



EFEITO DE DIFERENTES TENSÕES DE UMIDADE NO SOLO, EM DUAS FASES
DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA, COM RELAÇÃO
AO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO ARROZ

por

T
09/84

JOSÉ CARLOS CRUZ

CRUZ
09/84

Tese Apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como Parte das
Exigências do Curso de Fitotecnia,
para Obtenção do Grau de "Magister
Scientiae".

VIÇOSA - MINAS GERAIS

1974

EFEITO DE DIFERENTES TENSÕES DE UMIDADE NO SOLO, EM DUAS FASES
DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA, COM RELAÇÃO
AO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO ARROZ

por

JOSÉ CARLOS CRUZ

APROVADA:

S. Starling Brandão

Prof. Sylvio Starling Brandão
Orientador

Renato

Prof. Renato Mário del Giudice

Blamor

Prof. Blamor Torres Loureiro

Louizton

Prof. Luiz Antônio Nogueira Fontes

Carlos Sigueyuki Sedyama

Prof. Carlos Sigueyuki Sedyama

Dedico este trabalho
à minha esposa,
a meus pais e
a meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Ao término deste trabalho o autor agradece às seguintes instituições e pessoas:

À Universidade Federal de Viçosa, através do Conselho de Pós-Graduação e ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado, em Fitotecnia.

Ao Professor Sylvio Starling Brandão, pela sua eficiente e segura orientação.

Aos Professores Renato Mário del Giudice, Paulo Afonso Ferreira e Blenor Torres Loureiro, pelas substanciosas sugestões e esclarecida orientação.

Ao Professor Carlos Sigueyuki Sedyama, pela orientação nas análises estatísticas.

À Senhorita Maria Dias Bicalho, pela colaboração prestada.

A todos os funcionários da ESA que, eficientemente, colaboraram para a realização deste trabalho.

Finalmente, a todos que, direta ou indiretamente, participaram na execução da presente tese.

BIOGRAFIA DO AUTOR

JOSÉ CARLOS CRUZ, filho de João Speridião Cruz e Hilda Costa Cruz, nasceu em Guiricema, Minas Gerais, a oito de novembro de 1948.

Em 1970, obteve o diploma de Engenheiro-Agrônomo pela Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal de Viçosa.

Em 1971, trabalhou em Extensão Rural no município de Iúna, no Estado do Espírito Santo.

Em 1972, iniciou o curso de Pós-Graduação, na Universidade Federal de Viçosa.

CONTEÚDO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. Condições de meio	8
3.2. Delineamento experimental	9
3.3. Características estudadas	12
3.4. Avaliação das características	13
3.4.1. Produção de grãos	13
3.4.2. Número de perfilhos, número de panículas e ferti- lidade de perfilhos	13
3.4.3. Número de espiguetas e de grãos cheios por paní- cula e esterilidade de espiguetas	13
3.4.4. Peso do grão	13
3.4.5. Altura da planta	13
3.4.6. Floração	13
3.4.7. Peso seco da parte aérea (palha) e relação entre peso dos grãos e da palha (relação grão/palha) .	14
3.4.8. Grãos gessados	14
3.5. Análise estatística	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Produção	15

	Página
4.2. Perfilhos, panículas e percentagem de perfilhos fér- teis	17
4.3. Número de espiguetas e de grãos cheios por panícula, es- terilidade de espiguetas e peso de 100 grãos	19
4.4. Características da planta	21
4.4.1. Altura da planta, peso seco da parte aérea (pa- lha) e relação entre peso dos grãos e peso da parte aérea (relação grão/palha)	21
4.4.2. Florescimento e grãos gessados	23
4.5. Considerações gerais	25
5. RESUMO E CONCLUSÕES	27
6. LITERATURA CITADA	29

1. INTRODUÇÃO

O arroz é cultivado em todos os Estados brasileiros. Entretanto, pode afirmar-se que, com exceção do Rio Grande do Sul e pequenas áreas de alguns Estados, onde se pratica a irrigação por submersão contínua, o arroz no Brasil é produzido sem irrigação, em várzeas ou em terras altas.

Há, no país, poucos estudos com referência aos diversos processos de irrigação do arroz. Na literatura mundial, a maioria dos trabalhos realizados se refere à irrigação por submersão contínua, onde são obtidas as maiores produções, enquanto que poucas referências se fazem a outros métodos.

Nota-se, entretanto, uma tendência de os pesquisadores procurarem métodos de irrigação com maiores economias d'água, sem redução ou com redução mínima da produção.

A submersão rotacional - períodos alternados de submersão e de drenagem - é uma prática que apresenta, potencialmente, condições para ótimas produções, com menores gastos d'água. Com manejo eficiente, boas produções têm sido obtidas até com 6.500 m³/ha d'água (10).

Entretanto, se o suprimento d'água é menor do que o adequado, em certos períodos, a produção pode ser prejudicada; deste modo, a água deve ser distribuída de maneira mais eficiente possível. Para isso, o conhecimento do efeito da tensão de umidade no solo em diferentes estádios de crescimento do arroz sobre a produção de grãos, será útil na determinação da distribuição adequada d'água na cultura.

Também a irrigação por aspersão já é citada por alguns autores como um método possível de ser recomendado aos rizicultores, onde o suprimento d'água é limitado (11, 20, 33, 34, 40). Onde a permeabilidade do

solo ou características do microrrelevo tornam pouco recomendável a implantação do sistema de submersão, é vantajoso irrigar o arroz quando indicado pelo teor de umidade no solo. Para isso, tensão de umidade do solo é um índice apropriado e usado para culturas de terras altas (3).

Na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, o cultivo do arroz concentra-se nos leitos maiores dos cursos d'água (planície de inundação), com uma série de inconvenientes para o manejo e a produção da cultura. Em razão do microrrelevo acidentado de outras partes componentes da paisagem da região, as condições topográficas tornam pouco recomendável a sistematização do terreno, tornando problemática o uso da irrigação por submersão. Neste caso, a prática de irrigação por aspersão poderá permitir o cultivo do arroz, principalmente nos terraços aluvionais pesados da região, possibilitando melhores condições para o desenvolvimento da cultura e promovendo certa estabilidade das produções anuais (11). Além disto, com a irrigação por aspersão seria possível sucessão de culturas no mesmo ano agrícola, tornando mais econômico o uso da terra.

O presente trabalho tem por objetivos verificar o efeito de diferentes níveis de tensão de umidade no solo, em duas fases do desenvolvimento da planta, sobre o crescimento e a produção do arroz, assim como fornecer subsídios para se determinar a duração mais recomendável do período de drenagem dos tabuleiros, no processo de submersão rotacional e o intervalo de rega apropriado na irrigação do arroz por aspersão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O sistema de irrigação por submersão contínua, durante a maior parte do ciclo da planta, apesar de resultar nas mais altas produções de grãos (6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 29, 30, 35, 36, 38) requer maior quantidade d'água para sua manutenção (10).

Alguns trabalhos, entretanto, mostraram ser possível o uso de drenagens periódicas, promovendo economia d'água, sem afetar ou afetando pouco a produção do arroz.

Ramiah, citado por AGLIBUT et alii (1), relata que a água pode ser removida do campo durante alguma parte do estágio vegetativo para aeração do solo e raízes da planta, porém a drenagem não deverá ir além do início do rachamento do solo. De acordo com o mesmo autor, a água seria continuamente suprida a partir do início da diferenciação floral, porque este é o estágio de transpiração mais intensa.

Confirmando a possibilidade de drenagem do solo na fase vegetativa, HALL e TACKETT (21) encontraram maior produção para os tratamentos onde a submersão foi retardada por 59 dias após o semeio, comparada com os tratamentos de solo continuamente inundado, nunca inundado ou inundado, drenado e reinundado.

SHAFI e AHMAD (37) trabalhando com os cultivares IR 8, IR 5 e Basmati 370, concluíram que a água poderia ser retirada por mais de 20 dias após o estágio de perfilhamento máximo, sem afetar a produção.

CHAUDHRY e PANDEY (8), em experimento com o cultivar IR 8, compararam os seguintes tratamentos: irrigação semanalmente, irrigação quando o solo começava a rachar, umedecimento e secamente alternados, bem como inundação contínua durante o período de crescimento. Todos os tratamentos produziram acima de 7.500 kg/ha e não diferiram entre si. As quan

tidades d'água consumidas por estes tratamentos foram 12.960, 9.000, 12.870 e 25.660 m³/ha, respectivamente.

ENYI (12), trabalhando com o cultivar DG 79, em vasos, constatou que o período crítico para início da aplicação da submersão contínua foi de 4 a 8 semanas após o transplante.

MOHAN (27) relata que 5 cm d'água mantidos continuamente em campos de arroz tendem a dar as maiores produções e que, em geral, aplicação de pequenas quantidades d'água com pequenos intervalos foi melhor que maiores quantidades aplicadas por períodos mais longos.

Segundo ALLES (4), a análise de produção de grãos, durante sete a nos mostrou que, em geral, a produção foi inversamente relacionada com o total de dias secos e a duração do período de seca durante o período de crescimento.

Por outro lado, trabalho realizado no Instituto Internacional de Pesquisas de Arroz (IRRI) mostra que drenagem durante uma semana no perfilhamento máximo não afetou significativamente a produção. Entretanto, quando as parcelas foram drenadas durante uma semana a partir da iniciação da panícula, a produção foi reduzida de 13%. Quando o arroz foi submetido a tensão de umidade da fase de perfilhamento à fase reprodutiva houve decréscimo de 62% na produção (2).

Em outro trabalho realizado no IRRI (3) para verificar o efeito de tensões de umidade sobre vários estádios de crescimento, plantas dos cultivares IR 8, IR 5 e H-4 foram sujeitas a tensão de 50 centibar a 15 cm de profundidade, antes da irrigação com lâmina de 2 cm d'água. Parcelas mantidas continuamente submersas com 5 cm de lâmina d'água foram usadas como controle. A produção de grãos de todas as variedades foi reduzida quando as plantas foram sujeitas àquela tensão de umidade em qualquer estádio de crescimento. De acordo com os resultados obtidos, em termos de redução na produção, a extensão do tempo que a planta é sujeita a tensão de umidade foi considerada mais importante do que o estádio particular de crescimento, no qual a tensão ocorre.

O cultivo do arroz pelo método de irrigação por aspersão é ainda muito pouco empregado, havendo na literatura poucos trabalhos com referência a ele. Entretanto, este método de irrigação se apresenta como uma alternativa bastante favorável onde a irrigação por submersão se torna problemática.

STROVER (40) informa que cerca de 1.500 ha de arroz, quase todo sob irrigação por aspersão, teria sido cultivado no verão de 1969-70, na Rodésia. Os resultados experimentais com os cultivares Blue Bonnet e Blue Belle apresentaram produções comerciais de 3.000-4.500 kg/ha de arroz em casca.

POLI (33), em ensaio realizado na Sardenha, no qual o arroz foi irrigado por aspersão, indica que é possível o cultivo de arroz por este método. A produção obtida em solo pobre foi equivalente a 2.500-3.000 kg/ha de grãos.

RAMDIN et alii (34), em ensaio de campo com o cultivar Taichung

Native 1, em semeio direto, compararam os seguintes tratamentos: não irrigado, irrigado por aspersão com: (a) 7,5 mm, diariamente, (b) 22,5 mm de 3 em 3 dias, (c) 45 mm de 6 em 6 dias e por submersão contínua. As chuvas caídas foram abaixo da média e as parcelas não irrigadas não deram produção. As produções de arroz em casca foram de 5.420, 5.620, 5.720 e 5.630 kg/ha para os tratamentos (a), (b), (c) e continuamente submerso, respectivamente.

Segundo GRIST (20), irrigação por aspersão tem resultado em suficiente sucesso para ser recomendada aos rizicultores. Em Israel, variedade precoce (85-90 dias), em solo com alta percentagem de areia e aplicação de 10-13 irrigações, apresentou produção de 2.500 kg/ha, sendo possível obter até 3.000 kg/ha.

DEL GIUDICE (11) constatou que irrigação por aspersão, em quaisquer dos níveis que estudara, resultou em produções de grãos bem mais elevadas do que quando o arroz recebia apenas água das chuvas. Os melhores resultados foram alcançados com os limites mínimos de 40 e 60% d'água disponível a 10 cm ou 60% a 20 cm de profundidade.

O conhecimento do efeito da tensão de umidade no solo sobre as características da planta de arroz assume papel importante onde não for possível o emprego da submersão contínua.

Os dados encontrados em literatura sobre perfilhamento do arroz não são muito concordantes. Alguns autores (13, 14, 22) não verificaram diferenças significativas no perfilhamento, quando compararam condições de submersão ou saturação com solo parcialmente saturado ou na capacidade de campo. KHAN *et alii* (26), trabalhando com dois cultivares tardios e dois precoces, observaram maiores reduções no perfilhamento quando ocorria um período de seca no estágio de pré-florescimento. ENYI (15) encontrou maior perfilhamento em solo parcialmente saturado, quando comparado com solo inundado.

PANDE e SINGH (31), trabalhando com os cultivares Dular e Patnai-23, constataram redução no perfilhamento, na seguinte ordem: (a) sob condições de chuvas; (b) submersão por 10-15 cm; (c) submergência cíclica; (d) umedecimento cíclico até a saturação, seguido por secamento até a capacidade de campo.

Trabalho realizado no IRRI (3) mostrou que três cultivares sujeitos à tensão de umidade de 50 centibar em diversos estádios de crescimento apresentaram maior número de perfilhos no controle, onde as plantas não foram submetidas a tensão de umidade, ou quando essa tensão foi imposta entre os estádios da iniciação da panícula até a maturação. Apresentaram menor número de perfilhos quando submetidos à tensão nos estágios do transplantio a iniciação da panícula, ou quando foram sujeitos à tensão do transplantio à maturação. Neste mesmo ensaio, os cultivares IR 8, IR 5 e H-4 apresentaram maiores números de panículas, quando não sofreram tensão de umidade no solo ou quando a tensão ocorreu entre os estádios de iniciação da panícula à maturação. Os menores números de panículas foram obtidos, para os três cultivares, quando sujeitos à tensão de 50 centibar do transplantio à iniciação da panícula ou até a matura

ção.

CHAUDHRY e McLEAN (6) e ENYI (16) observaram maior comprimento da panícula em solo submerso comparado com solo parcialmente saturado ou na capacidade de campo.

PANDE e SINGH (31) verificaram que solo mantido submerso continuamente ou em submergência cíclica apresentaram maior número de espiguetas por panícula, comparado com solo mantido entre a saturação e capacidade de campo.

HATTA (23) e SHOHUPAKOVSKII (38) verificaram que inundação periódica ou intermitente reduzia o comprimento da panícula, comparado com solo continuamente submerso.

AGLIBUT et alii (1) e PATEL (32) verificaram correlação positiva entre o comprimento de panículas e altura de plantas.

CHAUDHRY e McLEAN (6), PANDE e SINGH (31) e SHOHUPALOVSKII (38) relatam que plantas cultivadas em regime de irrigação por submersão contínua apresentaram menores percentagens de esterilidade de espiguetas do que plantas cultivadas sob regime de irrigações periódicas ou em solos não saturados. No IRRI (3), observou-se que os cultivares IR 8 e IR 5 apresentaram maiores percentagens de grãos fanados, quando as plantas foram sujeitas à tensão de 50 centibar do transplântio à maturação.

Vários autores (6, 23, 31, 38) têm encontrado que o arroz cultivado por submersão contínua apresenta maior número de grãos cheios do que cultivado sob regime de submersão intermitente ou cíclica ou mesmo quando a umidade do solo é mantida na capacidade de campo.

Trabalho realizado no IRRI (3) mostrou que a tensão de umidade entre os estádios de iniciação da panícula e maturação reduziu o número de grãos cheios por panícula, quando comparado ao controle, que não sofreu efeito de tensão de umidade, e ao tratamento, onde o arroz foi sujeito a tensão de 50 centibar entre os estádios de transplântio até a iniciação floral. Quando o arroz foi submetido a tensão de umidade do transplântio à maturação, o número de grãos cheios foi bastante reduzido para os cultivares estudados.

KHAN et alii (26) verificaram que deficiência hídrica no período compreendido entre uma e seis semanas após a emergência não afetou o peso de 100 grãos. Entretanto, seca no florescimento causou severa redução. No IRRI (3), tensão de umidade de 50 centibar do transplântio à maturação reduziu bastante o peso de 100 grãos. HATTA (23) e SHOHUPAKOVSKII (38) constataram redução no peso de grãos de plantas sob regime de irrigações periódicas ou intermitente, quando comparado com regime de submersão contínua.

ENYI (13), HALM (22), JAVA e GHILDIAL (24), KHAN et alii (26) e Ashi et alii, citados por CHEANEY (9), verificaram que as plantas cultivadas em regime de submersão contínua apresentaram maior peso seco, comparada com plantas cultivadas em solo não saturado.

Vários autores têm observado que a submersão contínua, comparada com solos não saturados ou com menores teores de umidade, promove maior

altura de plantas (6, 13, 14, 26) e redução no período do semeio à emergência da panícula (6, 13, 16, 23).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Condições do meio

O presente estudo foi realizado no ano agrícola 1972-73, em Viçosa, Minas Gerais.

O ensaio foi conduzido em vasos, colocados em condições de campo, em linha dupla contínua, entre duas fileiras de arroz, as quais, assim como os pares de vasos nos dois extremos, funcionaram como bordaduras.

O cultivar usado foi o "IAC 1246". O plantio foi realizado no dia 10.11.72, usando sementes pré-germinadas. No dia 22.11.72 foi feito desbaste, deixando 3 plantas por vaso.

Cada vaso recebeu cerca de 9 kg de material do solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, apresentando as características físicas e químicas listadas no quadro 1.

Todo o material do solo usado foi passado em peneira com malhas de 2 mm de diâmetro, não sendo feita adubação nos vasos.

A curva de retenção de umidade do solo usado, representada na figura 1, foi determinada no Laboratório de Solos do Departamento de Fito-tecnia da ESA, U.F.V. A calibração das células de Colman na figura 2 foi feita segundo as recomendações de KELLEY (25), no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Agrícola da ESA, U.F.V.

As determinações das tensões de umidade foram feitas através de uso simultâneo das curvas de calibração das células de Colman e de retenção de umidade. Foram iniciadas no dia 28.11.72 e realizadas diariamente.

QUADRO 1 - Resultado das análises granulométricas e químicas do solo usado no experimento */

Análises granulométricas		% de:
Areia grossa		27
Areia fina		16
Silte		25
Argila		32
Classificação textural **/		Franco argiloso

Análise química	Teores de:	Níveis de fertilidade do solo ***/
pH em água 1:2,5	6,4	acidez fraca
Al trocável eq. mg/100 g de solo	0,09	baixo
Fósforo (P) ppm	30,50	alto
Potássio (K) ppm	baixo	baixo
Ca+Mg eq. mg/100 g de solo	6,2	alto

*/ Análises feitas pelo Laboratório de Solos do Departamento de Fitotecnia da ESA, U.F.V.

**/ De acordo com as normas da Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, adotadas pelo Laboratório de Solos do Departamento de Fitotecnia na ESA, U.F.V.

***/ De acordo com PIPAEMG. Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, Secretaria de Agricultura, 1972. 88 p. | 2ª tentativa|.

3.2. Delineamento experimental

O delineamento usado foi blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada vaso representava uma repetição de cada tratamento.

Os tratamentos foram:

1. Submersão contínua até o fim da fase pastosa dos grãos;
2. Submersão contínua até a diferenciação floral, seguida de irrigação por aspersão, sempre que atingida a tensão de 1 bar;
3. Idem, idem, sempre que atingida a tensão de 3 bares;
4. Idem, idem, sempre que atingida a tensão de 5 bares;
5. Irrigação por aspersão, sempre que atingida a tensão de 1 bar até a diferenciação floral, seguida de submersão contínua até o fim da fase pastosa dos grãos;

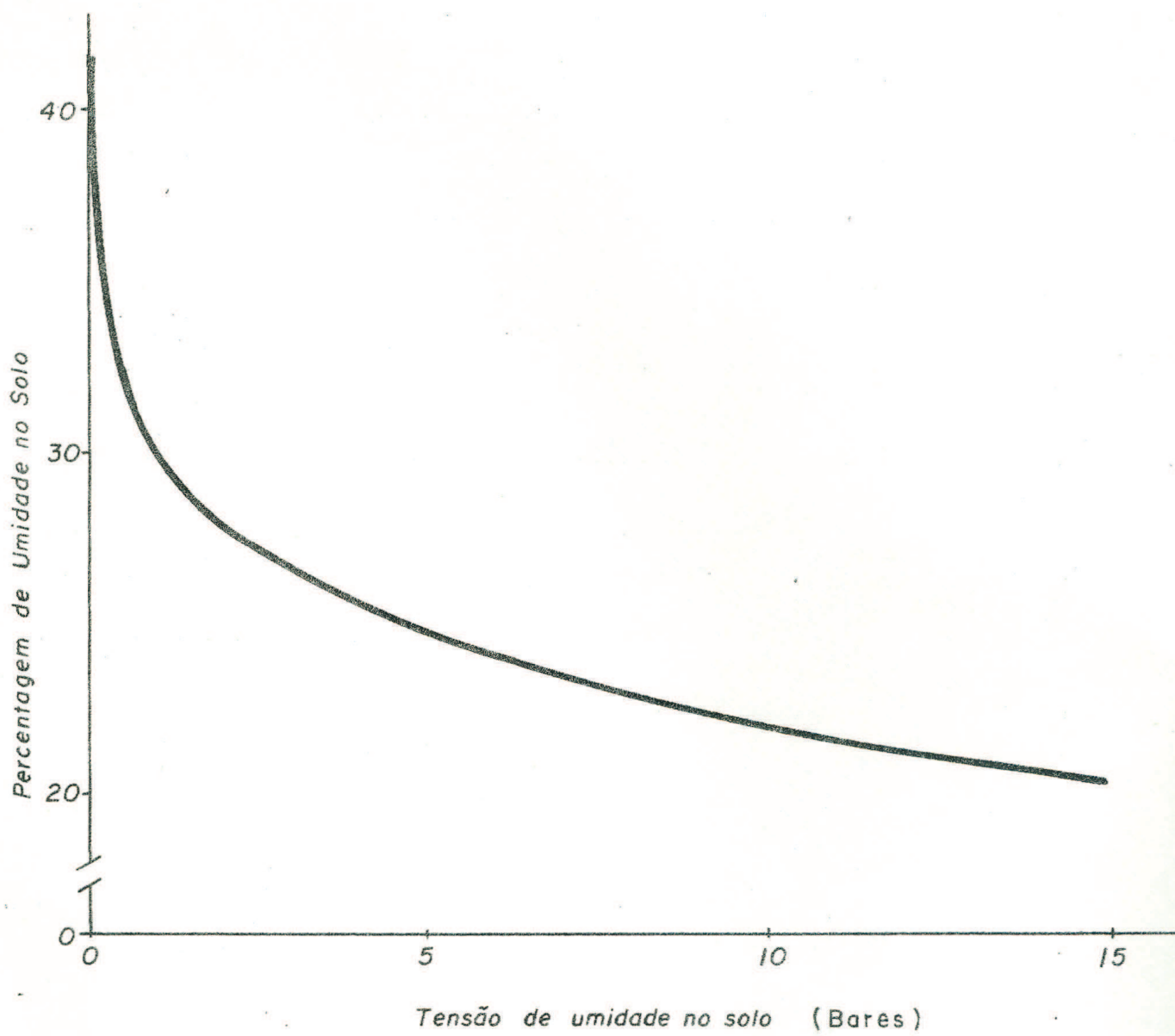


FIGURA I - Curva de retenção de umidade no solo

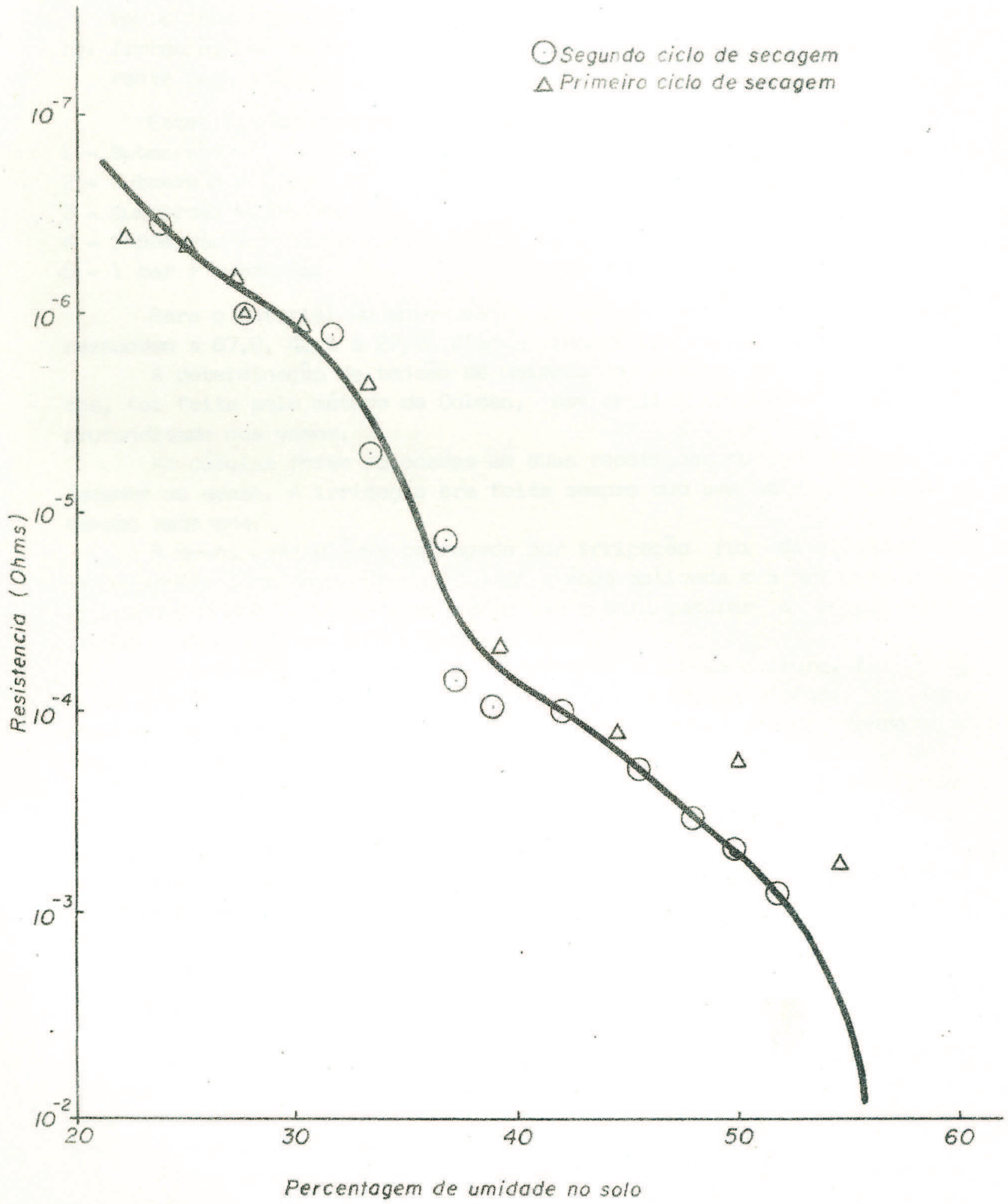


FIGURA 2 - Curva de calibração das células de Colman para o solo usado no experimento.

6. Idem, idem, à tensão de 3 bares;
7. Idem, idem, à tensão de 5 bares;
8. Irrigação por aspersão, sempre que atingida a tensão de 1 bar, durante todo o ciclo;
9. Irrigação por aspersão, sempre que atingida a tensão de 3 bares, durante todo o ciclo;
10. Irrigação por aspersão, sempre que atingida a tensão de 5 bares, durante todo o ciclo.

Estes tratamentos podem ser assim resumidos:

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1 - Submersão | 6 - 3 bares + submersão |
| 2 - Submersão + 1 bar | 7 - 5 bares + submersão |
| 3 - Submersão + 3 bares | 8 - 1 bar ciclo todo |
| 4 - Submersão + 5 bares | 9 - 3 bares ciclo todo |
| 5 - 1 bar + submersão | 10 - 5 bares ciclo todo |

Para o material do solo usado, as tensões de 1, 3 e 5 bares, correspondem a 67,0, 42,5 e 29,8% d'água disponível, respectivamente.

A determinação da tensão de umidade no material do solo, nos vasos, foi feita pelo método de Colman, com células colocadas a 15 cm de profundidade nos vasos.

As células foram colocadas em duas repetições de cada tratamento, tomados ao acaso. A irrigação era feita sempre que uma delas indicasse a tensão desejada.

A quantidade d'água empregada por irrigação foi determinada nos vasos usados como bordadura. Mediu-se a água aplicada e a percolada, verificando-se que 1.200 ml eram suficientes para saturar o solo, mesmo quando a tensão de umidade atingia 5 bares.

A submersão, durante todo ou parte do ciclo da cultura, foi conseguida por um sistema de mangueira ligadas a uma tomada d'água. Os vasos onde era feita a submersão recebiam um fluxo contínuo d'água, sendo mantida uma lâmina d'água de 3 cm de espessura.

A determinação do início da diferenciação floral foi verificada em plantas das fileiras usadas como bordadura. O início de diferenciação floral ocorreu aos 73 dias após o plantio.

Para evitar a interferência de chuvas, o experimento foi protegido, quando necessário, por meio de uma cobertura móvel, de plástico transparente.

3.3. Características estudadas

Além da produção de grãos, foi estudada a influência dos tratamentos sobre os principais componentes da produção: número de perfilhos, número de panículas, número de espiguetas por panícula, número de grãos por panícula e peso dos grãos (5).

Foram ainda estudadas as seguintes características: altura de plantas, floração, grãos gessados, peso seco da parte aérea (palha) e re-

lação entre peso de grãos e palha.

3.4. Avaliação das características

3.4.1. Produção de grãos

Após a colheita, os grãos foram mantidos em ambiente seco e areja do durante certo período, para que se fizesse a uniformização do teor de umidade. Posteriormente, foram pesados com precisão de centésimo de grama.

3.4.2. Número de perfilhos, número de panículas e fertilidade de perfilhos

Os números de perfilhos e de panículas foram determinados na colheita. A percentagem de perfilhos férteis foi obtida pela fórmula: % de perfilhos férteis = $\frac{\text{n}^{\circ} \text{ de panículas}}{\text{n}^{\circ} \text{ de perfilhos}} \times 100$.

3.4.3. Número de espiguetas e de grãos cheios por panícula e este - ridade de espiguetas

Após a colheita, determinou-se o número de grãos cheios e fanados, para cada panícula, transformando-os em média por panícula.

O número de espiguetas por panícula foi representado pela soma de grãos cheios e fanados. A esterilidade de espiguetas foi obtida, em percentagem, usando a seguinte fórmula:

$$\text{Esterilidade de espiguetas em \%} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de grãos fanados}}{\text{n}^{\circ} \text{ de espiguetas}} \times 100.$$

3.4.4. Peso do grão

O peso médio do grão foi obtido pela divisão do peso total pelo número de grãos cheios. Para análise estatística, usou-se o peso médio de 100 grãos.

3.4.5. Altura da planta

Tomou-se a planta mais alta por ocasião da colheita, medida do nível do solo, no vaso, até o nó inferior da panícula.

3.4.6. Floração

Determinou-se o número de dias entre o plantio e o início da emergência da primeira panícula em cada repetição.

3.4.7. Peso seco da parte aérea (palha) e relação entre peso dos grãos e da palha (relação grão/palha)

O peso seco da parte aérea foi determinado colocando o material em estufa de ventilação forçada, a 78°C, durante 48 horas.

A relação Grão/Palha foi determinada dividindo a produção de grãos pelo peso seco da parte aérea.

3.4.8. Grãos gessados

Obteve-se a percentagem de grãos gessados tomando-se uma amostra de 100 grãos, sem casca, para cada tratamento, em cada repetição. As amostras foram retiradas usando-se um divisor de precisão e a identificação dos grãos gessados foi feita com auxílio do diafanoscópio.

3.5. Análise estatística

Para a análise de variância, os dados sobre número de espiguetas e de grãos choios por panícula, assim como os números de panículas e per filhos por vaso, foram transformados em \sqrt{x} e as percentagens de per filhos férteis, esterilidade de espiguetas e de grãos gessados foram transformados em $\sqrt{\%}$, de acordo com as recomendações de SNEDECOR e COCHRAN (39).

A significância das diferenças entre médias foi verificada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento que era irrigado por aspersão a partir da diferenciação floral, sempre que era atingida a tensão de 3 bares, recebeu 6 irrigações, enquanto que os tratamentos, que eram irrigados às tensões de 1 e 5 bares, a partir da diferenciação floral, receberam 5 e 4 irrigações, respectivamente. Uma vez que o material do solo nos vasos era bastante homogêneo, estes resultados indicam que houve problema com as células de Colman, usadas naquele primeiro tratamento. Por este motivo, o tratamento "Submersão + 3 bares" foi eliminado do experimento.

4.1. Produção

O quadro 2 apresenta o resumo da análise de variância da produção de grãos, mostrando haver diferença significativa, ao nível de 1%, entre os tratamentos. As produções médias, em gramas/vaso, de arroz em casca de cada tratamento, são apresentadas no quadro 3.

Os resultados obtidos (quadro 3) mostram que as maiores produções de arroz foram alcançadas com a submersão contínua, em concordância com uma série de autores (6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 29, 30, 35, 36, 38).

Deficiência hídrica em qualquer das duas fases do desenvolvimento tenderam a diminuir o rendimento da cultura. Entretanto, os resultados indicam que o efeito sobre a produção é dado principalmente pelo teor de umidade a partir da fase reprodutiva, onde a produção diminuiu significativamente com o aumento da tensão de umidade no solo.

Os tratamentos onde o arroz recebeu irrigação por aspersão até a

QUADRO 2 - Resumo da análise de variância das produções de arroz em casca.

F.V.	G.L.	Quadrado médio
Repetição	3	10,946
Tratamento	8	190,955**
Erro	24	4,864

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 3 - Rendimentos médios, em gramas por vaso, de arroz em casca, obtidos nos diversos tratamentos.

Tratamentos	Produção em g/vaso*
Submersão	26,77 a
Submersão + 1 bar	13,52 c
Submersão + 5 bares	5,91 d
1 bar + submersão	22,11 ab
3 bares + submersão	19,31 b
5 bares + submersão	21,01 b
1 bar ciclo todo	11,70 c
3 bares ciclo todo	9,68 cd
5 bares ciclo todo	10,78 cd
C.V. em %	14,09

* Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

diferenciação floral, seguidos por irrigação por submersão, apresentaram produções elevadas, não diferindo entre si, sendo mesmo que o tratamento irrigado à tensão de 1 bar não diferiu do tratamento onde as plantas foram mantidas em regime de submersão contínua.

Nos tratamentos em que se usou irrigação por aspersão durante todo o ciclo as produções foram significativamente menores do que naquele com submersão contínua, sem entretanto diferir entre si, quanto aos ní-

veis de tensão a que foram submetidos.

Estes resultados indicam que a cultura do arroz é muito sensível à deficiência de umidade no solo, principalmente a partir da fase reprodutiva.

4.2. Perfilhos, panículas e porcentagem de perfilhos férteis

O quadro 4 apresenta o resumo das análises de variância do número de perfilhos, do número de panículas e da fertilidade de perfilhos, constatando-se a existência de diferença significativa entre as médias dos tratamentos.

Os números médios de perfilhos e de panículas por vaso e a porcentagem média de perfilhos férteis, nos diferentes tratamentos, são apresentados no quadro 5.

Trabalhos de vários autores são discordantes quanto ao efeito dos níveis de umidade do solo sobre o perfilhamento. Alguns pesquisadores não observaram diferenças significativas entre perfilhamento (13, 14, 22), outros verificaram aumento (2, 3) e outros constataram redução (11, 31) do perfilhamento, com aumento do teor de umidade do solo até a submersão.

No presente trabalho, o efeito dos tratamentos sobre o número de perfilhos não resultou em diferenças significativas entre os manejos d'água estudados. Apenas nos tratamentos equivalentes a irrigação por aspersão, durante todo o ciclo da planta, houve um perfilhamento significativamente maior quando o solo sofria seca mais acentuada até a nova irrigação.

A porcentagem de perfilhos férteis também variou muito pouco entre os vários tratamentos. Apenas aquele que tinha sido irrigado por aspersão durante todo o ciclo, sempre que atingida a tensão de 5 bares, apresentou tendência à baixa porcentagem de perfilhos férteis, sem entretanto diferir significativamente dos demais tratamentos, exceto daquele em que irrigações à mesma tensão no período vegetativo, era seguida por submersão, a partir do início da fase reprodutiva.

O número de panículas é função do perfilhamento e da fertilidade de perfilhos. De acordo com VERGARA (41), o número de panículas é, em alto grau, determinado na fase vegetativa. Segundo MURATA (28), o número de panículas é determinado cerca de 10 dias após o perfilhamento máximo.

Uma análise do quadro 5 mostra que, de modo geral, os tratamentos com submersão total ou parcial, antes ou após a diferenciação floral, não diferiram entre si quanto ao número de panículas, discordando dos resultados obtidos pelo IRRI (3). Apesar de haver tendência de os tratamentos mantidos submersos na fase vegetativa apresentarem maior número de panículas, não se observou diferença significativa entre eles e os demais tratamentos.

Na irrigação por aspersão durante todo o ciclo, no tratamento submetido à tensão de 5 bares, a porcentagem mais baixa de perfilhos fér-

QUADRO 4 - Resumo das análises de variância do número de perfilhos e de panículas por vaso e da fertilidade de perfilhos.

F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		Perfilhos	Panículas	Fertilidade
		nº	nº	%
Repetição	3	0,0300	0,0184	48,863
Tratamento	8	0,2308**	0,1503**	157,260*
Erro	24	0,0412	0,0461	50,901

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 5 - Números médios de perfilhos e de panículas por vaso e fertilidade de perfilhos em percentagem observados nos diversos tratamentos */.

Tratamentos	Perfilhos	Panículas	Fertilidade de perfilho
	nº	nº	%
Submersão	11,7 abc	9,7 ab	82,5 ab
Submersão + 1 bar	13,5 ab	11,7 a	86,2 ab
Submersão + 5 bares	13,7 a	11,5 ab	83,7 ab
1 bar + submersão	10,7 abc	9,7 ab	89,8 ab
3 bares + submersão	11,5 abc	8,5 b	73,5 ab
5 bares + submersão	10,7 abc	10,0 ab	92,4 a
1 bar ciclo todo	10,2 bc	8,5 b	83,0 ab
3 bares ciclo todo	9,2 c	8,5 b	90,8 ab
5 bares ciclo todo	13,7 a	9,2 ab	68,0 b
C.V. em %	5,96	6,48	10,63

*/ Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

teis foi compensada pelo número elevado de perfilhos, igualando-o às demais tensões usadas quanto ao número de panículas.

4.3. Número de espiguetas e de grãos cheios por panícula, esterilidade de espiguetas e peso de 100 grãos

O quadro 6 mostra o resumo das análises de variância dos números de espiguetas e de grãos cheios por panícula, esterilidade de espiguetas e peso dos grãos, destacando a existência de diferença significativa ao nível de 1% entre os tratamentos.

QUADRO 6 - Resumo das análises de variância dos números de espiguetas e grãos cheios por panícula, esterilidade de espiguetas e peso, em gramas, de 100 grãos.

F.V.	G.L.	Quadrado médio			
		Espiguetas por panícula	Grãos cheios por panícula	Esterilidade de espiguetas	Peso de 100 grãos
		nº	nº	%	g
Repetição	3	0,6169	0,5508	29,9044	0,0465
Tratamentos	8	6,4086**	12,0916**	671,428**	0,3617**
Erro	24	0,2878	0,2373	13,6172	0,0266

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O número de espiguetas por panícula foi significativamente menor quando se compararam os tratamentos que receberam irrigação por aspersão durante todo o ciclo, com os tratamentos que receberam submersão contínua durante todo ou parte do ciclo da cultura. Dentro de cada grupo de manejo d'água estudado não houve diferença significativa entre os vários níveis de tensão de umidade a que o arroz foi submetido (quadro 7).

Estes resultados confirmam os que foram obtidos por diversos autores (6, 16, 31) e discordam dos dados encontrados por HATTA (23) e SHCHU PAKOVSKII (38).

VERGARA (41) relata que o número de espiguetas por panícula é determinado na fase reprodutiva. De acordo com MURATA (28), este número é determinado até 10 dias antes da floração. Poder-se-ia admitir que nos tratamentos com submersão apenas até a diferenciação floral mantiveram o solo com maior teor de umidade durante certa parte da fase reprodutiva, de tal maneira que o número de espiguetas por panícula não diferiu dos demais tratamentos submetidos à submersão durante todo o ciclo ou após a diferenciação floral.

Os resultados do quadro 7 mostram que a esterilidade das espiguetas foi significativamente maior nos tratamentos que receberam submersão contínua na fase vegetativa, seguida de irrigação por aspersão na fase

QUADRO 7 - Médias dos números de espiguetas e grãos cheios por panícula, esterilidade de espiguetas em percentagem e peso médio, em grammas, de 100 grãos, observadas nos diversos tratamentos*./

Tratamentos	Espiguetas	Grãos	Esterilida-	Peso de
	por panícula	cheios por panícula	de de espiguetas	
	nº	nº	%	g
Submersão	92,28 a	80,98 a	11,94 d	3,60 a
Submersão + 1 bar	85,74 a	45,49 b	47,24 b	2,87 d
Submersão + 5 bares	87,28 a	18,37 c	79,06 a	2,88 d
1 bar + submersão	101,81 a	84,29 a	19,59 cd	3,51 abc
3 bares + submersão	105,20 a	84,50 a	20,69 cd	3,59 a
5 bares + submersão	100,80 a	77,39 a	23,37 cd	3,55 ab
1 bar ciclo todo	58,15 b	45,88 b	20,92 cd	3,19 bcd
3 bares ciclo todo	56,73 b	39,68 b	20,40 c	3,09 d
5 bares ciclo todo	47,59 b	37,80 b	20,58 cd	3,12 cd
C.V. em %	5,99	6,61	11,36	4,98

*/ Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

reprodutiva. Neste caso, a esterilidade de espiguetas aumentava com a redução de umidade no solo.

Comparando os tratamentos submetidos à submersão na fase reprodutiva com os submetidos a irrigação por aspersão durante todo o ciclo, não se nota diferenças significativas entre a percentagem de esterilidade de espiguetas, discordando de resultados obtidos por diversos pesquisadores (6, 31, 38).

No presente trabalho, a redução brusca e acentuada do teor de umidade do solo a partir da diferenciação floral não reduziu o número de espiguetas por panícula, porém, aumentou a proporção de espiguetas estéreis, quando comparada com os mesmos teores de umidade mantidos durante todo o ciclo.

O número de grãos cheios por panícula é função do número e fertilidade das espiguetas. Pelo exame do quadro 7, verifica-se que submersão na fase reprodutiva resultou em número de grãos cheios significativamente maiores, comparado com os demais tratamentos, concordando com trabalhos de vários pesquisadores (3, 6, 23, 31, 38). Deve-se este resultado ao maior número de espiguetas por panícula associado à menor percentagem de esterilidade de espiguetas.

O menor número de grãos por panícula ocorreu nos tratamentos em que a submersão era substituída por aspersão a partir da diferenciação floral, sendo que, neste caso, a menor tensão de umidade usada não diferiu significativamente dos resultados obtidos em qualquer das tensões usadas na irrigação por aspersão todo o ciclo.

No primeiro caso, a redução de grãos foi ocasionada por maior esterilidade de espiguetas, enquanto que, no segundo, pelo menor número de espiguetas por panícula.

Estes resultados permitem concluir que o número de grãos cheios por panículas é afetado pelo teor de umidade no solo, após a diferenciação floral, e este número tende a decrescer com o aumento da tensão de umidade no solo.

O maior peso de grãos ocorreu com submersão durante todo o ciclo, sem entretanto diferir significativamente nos tratamentos em que tensões de umidade do solo eram dadas apenas na fase vegetativa. Os menores pesos de grãos ocorreram nos tratamentos em que a submersão era seguida por tensões de umidade a partir da diferenciação floral, sem, entretanto, diferir dos tratamentos que receberam irrigação por aspersão durante o ciclo todo.

Assim, o peso de 100 grãos decresce, principalmente, com o aumento de tensões de umidade após a diferenciação floral.

O amido acumulado no grão de arroz tem duas origens: a) produtos assimilados que se acumulam nos tecidos das folhas e colmos antes do florescimento e que são transformados em açúcares e translocados para os grãos; b) produtos assimilados durante a fase de maturação (fotossíntese na panícula em desenvolvimento, na "bandeira" e nas outras folhas). Pelo menos 70% dos carboidratos do grão são resultantes da fotossíntese após a floração (5, 17, 41)

Considerando idênticas as outras condições para o crescimento da planta, poder-se-ia admitir que tensões de umidade do solo na fase reprodutiva tenderam a reduzir a quantidade de amido fotossintetizado após a floração, sem excluir a possibilidade de que tensão de umidade no solo durante a diferenciação de espiguetas possa diminuir as dimensões das glumelas, reduzindo a capacidade das estruturas de armazenamento e, em qualquer ou ambos os casos, tendendo a reduzir o peso do grão.

4.4. Características da planta

4.4.1. Altura da planta, peso seco da parte aérea (palha) e relação entre peso dos grãos e peso da parte aérea (relação grão/palha)

O quadro 8 mostra o resumo das análises de variância da altura de plantas, peso seco da parte aérea (palha) e da relação grão/palha, apresentando diferença significativa ao nível de 1% entre os tratamentos.

QUADRO 8 - Resumo das análises de variância da altura de plantas, em centímetro, peso seco, em gramas por vaso, da parte aérea (palha) e relação grão/palha.

F.V.	G.L.	Quadrado médio		
		Altura de plantas	Palha	Relação grão/palha
		cm	g	
Repetição	3	58,072	7,693	0,015
Tratamento	8	1315,85**	207,557**	0,195**
Erro	24	21,331	5,474	0,013

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O quadro 9 mostra que submersão durante parte ou todo o ciclo da cultura promoveu maior altura de plantas, quando comparada com às plantas irrigadas por aspersão durante todo o ciclo. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por diversos pesquisadores (6, 13, 14, 26). Entretanto, os resultados mostram que apesar da submersão, em qualquer estágio de crescimento afetar a altura das plantas, para o cultivar estudado o seu efeito foi significativamente maior quando aplicado depois da diferenciação floral. O alongamento mais acelerado dos entrenós mais altos difere com o ciclo da variedade; nas tardias pode ocorrer bem antes da diferenciação floral, ao passo que nas de menor ciclo pode começar depois da iniciação da panícula (41).

Dentro de cada grupo de tratamentos, não houve variação na altura de plantas, entre os níveis de tensão de umidade usados.

Os resultados do peso seco da parte aérea (palha) mostram que submersão durante todo ou parte do ciclo resultou em crescimento significativamente maior da parte aérea, comparados com tensões de umidade durante todo o ciclo da cultura. Assim, submersão antes ou após a diferenciação floral atuou similarmente no desenvolvimento vegetativo da planta, não diferindo do tratamento continuamente submerso.

Por outro lado, tensões de umidade a partir da iniciação da panícula tenderam resultar nas mais baixas relações grão/palha, principalmente quando a tensão de umidade era mais acentuada, no período. Esta ocorrência foi ocasionada principalmente em razão de aumento de esterilidade de espiguetas, redução no número de grãos cheios e do peso dos grãos.

Assim, tensões de umidade após a diferenciação floral não afetaram o desenvolvimento vegetativo da planta, mas reduziram a relação grão/palha.

QUADRO 9 - Média de altura em centímetro, de plantas por vaso, peso seco, em gramas por vaso, da parte aérea (palha) e relação grão/palha*/.

Tratamentos	Altura de plantas	Peso seco da parte aérea	Relação grão/palha
	cm	g	
Submersão	89,6 a	28,26 a	0,95 a
Submersão + 1 bar	74,0 b	31,42 a	0,42 cd
Submersão + 5 bares	64,0 bc	30,55 a	0,18 d
1 bar + submersão	93,8 a	29,77 a	0,74 ab
3 bares + submersão	96,5 a	30,71 a	0,62 bc
5 bares + submersão	98,1 a	30,30 a	0,69 abc
1 bar ciclo todo	62,7 c	14,82 b	0,79 ab
3 bares ciclo todo	55,8 c	14,32 b	0,67 abc
5 bares ciclo todo	53,8 c	19,21 b	0,56 bc
C.V. em %	6,03	9,17	18,56

*/ Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4.4.2. Florescimento e grãos gessados

O quadro 10 mostra o resumo das análises de variância do período, em dias, entre o plantio e o início do florescimento e da percentagem de grãos gessados, mostrando diferenças significativas ao nível de 1%, entre os tratamentos.

Observa-se no quadro 11 que a submersão contínua durante todo o ciclo da cultura promoveu um menor período de semeadura ao início da emergência das panículas, concordando com os trabalhos de vários autores (6, 13, 16, 23). Os resultados obtidos mostraram, entretanto, que o efeito da submersão na redução do período de tempo para atingir o florescimento se verificou na fase vegetativa do desenvolvimento da planta. Irrigação por aspersão à tensão de 5 bares, durante todo o ciclo da cultura retardou por mais de 30 dias o florescimento das plantas, comparado com os tratamentos que receberam submersão contínua o ciclo todo ou apenas na fase vegetativa.

A percentagem de grãos gessados foi bem maior nos tratamentos submetidos a irrigação por aspersão, a partir da diferenciação floral. Comparando estes tratamentos com iguais tensões de umidade durante todo o ciclo, pode-se admitir que o aumento brusco e acentuado da tensão de u

QUADRO 10 - Resumo das análises de variância do número de dias entre o plantio e o início do florescimento e da percentagem de grãos gessados.

F.V.	G.L.	Quadrado médio	
		Período entre plantio e florescimento	Grãos gessados
		dias	%
Repetição	3	26,842	23,798
Tratamento	8	516,611**	283,220**
Erro	24	8,175	26,186

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 11 - Valores médios dos números de dias entre o plantio e o início do florescimento e da percentagem de grãos gessados**/.

Tratamentos	Período entre plantio e florescimento		Grãos gessados	
	dias		%	
Submersão	87,5	c	2,5	c
Submersão + 1 bar	89,7	c	27,2	ab
Submersão + 5 bares	89,5	c	33,7	a
1 bar + submersão	104,2	b	12,5	bc
3 bares + submersão	103,7	b	6,0	c
5 bares + submersão	103,0	b	9,7	c
1 bar ciclo todo	102,0	b	9,0	c
3 bares ciclo todo	108,5	b	7,0	c
5 bares ciclo todo	123,5	a	7,5	c
C.V. em %	2,82		26,28	

**/Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

midade do solo, a partir da diferenciação floral, tendeu a aumentar a proporção de grãos gessados. Os resultados sugerem ainda que estes trata

mentos devem apresentar menores rendimentos totais e de grãos inteiros, no beneficiamento (18).

4.5. Considerações gerais

Comparando os resultados obtidos no presente ensaio, com relação aos principais componentes de produção, verifica-se que submersão contínua, durante todo o ciclo da cultura, resultou na maior produção de grãos por apresentar número elevado de espiguetas por panícula e baixa percentagem de esterilidade de espiguetas, proporcionando alto número de grãos cheios por panícula e ainda pelo maior peso de grãos.

Os tratamentos submersos apenas após a diferenciação floral mostraram produções bastante promissoras, sendo que aquele que recebeu irrigação por aspersão, à tensão de 1 bar até a diferenciação floral, não diferiu, na produção de grãos, do tratamento onde as plantas foram submetidas a submersão contínua o ciclo todo. Apresentaram também panículas com grande número de espiguetas e alto número de grãos cheios, além de peso elevado do grão. Estes tratamentos, para os 3 níveis de tensão de umidade testados, receberam 4 irrigações, ressaltando a importância deles, em áreas onde a quantidade d'água for insuficiente para o sistema de submersão contínua durante o ciclo todo ou onde a água for cara. Indicam, assim, a potencialidade da irrigação rotacional durante a fase vegetativa, quanto a produção de grãos, em que o período de drenagem periódica não ultrapasse, de preferência, à tensão correspondente a 1 bar, da umidade do solo.

Os tratamentos submersos até a diferenciação floral, seguidos por irrigações por aspersão, tiveram produções bastante reduzidas, principalmente aquele irrigado sempre que atingida a tensão de 5 bares. Suas produções foram reduzidas principalmente em razão da alta percentagem de esterilidade de espiguetas e, conseqüentemente, ao baixo número de grãos cheios por panícula, e ainda ao menor peso dos grãos. Além disto, a alta percentagem de grãos gossados indica que estes tratamentos apresentam grãos de pior qualidade e sugere menores rendimentos no beneficiamento.

Plantas submetidas ao regime de irrigação por aspersão durante todo o ciclo apresentaram produções pouco compensadoras quando comparadas com as plantas cultivadas sob regime de submersão contínua durante todo o período de desenvolvimento ou após a diferenciação floral. Não houve diferença, na produção de grãos, para os três níveis de tensão usados. Estes tratamentos apresentaram menor número de espiguetas e de grãos cheios por panícula. Além disto, o peso dos grãos também foi reduzido. Estes resultados mostram que apesar da irrigação por aspersão apresentar ótimas produções em relação ao sistema de arroz de sequeiro (11), só deve ser usado onde não for possível o emprego da irrigação por submersão.

No presente ensaio, não foi possível determinar um comportamento distinto para o perfilhamento, percentagem de perfilhos férteis e número de panículas, com relação aos diversos tratamentos.

Submersão contínua, durante todo ou parte do ciclo, promoveu maior peso seco da parte aérea. Entretanto, a produção e a altura da planta foram afetadas pelo estágio no qual o arroz foi mantido em submersão.

A redução do período de plantio ao florescimento pela submersão foi determinada principalmente na fase vegetativa.

Concordando com alguns autores (1, 32) que encontraram correlação positiva entre a altura de planta e comprimento da panícula, os dados do presente ensaio mostram tendência de relacionamento direto entre estes dois fatores.

Através de observações visuais, constatou-se um gradiente de coloração das plantas de verde amarelado a verde azulado, com o aumento da tensão de umidade do solo.

Os tratamentos submetidos a irrigação por aspersão, durante todo o ciclo da cultura, receberam 14, 13 e 10 irrigações para os níveis de 1, 3 e 5 bares, respectivamente. Os tratamentos irrigados por aspersão somente a partir da diferenciação floral receberam 5 e 4 irrigações para os níveis de 1 e 5 bares de tensão, respectivamente.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

No presente trabalho foi estudado o efeito de diferentes níveis de tensão de umidade do solo, em dois períodos de desenvolvimento da planta, sobre a produção de grãos, principais componentes da produção e outras características agrônômicas do arroz, no ano agrícola 1972-1973, na localidade de Viçosa, Minas Gerais.

Os manejos d'água estudados constaram de submersão contínua durante todo o ciclo da planta, submersão até ou a partir da diferenciação floral, sucedida ou precedida, respectivamente, de irrigação por aspersão sempre que a tensão de umidade no solo atingia 1, 3 ou 5 bares, e irrigação por aspersão, aos mesmos níveis de tensão de umidade, durante todo o ciclo.

O cultivar usado foi o 'IAC 1246'. O experimento foi conduzido em vasos, mantidos no campo, protegidos das águas de chuvas por uma cobertura de plástico móvel.

As determinações das tensões de umidade foram realizadas através do método de Colman, sendo as células colocadas a 15 cm de profundidade.

O delineamento adotado foi blocos ao acaso, com quatro repetições.

Nas condições em que este estudo foi realizado, pôde-se chegar às seguintes conclusões:

O arroz cultivado sob regime de submersão contínua apresentou maior produção de grãos quando comparada com os demais manejos d'água estudados. Esta maior produção resultou, principalmente, de maior número de grãos por panícula e maior peso dos grãos.

Tensões de umidade na fase vegetativa, seguidas de submersão contínua, a partir do início da diferenciação floral, resultaram em produ-

ções elevadas de grãos, igualando à produção obtida com a submersão contínua, quando a tensão de umidade na fase vegetativa foi ^amenos acentuada.

As menores produções foram obtidas com tensões de umidade a partir da fase reprodutiva ou durante todo o ciclo e, no primeiro caso, tanto menor quanto mais acentuada era a deficiência hídrica no período, em razão principalmente do menor número de grãos por panícula e do menor peso dos grãos.

Em termos de redução na produção de grãos, tensão de umidade na fase reprodutiva é tão importante quanto a mesma tensão durante todo o ciclo.

Submersão contínua durante todo o ciclo correspondeu à maior altura da planta, maior relação grão/palha, menor percentagem de grãos gessados e menor período para florescimento.

No regime de irrigação rotacional, drenagens periódicas não deverão ir além da diferenciação floral. Nesse caso, este processo se mostrou manejo bastante promissor onde houver insuficiência d'água para o emprego da submersão contínua durante todo o ciclo ou onde a água for cara.

O emprego da irrigação por aspersão na cultura do arroz só deve ser recomendada em áreas onde não for possível o uso de irrigação por submersão. Não houve diferença entre as produções de grãos, quando o arroz foi irrigado por aspersão durante todo o ciclo, sempre que atingida a tensão de 1, 3 ou 5 bares.

6. LITERATURA CITADA

1. AGLIBUT, A.P.; ONGKINGCO, P.S.; DEL ROSARIO JR., C.R. Influence of pre-heading and post heading drainage upon tillering, growth, maturity, yield, and other characteristics of Milfor 6-2 and Peta. The Philippine Agriculturist, Los Baños, 46(4):215-34, 1962.
2. AGRONOMY. Annual Report, Los Baños, International Rice Research Institute, 1968. p. 147-212.
3. AGRONOMY. Annual Report, Los Baños, International Rice Research Institute, 1971. p. 123-56.
4. ALLES, W.S. Drought incidence in relation to rainfall rice. Trop. Agric., Colombo, 125(1/2):37-44, 1969. In: Field Crop Abstracts, London, 24(1):62, 1971 (Abstr. 439)
5. CHANDRARATNA, M.F. Genetics and breeding of rice. London, Longmans Green, 1964. 389 p.
6. CHAUDHRY, M.S. & McLEAN, E.O. Comparative effects of flooded and unflooded soil conditions and nitrogen application on growth and nutrient uptake by rice plant. Agron. J., Wisconsin, 55(6):566-7, 1963.
7. CHAUDHRY, M.S. & PANDEY, R.G. Consumptive use of water by rice. Oryza, Cuttack, 5(1):49-52, 1968. In: Field Crop Abstracts, London, 23(2):182, 1970 (Abstr. 1159)
8. CHAUDHRY, M.S. New water management practices in rice. Indian Fmg, Cuttack, 19(1):23-4, 1969. In: Field Crop Abstracts, London, 23

- (2):182, 1970 (Abstr. 1160)
9. CHEANEY, R.L. O manejo d'água. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, 26 (274):36-48, 1973.
 10. DE DATTA, S.K.; LEVINE, G.; WILLIAMS, A. Water management practices and irrigation requirement for rice. In: Rice production manual. Ed. Rev. [s.l.] Rice Information Cooperative Effort, 1970. p. 89-105.
 11. DEL GIUDICE, R.M. Irrigação do arroz aspersão: profundidade de rega e limites d'água disponível. Viçosa, U.F.V., 1974. 35 p. (Tese M. S.).
 12. ENYI, B.A.C. The effect of time of irrigation on the growth and yield of transplanted rice plants (Oryza sativa L.). J. Agric. Sci., Cambridge, 61(1):115-9, 1963.
 13. ENYI, B.A.C. The influence of varying phosphorus and water supply on the growth and yield of a swamp rice variety (Oryza sativa L.). J. Agric. Sci., Cambridge, 61(2):227-31, 1963.
 14. ENYI, B.A.C. Effect of varying phosphorus and water supply on growth and yield of an upland rice variety (Oryza sativa L.). Trop. Agric., Trinidad, 41(1):47-53, 1964.
 15. ENYI, B.A.C. Soil moisture as a factor influencing the degree of response of an upland rice plant to increasing supply of nitrogen and phosphorus. J. Agric. Sci., Cambridge, 64(1):15-8, 1965.
 16. ENYI, B.A.C. Comparative studies of upland and swamp rice varieties (Oryza sativa L.) I. Effect of soil moisture on growth and nutrient uptake. J. Agric. Sci., Cambridge, 71(1):1-13, 1968.
 17. FAGADE, S.O. & DE DATTA, S.K. Leaf area index, tilleting capacity, and grain yield of tropical rice as affected by plant density and nitrogen level. Agron. J., Wisconsin, 63(3):503-6, 1971.
 18. GALVEZ, V.U.M. Efeito da umidade dos grãos na colheita do arroz, sobre a produção, rendimento no beneficiamento e qualidade dos grãos. Viçosa, U.F.V., 1971. 49 p. (Tese M.S.).
 19. GHILDYAL, B.P. & JANA, R.K. Agro-meteorological environment affecting rice yield. Agron. J., Wisconsin, 59(3):286-7, 1967.
 20. GRIST, D.H. Rice 4. ed. London, Longmans Green, 1965. 548 p.
 21. HALL, V.L. & TACKETT, D.L. A greenhouse study of water management of rice. Ark. Fm. Res., Stuttgart, 9(3):185, 1960. In: Field Crop Abstracts, London, 14(3):185, 1961 (Abstr. 1155)
 22. HALM, A.T. Effect of water regime on the growth and chemical composition of two rice varieties. Trop. Agric., Trinidad, 44(1):33-7, 1967.

23. HATTA, S. Water consumption in paddy yield and water-saving rice culture in the tropical zone. Jap. J. Trop. Agric., 11(3):106-12, 1967. In: Field Crop Abstracts, London, 22(3):256, 1969 (Abstr.)
24. JANA, R.K. & GHILDIAL, B.P. Growth patterns of the rice plants under varying soil water regimes and atmospheric evaporative demands. Riso, 18(1):15-24, 1969. In: Field Crop Abstracts, 23(4):491, 1970 (Abstr. 3435)
25. KELLEY, O.J. A rapid method of calibrating various instruments for measuring soil moisture in situ. Soil Sci., 58(6):433-40, 1944.
26. KHAN, M.A.A.; HAMID, S.A.; HUSSAIN, M.A. Effect of induced drought. Pakistan Journal of Biological and Agricultural Science, 12(1):1-22, 1969. In: Field Crop Abstracts, London, 25(2):263, 1972 (Abstr. 1885)
27. JOHAN, J.C. Water requirement of rice crop in Madras. Madras Agric. J., 52(5):230-8, 1965. In: Field Crop Abstracts, London, 19(1):32, 1966 (Abstr. 190)
28. MURATA, Y. Physiological responses to nitrogen in plants. In: DINAVER, R.C. Physiological aspects of crop yields. Madison, Amer. Soc. Agron., 1969. p. 235-59.
29. OFFICIAL REPORT OF THE UNITED STATES DELEGATIONS IN THE SESSION OF SUBSIDIARY BODIES OF THE FAO INTERNATIONAL RICE COMMISSION. Teheran. [s.ed. s.l.], 1970. 34 p.
30. PANDE, H.K. & SINGH, P. Effects of moisture and nitrogen on growth, yield and mineral content of rice. Expl. Agric., 5(2):125-32, 1969. In: Field Crop Abstracts, London, 23(1):40, 1970 (Abstr. 278)
31. PANDE, H.K. & SINGH, P. Water and fertility management of rice varieties under low atmospheric evaporative demand. J. Agric. Sci., Cambridge, 75(1):61-7, 1970.
32. PATEL, J.P. Relationships of the plant characters attributing to the yield of rice. Indian J. Agron., 12(4):407, 1967. In: Field Crop Abstracts, London, 22(1):45, 1969 (Abstr. 302)
33. POLI, P. Esperimento de coltura di uso com irrigazione a pioggia. Riso, 6(2):12-4, 1957. In: Field Crop Abstracts, London, 11(1):21, 1958 (Abstr. 107)
34. RAMDIN, A.; SATTAR, A.R.; CHAUDHRY, M.S. Sprinkler irrigation for rice crop: a possibility. Revue Agric. Sucri. Ile Maurics, 48(4):331-2, 1969. In: Field Crop Abstracts, London, 24(1):62, 1971 (Abstr. 443)

35. SAHU, B.N. & RAUT, S.P. Water requirement and response of lowland rice to nitrogen and phosphorus at different soil moisture regimes. Indian J. Agron., 14(1):46-55, 1969. In: Field Crop Abstracts, London, 23(4):481-2, 1970 (Abstr. 3362)
36. SATYANARAYANAN, T. & GHILDIAL, B.P. Influence of soil water regimes on the growth and nutrient uptake by rice (Oryza sativa L.). J. Indian Soc. Soil Sci., 18(1):41-4, 1970. In: Field Crop Abstracts, London, 24(4):670, 1971 (Abstr. 4872)
37. SHAFI, M. & AHMAD, B. Effect of drainage of field on yield and other characters of paddy. Journal of Agric. Research, Pabison, 8(4):365-9, 1970. In: Field Crop Abstracts, London, 25(4):716, 1972 (Abstr. 5406)
38. SHCHUPAKOVSKII, V.F. Dependence of yield and quality of rice on the soil moisture regimes. Referativnyi Zhurnal, 55(10):435, 1971. In: Field Crop Abstracts, London, 25(2):263, 1972 (Abstr. 1886)
39. SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, G.N. Statistical methods, 6th ed. Ames, The Iowa State University Press, 1967. 593 p.
40. STROVER, P.M. Irrigated rice: potential lowland crop. Rhodesia Agric. J., 67(2):39-40, 1970. In: Field Crop Abstracts, London, 24(1):63, 1971 (Abstr. 444)
41. VERGARA, B.S. Plant growth and development. In: Rice production manual. ed. rev. [s.l.] Rice Information Cooperative Effort, 1970. p. 17-37.

EMBRAPA



EMBRAPA