

Setembro e Outubro de 1977

VOL. XXIV

N.º 135

Viçosa — Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**ESPAÇAMENTO ENTRE FILEIRAS E DENSIDADE
DE PLANTIO EM DOIS CULTIVARES DE ARROZ,
SOB IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO***

Aldo Bezerra de Oliveira
S. Starling Brandão
Alcides R. Condé
Renato M. del Giudice**

1. INTRODUÇÃO

O arroz pode ser produzido em todo o território nacional. Entretanto, à exceção do Rio Grande do Sul, e de algumas áreas limitadas de outros estados, no Brasil o arroz é produzido sem irrigação. Esse fato contribui para a dependência da cultura do regime pluviométrico, o que acarreta um comportamento irregular das produções anuais, sendo este um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade média brasileira, que, em 1973, alcançou apenas 1.520 kg/ha de arroz em casca, valor inferior ao rendimento médio mundial (8).

Na Zona da Mata de Minas Gerais, a cultura do arroz, sem irrigação, concentra-se nos leitos maiores dos cursos d'água, baixos rendimentos decorrendo das condições pouco favoráveis destes locais. Nos terraços aluviais antigos, comuns na região, em consequência de certas características do solo, a cultura do arroz, sem irrigação, principalmente quando ocorre distribuição irregular de chuvas, é altamente precária, não sendo recomendável. O microrrelevo geralmente irregular desse componente da paisagem da região torna problemático o emprego da irrigação por submersão. Entretanto, seria admissível nele a prática da irrigação por aspersão em complementação às chuvas, o que, comparado à cultura sem irrigação, resultaria em maior rendimento por área e em certa estabilidade das produções anuais (7, 8, 15, 16, 19). Além disso, pode-se admitir, aproveitando-se as instalações do conjunto de irrigação por aspersão, a exploração, entre outras alternativas, de uma cultura de arroz na estação chuvosa, seguida de culturas de trigo, feijão ou mesmo arroz no período seco, com aumento da rentabilidade da área explorada.

Dante da possibilidade de irrigação do arroz por aspersão e da importância que poderá vir a assumir na Zona da Mata de Minas Gerais, considera-se justificável a realização de estudos prévios, com a finalidade, entre outras, de determinar

* Trabalho baseado na tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como parte das exigências para obtenção do grau de «Magister Scientiae» em Fitotecnia.

Recebido para publicação em 17-02-1977.

** Respectivamente, Técnico da EMBRAPA, Professores Titulares e Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa.

práticas culturais e variedades mais apropriadas.

Entre os fatores que influem no rendimento do arroz por área estão, sem dúvida, o espaçamento entre fileiras e a densidade de plantio. Segundo JANICK (11), quando se aumenta a densidade de população, atinge-se um ponto no qual as plantas começam a competir por alguns fatores de crescimento, tais como: nutrientes, luz, água e CO₂, o que resulta em decréscimo da produção por planta. Enquanto tal densidade não for atingida, a produção por área aumentará na proporção direta do aumento de população. Logo que ocorrer a competição, a produção de cada planta crescerá e o rendimento por área dependerá das alterações da produção por planta. Se a população aumentar de forma que supere o decréscimo da produção por planta, o uso de maiores densidades aumentará a produção por unidade de área.

O presente trabalho visa a estudar o efeito de diferentes espaçamentos entre fileiras e densidades de plantio sobre a produtividade e algumas características agronômicas de dois cultivares de arroz, diferindo em porte e ciclo vegetativo e cultivados em regime de irrigação por aspersão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Escola Superior de Agricultura (ESA) da Universidade Federal de Viçosa (U.F.V.), no ano agrícola 1974/75.

A distribuição de chuvas, de outubro a março de 1974/75, medida em local próximo ao ensaio, é apresentada pela Figura 1.

O experimento foi conduzido em condições de campo, sendo o solo do local do ensaio classificado, de acordo com as normas da Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, como Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, apresentando acidez fraca, baixo teor de Al trocável, altos teores de Ca + Mg, P e K e classificação textural argila. A capacidade de campo e o ponto de murcha do solo em questão foram determinados no Laboratório de Física do Solo da ESA, usando-se a membrana de pressão de Richards (17).

Foram estudados os cultivares 'I.A.C. 1246', de ciclo médio (130-135 dias), porte médio e ora recomendado para cultura «de sequeiro», e 'Batatais', de ciclo curto (110-120 dias) e porte baixo. Foram testados os espaçamentos de 30, 50 e 70 cm entre fileiras e densidades de plantio de 58, 116 e 174 plantas por metro quadrado, correspondendo, respectivamente, a cerca de 20, 40 e 60 kg/ha de sementes, para o cultivar 'I.A.C. 1246', e 18, 36 e 54 kg/ha, para o cultivar 'Batatais'.

O plantio foi realizado em 31/10/74, em filete contínuo, tendo sido utilizado um excesso de sementes, fazendo-se desbaste 20 dias depois para as densidades usadas. Foi feita uma adubação de 30 kg/ha de N, 40 kg/ha de P₂O₅ e 30 kg/ha de K₂O, aplicados nas formas de sulfato de amônio (20% de N), superfosfato simples (20% de P₂O₅) e cloreto de potássio (60% de K₂O), respectivamente, para todos os tratamentos. Um terço do nitrogênio foi aplicado na semeadura, juntamente com todo o fósforo e potássio, em sulcos laterais aos sulcos de plantio; os dois terços restantes foram aplicados em cobertura, no inicio da diferenciação floral (12) em cada variedade, definida pelo exame de plantas (21) nas bordaduras das parcelas.

Foi utilizado o experimento em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram distribuídas as duas variedades, em blocos casualizados, e nas subparcelas os três espaçamentos e as três densidades, em arranjo fatorial. Cada subparcela era constituída de quatro linhas de 5,0 m de comprimento. Na colheita foram consideradas apenas as duas linhas centrais, eliminando-se 0,50 m das extremidades.

Para determinar a necessidade de rega, utilizaram-se células de gesso de «Bouyoucos», previamente testadas, colocadas duas em cada repetição, uma por variedade, a 15 cm de profundidade. A instalação das células de gesso foi realizada antecendentemente ao seu uso, com a finalidade de permitir melhor acomodação do solo nos locais onde foram instaladas e obter melhor comportamento das células. Irrigava-se quando as leituras no «Bouyoucos Moisture Meter» indicavam, em qualquer das células instaladas, 50% d'água disponível.

A quantidade d'água utilizada em cada irrigação foi calculada em função do limite mínimo d'água disponível, da profundidade de rega e da densidade aparente do solo, sendo confirmada por meio de leitura nas respectivas células de «Bouyoucos» algum tempo depois da rega. Foi feita uma irrigação preliminar, para facilitar a emergência das plântulas, duas outras irrigações no período vegetativo e mais três no período reprodutivo.

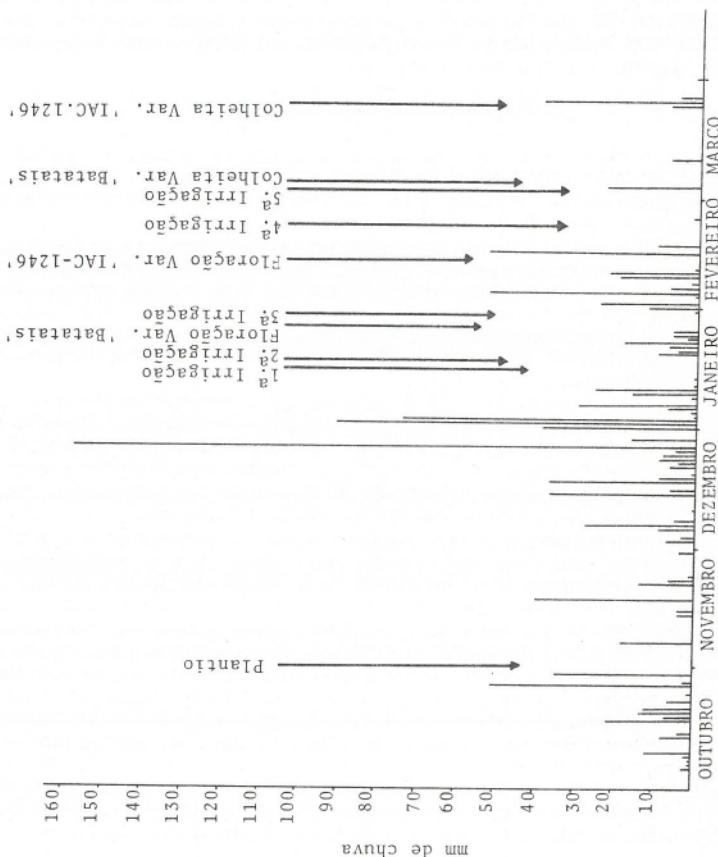


FIGURA 1 - Milímetros diários de chuva, em Vícosa, medidos em local proxímo ao ensaio, durante o período de outubro de 1974 a março de 1975.

Além da produção de grãos, foi avaliado, em cada cultivar, o efeito dos espaçamentos entre fileiras e densidades de plantio empregados sobre os principais componentes da produção: número de perfilhos e de panículas por metro quadrado, número de espiguetas e de grãos cheios por panícula e peso de 1.000 grãos. Foram ainda determinadas as seguintes características agronômicas: altura da planta, acamamento, floração e relação grão/palha.

A colheita foi feita por cacheamento, e a produção de grãos foi expressa em kg/ha, a 13% de umidade nos grãos. Antes da colheita, procedeu-se à contagem dos perfilhos e das panículas, em um metro linear de cada fileira útil, tomado ao acaso. Foi calculada a fertilidade de perfilhos, sendo ela expressa em porcentagem. O número de espiguetas e de grãos cheios por panícula foi obtido de vinte panículas mais altas, colhidas ao acaso nas duas fileiras úteis. Obtida a esterilidade de espiguetas, os valores foram expressos em porcentagem. O peso de 1.000 grãos foi obtido de cada conjunto de grãos cheios das vinte panículas usadas na determinação do número de espiguetas e grãos cheios por panícula.

A altura da planta foi tomada antes da colheita, da superfície do solo até a inserção da panícula no colmo, em um metro linear de cada fileira útil. O início da floração foi considerado quando cerca de 10% das panículas emergiram; o fim da floração, quando 90% — 100% das panículas haviam emergido. O ponto de maturação foi considerado quando os grãos atingiram 20% — 25% de umidade (4), determinado nos grãos das plantas das bordaduras. A relação grão/palha foi obtida dividindo-se o peso dos grãos, a 13% de umidade, pelo peso da palha secada em estufa, a 68-70°C, até peso constante.

Para produção de grãos e para os principais componentes da produção — número de panículas, número de grãos cheios e peso de 1.000 grãos — ajustou-se uma equação de regressão, para cada variedade. Para os dados percentuais sobre fertilidade de perfilhos e esterilidade de espiguetas efetuou-se a transformação em arc sen $\sqrt{\%}$ (18).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Produção de Grãos

No Quadro 1 encontram-se as produções médias de grãos em casca, em kg/ha, das duas variedades de arroz, obtidas em função de diferentes espaçamentos entre fileiras e densidades de plantio.

Com relação ao espaçamento entre fileiras (Figura 2), as produções de grãos foram maiores nos espaçamentos menores, numa mesma densidade, para as duas variedades em estudo, resultados estes que concordam com os obtidos por diversos pesquisadores (1, 2, 10, 13, 14, 20), os quais encontraram maiores produções de grãos em menores espaçamentos entre fileiras. Foi observado um efeito linear de espaçamento para as duas variedades.

Quanto às densidades de plantio (Figura 2), observa-se, para a variedade 'I.A.C. 1246', um efeito linear depressivo, isto é, à medida que aumentou a densidade de plantio, num mesmo espaçamento, a produção de grãos diminuiu linearmente. Para a variedade 'Batatais', o máximo de produção de grãos foi estimado em torno da densidade de plantio de 118 plantas por metro quadrado, em todos os espaçamentos entre fileiras, correspondendo a 36,5 kg de sementes por hectare, aproximadamente.

Considerando-se as produções médias de variedade «de sequeiro», em várzeas e terras altas, obtidas em trabalhos experimentais sem irrigação, as produções de cada variedade alcançadas neste ensaio indicam a eficiência da irrigação poraspersão em proporcionar maior produtividade, concordando com os resultados obtidos por outros autores (7, 8, 15, 16, 19).

3.2. Componentes da Produção

3.2.1. Número de Perfilhos e de Panículas. Fertilidade de Perfilhos

O número de perfilhos por metro quadrado decresceu com o aumento do espaçamento entre fileiras e aumentou com maiores densidades de plantio. A fertilidade de perfilhos foi maior na variedade 'Batatais' e foi diminuída pelo efeito do aumento da densidade de plantio, que aumentou o número de perfilhos por unidade de área, diminuindo-lhes, entretanto, a fertilidade (Quadro 2). A menor fertilidade de perfilhos da variedade 'I.A.C. 1246' pode ser atribuída ao maior número de

perfils que não produzem panículas observado nas variedades de ciclo longo (21). Embora o aumento da densidade de plantio tenha reduzido a fertilidade dos perfils, ainda proporcionou aumento significativo do número de panículas por unidade de área.

QUADRO 1 - Rendimentos médios, em kg/ha, de arroz em casca, de duas variedades, em regime de irrigação por aspersão, em função dos espaçamentos e das densidades de plantio

Espaça- mento (cm)	Densida- des plan- tas m ⁻²	Variedades	
		I.A.C. - 1246	Batatais
30	58	5086,37	4176,44
	116	4705,85	4702,19
	174	4786,98	4788,21
50	58	4829,42	4309,12
	116	4681,72	4328,47
	174	4069,17	3908,27
70	58	4646,46	2966,79
	116	4264,38	3663,32
	174	4058,06	2920,49
30	.	4859,74	4555,62
	50	4526,77	4181,96
	70	4322,97	3183,54
.	58	4854,08	3817,45
	116	4550,66	4231,33
	174	4304,74	3872,33

Observa-se (Figura 3) que os aumentos lineares constatados no número de panículas por metro quadrado na variedade 'I.A.C. 1246' foram crescentes, com a diminuição do espaçamento entre fileiras e com o aumento da densidade de plantio. Para a variedade 'Batatais', com o aumento de espaçamento de 30 para 50 cm houve um decréscimo acentuado do número de panículas por unidade de área; com o aumento de 50 para 70 cm, porém, o decréscimo do número de panículas foi bem menor, apresentando efeitos linear e quadrático significativos. Quanto à densidade de plantio, observou-se, nesta variedade, um aumento maior do número de panículas por metro quadrado quando a densidade foi aumentada de 58 para 116 plantas por metro quadrado. Com a elevação da densidade de 116 para 174 plantas por metro quadrado, o aumento do número de panículas foi menor, apresentando também efeitos linear e quadrático significativos.

----- Variedade 'IAC-1246'
 $\hat{Y} = 5.790,12 - 13,4191*E - 4,7357*D \quad (R^2 = 0,8640)$

— Variedade 'Batatais'
 $\hat{Y} = 4345,80 - 34,3020**E + 27,1235D - 0,1148*D^2 \quad (R^2 = 0,8457)$

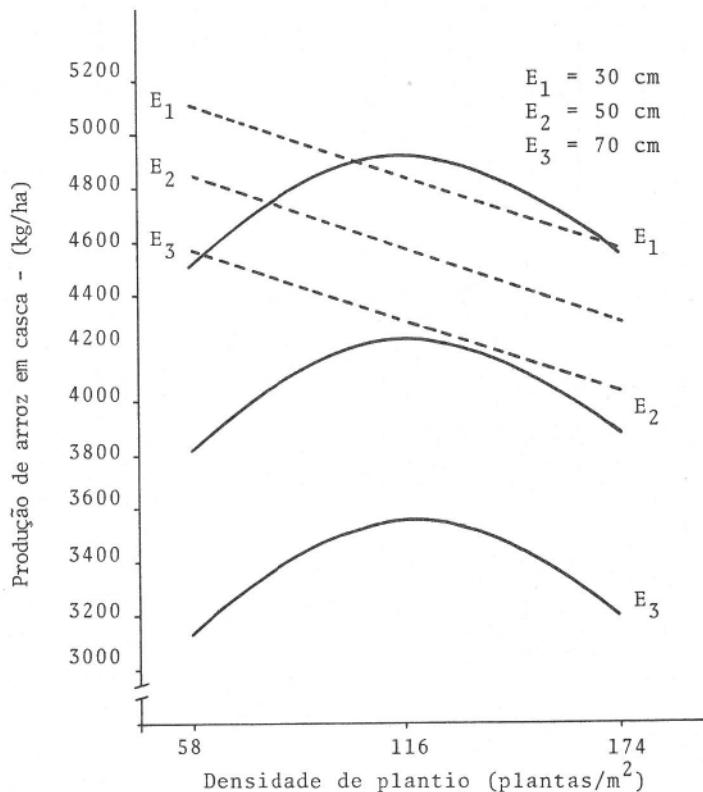


FIGURA 2 - Produção de arroz em casca, como função de espaçamento entre fileiras e densidades de plantio, em duas variedades de arroz, cultivadas em regime de irrigação por aspersão.

QUADRO 2 - Número médio de perfilhos e de panículas, por metro quadrado, e fertilidade de perfilhos (%), obtidos em duas variedades de arroz, em regime de irrigação por aspersão, em função dos espaçamentos e das densidades de plantio.^{1/}

Espaça- mento (cm)	Densi- dades plan- tas/m ²	Nº de perfilhos por m ²		Fertilidade de perfilhos - (%)		
		Variedades		Variedades		Médias
		I.A.C.-1246	Batatais	I.A.C.-1246	Batatais	Médias
30	58	197,08	187,49	192,28	90,17	89,24
	116	264,99	268,32	266,65	87,62	92,85
	174	287,49	292,49	289,99	85,56	91,11
50	58	182,75	150,75	166,75	90,36	94,73
	116	225,75	196,00	210,87	88,97	92,20
	174	251,50	229,75	240,62	86,19	89,53
70	58	154,64	141,07	147,85	92,57	92,54
	116	198,56	195,71	197,13	89,57	90,58
	174	227,14	213,74	220,44	87,59	92,17
70	*	249,86	249,44	249,64 a	87,79	91,07
	*	220,00	192,17	206,08 b	88,51	92,15
	*	193,45	183,51	188,48 c	89,91	92,52
*	58	178,16	159,77	168,96 c	91,04	92,55
	*	229,77	220,01	224,89 b	88,72	92,26
	*	255,38	245,33	250,35 a	86,45	90,94
*	*	221,10	208,37	214,73	88,74 B	91,92 A
						90,33

^{1/} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, em cada coluna, apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; na linha, médias seguidas por letras maiúsculas diferentes apresentam diferenças significativas.

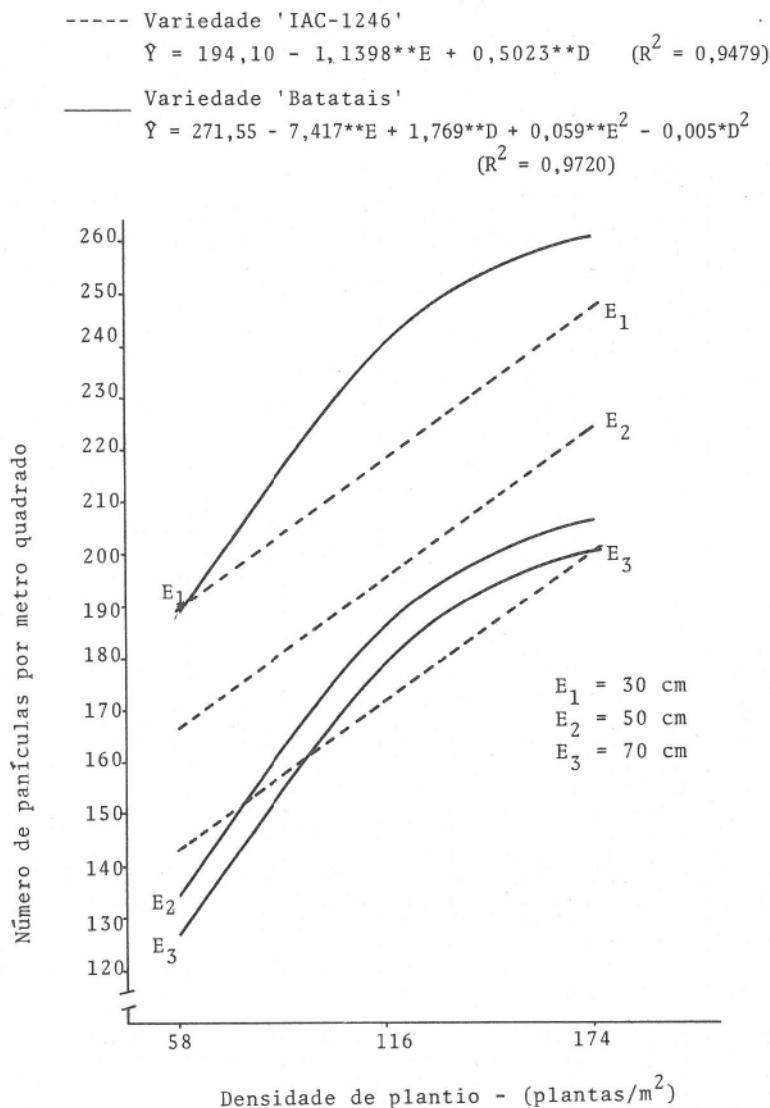


FIGURA 3 - Número de panículas por unidade de área, em função de espaçamento entre fileiras e da densidade de plantio, em duas variedades de arroz, cultivadas em regime de irrigação por aspersão.

Admitindo-se que os tratamentos com maiores espaçamentos entre fileiras ou menores densidade de plantio tenham melhores condições de perfilhamento, nota-se que este perfilhamento não foi suficiente para contrabalançar os efeitos da redução do espaçamento entre fileiras, ou do aumento da densidade de plantio, sobre o aumento do número de panículas por unidade de área.

3.2.2. Número de Espiguetas por Panícula, Número de Grãos Cheios por Panícula e Esterilidade de Espiguetas

O número de espiguetas por panícula (Quadro 3) aumentou significativamente, com maiores espaçamentos, na variedade 'I.A.C. 1246'. Quanto à variedade 'Batatais', houve um aumento do número de espiguetas por panícula quando se aumentou o espaçamento de 30 para 50 ou 70 cm, sem que ocorresse aumento entre os dois últimos espaçamentos. Com o aumento da densidade do plantio, de 58 para 116 ou 174 plantas por metro quadrado, o número de espiguetas por panícula diminuiu, não havendo diferença significativa entre as duas últimas densidades. A esterilidade de espiguetas foi aumentada pelo efeito do aumento da densidade de plantio de apenas 58 ou 116 plantas para 174 plantas por metro quadrado e sómente na variedade 'I.A.C. 1246'. Verifica-se que no espaçamento de 50 cm a menor densidade de plantio (58 plantas por metro quadrado) foi a que apresentou menor efeito sobre a esterilidade de espiguetas (Quadro 3).

O número de grãos cheios por panícula (Figura 4) foi aumentado, na variedade 'I.A.C. 1246', com maiores espaçamentos entre fileiras numa mesma densidade, enquanto para a variedade 'Batatais' o efeito quadrático mostra, em todas as densidades, um máximo correspondente ao espaçamento de 55 cm entre fileiras. Quanto à densidade de plantio, observa-se que, à medida que esta foi aumentada, houve um decréscimo do número de grãos cheios por panícula, em todos os espaçamentos, para as duas variedades em estudo, sendo este decréscimo mais acentuado nos espaçamentos de 50 e 70 cm, na variedade 'I.A.C. 1246', em razão do efeito significativo da interação ED².

3.2.3. Peso de 1.000 Grãos

No Quadro 4 encontram-se os pesos médios de 1.000 grãos, obtidos, nas duas variedades de arroz, em função dos espaçamentos entre fileiras e das densidades de plantio. A variedade 'I.A.C. 1246' apresentou maior peso de 1.000 grãos. A análise de regressão para peso de 1.000 grãos não apresentou efeito significativo dos espaçamentos e das densidades, com relação à variedade 'I.A.C. 1246'.

Pela Figura 5, observa-se que, para a variedade 'Batatais', o peso de 1.000 grãos aumentou linearmente com o aumento do espaçamento entre fileiras, numa mesma densidade. Para densidade de plantio, o efeito quadrático mostrou um ponto mínimo em torno da densidade de 104 plantas por metro quadrado, num mesmo espaçamento. O maior peso médio de 1.000 grãos foi obtido na maior densidade usada, no espaçamento de 70 cm, concordando com CHANG (6), que encontrou maior peso de 1.000 grãos, pelo efeito de maiores densidades de plantio, em diversos cultivares de arroz.

3.3. Altura da Planta, Relação Grão/Palha e Período da Emergência à Floração

No Quadro 5 encontram-se as alturas médias das plantas, as médias da relação grão/palha e o período médio, em dias, da emergência à floração. A altura da planta foi menor com o aumento da densidade de plantio. O maior espaçamento entre fileiras, 70 cm, aumentou significativamente a altura da planta da variedade 'I.A.C. 1246', concordando com o trabalho de BHAN (2), onde foi verificada, em condições «de sequeiro», menor altura da planta com o decréscimo do espaçamento.

A variedade 'Batatais' apresentou maior relação grão/palha.

Quanto ao período, em dias, da emergência à floração, o da variedade 'Batatais' foi menor, confirmando o esperado. Quanto às interações entre espaçamento e densidade de plantio, as combinações dos espaçamentos de 30 e 50 cm com densidades de 116 e 58 plantas por metro quadrado, respectivamente, aumentaram o período, em dias, da emergência à floração.

QUADRO 3 - Número médio de espiguetas e de grãos cheios por panícula e esterilidade de espiguetas (%), de duas variedades de arroz, em regime de irrigação por aspersão, em função dos espaçamentos e das densidades de plantio 1/

Espaça- mento (cm)	Densi- dades Plan- tas/m ²	Nº espiguetas por panícula		Esterilidade espigeta - (%)	
		Variedades		Variedades	
		I.A.C.-1246	Batatais	Médias	I.A.C.-1246
30	58	155,23	139,30	147,26	5,91
	116	112,70	121,20	116,95	4,85
	174	125,03	110,22	117,62	6,63
50	58	165,63	158,38	162,00	4,06
	116	150,31	136,27	143,29	6,64
	174	129,55	140,73	135,14	7,77
70	58	192,36	137,93	165,14	5,72
	116	177,93	144,72	161,32	5,65
	174	154,28	127,87	141,07	8,00
30	*	130,99 c	123,57 b	127,28	5,80
	*	148,50 b	145,13 a	146,82	6,16
	*	174,86 a	136,85 a	155,85	6,44
50	*	171,08	145,21	158,14 a	5,25 b
	*	146,98	134,06	140,52 b	5,70 b
	*	136,29	126,28	131,28 b	7,47 a
70	*	151,45	135,18	143,32	6,13
	*				8,50
	*				7,32

1/ Médias seguidas por letras diferentes, em cada coluna, apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

---- Variedade 'IAC-1246'

$$\hat{Y} = 120,745 + 1,099^{**}E - 0,254^{**}D - 0,000005^{*}ED^2$$

$$R^2 = 0,9102$$

—— Variedade 'Batatais'

$$\hat{Y} = 43,918 + 3,973E - 0,144^{**}D - 0,036^{**}E^2$$

$$R^2 = 0,7360$$

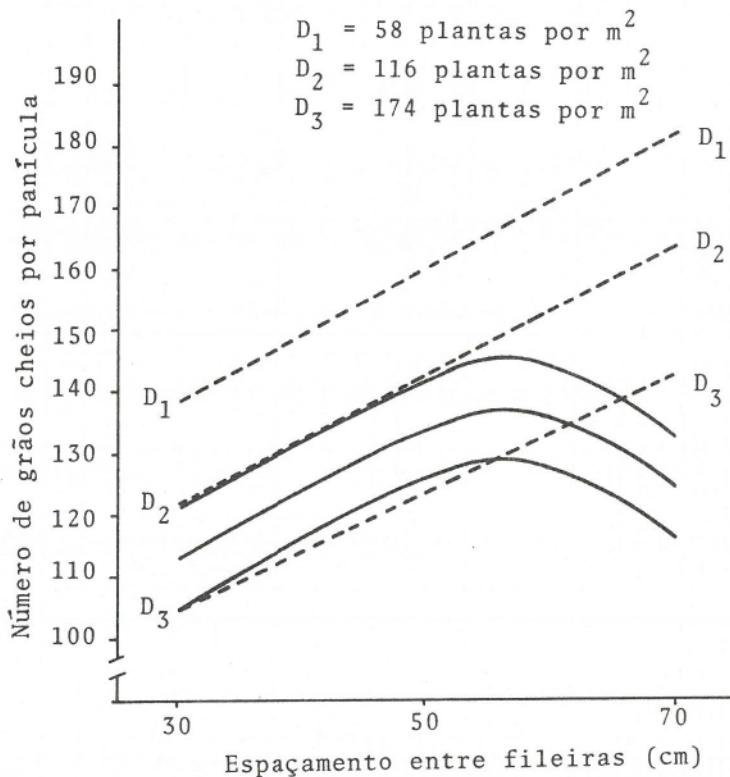


FIGURA 4 - Número de grãos cheios por panícula, em função do espaçamento entre fileiras e da densidade de plantio, em duas variedades de arroz, cultivadas em regime de irrigação por aspersão.

QUADRO 4 - Peso médio de 1.000 grãos, em gramas, de arroz em casca, de duas variedades, em regime de irrigação por aspersão, em função dos espaçamentos e das densidades de plantio ^{1/}

Espaçamentos (cm)	Densida- des plan- tas/m ²	Variedades		Médias
		I.A.C.-1246	Batatais	
30	58	34,44	32,10	33,27
	116	34,23	31,43	32,83
	174	33,95	32,13	33,04
50	58	34,88	32,01	33,44
	116	34,44	32,09	33,26
	174	34,45	32,79	33,62
70	58	34,51	32,52	33,51
	116	34,23	32,40	33,31
	174	33,97	32,97	33,47
30	.	34,21	31,89	33,05
50	.	34,59	32,30	33,45
70	.	34,24	32,63	33,47
.	58	34,62	32,21	33,41
.	116	34,30	31,97	33,14
.	174	34,12	32,63	33,38
.	.	34,35 a	32,27 b	33,31

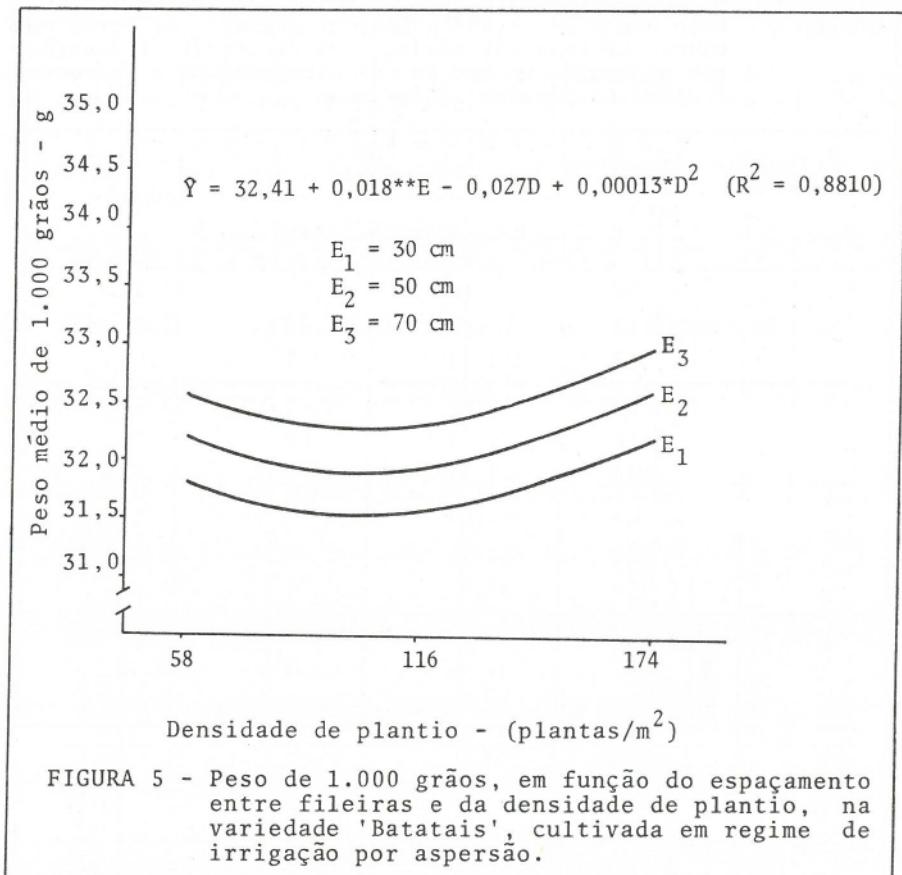
^{1/} Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade.

3.4. Considerações Gerais

Não foi verificado acamamento para as duas variedades em estudo. O ataque de pássaros foi insignificante, não se observando incidência de doenças ou pragas que pudessem interferir nos resultados obtidos.

A altura da planta, nas duas variedades, foi reduzida pelo aumento da densidade de plantio e aumentada pelo efeito do maior espaçamento entre fileiras (70 cm) apenas na variedade 'I.A.C. 1246'. O período, em dias, da emergência à floração foi menor na variedade 'Batatais', confirmando ser ela de ciclo mais curto. Interações entre espaçamentos e densidades de plantio, para o período, em dias, da emergência à floração, embora tenham apresentado diferenças significativas, são irrelevantes agronomicamente.

Na variedade 'I.A.C. 1246', o decréscimo do espaçamento entre fileiras aumentou linearmente a produção de grãos, e o número de panículas por unidade de área diminuiu o número de grãos cheios por panícula e não teve efeito sobre o peso de 1.000 grãos. Conclui-se que o aumento da produção de grãos, em razão do de-



créscimo do espaçamento, está associado principalmente ao maior número de perfilhos férteis (panículas) por unidade de área, observado nos menores espaçamentos entre fileiras. O aumento da densidade de plantio diminuiu linearmente a produção de grãos cheios por panícula (embora esta diminuição tenha sido mais acentuada com o aumento da densidade de plantio nos maiores espaçamentos) e não teve efeito sobre o peso de 1.000 grãos. Conclui-se que o decréscimo da produção, diante do aumento da densidade de plantio, relaciona-se com o menor número de grãos cheios por panícula, observado nas maiores densidades de plantio.

Na variedade 'Batatais' o decréscimo do espaçamento entre fileiras aumentou a produção de grãos e o número de panículas por unidade de área, sendo o aumento do número de panículas mais acentuado pelo decréscimo do espaçamento de 50 para 30 cm. O número de grãos cheios por panícula cresceu com o aumento do espaçamento até o máximo de 55 cm entre fileiras, aproximadamente, em todas as densidades de plantio, e o peso de 1.000 grãos cresceu linearmente com o aumento do espaçamento entre fileiras. Pode-se concluir que o aumento da produção de grãos, em razão do decréscimo do espaçamento, na variedade 'Batatais', também está associado, principalmente, ao maior número de panículas por unidade de área, obtido nos menores espaçamentos. Este maior número de panículas

QUADRO 5 - Altura média da planta, em cm, relação grão/palha e período médio, em dias, da emergência à floracão, em duas variedades de arroz, em regime de irrigação por aspersão, em função dos espaçamentos e das densidades de plantio ^{1/}

Espaça- mento (cm)	Densida- des plan- tas/m ²	Altura da planta - (cm)		Relação grão/palha			Período da emerg. à Floracão		
		Variedades		Variedades		Variedades		Variedades	
		I.A.C.-1246	Batatais	Médias	I.A.C.-1246	Batatais	Médias	I.A.C.-1246	Batatais
30	58	105,00	90,50	97,75	1,09	1,11	1,10	96,75	79,75
	116	96,00	86,25	91,12	1,05	1,19	1,12	98,75	80,75
	174	98,25	87,25	92,75	1,01	1,22	1,11	97,00	79,50
50	58	108,75	93,75	101,25	1,14	1,29	1,21	98,75	81,25
	116	106,50	91,50	99,00	1,07	1,36	1,21	97,50	79,50
	174	99,00	88,00	93,50	0,97	1,25	1,11	97,75	80,25
70	58	114,75	90,75	102,75	1,16	1,04	1,10	98,75	81,00
	116	111,50	91,75	101,62	1,01	1,23	1,12	98,75	79,75
	174	107,50	84,00	95,75	1,05	1,05	1,05	98,25	80,25
90	*	99,75 b	88,00 a	93,87	1,05	1,17	1,11	97,50	81,00
	*	100,58 b	91,08 a	97,91	1,06	1,30	1,18	98,00	80,33
	*	111,25 a	88,83 a	100,04	1,08	1,11	1,09	98,58	80,33
116	*	109,50	91,66	100,58 a	1,13	1,15	1,14	98,08	80,66
	*	104,66	89,83	97,24 ab	1,05	1,26	1,15	98,33	80,00
	*	101,58	86,42	94,00 b	1,01	1,17	1,09	97,66	80,00
174	*	105,25	89,30	97,27	1,06 B	1,19 A	1,13	98,03 A	80,22 B
	*	*	*	*	*	*	*	*	*

1/ Em cada coluna, médias seguidas por letras minúsculas diferentes apresentam diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; na linha, médias seguidas por letras maiúsculas diferentes apresentam diferenças significativas.

obtido nos menores espaçamentos foi suficiente para superar o efeito da diminuição do número de grãos cheios por panícula e do peso de 1.000 grãos ocorrido nos menores espaçamentos, aumentando ainda a produtividade de grãos. O aumento da densidade de plantio aumentou a produção de grãos, em todos os espaçamentos, até um máximo em torno da densidade de 118 plantas por metro quadrado. O número de panículas por unidade de área também foi aumentado, sendo este aumento mais acentuado quando se elevou a densidade de plantio de 58 para 116 plantas por metro quadrado. Por outro lado, o aumento da densidade diminuiu linearmente o número de grãos cheios por panícula, enquanto o peso de 1.000 grãos diminuiu, em todos os espaçamentos, até um mínimo, na densidade de 104 plantas por metro quadrado, sendo as maiores médias obtidas na densidade de 174 plantas por metro quadrado. Os resultados obtidos para produção de grãos, com relação à densidade de plantio, podem ser atribuídos ao menor aumento do número de panículas por unidade de área quando se aumentou a densidade de 116 para 174 plantas por metro quadrado. Este aumento do número de panículas não foi suficiente para compensar o efeito da redução do número de grãos cheios por panícula, diante do aumento da densidade de plantio. Porém, o maior aumento do número de panículas, causado pelo aumento da densidade de 58 para 116 plantas por metro quadrado, compensou o decréscimo do número de grãos cheios por panícula e foi eficiente em aumentar a produção de grãos.

Pelo exposto, verifica-se que, para produção de grãos, as variedades comportaram-se diferentemente quanto às densidades de plantio usadas. A variedade 'I.A.C. 1246' mostrou-se mais influenciada pela concorrência entre plantas, em consequência do aumento da densidade de plantio, do que a variedade 'Batatais'. Dos principais componentes da produção estudados, o número de panículas por unidade de área e o número de grãos cheios por panícula são os que explicam melhor as respostas da produção de grãos à densidade de plantio, para as duas variedades. Assim, o aumento da densidade de plantio aumentou o número de panículas por unidade de área e diminuiu o número de grãos cheios por panícula, nas duas variedades, sendo que o decréscimo do número de grãos cheios, em razão do aumento da densidade de plantio, foi bem maior na variedade 'I.A.C. 1246'.

A relação grão/palha foi maior na variedade 'Batatais' e, como esta variedade e a 'I.A.C. 1246' apresentaram a mesma produção de grãos, pode-se admitir que esta última produziu maior quantidade de palha.

O número de espiguetas por panícula é determinado durante a fase reprodutiva (12). Nas variedades precoces, geralmente não ocorre desenvolvimento de área foliar que possibilite a produção de produtos de assimilação requeridos para o desenvolvimento de grande número de espiguetas por panícula (21). Como a variedade 'I.A.C. 1246', de maior ciclo vegetativo, foi a que apresentou maior decréscimo do número de grãos cheios por panícula, em razão do aumento da densidade de plantio, estes resultados estão possivelmente associados ou com a disponibilidade de nutrientes que se correlaciona positivamente com o número de espiguetas por panícula (12) ou com a baixa atividade fotossintética durante a fase reprodutiva, influindo no número de grãos cheios por panícula (21). A competição por luz e nutrientes, diante do aumento da densidade de plantio, mais acentuada na variedade 'I.A.C. 1246', talvez seja porque ela, com maior produção de palha por unidade de área, requer, consequentemente, maiores quantidades de luz e nutrientes. Além disto, se esta variedade apresenta maior quantidade de palha, pode-se admitir a ocorrência de maior sombreamento mútuo, o que diminui a eficiência de utilização da luz quando a densidade de plantio é aumentada.

4. RESUMO

Um ensaio foi realizado na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, com o objetivo de estudar o comportamento, quanto à produtividade e características agronômicas, de duas variedades de arroz, em três espaçamentos entre fileiras e três densidades de plantio, sob condições de irrigação por aspersão e em solos de terraço — PVAC — fase terraço.

As variedades estudadas foram: 'I.A.C. 1246', de ciclo médio (130-135 dias), e 'Batatais', de ciclo curto (110-120 dias). Foi feita uma adubação de 30 kg/ha de N, 40 kg/ha de P₂O₅ e 30 kg/ha de K₂O, nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Um terço do nitrogênio foi aplicado no plantio, junto com todo o fósforo e potássio, e os dois terços restantes foram

aplicados, em cobertura, no início da diferenciação floral de cada variedade.

Foram utilizados espaçamentos entre fileiras de 30, 50 e 70 cm e densidades de plantio de 58, 116 e 174 plantas por metro quadrado, correspondendo, respectivamente, a densidades em torno de 20, 40 e 60 kg de sementes por ha, para a variedade 'I.A.C. 1246', e 18, 36 e 54 kg de sementes por ha, para a variedade 'Batatais'.

Para verificar a necessidade de rega, utilizaram-se células de gesso de «Bouyoucos», colocadas, em cada repetição, a 15 cm de profundidade. Irrigava-se quando as leituras no «Bouyoucos Moisture Meter» indicavam, em qualquer das células instaladas, 50% d'água disponível.

As produções de grãos, por unidade de área, cresceram nas duas variedades à medida que o espaçamento entre fileiras decresceu, sendo as produções mais altas obtidas no menor espaçamento, 30 cm.

Para a variedade 'I.A.C. 1246', as produções de grãos foram diminuídas linearmente pelo aumento da densidade de plantio, sendo a maior produção obtida na densidade de 58 plantas por m², correspondendo, aproximadamente, a 20 kg de sementes por ha, no espaçamento de 30 cm. Porém, para a variedade 'Batatais', um máximo de produção de grãos foi obtido em torno da densidade de 118 plantas por m², correspondendo, aproximadamente, a 36,5 kg de sementes por ha, no espaçamento de 30 cm.

O efeito linear do aumento da produção de grãos das duas variedades, obtido com o decréscimo do espaçamento entre fileiras, é atribuído ao maior número de panículas por unidade de área observado nos menores espaçamentos entre fileiras.

As diminuições das produções de grãos, em razão do aumento da densidade de plantio, mostraram-se associadas ao número de grãos cheios por panícula, que diminuiu à medida que a densidade de plantio foi aumentada, evidenciando uma competição entre plantas.

O peso de 1.000 grãos, na variedade 'Batatais', foi aumentado com maiores espaçamentos entre fileiras e diminuído pelo aumento da densidade de plantio até um mínimo de 104 plantas por m², sendo que os maiores pesos foram obtidos na densidade de 174 plantas por m², em todos os espaçamentos. Para a variedade 'I.A.C. 1246', não houve influência dos tratamentos no peso de 1.000 grãos. Esta variedade apresentou maior peso do grão.

A altura da planta foi reduzida pelo aumento da densidade de plantio e aumentada apenas no espaçamento de 70 cm entre fileiras, na variedade 'I.A.C. 1246'.

A variedade 'Batatais' apresentou maior fertilidade de perfilhos, maior relação grão/palha e menor ciclo vegetativo.

5. SUMMARY

The effect of three row width — 30, 50 and 70 cm — and three plant densities — 58, 116 and 174 plants/m² — on grain production, principal yield components and other agronomic characteristics of the rice varieties 'I.A.C. 1246' and 'Batatais', grown under sprinkle irrigation were studied in trials near Viçosa, Minas Gerais, Brazil.

Soil Moisture was monitored by Bouyoucos blocks placed 15 cm below the soil surface, and irrigation was begun whenever the moisture level reached 50% of available water.

Grain production in both varieties increased as row width decreased; the highest production was obtained with 30 cm between rows. This increase in production was primarily due to a greater number of panicles per unit area.

Grain production decreased linearly with the increase of plant density in 'I.A.C. 1246' the highest production occurring at 58 plants/m², while 'Batatais' produced best with about 118 plants/m². In both cases decreased production was primarily due to fewer grains per panicle.

'Batatais' variety showed higher tiller fertility and grainstraw ratio and early maturity.

6. LITERATURA CITADA

1. ANDRADE, D., GALVÃO, J.D., BRANDÃO, S.S. & GOMES, F.R. Efeito do es-

- paçamento entre fileiras e densidade de plantio sobre a produção de arroz «de sequeiro». *Experientiae* 11 (3):135-161. 1971.
2. BHAN, B.M. Influence of row spacing on upland paddy. *Il Riso* 17 (2):149-154. 1968.
 3. BHAN, B.M. Relationship between growth and yield characteres in upland paddy. *Il Riso* 15(3):229-232. 1966.
 4. BRANDÃO, S.S., GALVÃO, J.D. & OLIVERA, L.M. Relação entre umidade dos grãos na colheita do arroz e o rendimento total e de grãos inteiros no beneficiamento. *Rev. Ceres* 17(91):35-46. 1970.
 5. CHANDLER, R.R. Jr. Plant morphology and stand geometry in relation to nitrogen. In: DINAUER, R.C. *Physiological aspects of crop yields*. Madison, Amer. Soc. Agron., 1969. p. 265-285.
 6. CHANG, W.L. Competitive ability and density response in rice. *Taiwan Agric. Quartely* 7(1):16-25. 1971.
 7. DEL GIUDICE, R.M., BRANDÃO, S.S., GALVÃO, J.D. & GOMES, F. R. Irrigação do arroz por aspersão: profundidade de rega e limites d'água disponível. *Experientiae* 18(5):103-123. 1974.
 8. DINIZ, J.A. *Comportamento de cultivares de arroz, em terras altas, sob regime de irrigação por aspersão, em diferentes níveis de adubação nitrogenada*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1975. 53 p. (Tese M.S.).
 9. F.A.O., Roma *Production Yearbook*, Roma, 1974. 523 p.
 10. GODOY, O.P. & ORSI, E.W.L. Variedades precoces de arroz: Influência do espaçamento e da densidade de semeadura. *Lav. Arrozeira* 19(222):15-18. 1965.
 11. JANICK, J. *A Ciência da Horticultura*. Rio de Janeiro, USAID, 1966. 485 p.
 12. MURATA, Y. Physiological responses to nitrogen in plants. In: DINAUER, R.C. *Physiological aspects of crop yields*. Madison, Amer. Soc. Agron., 1969. p. 235-259.
 13. OLIVEIRA, A.L. Arroz — Densidade de semeadura em cultura de sequeiro. Piracicaba, Esc. Sup. Agric. «Luiz de Queiroz», U.S.P., 1972. 41 p. (Tese M.S.).
 14. ORSI, E.W.L. & GODOY, O.P. Arroz: ensaio fatorial variedade x espaçamento x densidade. *Anais da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz*, 24:45-55. 1967.
 15. POLI, P. Experimento di cultura de riso com irrigazione a pioggia. *Riso* 6(2):12-14. 1957.
 16. RANDIN, A., SATTAR, A.R. & CHAUDHRY, M.S. Sprinkler irrigation for rice crop: a possibility. *Revue Agric. Sucr.*, Ile Maurice, 48(4):331-332. 1969.
 17. RICHARDS, L.A. Methods of measuring soil moisture tension. *Soil Science* 68(1):95-112. 1949.
 18. SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, M.G. *Statistical methods*. 6. ed. Ames, Iowa State University Press, 1969. 594. p.
 19. STROVER, P.M. Irrigated rice: potential lowveld crop. *Rhodesia Agric. J.* 67(2):39-40. 1970.
 20. VASCONCELOS, D.M. & ALMEIDA, L.M. *Espaçamento entre sulco na cultura do arroz*. Recife, Inst. de Pesq. Agrop. do Nordeste, 1961. 41 p. (Bol. n.^o 15).

21. VERGARA, B.S. Plant growth and development. In: UNIVERSITY OF PHILIPPINES. College of Agriculture. *Rice production manual*. rev. ed., College, Laguna, 1970. p. 17-37.