas por cova, no espaçamento de 0,30m x 0,20m. Nos demais ensaios, empregou-se o método de semeadura direta, na densidade de 400 sementes por m². As áreas úteis das parcelas foram de 4,8 m², em 1977/78 e 1979/80 e de 4,0 m², em 1978/79.

Todos os ensaios foram conduzidos com irrigação por submersão. O ensaio de Piau não recebeu irrigação controlada, mas fora instalado em várzea úmida, que permaneceu encharcada durante todo o desenvolvimento das plantas, por causa de ocorrência de chuvas freqüentes e abundantes aliada às más condições de drenagem do solo. Em todos os ensaios, o preparo do solo e os tratos culturais foram os normais para a cultura do arroz irrigado.

Avaliaram-se a adaptabilidade e a estabilidade de comportamento de cada variedade e linhagem, por meio dos coeficientes de regressão linear (b) e dos quadrados médios dos desvios da regressão (s^2_d), respectivamente.

No estudo da adaptabilidade, por intermédio do coeficiente de regressão linear, seguiu-se a proposição de FINLAY e WILKINSON (3) e de EBERHART e RUSSEL (1), em que a produtividade do ambiente (média de todas as variedades e linhagens no ambiente) representa a variável independente, enquanto a produção de cada variedade ou linhagem é considerada a variável dependente. Cada duas repetições igualmente adubadas foram consideradas como ambiente. No ensaio Leopoldina II (1978/79), em que todas as quatro repetições receberam a mesma adubação, foram sorteadas duas repetições para descrever o ambiente.

Conforme FINLAY e WILKINSON (3), valor de b aproximadamente igual a 1, associado a alto rendimento, indica ampla adaptabilidade; por outro lado, se estiver associado a baixo rendimento, a variedade será pobremente adaptada a todos os

QUADRO 1 - Níveis de N, P_2O_5 e K_2O , em kg/ha, empregados na adubação dos ensaios nos três anos agrícolas (1977/78, 1978/79 e 1979/80)

Ano/Ensaio	Repetições I e II			Repetições III e IV		
	N*	P_2O_5	K_2O	N*	P_2O_5	K_2O
1977/78						
- Careçu, Leopoldina, Unai e Paracatu	15 + 30	60	40	30 + 60	120	80
- Ubaí	45	60	40	45	120	80
1978/79						
- Janaúba	15 + 0	60	40	30 + 0	120	80
- Nova Módica	7,5 + 45	30	20	15 + 45	60	40
- Dionísio	15 + 23	52	26	30 + 46	104	52
- Leopoldina I	15 + 30	60	40	30 + 60	120	80
- Leopoldina II	15 + 30	60	40	15 + 30	60	40
- Piau	12,8 + 20	44,8	22,4	25,6 + 40	89,6	44,8
1979/80						
- Monte Alegre, Unai, Janaúba, Leopoldina e Careçu	0 + 0	0	0	15 + 30	60	40

* O segundo número refere-se à quantidade aplicada em cobertura, aos 45-55 dias após a semeadura.

ambientes. Valores de b maiores que 1 mostram que a variedade responde acentuadamente à melhoria do ambiente, com especificidade de adaptação a ambientes de altos rendimentos. Se, por outro lado, o b for menor que 1, a variedade possui menor capacidade de aproveitar vantajosamente o estímulo ambiental, indicando, portanto, tendência de adaptação a ambientes pobres.

EBERHART e RUSSEL (1), ampliando o modelo de FINLAY e WILKINSON, desmembraram o efeito do ambiente em dois componentes, linear e não-linear, associando-os, respectivamente, ao coeficiente de regressão (b) e ao quadrado médio do desvio da regressão (s^2_d).

Neste trabalho, a adaptabilidade e estabilidade de comportamento foram medidas pelo b e s^2_d , respectivamente, à semelhança do que PESSANHA *et alii* (9) fizeram. O termo estabilidade de comportamento foi proposto por LAING (5). Variedade com $s^2_d = 0$ apresentaria comportamento predizível, em função do b e da produtividade do ambiente (9).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. *Produtividade das Variedades e Linhagens*

As produções médias de arroz, em todos os ensaios, encontram-se nos Quadros 2, 3 e 4. Em nove dos dezesseis ensaios, houve diferenças significativas entre as variedades e linhagens quanto à produção de grãos. A variedade testemunha, 'IR 841', foi significativamente superada em seis ensaios e não apresentou produtividade significativamente superior à de nenhuma outra variedade nos ensaios desenvolvidos, com exceção do Leopoldina II (78/79), quando a 'CICA 9' comportou-se como menos produtiva.

Em todos os locais, a 'BG 90-2' sempre se classificou entre as mais produtivas. Na análise conjunta (Quadro 5), a produtividade média dessa linhagem diferiu, significativamente, da de todos os demais genótipos estudados, com uma média de 6.911 kg/ha. A 'INCA 4440' apresentou o segundo maior rendimento médio (6.389 kg/ha), mas observaram-se diferenças significativas entre a produtividade dessa variedade e a da BG 90-2 apenas nos ensaios de Ubaí (Quadro 2) e de Careçu-79/80 (Quadro 4). A P.899-55-5-2-3-1B, 'IAC 899' e P.899-55-6-4-5-1B apresentaram rendimentos médios não significativamente inferiores ao da 'INCA 4440' (Quadro 5). A variedade 'CICA 9' e as linhagens IR 841-3-2-3 e PMI 6624-257-1 não superaram significativamente a 'IR 841' (testemunha), na análise conjunta.

Com exceção de Unáí, houve pouca ou nenhuma diferença entre as produções de grãos dos blocos mais adubados e as dos menos adubados. Os efeitos da maior adubação, no caso do ensaio de Unáí, devem ser atribuídos a um melhor suprimento de outros nutrientes que não o fósforo, uma vez que a análise química do solo revelou alto teor desse nutriente. Em Paracatu, os rendimentos obtidos das variedades e linhagens, com exceção da 'IAC 899', P.899-55-5-2-3-1B e BG 90-2, foram menores no nível 2 de adubação. Entre as causas do comportamento diferente dos genótipos nos dois níveis de adubação, deve-se incluir a deficiência de zinco, cuja disponibilidade diminui com o melhor suprimento de fósforo (7). Em Paracatu, eram visíveis os sintomas de deficiência daquele nutriente.

3.2. *Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento das Variedades e Linhagens*

O rendimento médio, o coeficiente de regressão (b), o coeficiente de determinação (r^2) e o quadrado médio do desvio da regressão (s^2_d) das variedades e linhagens encontram-se no Quadro 5.

A interação entre ambiente linear e genótipos não foi significativa, o que evidencia a inexistência de diferenças entre os coeficientes de regressão obtidos (1). Como os intervalos de confiança dos valores de b de todas as variedades e linhagens avaliadas incluem a unidade, nenhuma delas apresentou especificidade de adaptação a ambientes pobres ou ricos. Todas responderam medianamente à melhoria do ambiente. Esses resultados não concordam totalmente com os encontrados por MORAIS (8) que, ao analisar os dados de rendimento dos dois primeiros anos agrícolas, obteve coeficientes de regressão inferiores a 1,00, para a 'CICA 9' e IR 841-3-2-3, e superior à unidade, para BG 90-2. Essas discordâncias evidenciam a necessidade de maior número de ensaios experimentais para o estudo mais preciso da adaptabilidade de genótipos de arroz.

Os quadrados médios dos desvios da regressão (s^2_d) da P.899-55-6-4-5-1B, 'INCA 4440' e PMI 6624-257-1 (Quadro 5) atingiram valores significativos, indicando baixa

QUADRO 2 - Produções médias (kg/ha) das variedades e das linhagens de arroz no ano agrícola 77/78, em diferentes localidades de Minas Gerais

Variedades e linhagens	Paracatu				
	Leopoldina*	Careaçu*	Fertilida- de 1*	Fertilida- de 2**	Ubaí*
IAC 899	7 513 bc	6 334 a	2 953 c	3 896	6 939 a
P.899-55-6-4-5-1B	7 445 bc	5 940 bc	4 532 ab	3 802	6 623 a
P.899-55-5-2-3-1B	7 462 bc	6 258 ab	4 516 bc	3 844	6 579 ab
BG 90-2	8 559 ab	6 454 a	4 140 ab	4 375	5 858 abc
INCA 4440	8 875 a	6 445 a	4 332 ab	3 438	5 502 abc
IR 841-3-2-3	6 722 cd	5 141 bc	3 441 bc	3 216	7 307 a
PMI 6624-257-1	5 953 d	5 474 abc	5 042 a	2 969	4 433 bc
CICA 9	6 585 cd	5 167 bc	4 416 ab	3 854	5 752 abc
IR 841	5 557 d	5 034 c	3 021 c	2 750	4 229 c
Fertilidade 1	7 598	5 510	3 933	-	4 878
.....
Fertilidade 2	6 774	6 100	-	3 572	6 949
Média	7 186	5 805	3 933	3 572	5 914
C.V. (%)	10,19	11,82	11,71	14,43	22,06

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

** F não significativo para variedades e linhagens.

QUADRO 3 - Produções médias (kg/ha) das variedades e das linhagens de arroz no ano agrícola 78/79, em diferentes localidades de Minas Gerais

Variedades e linhagens	Janaúba**	Nova Módica**	Dionísio*	Leopoldi- na I**	Leopoldi- na II**	Piau**
IAC 899	7 328	5 200	6 500 bc	6 050	6 950 ab	7 500
P. 899-55-6-4-5-1B	7 075	6 156	8 250 abc	5 678	7 024 ab	7 250
P. 899-55-5-2-3-1B	7 399	6 475	7 562 abc	6 183	6 781 ab	7 056
BG 90-2	8 184	6 581	8 781 a	7 243	7 160 a	8 305
INCA 4440	6 096	6 188	9 531 a	7 371	6 652 ab	6 250
IR 841-3-2-3	7 454	5 256	6 125 c	6 034	6 581 ab	5 889
PMI 6624-257-1	7 346	5 725	9 406 a	5 875	6 011 bc	6 972
CICA 9	7 464	7 369	6 500 bc	6 196	5 074 c	6 610
IR 841	6 954	6 988	7 625 abc	6 728	6 960 ab	6 111
Fertilidade 1	7 283	6 389	7 708	6 444	6 577	7 469
.....
Fertilidade 2	7 228	6 042	7 910	6 302	-	6 407
Média	7 256	6 215	7 809	6 373	6 577	6 938
C.V. (%)	13,17	14,81	16,16	16,44	10,29	25,03

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

** F não significativo para variedades e linhagens.

QUADRO 4 - Produções médias (kg/ha) das variedades e das linhagens de arroz no ano agrícola 79/80, em diferentes locais de Minas Gerais

Variedades e linhagens	Monte Alegre**	Unaí*	Janaúba**	Leopoldina**	Careaçu*
IAC 899	6 708	5 416 ab	7 952	3 792	3 360 c
P.899-55-6-4-5-1B	4 950	5 651 ab	8 056	3 184	3 333 c
P.899-55-5-2-3-1B	6 177	4 667 abcd	7 697	3 943	4 354 ab
BG 90-2	6 359	5 969 a	8 889	4 282	4 600 a
INCA 4440	6 180	5 026 abc	7 754	4 411	3 578 bc
IR 841-3-2-3	5 628	3 312 d	7 218	3 017	3 276 c
PMI 6624-257-1	5 260	4 453 bcd	5 936	4 420	4 198 abc
CICA 9	5 463	3 776 cd	7 056	3 594	3 506 bc
IR 841	5 295	3 635 cd	7 733	3 783	3 948 abc
Fertilidade 1	6 150	3 240	7 682	3 647	3 682
.....
Fertilidade 2	5 410	6 073	7 494	4 003	3 908
Média	5 780	4 656	7 588	3 825	3 795
C.V. (%)	17,61	18,94	17,74	21,97	15,41

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

** F não significativo, para variedades e linhagens.

QUADRO 5 - Rendimentos médios (kg/ha), coeficientes de regressão (b) com os respectivos intervalos de confiança (teste t a 5%), coeficientes de determinação (r^2) e quadrados médios dos desvios da regressão (s^2_d) das variedades e linhagens, nos trinta e um ambientes de Minas Gerais

Variedades e linhagens	Rendimento médio(*)	\hat{b}	r^2 (%)	s^2_d (**)
IAC 899	6 213 bcd	1,03 ± 0,22	76	815 472
P.899-55-6-4-5-1B	6 167 bcd	1,06 ± 0,22	77	824 586*
P.899-55-5-2-3-1B	6 284 bc	0,96 ± 0,11	91	217 224
BG 90-2	6 911 a	1,11 ± 0,16	87	436 183
INCA 4440	6 389 b	1,01 ± 0,22	75	848 966*
IR 841-3-2-3	5 616 e	1,02 ± 0,19	81	580 076
PMI 6624-257-1	5 842 cde	0,90 ± 0,25	65	1 066 521**
CICA 9	5 757 de	0,89 ± 0,18	79	522 548
IR 841	5 660 e	1,00 ± 0,20	78	662 397
Média	6 093	-	-	-

(*) Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

(**) * e **, significativamente maior que o erro médio, aos níveis de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

estabilidade de comportamento. Os s^2_d das demais variedades e linhagens não foram significativamente maiores que o erro médio, podendo ser consideradas como de comportamento estável. Em concordância com os dados de MORAIS (8), o s^2_d da P.899-55-5-2-3-1B é o de menor magnitude.

4. RESUMO

Com o objetivo de estudar a adaptabilidade e estabilidade de comportamento de quatro variedades ('IAC 899', 'INCA 4440', 'CICA 9' e 'IR 841') e de cinco linhagens (P.899-55-6-4-5-1B, P.899-55-5-2-3-1B, BG 90-2, IR 841-3-2-3 e PMI 6624-257-1) de arroz cultivadas com irrigação por inundação, em Minas Gerais, foram utilizados os seus dados de produção de sementes em dezesseis ensaios, conduzidos em dez municípios do Estado, durante os anos agrícolas de 1977/78, 1978/79 e 1979/80. Em todos os ensaios, empregou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Duas repetições receberam o dobro da adubação das outras repetições, com exceção de um ensaio (Leopoldina II, 78/79), em que todas as repetições foram igualmente adubadas.

Em nove ensaios houve diferenças significativas entre os rendimentos das variedades e linhagens, sendo que, em seis ensaios, a variedade testemunha,

'IR 841', não se classificou entre as mais produtivas.

A BG 90-2 comportou-se como a mais produtiva, com ampla adaptabilidade e boa estabilidade. A IR 841-3-2-3, a 'CICA 9' e a PMI 6624-257-1 não produziram, em média, significativamente mais do que a testemunha ('IR 841') e, como esta, classificaram-se entre as menos produtivas. A PMI 6624-257-1 exibiu ainda a maior instabilidade de comportamento.

A 'INCA 4440' e a P.899-55-6-4-5-1B apresentaram baixa estabilidade de comportamento. A P.899-55-5-2-3-1B mostrou-se, por outro lado, estável. Essas três variedades e a 'IAC 899' responderam medianamente à melhoria do ambiente e, em média, foram significativamente mais produtivas que a testemunha.

5. SUMMARY

The adaptability and stability of performance of four rice varieties ('IAC 899', 'INCA 4440', 'CICA 9' and 'IR 841') and five rice lines (P.899-55-6-4-5-1B, P.899-55-5-2-3-1B, BG 90-2, IR 841-3-2-3 and PMI 6624-257-1) were studied in 16 yield trials, carried out in 10 localities of the state of Minas Gerais, Brazil, during three years. The culture was irrigated by submersion (flooding). In each trial, two replications received twice the amount of fertilizer as the other two.

In 9 trials there were significant differences among the yields, and in 6 trials the most commonly used variety, 'IR 841', was not among the best.

BG 90-2 was the most productive, with good stability, and well adapted to all environments. IR 841-3-2-3, 'CICA 9', 'IR 841' and PMI 6624-257-1 gave the lowest average yields. PMI 6624-257-1 was also the most «unstable» of the 9 lines and varieties.

INCA 4440' and P.899-55-6-4-5-1B were also unstable. These two, together with P.899-55-5-2-3-1B and 'IAC 899', responded intermediately to environmental improvement and yielded significantly more than 'IR 841'. P.899-55-5-2-3-1B was also the most «stable» of the 9 lines and varieties.

6. LITERATURA CITADA

1. EBERHART, S.A. e RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, 6:36-50. 1966.
2. FELÍCIO FILHO, A. Algumas considerações sócio-econômicas da cultura do arroz. *Inf. Agropec.*, 5(55):11-15. 1979.
3. FINLAY, K.W. e WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.*, 14:742-754. 1963.
4. GOMIDE, R.L. Irrigação do arroz. *Inf. Agropec.*, 5(55):51-60. 1979.
5. LAING, D.R. *Adaptabilidad y estabilidad en el comportamiento de plantas de frijol comum*. Cali, Colômbia, CIAT, 1978. 24 p. mimeo.
6. LAMSTER, E.C. Programa nacional de aproveitamento racional de várzeas — PROVÁRZEAS nacional. *Inf. Agropec.*, 6(55):3-8. 1980.

7. MALAVOLTA, E., HAAG, H.P., MELO, F.A.F. de e BRASIL SOBRINHO, M.O.C. *Nutrição mineral e adubação das plantas cultivadas*. São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1974. 727 p.
8. MORAIS, O.P. *Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz*. (*Oryza sativa* L.). Viçosa, UFV, 1980. 70 p. (Tese M.S.).
9. PESSANHA, G.G., VIEIRA, C., SILVA, C.C. da; CARDOSO, A.A., SILVA, J.C. e SEDIYAMA, C.S. *Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de variedades e misturas de variedades de feijão* (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata de Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.* (Entregue para publicação).
10. RURALMINAS, COORDENADORIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. *Programa de aproveitamento de várzeas do Estado de Minas Gerais — PROVÁRZEAS-MG*. *Inf. Agropec.*, 6(65):8-13. 1980.