

# Artigos Científicos Manejo da Cultura do Arroz Irrigado

## **Sumário**

**Efeitos de elementos meteorológicos na época de colheita sobre a quantidade de grãos inteiros em arroz**

**Acúmulo de massa seca em três cultivares de arroz irrigado com diferentes arquiteturas de plantas**

**Comportamento de genótipos de arroz irrigado em santa maria-RS**

**Absorção de nutrientes pelo arroz em resposta à calagem e a época de início de irrigação**

**Avaliação de cultivares de sorgo granífero em diferentes manejos de solo e épocas de semeadura em várzea**

**Eficiência da aplicação de nitrogênio no perfilhamento do arroz em três manejos de irrigação**

**Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada**

**Manejo da adubação do arroz irrigado em sistema pré-germinado na produtividade e perda de nutrientes através da água de drenagem inicial**

**Controle da qualidade das sementes de arroz irrigado utilizadas em santa maria/rs**



## EFEITO DE ELEMENTOS METEOROLÓGICOS NA ÉPOCA DE COLHEITA SOBRE A QUANTIDADE DE GRÃOS INTEIROS EM ARROZ<sup>1</sup>

### EFFECT OF METEOROLOGICAL ELEMENTS AT THE HARVESTING TIME ON THE PERCENTAGE OF HEAD RICE GRAINS

Enio Marchezan<sup>2</sup>

#### RESUMO

O objetivo da pesquisa foi caracterizar a influência dos elementos meteorológicos em distintas épocas de colheita, na quantidade de grãos inteiros, em diferentes cultivares de arroz. Utilizou-se três cultivares de arroz irrigado em quatro semeaduras, correspondente a época de semeadura para o Estado de São Paulo. Concluiu-se que o percentual de grãos inteiros está mais relacionado ao conteúdo de água dos mesmos do que com a época de colheita. A amplitude entre a umidade relativa do ar máxima e mínima, associada a duração do período em que a umidade relativa do ar permaneceu maior do que 90%, certamente foi condição suficiente para provocar fissuras nos grãos quando colhidos com teores de umidade abaixo de 18%.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*, umidade relativa, grãos inteiros, época de colheita.

#### SUMMARY

The objective of this research was to characterize the influence of the meteorological elements in the head rice

grains. Three irrigated rice cultivars were sowed at four distincts dates, during the recommended sowing period for the state of São Paulo. It was concluded that the percentage of head rice grains was more affected by the moisture content than by the harvesting time. The amplitude between minimum and maximum air relative humidity associated with the duration of the period in which air relative humidity was above 90% certainly was sufficient to cause fissures in grains with moisture content below 18%.

**Key words:** *Oryza sativa*, relative humidity, head grains, harvesting time.

#### INTRODUÇÃO

A comercialização do arroz é feita através da classe e do tipo de grão do arroz. Grãos longos e finos, inteiros e sem defeitos, alcançam maior cotação no mercado. Porém, durante o processo de beneficiamento, os grãos ficam sujeitos a quebras, que em sua grande maioria são devidas a fissuras internas, desenvolvidas por estresses sofridos em fases anteriores ao beneficiamento. Um dos fatores de maior influência, são as condições meteorológicas verificadas durante a fase de maturação e de maturidade.

<sup>1</sup>Parte da tese apresentada à ESALQ/USP para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, 97119-900 - Santa Maria, RS. Pesquisador do CNPq.



O comportamento higroscópico dos grãos de arroz, os quais absorvem e perdem água até atingir o equilíbrio com a umidade relativa do ar do ambiente, está associado à formação de fissuras internas. A umidade relativa do ar e a temperatura são os principais elementos do clima que influenciam na formação de fissuras nos grãos de arroz (RHIND, 1962; KUNZE, 1986 e KUNZE et al., 1988). De acordo com KUNZE & HALL (1965); STERMER (1968) e CHEN & KUNZE (1983) os danos provocados pela variação da umidade relativa do ar estão diretamente relacionadas com a magnitude das trocas de vapor de água com o ambiente. Nesse sentido, BHATTACHARYA (1980), concluiu que o principal efeito da temperatura é a sua influência na redução da umidade dos grãos.

Visando determinar qual a amplitude de variação da umidade relativa do ar que seria suficiente para causar fissuras nos grãos, KUNZE et al. (1988) verificaram que variação de 40% ou mais causaram fissuras apenas quando o teor de umidade do grão era inferior a 18%, evidenciando que o efeito das condições meteorológicas no rendimento do grão depende de seu conteúdo de água. Por isso, deve-se entender as relações entre condições de tempo e o teor de água dos grãos, justificando-se conhecer o comportamento de cultivares em diferentes ambientes quanto ao rendimento do grão. Nesse sentido, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar a influência dos elementos meteorológicos e, em particular da umidade relativa, em distintas épocas de colheita na ocorrência de grãos inteiros de três cultivares de arroz irrigado.

## MATERIAL E MÉTODOS

No planejamento experimental estabeleceram-se semeaduras cobrindo a época recomendada para o Estado de São Paulo: 04/10/88, 05/11/88, 25/11/88 e 09/12/88, através do delineamento experimental blocos ao acaso.

As semeaduras foram efetuadas em áreas de várzea, em solo classificado como Gley pouco Húmico, com argila de alta atividade, utilizando-se as cultivares PESAGRO-104, CNA-3771 e IAC-4440. A semeadura, a adubação e o manejo da lavoura foram os recomendados para a lavoura de arroz conduzida sob regime de irrigação por inundação. Para minimizar a interferência de moléstias e pragas foram feitas duas aplicações do fungicida Tricicla-sol 750 PM e com o inseticida Monocrotofos 60CE, respectivamente nas doses de 325 g/ha e 300 ml/ha.

Os dados de umidade relativa do ar foram registrados por termohigrógrafo instalado na área experimental e os demais elementos meteorológicos, obtidos na estação meteorológica do Campus da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz da Universidade de São Paulo, situada a cerca de 500 metros do local do experimento.

As amostras para análise da qualidade física dos grãos (grãos inteiros e quebrados) foram coletados de 5 em 5 dias, entre os 25 e os 55 dias após a floração plena, entre as 13 e as 15 horas. Após a separação dos grãos das panículas foi determinado o grau de umidade, pelo método da estufa a 105°C por 24 horas. A redução do teor de água dos grãos para 13% foi realizada em estufa com ventilação forçada de ar e com temperatura de 32 a 35°C.

A análise estatística dos resultados, em cada semeadura, foi efetuada utilizando-se o programa Sistema de Análise Estatística (SANEST). A análise geral das quatro semeaduras foi feita através da análise conjunta para cada uma das características, por meio de regressões polinomiais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os coeficientes das equações de regressão para grãos inteiros de cada cultivar, em cada semeadura, obtidas do desdobramento da interação tríplice; época de semeadura x cultivar x época de colheita. As equações de regressão que estimaram o percentual de grãos inteiros estão em função do número de dias após a floração plena, até o dia em que foi realizada a colheita. Para todas as cultivares, a equação quadrática é a que descreveu melhor essa relação, indicando que há um ponto de máxima ( $X^*$ ), ou seja, há uma época de colheita, onde o percentual de grãos inteiros atinge o valor mais alto, decaindo para colheitas antecipadas ou retardadas. Na média do ensaio o rendimento de grãos inteiros foi de 55,9%, atingido aos 35 dias após a floração plena.

O número de dias após floração que proporciona maior número de grãos inteiros ( $X^*$ ) e o correspondente percentual estimado de grãos inteiros  $Y(X^*)$  encontra-se calculado para cada cultivar e semeadura. Também é apresentado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para cada equação de regressão, que pelos valores obtidos, demonstraram que a equação forneceu um ajuste adequado aos dados, pois na média de semeaduras, cultivares e épocas de colheita situou-se em 0,99.

Constata-se, que a melhor época de colheita esteve no intervalo entre 30 a 40 dias após a floração, sendo que na média das semeaduras e de cultivares, o momento que proporcionou maior percentual de grãos inteiros foi aos 35 dias após a floração plena.

As principais etapas da fase de maturação e maturidade, o grau de umidade das amostras coletadas e o número de horas diárias com umidade relativa maior do que 90%, encontram-se na Figura 1. Confrontando-se as Figuras 1 e Figura 2 que contém dados de insolação, precipitação pluvial e umidade relativa do ar máxima e mínima, pode-se relacionar os principais elementos meteorológicos com o período em que foi efetuada a colheita.



Tabela 1. Coeficientes das equações de regressão ajustadas que estimam o percentual de grãos inteiros, em relação ao número de dias após a floração em que foi realizada a colheita, 1988/89.

	A1			A2			A3			A4			C
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	
b0	9,30	17,21	19,80	8,04	11,73	8,94	39,66	32,84	31,89	25,14	13,65	23,53	18,76
b1	2,17	1,77	2,23	3,28	2,19	3,14	1,26	1,34	1,94	1,94	2,03	2,05	2,11
b2	-0,025	-0,022	-0,031	-0,040	-0,032	-0,046	-0,021	-0,023	-0,030	-0,027	-0,028	-0,028	-0,030
R2	0,90	0,72	0,94	0,82	0,84	0,98	0,98	0,97	0,98	0,88	0,90	0,96	0,99
X*	43	40	36	41	34	34	30	31	32	36	36	37	35
Y(X*)	56,4	52,8	59,9	59,2	49,2	62,5	57,6	52,3	63,2	60,0	60,3	61,0	55,9

A1,A2,A3,A4 = Semeaduras em 04/10/88, 05/11/88, 25/11/88 e 09/12/88, respectivamente.

R2 = Coeficiente de determinação.

b0,b1,b2 = Coeficiente das equações de regressão.

C = Médias de cultivares, semeaduras e épocas de colheita.

Y(X\*) = Percentagem estimada de grãos inteiros, quando a colheita é realizada em X\*.

X\* = Número de dias após floração que proporciona o máximo de grãos inteiros.

B1,B2,B3 = Cultivares PESAGRO-104, CNA-3771 e IAC-4440, respectivamente.

A velocidade de perda de água dos grãos esteve relacionada a condições ambientais que ocorreram durante o período de maturação. A redução média de perda de água dos grãos foi de cerca de  $0,5\%.\text{dia}^{-1}$ , oscilando entre zero a  $1\%.\text{dia}^{-1}$ . O principal elemento que influenciou negativamente foi a chuva, associado a umidade relativa do ar elevada. Nessas condições, a perda de água dos grãos foi reduzida. No entanto, em período de pouca chuva, observou-se redução do teor de água dos grãos a taxas médias de  $1\%.\text{dia}^{-1}$ . Na Figura 2, verifica-se que ocorreram três períodos principais que favoreceram a perda de água mais rápida pelos grãos: na primeira e segunda quinzena de abril, com duração de 7 - 8 dias cada um e, em meados de maio, por um período de cerca de 15 dias. Nesses períodos, não ocorreu chuva, a umidade relativa do ar mínima foi menor e a insolação manteve-se em valores elevados (entre 9 e 10 horas. $\text{dia}^{-1}$ ). Essas condições favoreceram trocas mais rápidas entre grãos e ambiente, acelerando a redução do teor de água dos mesmos.

Com essa perspectiva, a análise da Figura 1 revela que as colheitas das quatro semeaduras concentraram-se nesses momentos favoráveis, ou seja, a primeira e segunda épocas foram colhidas na primeira quinzena de abril e a terceira e quarta épocas após meados de maio. E foram esses os períodos identificados como mais favoráveis à maior perda de água dos grãos, assim como da segunda quinzena de abril, que foi quando se observou as maiores reduções do teor de água, com cerca de  $1\%.\text{dia}^{-1}$  (Figura 1). PEDROSO (1978) cita que, em condições de média temperatura e umidade relativa do ar, não caracterizadas pelo autor, há uma redução aproximada de 1% ao dia no teor de

água. Em dias mais secos, essa redução pode atingir 3%, enquanto em dias com temperatura mais baixa e céu nublado, a perda de água pode ser muito pequena.

Entre outros fatores, a umidade dos grãos na época de colheita depende das condições ambientais que ocorrem próximo do período de colheita (KUNZE et al., 1988), sendo que a umidade relativa do ar máxima e mínima durante um dia fornece indicativo do potencial de absorção e perda de umidade. A umidade relativa do ar máxima

durante todo o período em que foram realizadas colheitas, foi de 95% (Figura 2). A umidade relativa do ar mínima, oscilou, variando de 20%, mas nunca ultrapassando 70%. Assim, a diferença entre a umidade relativa do ar máxima e mínima, diariamente, esteve entre 40 e 50%. Essa amplitude de umidade relativa do ar é suficiente, de acordo com STERMER (1968); CHEN & KUNZE (1983) e KUNZE et al. (1988) para provocar fissuras nos grãos, desde que estes apresentem teor de água baixo ou seja, abaixo de 17 a 18%. Isso sugere que a melhor época de colheita está mais relacionada ao teor de água dos grãos, para todas a época de semeadura, uma vez que a condição de umidade relativa do ar foi de algum modo semelhante durante todo o período de colheita, e além disso, favorável ao aparecimento de fissuras nos grãos, se esses fossem colhidas com teor baixo de água.

Outro aspecto revelante que deve ser analisado é o tempo em que as panículas permaneceram em condições de umidade relativa do ar elevada. Observa-se na Figura 1 que em 85% dos dias de colheita ocorreu umidade relativa do ar maior ou igual a 90% por um período de 12 horas/dia. Esse período de tempo em que os grãos ficaram expostos a elevada umidade relativa do ar, associado a amplitude diária da umidade relativa, provavelmente tenha sido suficiente para provocar fissuras no grãos, pois segundo STERMER (1968), mudanças de 20% na umidade relativa do ar provocam fissuras em grãos polidos em apenas 15 minutos. De acordo com trabalho de KUNZE & CHOUDHURY (1972), o tempo necessário à formação de fissuras está na dependência da magnitude de variação da umidade relativa do ar entre outras causas. Observaram que quando os grãos muda-



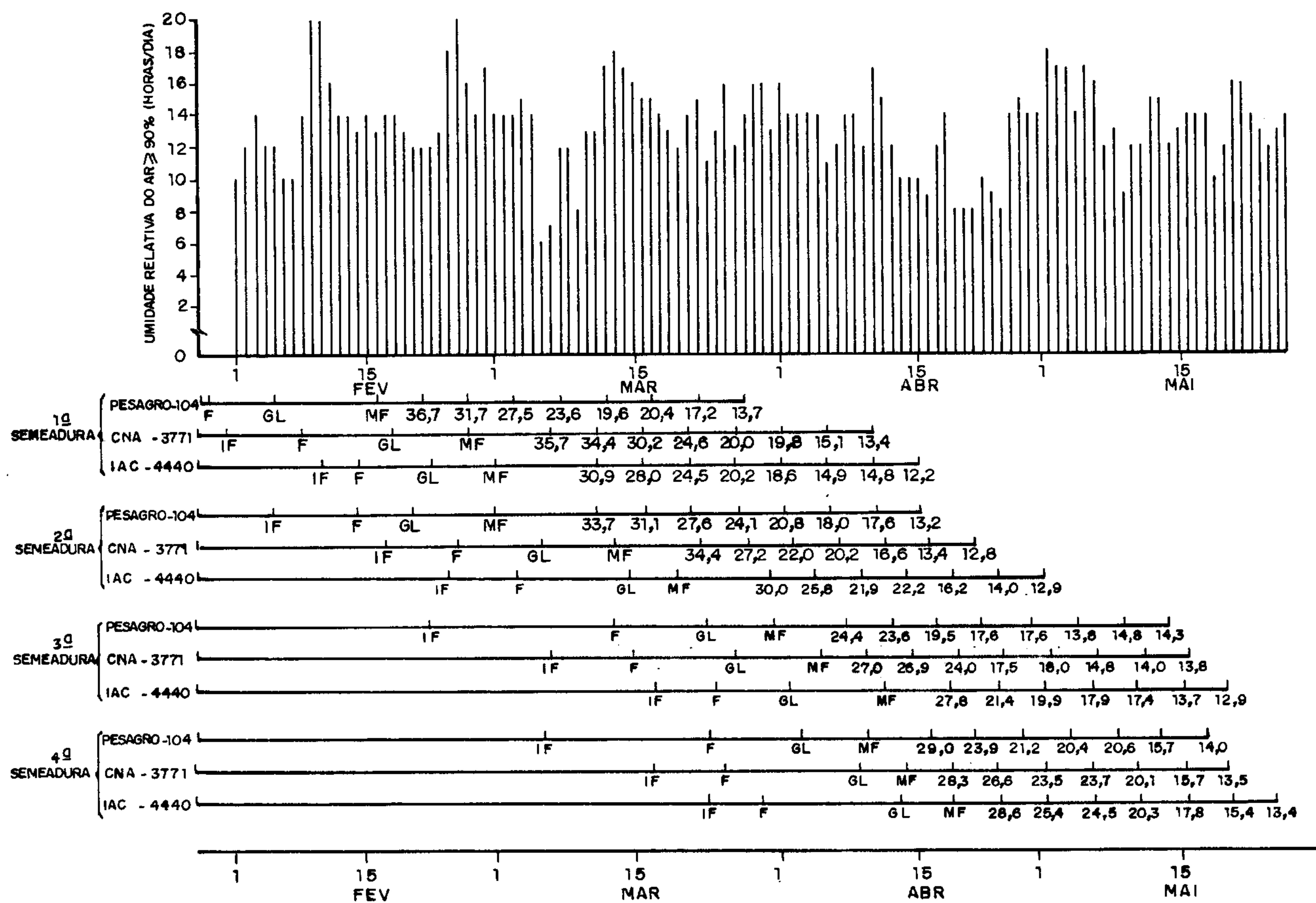


Figura 1. Umidade relativa do ar superior a 90%, ocorrida durante as fases reprodutiva e de maturação dos cultivares 1988/89.  
IF = Início Floração  
F = Floração  
GL = Grão Leitoso  
MF = Grão em Massa Firme  
Nºs = Grau de Umidade dos Grãos na Colheita.

ram de um ambiente controlado de 44% para 86% de umidade relativa do ar, condição semelhante a verificada no período experimental desse ensaio, obtiveram necessidade de 66 minutos para causar fissuras em grãos polidos.

CONCLUSÃO

A época de colheita que proporciona maior quantidade de grãos inteiros está mais relacionada ao conteúdo de água dos grãos do que com a época de semeadura.

A associação entre a diferença de umidade relativa do ar máxima e mínima e o período em que a umidade relativa do ar permanece maior do que 90% promove fissuras nos grãos, quando estes apresentam teor de umidade abaixo de um valor crítico de 18%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHATTACHARYA, K.R. Breakage of rice during milling; a review. Science, Oxford, v. 22, n. 3, p. 255-276, 1980.



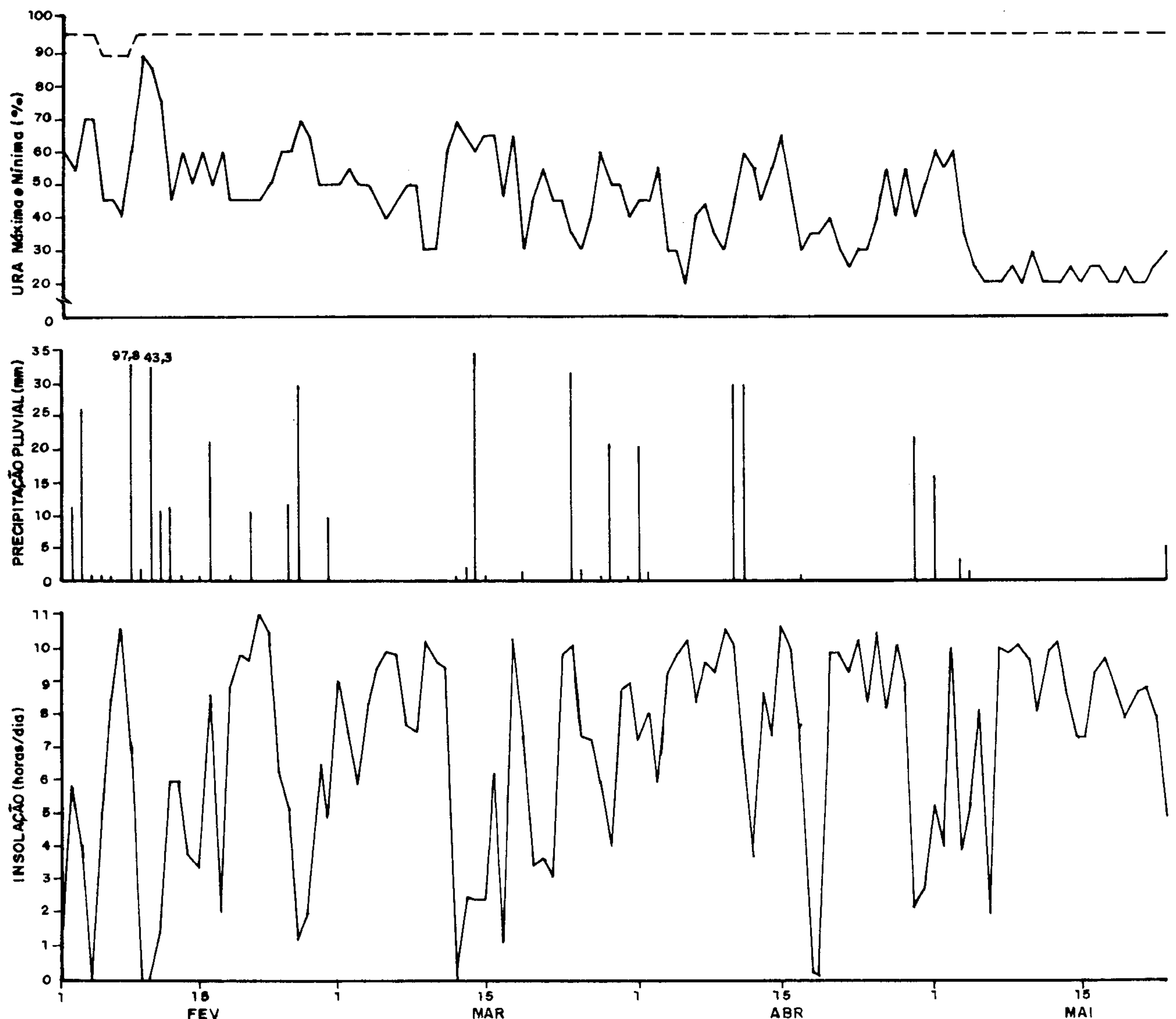


Figura 2. Insolação, precipitação pluvial e umidade relativa do ar (máxima e mínima), ocorridas durante as fases reprodutiva e de maturação dos cultivares. 1988/89.

CHEN, Y.L., KUNZE, O.R. Effect of environmental changes of rice yield and particle size of broken kernels. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 60, n. 3, p. 238-241, 1983.

KUNZE, O.R. Influência de la absorción de humedad en la calidad de maduración del arroz carcara. *Noticiario de la Comisión Internacional del Arroz*. Roma, v. 35, n. 2, p. 1-3, 1986.

KUNZE, O.R., CHOUDHURY, M.S.V. Moisture adsorption related of the tensile strength of rice. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 49, p. 684-97, 1972.

KUNZE, O.R., HALL, C.W. Relative humidity changes that cause brown rice to break. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 8, p. 396-399, 1965.

KUNZE, O.R., PERALTA, E.K., TURNER, F.T. Fissured rice related to grain moisture weather and fertilisation rates. In: *INTERNATIONAL WINTER MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS*, St. Joseph, 1988. *Proceedings...* American Society of Agricultural Engineers, 1988. 14 p.

PEDROSO, B.A. Ponto ideal para colheita do arroz. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 38, n. 104, p. 4-10. 1978.

RHIND, R. The breakage of rice milling: a review. *Tropical Agriculture*, Trinidad, v. 38, p. 19-28, 1962.

STERMER, R.A. Environmental conditions and stress cracks in milled rice. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 45, p. 365-373, 1968.

## ACÚMULO DE MASSA SECA EM TRÊS CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO COM DIFERENTES ARQUITETURAS DE PLANTAS<sup>1</sup>

### DRY MATTER ACCUMULATION BY THREE FLOODED RICE CULTIVARS WITH DIFFERENT PLANT CANOPY

Juçara Terezinha Paranhos<sup>2</sup>    Enio Marchezan<sup>3</sup>    Luiz Marcelo Costa Dutra<sup>2</sup>

#### RESUMO

O experimento foi conduzido em Planossolo da Unidade de Mapeamento Vacacaí, com o objetivo de estudar o acúmulo de massa seca nos diversos órgãos da planta de três cultivares de arroz irrigado (EEA 406, Bluebelle e BR-IRGA 409), utilizando-se delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições. A massa seca foi obtida em sete estádios fenológicos da cultura. Desconsiderando os grãos e panículas, a EEA 406 possui maior capacidade produtiva de fitomassa, sendo a Bluebelle menos produtiva. Na maturação, a cultivar BR-IRGA 409 apresentou maior massa seca total, demonstrando maior capacidade de alocar assimilados nos grãos e maior eficiência de conversão de energia solar em fitomassa, sendo a Bluebelle menos eficiente. Para as três cultivares, até a floração, o colmo acumulou a maior percentagem de massa seca sendo, a partir daí, substituído pelas panículas e grãos. O máximo acúmulo de massa seca nas raízes ocorreu por ocasião da floração, cerca de 80 dias após a emergência.

**Palavras-chave:** fitomassa, eficiência de conversão de energia solar, acumulação de massa seca, *Oryza sativa*.

#### SUMMARY

This experiment was carried out in an Halbaqualf soil to study the dry matter accumulation of three flooded rice cultivars. A complete randomized block design was used, with five replication. Plant dry matter was measured in seven different growth stages. The cultivar EEA 406 had a higher dry matter accumulation than the cultivar Bluebelle without including grain and panicle. At maturity, the BR-IRGA 409 cultivar showed higher total dry matter. This demonstrate a better capacity of this variety in allocating assimilates into grains a higher efficiency in converting solar energy into plant biomass. The Bluebelle had lower efficiency. The dry matter accumulation increased for the three varieties from seeding to flowering into colm and,

<sup>1</sup>Trabalho apresentado na IX CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE e V REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ - RENAPA, Goiânia, GO, 1994.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre, Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) 97119-900 Santa Maria, RS.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Fitotecnia, CCR, UFSM.



from flowering to harvest into panicles and grain. The maximum dry matter accumulation in roots was observed at flowering, eighty days after emergency.

**Key words:** biomass, conversion of solar energy, dry matter, *Oryza sativa*.

## INTRODUÇÃO

A dinâmica da produção fotossintética avaliada através do acúmulo da massa seca total da planta e de seus órgãos, vegetativos e reprodutivos, é um dos parâmetros utilizados na determinação das diferenças intervarietais e interespecíficas das características que definem a capacidade produtiva da planta (MAGALHÃES, 1979).

Segundo FERRAZ (1987) a capacidade produtiva de determinada cultivar depende, não apenas da sua eficiência fotossintética, mas também da eficiência e rapidez com que estes assimilados serão canalizados para as espiguetas das panículas. Nesse sentido, as plantas que, pelo seu dossel possibilitam maior penetração de luz, apresentam respostas diferenciadas em termos de produção e translocação de produtos da fotossíntese.

Como no arroz as práticas de manejo estão associadas ao tipo de planta empregado, o trabalho teve como objetivo quantificar a capacidade de acumulação de matéria seca nos diversos órgãos da planta, em cultivares de arroz irrigado de diferentes arquiteturas de plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Planossolo da Unidade de Mapeamento Vacacaí, localizado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS.

Os tratamentos constituíram-se de uma cultivar representativa de cada grupo das cultivares de arroz utilizadas no Rio Grande do Sul com características morfológicas distintas: EEA 406, do grupo das tradicionais; Bluebelle, de origem norte-americana e BR-IRGA 409, do tipo moderno ou semi-anão. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições. As parcelas experimentais constituíram-se de 15 linhas de 5,0m de comprimento, espaçadas de 0,20m entre si. As amostras para determinação da massa seca foram retiradas de seção de linha de 0,4m, contendo 20 plantas uniformemente distribuídas (250 plantas/m<sup>2</sup>), que foram demarcadas logo após a emergência.

A adubação de manutenção foi realizada no sulco de semeadura por ocasião da mesma, conforme análise do

solo, sendo a profundidade de semeadura em torno de 4cm. O controle de plantas daninhas foi feito através de capinas manuais. Aos 25 dias após a emergência (DAE) foi iniciada a irrigação contínua, mantendo-se uma lâmina de água de 10-15cm de altura. Para as três cultivares, a supressão da irrigação foi feita quando o terço inferior das panículas apresentava-se no estágio de grão em massa firme para a cultivar Bluebelle. A adubação de cobertura foi realizada aos 59 DAE, aplicando-se 50kg.N.ha<sup>-1</sup>, na forma de uréia, evitando-se a circulação de água nos quadros por cerca de cinco dias após a aplicação.

As amostragens para a determinação da massa seca foram efetuadas considerando-se o estágio fenológico da planta, o qual foi acompanhado através de observações semanais, utilizando-se a escala de Feekes e Large (LARGE, 1954). foram feitas amostragens nos estádios 2 (início do afilamento); 6 (primeiro nó do colmo visível); 9 (lígula da última folha visível); 10.1 (primeiras panículas recém visíveis); 10.5.1 (início da floração); 11.1 (grão leitoso) e 11.4 (maturação).

Para a retirada das plantas inteiras (parte aérea mais raízes), fez-se cortes verticais no solo com aproximadamente 20cm de profundidade e retirou-se as plantas com o bloco de solo que envolvia as raízes. No laboratório, as plantas foram separadas em folhas, colmos, raízes, panículas e grãos, a partir do surgimento destes. O material foi colocado em estufa com temperatura de 65°C, até atingir massa seca constante. Em cada amostragem, 20 plantas por repetição foram coletadas, obtendo-se a massa seca por planta das folhas, dos colmos, das raízes, das panículas e grãos.

A eficiência de conversão de energia solar em fitomassa ( $Ec = 100.Ct.QE/0,45.Rs$ ) foi determinada, em cada estágio, conforme metodologia de WATSON (1952), RADFORD (1967) e CLAWSON et al. (1986), sendo Ct a taxa de crescimento da cultura ( $Ct = (1/s).(dW/dt)$ ), t o tempo, W a massa seca, S a área do terreno, QE o valor calorífico da cultura (0,0155MJoules/g segundo Bernard *apud* LUCCHESI (1984)), Rs a radiação solar incidente, por unidade de solo, por unidade de tempo (MJoules/m<sup>2</sup>.dia), obtida na Estação Meteorológica do Departamento de Fitotecnia (UFSM), situada a cerca de 500 metros do local do experimento e 0,45 a fração de luz visível da radiação solar.

Para cada cultivar, utilizando-se a média das cinco repetições, determinou-se uma equação que se ajustasse adequadamente aos dados da Ec e da massa seca total da planta e de suas partes em função do tempo (DAE). Para isso levou-se em consideração, além da significância requerida a nível de 5% de probabilidade, o maior coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). Após, obteve-se a curva das variáveis em função do tempo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De um modo geral, de acordo com MAGALHÃES (1979) o crescimento de uma planta, expresso pelo acúmulo de massa seca, apresenta um comportamento sigmoidal. No entanto, as curvas estimadas para as três cultivares (Figura 1a), obedeceram a um padrão exponencial, aumentando até a maturação. Os valores máximos de matéria seca total (8,7; 8,6 e 6,5g/planta para BR-IRGA 409, EEA 406 e Bluebelle, respectivamente) foram observados na maturação das plantas, não se constando diferença acentuada entre os dados apresentados por BR-IRGA 409 e EEA 406, porém, acumularam em torno de 33% a mais que a Bluebelle.

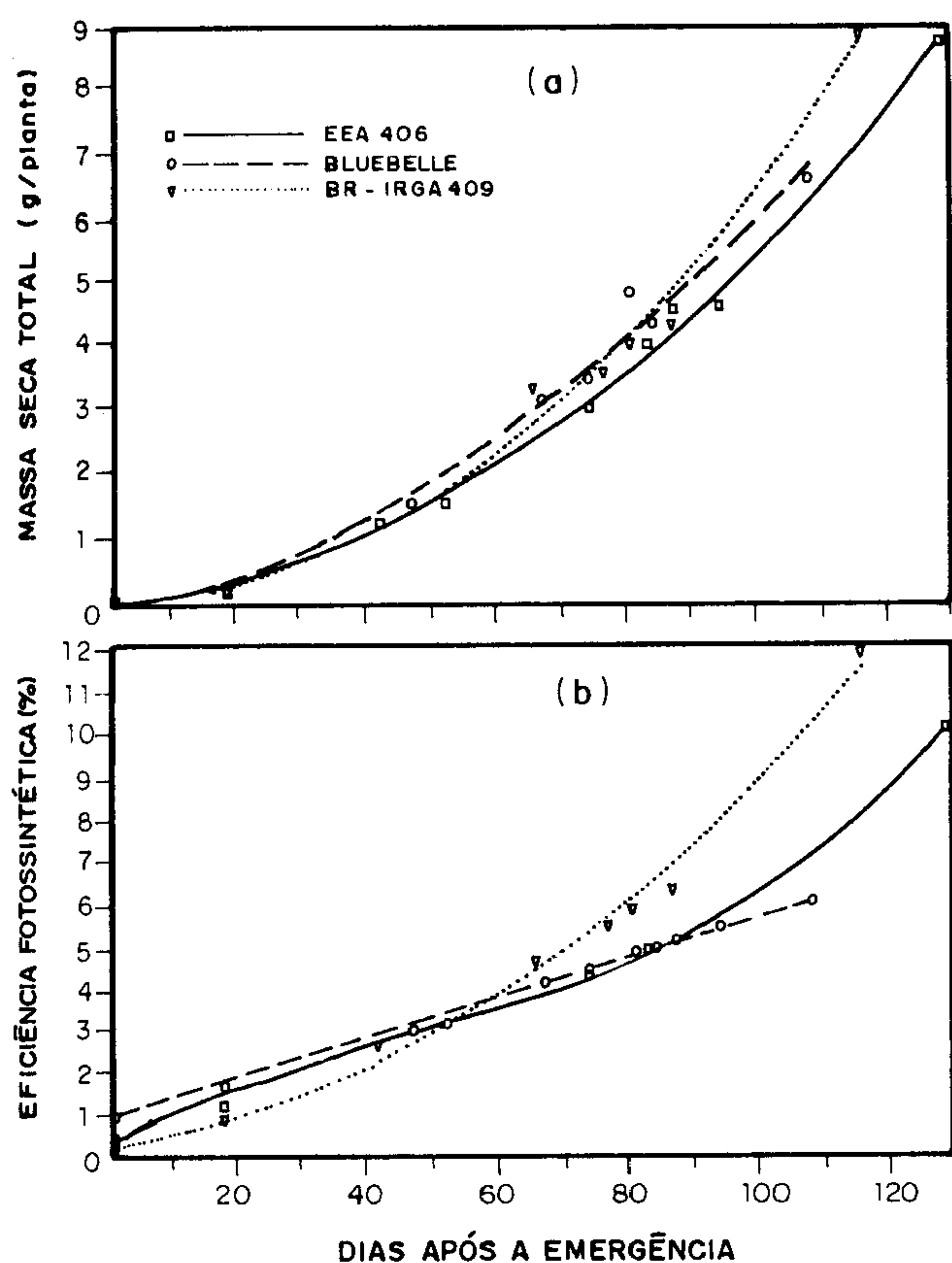


Figura 1. Massa seca total e eficiência de conversão de energia solar ( $E_c$ ), em percentagem, para três cultivares de arroz irrigado, em dias após a emergência.

Estes resultados podem ser confirmados pela eficiência de conversão de energia solar ( $E_c$ ) das três cultivares (Figura 1b). A partir da época do aparecimento da folha bandeira, a BR-IRGA 409, de folhas eretas, foi mais eficiente que as demais cultivares, atingindo o valor máximo

na maturação (11,8%). Os valores máximos para EEA 406 e Bluebelle foram, respectivamente, 10% e 5,9%, também no final do ciclo. Nesse caso, a BR-IRGA 409 apresentou uma conversão 18% superior à EEA 406 e 100% em relação à Bluebelle. Como a  $E_c$  depende diretamente da radiação solar incidente, nota-se a importância desse fator climático associado com cultivar que possua arquitetura de planta eficiente no seu aproveitamento. A  $E_c$  apresentada pelas cultivares encontra-se próxima às estimadas por ALFONSI et al. (1979) que em trabalho semelhante utilizando as cultivares de arroz IR-665 e IAC-1246 constatarem valores de 8,2% e 11,1%, respectivamente, podendo ser considerados altos. Relatos de BERNARDES (1987) demonstram que plantas do tipo  $C_3$  podem, sob condições ótimas, atingir maior  $E_c$ , o que concorda com os resultados obtidos no presente trabalho.

O acúmulo de massa seca das folhas (Figura 2a) mostrou diferenças entre as cultivares a partir dos 50 DAE. O valor máximo foi atingido no estágio 10.5.1 (início da floração) aos 81 DAE para a Bluebelle, enquanto que para as demais cultivares ocorreu em estádios anteriores; no alongamento do colmo para BR-IRGA 409 (estádio 9) e no surgimento da panícula para EEA 406 (estádio 10.1), respectivamente, aos 66 e 83 DAE, evidenciando a precocidade da BR-IRGA 409 em atingir o máximo acúmulo de massa seca das folhas, o que também pode ter contribuído para a maior eficiência na utilização da energia solar. As três cultivares apresentaram valores máximos de IAF no estágio 10.1, sendo 4,24; 3,42 e 3,26 respectivamente para EEA 406, Bluebelle e BR-IRGA 409. O IAF máximo não é necessariamente o ótimo para maximizar o acúmulo de massa seca, pois conforme REIS & MULLER (1979) aumentos na área foliar acima do IAF ótimo não aumenta a produção de massa seca devido ao autossombreamento.

Após, em função da senescência das folhas inferiores, houve um decréscimo na massa seca das mesmas, até a maturação das plantas.

A mesma tendência dessas curvas foi verificada para a massa seca dos colmos (Figura 2b), porém, as diferenças entre o acúmulo de material nos colmos foram maiores que as ocorridas no acúmulo das folhas. A massa seca das raízes também apresentou decréscimos no final do ciclo (Figura 2c), sendo que, até próximo aos 50 DAE, a BR-IRGA 409 foi a que obteve o maior acúmulo. A partir dos 80 DAE os maiores valores foram apresentados pela EEA 406, sendo seguida da BR-IRGA 409 e essa da Bluebelle.

Desconsiderando os grãos e panículas, a EEA 406 foi a que apresentou maior acúmulo nos demais órgãos da planta (colmos, folhas, raízes) sendo seguida da BR-IRGA 409 e essa da Bluebelle. No entanto, a BR-IRGA 409 foi a que obteve maior massa seca dos grãos por planta (Figura 2d), podendo, esse resultado, estar associado à sua capacidade de translocação de produtos da fotossíntese para os



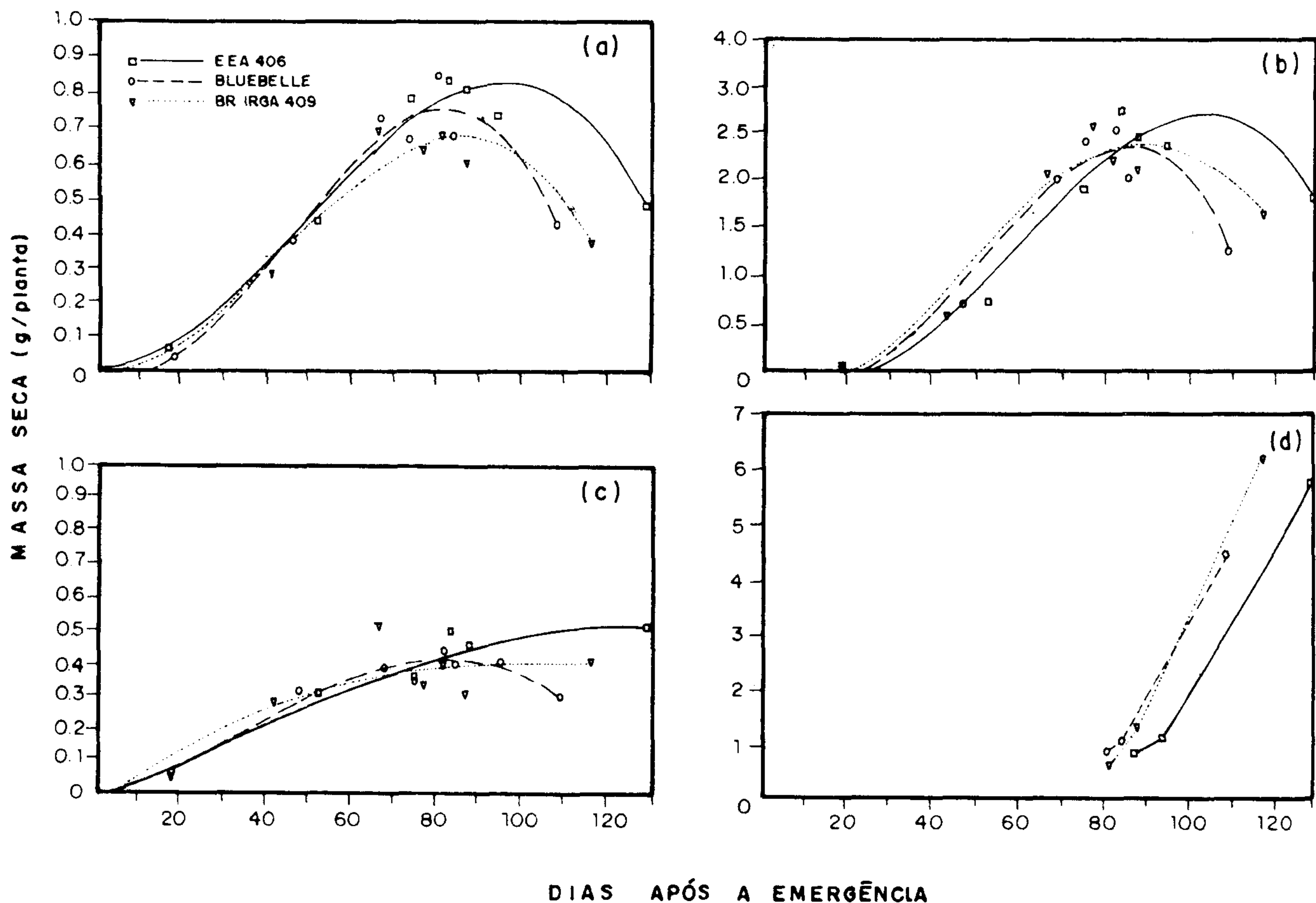


Figura 2. Massa seca das folhas (a); massa seca dos colmos (b); massa seca das raízes (c) e massa seca das panículas e grãos (d), em g/planta, para três cultivares de arroz irrigado, em dias após a emergência.

mesmos e sua maior eficiência fotossintética, pois foi justamente ao redor da floração e enchimento de grãos que esta cultivar se destacou das demais, apresentando maior  $E_c$  (Figura 1b). SILVA et al. (1993) também verificaram que a taxa média de acúmulo de massa seca dos grãos foi mais elevada na BR-IRGA 409 do que nas cultivares de ciclo precoce (Bluebelle e IRGA 416).

Quanto à distribuição de massa seca entre os órgãos da planta (Figura 3) as curvas foram semelhantes. Nota-se que no início do perfilhamento, para as cultivares EEA 406 e Bluebelle, cerca de 72% da massa seca total concentrava-se nos colmos e folhas em iguais proporções e o restante, 28% nas raízes. A BR-IRGA 409 teve maior percentagem de matéria seca nos colmos (46%); 32 e 22% respectivamente distribuídos nas folhas e raízes. Sendo a fotossíntese o processo responsável pelo fornecimento da energia necessária à planta, segundo MACHADO et al.

(1982), inicialmente a planta utiliza a maior parte da energia disponível na elaboração do órgão captador da radiação solar. Neste estudo, no entanto, grande parte de material assimilado até esse estágio encontrava-se nos tecidos dos colmos, sendo parte desses carboidratos produzidos, posteriormente translocados para os órgãos reprodutivos.

Por ocasião do surgimento das panículas, aos 74-83 DAE, a percentagem de massa seca nos colmos aumentou para as três cultivares; o colmo acumulou em torno de 70% da massa seca total; as folhas, 20% e os demais 10% ficaram concentrados nas raízes. Após, com o rápido crescimento das panículas e grãos, estes contribuíram, por ocasião da maturação, com aproximadamente 69% do total da massa seca; 20% pelos colmos e os restantes 11% pelas folhas e raízes, em iguais proporções. Isto explica o comportamento exponencial verificado no acúmulo de massa seca total (Figura 1a), onde os decréscimos observados pela

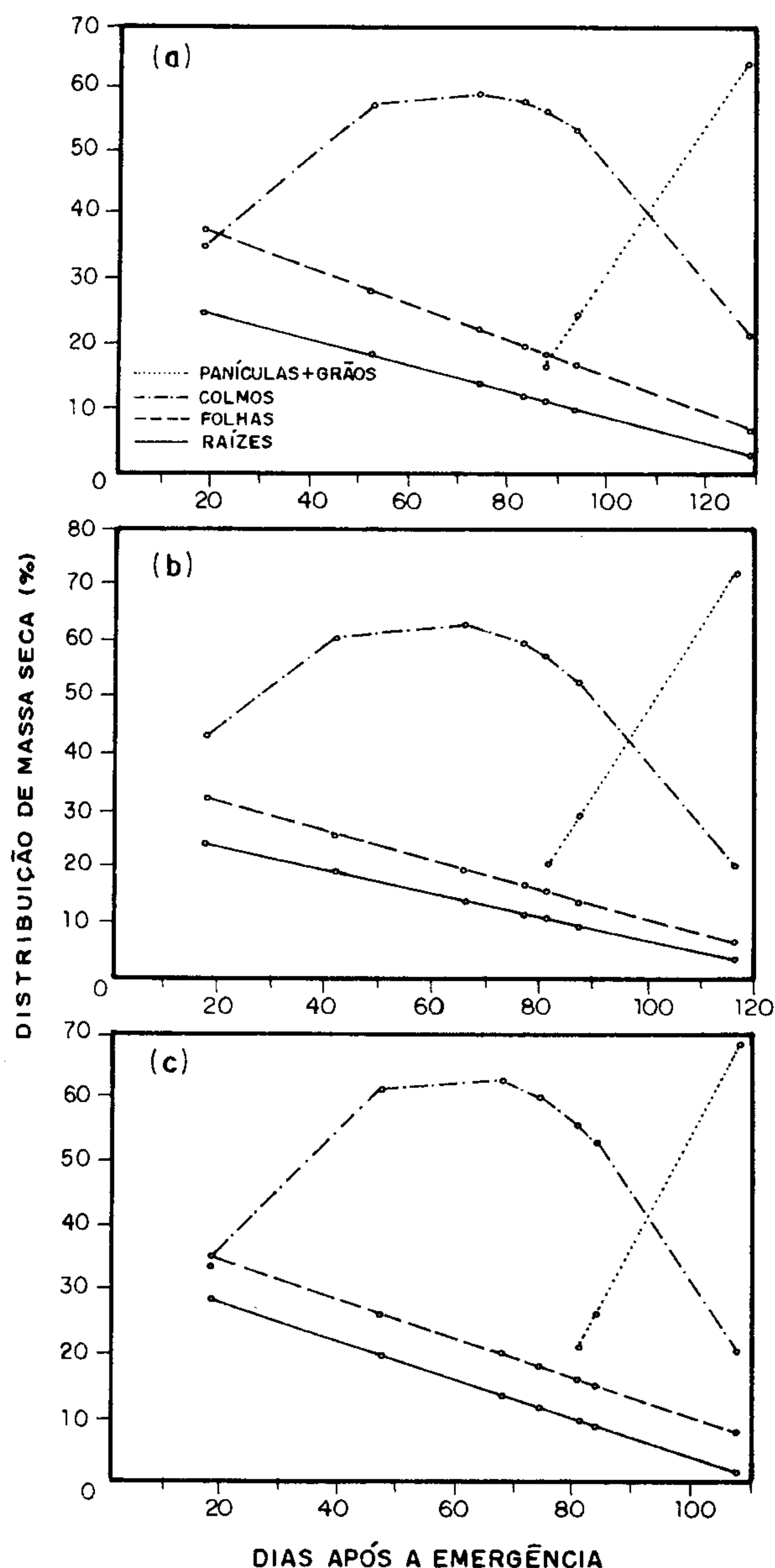


Figura 3. Distribuição de massa seca nos diversos órgãos da planta, em percentagem, para três cultivares de arroz irrigado (a-EEA 406, b-BR-IRGA 409, c-Bluebelle).

massa das folhas, raízes e colmos (Figura 2a,b,c) foram compensados pelos acréscimos dos valores das panículas e grãos (Figura 2d), fazendo com que a curva não sofresse a inflexão esperada, como encontrado em trabalhos que anali-

sam apenas o acúmulo da massa seca na parte vegetativa da planta. Resultados semelhantes foram obtidos por ENYI (1962), ALFONSI et al. (1979) e BLANCO & PEREZ DE VIDA (1993) trabalhando com cultivares de arroz e por MACHADO et al. (1982), BENINCASA (1986) e MARTINS et al. (1987) trabalhando, respectivamente, com as culturas do milho, sorgo e tomateiro.

## CONCLUSÕES

Desconsiderando os grãos e panículas, a EEA 406 possui maior capacidade produtiva de fitomassa, sendo a Bluebelle menos produtiva.

A cultivar BR-IRGA possui maior eficiência de conversão de energia solar em fitomassa, a partir da época do aparecimento da folha bandeira, alocando mais fotoassimilados nos grãos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSI, R.R., ORTOLANI, A.A., PEDRO JR, M.J. et al. Análise de crescimento para variedades de arroz IR-665 e IAC-1246, sob duas densidades de plantio. *Ecossistema*, v. 4, n. 1, p. 25-34, 1979.
- BENINCASA, M.M.P. *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1986. 42 p.
- BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P.R.C., FERREIRA, S.O., YAMADA, T. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1987. p. 13-48.
- BLANCO, P.H., PEREZ DE VIDA, F.B. Analisis de crecimiento y componentes de rendimiento en cultivares de arroz. In: REUNIÓN DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1993, Pelotas, RS. *Anais...* Pelotas, EMBRAPA-CPACT, 1993, 305 p. p. 74-77.
- CLAWSON, K.L., SPECHT, J.E., BLAD, B.L. Growth analysis of soybean isolines differing in pubescence density. *Agronomy Journal*, v. 78, p. 164-172, 1986.
- ENYI, B.A.C. Comparative growth-rates of upland and swamp rice varieties. *Annals of Botany*, v. 26, n. 103, p. 467-487, 1982.
- FERRAZ, E.C. Ecofisiologia do arroz. In: CASTRO, P.R.C., FERREIRA, S.O., YAMADA, T. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1987. p. 185-202.
- LARGE, E.C. Growth stages in cereals; illustration of the Feekes Scale. *Plant Pathology*, London, v. 3, p. 128-129, 1954.
- LUCCHESI, A.A. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"*, v. 41, p. 181-202, 1984.
- MACHADO, E.C., PEREIRA, A.R., FAHL, J.I. et al. Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 17, p. 825-833, 1982.



MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EDUSP, 1979. v. 1, p. 331-350.

MARTINS, G., VASCONCELOS, E.F.C., LUCCHESI, A.A. Análise de crescimento do tomateiro em cultura protegida para condições de trópico úmido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 7, p. 689-698, 1987.

RADFORD, P.J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Science*, v. 7, p. 171-175, 1967.

SILVA, P.R.F., SOUZA, P.R. de, MENEZES, V.G. et al. Taxa e duração do enchimento de grãos de cultivares de arroz irrigado, em dois sistemas de semeadura. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1993, Pelotas, RS. *Anais...* Pelotas, EMBRAPA-CPACAT, 1993. 305 p. p. 121-123.

WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. *Ad Agron*, v. 4, p. 101-145, 1952.

## COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO EM SANTA MARIA - RS

### PERFORMANCE OF IRRIGATED RICE GENOTYPES IN SANTA MARIA-RS

Enio Marchezan<sup>1</sup>   Maria Isabel da Silva Aude<sup>1</sup>   Lindolfo Storck<sup>1</sup>

#### - N O T A -

#### RESUMO

*Experimentos foram conduzidos de 1984 a 1995, avaliando-se a cada ano cultivares comerciais de arroz irrigado em uso na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, e linhagens em fase final de avaliação. O objetivo foi comparar o desempenho dos genótipos com a finalidade de recomendação regionalizada de cultivares.*

**Palavras-chave:** arroz *Oryza sativa*, cultivares, produtividade.

#### SUMMARY

*Recommended cultivars in use at Depressão Central region of Rio Grande do Sul State and inbreed lines were evaluated each year from 1984 to 1995. The objective was to compare the performance of genotypes aiming to achieve a regionalized recommendation of cultivars.*

**Key words:** rice, *Oryza sativa*, cultivars, yield.

O conhecimento do desempenho das cultivares em função de sua resposta diferenciada a fatores climáticos, edáficos e de manejo da cultura em cada região torna-se fundamental para o planejamento da lavoura orizícola. De posse dessas informações é possível o encaminhamento de uma recomendação regionalizada de cultivares. Com esse propósito foi conduzido experimentos no município de Santa Maria,

no período de 1984 a 1995, comparando-se cultivares utilizados comercialmente no Rio Grande do Sul com linhagens que encontram-se em fase final de avaliação nos programas de melhoramento genético no Instituto Riograndense do Arroz (IRGA).

Os experimentos foram instalados no sistema convencional de cultivo, conduzidos segundo delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. O número de anos em que cada cultivar foi avaliada foi variável (Tabela 1). As semeaduras foram realizadas no período de novembro a 10 de dezembro, conforme o ano, utilizando-se de 160 a 180kg/ha de sementes. A adubação de manutenção constituiu de 200 a 250kg/ha da fórmula 5-20-20, utilizando-se ainda cerca de 40kg/ha de nitrogênio em cobertura por ocasião da iniciação do primórdio floral. Fez-se o controle químico de plantas daninhas e a irrigação iniciou-se entre 15 e 20 dias após a emergência. A colheita foi realizada com grau de umidade de grão entre 18 e 24%.

A análise estatística compreendeu uma análise da variância conjunta, sendo as médias das cultivares comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Para as cultivares com três ou mais anos de cultivo foi procedida a análise de estabilidade pelo método de EBERHART & RUSSELL (1966). A análise da variância conjunta resultou em interação significativa ( $P>5\%$ ) para a interação anos com

---

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, 97119-900 - Santa Maria, RS.  
Recebido para publicação em 13.07.95. Aprovado em 23.08.95



Tabela 1. Médias de produtividade (kg/ha) de grãos de arroz obtidas em vários anos, coeficiente de variação entre as médias de anos (CV), coeficiente de regressão linear (b) e coeficiente de determinação ajustado (R<sup>2</sup>) para as cultivares relacionadas. Santa Maria, 1995.

Cultivares	Ano	CV(%)	kg/ha	b	R <sup>2</sup>
El Passo 144	3	18,4	7791,3a*	0,92	0,74
IRGA 370-42	3	8,7	7759,6a	0,46	0,96
IRGA 369-31-2-3F-A1	2	12,0	7646,0ab	---	---
L 202	3	5,9	7411,0ab	-0,06	0,00
IRGA 318-11-6-2-6C	3	8,9	7260,0ab	0,45	0,98
IRGA 318-11-6-9-2B	3	9,9	7194,3ab	0,40	0,30
IRGA 370-38-1-1F	3	14,7	7043,3 bc	0,69	0,85
IRGA 284-18-2-2-2	5	14,1	7017,8 bc	0,55	0,27
TAIM	3	19,9	6509,3 cd	0,74	0,39
BR-IRGA 409	8	24,6	6470,2 cd	0,86	0,21
BR-IRGA 410	9	27,8	6220,6 d	1,44	0,74
COLOMBIANO	4	35,8	6195,7 d	1,69	0,75
CHUÍ	3	53,7	6170,3 d	2,27	0,99
IRGA 294-45-4-2	3	25,9	6049,0 d	1,20	0,97
IRGA 416	4	36,5	6023,0 d	1,36	0,87
BR-IRGA 414	6	34,7	5904,6 d	1,55	0,64
MÉDIA	4	22,0	6792,0	0,97	0,64

\* Cultivares com médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

cultivares e para os efeitos de cultivares e de anos. Assim, o teste de médias de cultivares e a análise de estabilidade são procedimentos adequados. A relação

das cultivares, o número de anos em que cada cultivar foi cultivada (anos), o coeficiente de variação entre as médias de cultivares (CV), as produtividades médias das cultivares (kg/ha) com teste de Duncan (5%), o coeficiente de regressão (b) e o coeficiente de determinação ajustado (R<sup>2</sup>) pelo método de EBERHART & RUSSELL (1966) estão apresentados na Tabela 1. Cultivares com CV alto, acima da média (22%), bem como as com alto coeficiente de regressão (b) são muito influenciados pelas variações ambientais. Assim, os genótipos IRGA 370-42, L 202, IRGA 318-11-6-2-6C e IRGA 318-11-6-9-2B são adequados porque apresentam produtividades elevadas (não diferem da maior) e são bem estáveis (baixo CV e baixo b). Os genótipos BR-IRGA 410, Colombiano, Chuí, IRGA 294-45-4-2, IRGA 416 e BR-IRGA 414, com CV e b altos, apresentaram grandes variações nas suas produtividades com a variação do ambiente, são responsivos às melhoras na tecnologia, mas apresentam produtividade média mais baixa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EBERHART, S.A., RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 233-243, 1966.



decorrente das variações do ambiente (KUNZE & HALL, 1965). Além das condições do clima durante a maturação do grão, as características genéticas das cultivares utilizadas aliadas ao manejo inadequado da lavoura principalmente na semeadura, adubação, colheita e secagem, influenciam o aparecimento de fissuras, responsáveis pela diminuição da qualidade industrial dos grãos (BHATTACHARYA, 1980; MARCHEZAN, 1991). Embora se recomende a calagem como prática de manejo para a elevação da produtividade (LOPES, 1996), ainda não se conhece seus efeitos sobre a qualidade física de grãos, expresso através do rendimento do grão.

Quanto ao comportamento de cultivares em relação a quantidade de grãos inteiros, há relatos, CARMONA & GADEA (1987) e MARCHEZAN *et al.* (1993), de que as cultivares podem reagir diferentemente, dependendo das condições de manejo da lavoura como por exemplo, a densidade de semeadura e as condições de clima na colheita, de acordo com a região de cultivo.

Assim, o objetivo do trabalho foi verificar os efeitos de práticas de manejo sobre o rendimento de grãos e a qualidade industrial do arroz produzido na região do vale do rio São João, RJ.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em sistema convencional de cultivo no ano agrícola 1993/94, em solo classificado como Glei Pouco Húmico, em Casemiro de Abreu, RJ.

A semeadura foi realizada manualmente, na segunda quinzena de setembro. Foram utilizadas duas cultivares de arroz recomendadas para cultivo na região, BR-IRGA 409 e BR-IRGA 412, duas doses de calcário (0 e 200kg/ha) colocadas na semeadura e três densidades de semeadura (100, 200 e 300kg/ha). Utilizou-se delineamento experimental blocos ao acaso e os tratamentos foram distribuídos em fatorial. As parcelas foram constituídas de 19 linhas de seis metros de comprimento espaçadas em 0,17cm. Foi colhida área útil de 3m<sup>2</sup>, no centro da parcela, para estimativa do rendimento de grãos. Lateralmente a esta área, foi colhida uma seção de 2m de linha para avaliar o rendimento do grão.

O controle de plantas daninhas foi realizado com 2,4-D ester (28g/l) + propanil (360g/l) na dose de 10l/ha. Como adubação de base foi utilizado 200kg/ha da fórmula 5-20-20, no momento da semeadura. Utilizou-se 21kg/ha de nitrogênio em cobertura durante o perfilhamento. Devido a incidência de bicheira da raiz do arroz (*Oryzophagus oryzae*) foi

aplicado carbofuram na dose de 1000g i.a./ha juntamente com mais 21kg/ha de nitrogênio. A irrigação, por inundação, foi iniciada aos 40 dias após a emergência das plantas.

As panículas foram coletadas aos 140, 147 e 154 dias após a semeadura caracterizando os períodos de início, meio e final de colheita, respectivamente. Antes de cada coleta foi determinado o teor de umidade dos grãos. A redução do teor de água para 13% foi realizada em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 32 a 35°C. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em câmara com umidade relativa do ar de 70% e temperatura de 25°C até o beneficiamento.

Para avaliação dos parâmetros de grãos inteiros, grãos quebrados e renda do beneficiamento, foram retiradas das amostras as impurezas e as cariopses vazias, através de abanação manual. Após, foram pesadas amostras de 100g de arroz com casca para serem utilizadas no beneficiamento, realizado em equipamento denominado "testadora de arroz".

Utilizou-se 15 segundos como tempo de descascamento e 90 segundos para brunimento, seguindo as demais instruções do fabricante. A separação de grãos inteiros e quebrados foi realizada com "trieur" número 1 do equipamento. A cada 30 amostras efetuava-se o reajuste dos roletes de descascamento, do brunidor e limpeza do equipamento. A percentagem de grãos inteiros e grãos quebrados após o polimento foi obtida de forma direta, pela pesagem desses grãos, separadamente. A renda do beneficiamento foi obtida através da soma de grãos inteiros e quebrados.

Foi instalado um termohigrógrafo na altura das panículas para monitorar a umidade relativa e a temperatura do ar durante o período de maturação dos grãos. A análise estatística dos resultados foi realizada utilizando-se os programas estatísticos SAS SYSTEM e SAEG10.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância revelou a existência de interação significativa entre os tratamentos com calcário e cultivares em relação ao rendimento de grãos. Parcelas com adição de calcário foram estatisticamente superiores às aquelas sem calcário, com acréscimo de 9% no rendimento de grãos. (Tabela 1).

Em função do fenômeno da auto-calagem e da composição química de cada solo, nem sempre são encontrados acréscimos no rendimento de grãos em função da aplicação de calcário. No mesmo solo da área experimental, a aplicação de 4t/ha não alterou a



## EFEITO DE PRÁTICAS DE MANEJO SOBRE O RENDIMENTO DE GRÃOS E A QUALIDADE INDUSTRIAL DOS GRÃOS EM ARROZ IRRIGADO

### EFFECTS OF MANAGEMENT PRACTICES ON RICE FIELD GRAIN AND MILL QUALITY

Luciano Pasqualoto Canellas<sup>1</sup>   Gabriel de Araújo Santos<sup>2</sup>   Enio Marchezan<sup>3</sup>

#### RESUMO

Foi desenvolvido um experimento a campo num gleissolo em Casemiro de Abreu, RJ, de outubro de 1993 a fevereiro de 1994, com o objetivo de verificar o efeito do uso de calcário em linha de semeadura, de cultivares, densidades de semeadura e épocas de colheita sobre a produção e a qualidade industrial do arroz. Foram utilizadas duas cultivares de arroz (BR-IRGA 412 e BR-IRGA 409), duas doses de calcário aplicadas na linha de semeadura (0 e 200kg ha<sup>-1</sup>) e três densidades de semeadura (100, 200 e 300kg de sementes ha<sup>-1</sup>), colhidas aos 140, 147 e 154 dias após a semeadura. O uso do calcário proporcionou aumento de 25% no rendimento de grãos da cultivar BR-IRGA 409. A qualidade industrial do arroz foi influenciada pela época de colheita, sendo a mais indicada quando o teor de umidade do grão se encontra entre 17,5 - 22%.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L., cultivares, calagem, densidade de semeadura, época de colheita.

#### SUMMARY

The purpose of the research was to study the use of liming, seeding density of two paddy rice cultivars and harvest time with rice yield and mill quality. The experiment was carried out during 1993/94 growing season in Casemiro de Abreu (RJ), Brazil.

The two rice cultivars used were BR-IRGA 409 and BR-IRGA 412, two of limestone doses (0 and 200kg ha<sup>-1</sup>) and three seeding densities (100, 200 and 300kg ha<sup>-1</sup>) were distributed in a completely randomized block design. The use of liming and variation of seeding density did not affect rice quality. The moisture content of the rice grains that resulted in highest quality at harvest was between 17,5-22%.

**Key words:** *Oryza sativa* L., cultivars, liming, seeding density, harvest time.

#### INTRODUÇÃO

A qualidade industrial tem influência direta na formação do valor de mercado alcançado pelo arroz no momento da comercialização; produto com maior quantidade de grãos inteiros e sem defeitos obtém as melhores cotações.

Durante o beneficiamento, o arroz é submetido a impactos mecânicos que podem danificar sua estrutura. O processo é acentuado com o aparecimento de fissuras formadas antes da colheita, em resposta ao gradiente térmico e higroscópico no interior do grão,

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, MSc., Aluno do curso de Doutorado em Ciência do Solo, Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Km 47 da antiga rodovia Rio-SP, 23851-970 - Seropédica, RJ. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, PhD., Prof. Titular do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Titular do Departamento de Fitotecnia. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, RS.



Tabela 1 - Rendimento de grãos de duas cultivares de arroz irrigado sob duas doses de calcário, na média de três densidades de semeadura. Rio de Janeiro, 1993/94.

Cultivares	Rendimento de grãos-kg/ha	
	Dose de calcário-kg/ha	
	0	200
BR-IRGA 409	2548 A b <sup>1</sup>	3095 A a
BR-IRGA 412	2998 B a	2894 A a

(1) Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si e médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo Teste de Tukey (P=0,05).

produção de arroz (MANZATTO, 1990), observando-se resposta somente com 8t/ha de calcário, dose considerada antieconômica (BRANCHER, 1991). Em outras regiões do País também não foi encontrado aumento de rendimento de grãos com a utilização de calcário (LEITE *et al.*, 1970, FAGERIA *et al.*, 1977 e PAULETTO *et al.*, 1983). No entanto, LOPES *et al.*(1995) recomendam a aplicação de calcário em solos ácidos e com presença de Al<sup>3+</sup> trocável. Muitos fatores contribuem para as variações relatadas na pesquisa, como por exemplo, o tipo de reação do solo e a tolerância das variedades às condições de acidez. O nível de alumínio trocável encontrado no solo (0,64 Cmol kg<sup>-1</sup>) é considerado de toxidez moderada para o arroz (FAGERIA, 1984). No presente estudo, o preparo do solo e a semeadura do arroz foram realizados com solo bem drenado e, como a irrigação definitiva iniciou apenas aos 40 dias após a emergência das plantas, esse tempo seria suficiente para que a cultivar BR-IRGA 409 manifestasse maior sensibilidade a Al<sup>3+</sup>, pois os sintomas de danos em raízes se expressam de forma mais aguda nas plântulas (ROSSIELO, 1994).

O rendimento de grãos não foi afetado pelas diferentes densidades de semeadura. Nesse sentido, PEDROSO (1993) observou a plasticidade dos componentes de produção com a variação do número de plantas por área. O aumento do número de plântulas, colmos e panículas por unidade de área nas densidades maiores é compensado pela redução no número e peso de grãos.

A cultivar BR-IRGA 412 apresentou qualidade industrial de grãos estatisticamente superior

a cultivar BR-IRGA 409 (Tabela 2). Diferenças entre genótipos no rendimento de grãos inteiros também foram observadas por KUNZE & PRASAD (1978) e MARCHEZAN (1991).

Tabela 2 - Efeitos de cultivar, dose de aplicação de calcário e densidade de semeadura sobre a renda do benefício, grãos inteiros e quebrados. Rio de Janeiro, 1993/94.

Tratamento	Renda do benefício	Grãos inteiros	Grãos quebrados
Cultivar			
BR-IRGA 409	58,7 B <sup>1</sup>	53,3 B	5,4 A
BR-IRGA 412	59,9 A	55,2 A	4,7 B

(1) Médias com a mesma letra ao lado, dentro de cada fonte de variação, e dentro da mesma coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P=0,05).

A aplicação de calcário e os níveis de densidades de semeadura utilizados não alteraram as quantidades de grãos inteiros e quebrados. A hipótese de que o uso de densidades maiores na semeadura resultaria em maior uniformidade no teor de umidade durante a colheita não foi confirmada, principalmente devido à semelhança dos padrões fenotípicos e de desenvolvimento entre as cultivares.

A formação de fissuras no grão, na lavoura, está relacionada com a absorção e/ou perda de água em função do gradiente de umidade formado entre o grão e o ambiente (Tabela 3). Durante os 46 dias monitorados, 34 dias apresentaram mais de 12 horas de umidade relativa do ar acima de 90% e 11 dias com variação entre a umidade relativa máxima e mínima de 40% ou mais (Figura 1).

Em grãos descascados, o aumento na umidade relativa do ar de 44% para 86% provocou o aparecimento de fissuras em 66 minutos (KUNZE & CHOUDHURY, 1972). As condições de umidade do ar foram suficientes para o desenvolvimento de fissuras a campo nos grãos das cultivares utilizadas, verificando-se que o processo diário de perda e absorção de água é fundamental no estabelecimento de fissuras em função da tensão gerada no interior do grão que responde à compressão exercida pela parte externa quando a água é absorvida.

A época de colheita das panículas foi o fator estudado que mais influenciou a qualidade industrial do arroz. A primeira colheita realizada com o teor médio de água no grão de 27% apresentou alta percen-



tagem de grãos imaturos que foram esmagados durante o beneficiamento, reduzindo sua qualidade industrial. Com o teor de umidade entre 17,5 a 22%, obteve-se a maior quantidade de grãos inteiros, concordando com a recomendação de colheita aos 30-40 dias após a floração plena, quando a maioria dos grãos atinge teor de umidade entre 18 e 25% (MARCHEZAN *et al.*, 1993).

Tabela 3: Teores de água nos grãos e porcentagem de grãos inteiros em três épocas de colheita, na média de duas cultivares de arroz irrigado e duas doses de calcário. Rio de Janeiro, 1993/94.

Densidade de semeadura (kg/ha)	PERÍODO DE COLHEITA <sup>1</sup>						
	INÍCIO		MEIO		FINAL		
	Kg/ha Grãos	Teor de Teor de água inteiros (%) (%)	Grãos Grãos água inteiros (%) (%)	Teor de água inteiros (%) (%)	Teor de água inteiros (%) (%)	Teor de água inteiros (%) (%)	
100		27,1A*	50,1 b	22,0 A	56,1a	18,6A	56,5a
200		26,6A	51,3 b	22,6A	55,0a	16,3A	56,7a
300		27,2A	50,0 b	23,3A	56,9a	17,6A	55,5a

(\*) Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha e de letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p=0,05)

(1) os períodos de colheita início, meio e final correspondem a coleta das panículas aos 140, 147 e 154 dias após a semeadura, respectivamente.

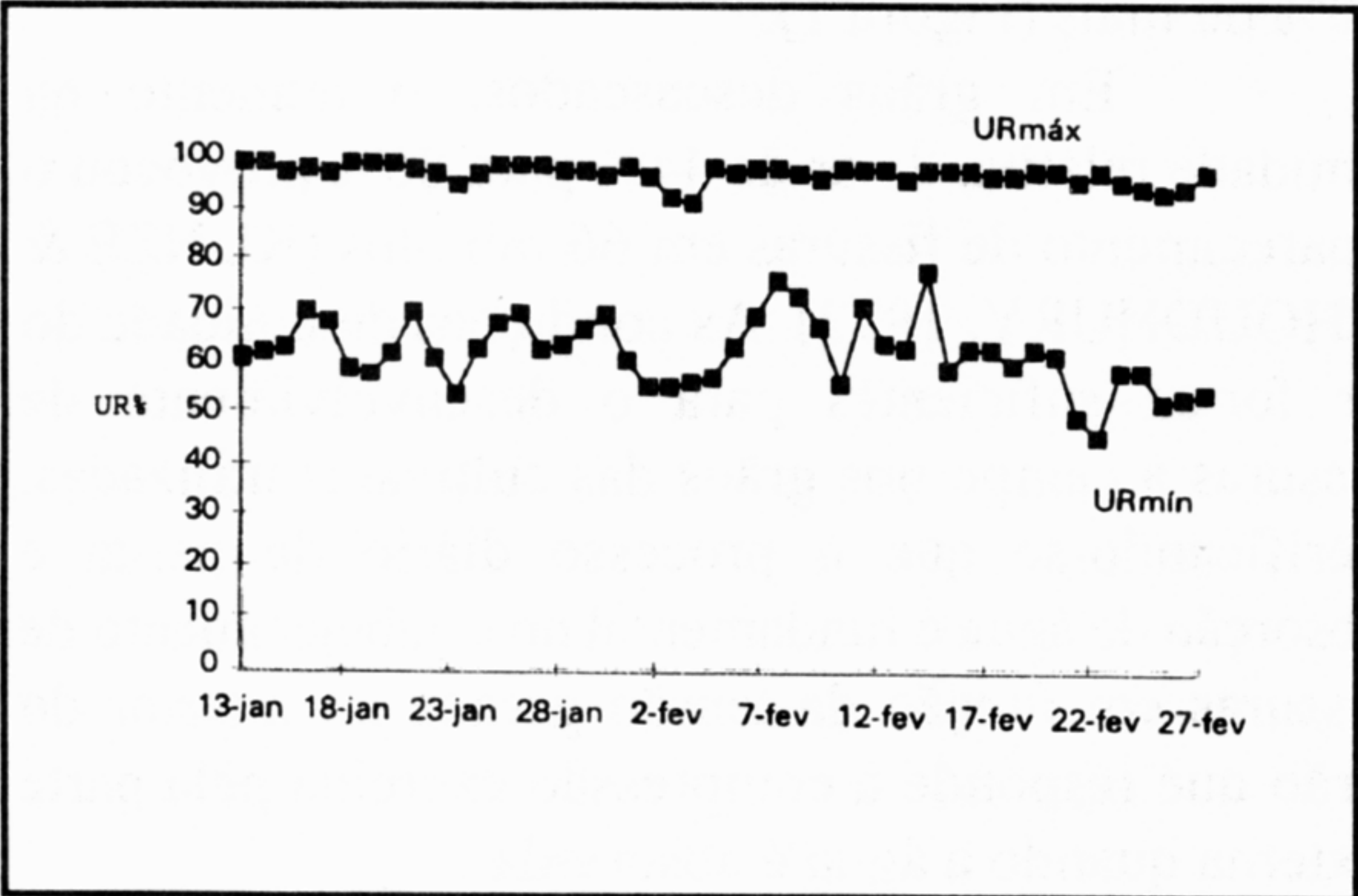


Figura 1 - Umidade relativa do ar (máxima e mínima) durante o período de maturação dos grãos de arroz irrigado. Rio de Janeiro, 1993/94.

CONCLUSÕES

A aplicação de calcário na linha proporcionou acréscimos de produtividade na cultivar BR-IRGA-409, não influenciando na quantidade de grãos inteiros. Há diferenças entre cultivares quanto a qualidade industrial dos grãos, destacando-se positivamente a BR-IRGA 412. Colheitas realizadas quando o teor de água dos grãos situa-se entre 17,5-22% proporcionam maior quantidade de grãos inteiros.

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Valduíno Estefanel do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, pela orientação na análise estatística.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHATTACHARYA, K.R. Breakage of rice during milling; a review. *Tropical science*, Oxford, v. 22, n. 3, p. 255-76, 1980.

BRANCHER, A. Efeito da adubação orgânica, mineral e calagem na cultura do arroz irrigado e nas propriedades químicas de um solo de várzea no Estado do Rio de Janeiro. Itaguaí-RJ, 217 p. Tese (Mestrado em Ciência do Solo) Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1991.

CARMONA, P.S., GADEA, A.D.C. Influência da época de colheita em genótipos de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 16, 1987, Camburiú, Anais...Camburiú, EMPASC, 1987, 366 p. p. 165-165.

FAGERIA, N.K. Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz. Campus, Ed Goiânia: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão, 1984. 341 p.

FAGERIA, N.K., ZIMMERMANN, F.J.P., LOPES, A.M. Resposta do arroz irrigado à aplicação de fósforo, zinco e calcário. *Rev Bras de Ciência do Solo*, Campinas, n. 1, p. 72-76, 1977.

KUNZE, O.R., CHOUDHURY, M.S.U. Moisture adsorption related to the tensile strength of rice. *Cereal Chemistry*, St. Paul, n. 49, p. 684-97, 1972.

KUNZE, O.R., HALL, C.W. Relative humidity changes that cause brown rice to crack. *Transaction of the ASAE*, St. Joseph, n. 8, p. 396-399, 1965.

KUNZE, O.R., PRASAD, S. Grain fissuring potentials in harvesting and drying of rice. *Transaction of the ASAE*, St. Joseph, v. 21, n. 2, p. 361-366, 1978.

LEITE, N., GARGANTINI, H., HUNGRIA, L.S., *et al.* Efeitos do nitrogênio, fósforo, calcário e micronutrientes em cultura de arroz irrigada no Vale do Paraíba. *Bragantia*, Campinas, v. 29, n. 25, p. 273-285, 1970.



- LOPES, S.I.G. Recomendações de adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO E CALAGEM, 2, 1986. Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria, UFSM, 1996, 68 p. p. 64-68
- LOPES, S.I.G., LOPES, M.S., MACEDO, V.R.M. Resposta de arroz irrigado à aplicação de calcário. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21, 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1995, 333 p. p. 169-171.
- MANZATTO, H.R.H. **Dinâmica da matéria orgânica em solo glei pouco húmico cultivado com arroz inundado no vale do São João (RJ)**. Itaguaí-RJ, 143 p. Tese (Mestrado em Ciência do Solo) Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1990.
- MARCHEZAN, E. **Relações entre épocas de semeadura, de colheita e rendimento industrial em grãos inteiros de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)**. Piracicaba-SP, 102 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1991.
- MARCHEZAN, E., GODOY, O.P., FILHO, J.M. Relações entre épocas de semeadura, de colheita e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz irrigado. **Pesq Agropec Bras**, Brasília, v. 28, n. 7, p. 843-848, 1993.
- PAULETTO, E.A., TURATTI, A.L., VAHL, L.C. *et al.* Sistemas de preparo do solo, adubação e calcário no cultivo de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 12, 1983, Pelotas. **Anais...** Pelotas: CPACT, 1983, 346 p. p. 121-123.
- PEDROSO, B.A. Efeito do ponto de colheita de duas cultivares de arroz irrigado em quatro densidades de semeadura 1991/1992. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 10, 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: CPACT, 1993, 304 p. p. 112.
- ROSSIELLO, R.O.P. **Tópicos em fertilidade do solo e nutrição de plantas - Alumínio e fitotoxidez**. UFRRJ, Itaguaí, 1994. 22 p. (mimeografado).

**Ciência Rural, v. 27, n. 3, 1997.**



## ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELO ARROZ EM RESPOSTA À CALAGEM E À ÉPOCA DE INÍCIO DE IRRIGAÇÃO<sup>1</sup>

### NUTRIENT UPTAKE BY RICE IN RESPONSE TO LIME AND TIME OF FLOODING

Angélica Polenz Wielewicki<sup>2</sup> Enio Marchezan<sup>3</sup> Lindolfo Storck<sup>3</sup>

#### RESUMO

*Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência da correção da acidez do solo e da época de início de irrigação na absorção de nutrientes pelas plantas de arroz irrigado. Foram conduzidos dois experimentos, um para cada época de início de irrigação, aos 15 e aos 35 dias após a emergência das plântulas, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da UFSM, em solo planossolo, sob delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos em cada experimento foram os seguintes: (1) sem calcário; (2) 300kg/ha de calcário classe D, um dia antes da semeadura; (3) 1,6t/ha de calcário classe C, um dia antes da semeadura; (4) 1,6t/ha de calcário classe C, 30 dias antes da semeadura; (5) 3,2t/ha de calcário classe C, um dia antes da semeadura; e, (6) 3,2t/ha de calcário classe C, 30 dias antes da semeadura. A antecipação da época de início de irrigação proporciona maior absorção de nutrientes e maior produção de massa seca na parte aérea das plantas de arroz, e entretanto, a adição de calcário não aumenta absorção de nutrientes pela plantas de arroz e também não aumenta a produção de massa seca.*

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L., massa seca, calcário.

#### SUMMARY

*The objective of this paper was to evaluate the influence of acidity correction and the time of flooding in nutrient uptake by flooded rice crop. Two experiments were conducted at the experimental field of the Department of Phytotechny of the Federal University of Santa Maria (UFSM), with two different*

*times of flooding, 15 and 35 days after emergence, in an Albaquaf soil. The experiment was a completely randomized block design with four replication. The treatments in each experiment were the following: (1) no lime; (2) 300kg/ha of class D lime, one day before seeding; (3) 1.6t/ha of class C lime, one day before seeding; (4) 1.6t/ha of class C lime, 30 days before seeding; (5) 3.2t/ha of class C lime, one day before seeding; and, (6) 3.2t/ha of class C lime, 30 days before seeding. The anticipation of flooding increases the production of shoot dry matter and the absorption of nutrients by rice plants. However liming does not increase nutrient uptake and rice dry matter.*

**Key words:** *Oryza sativa* L., lime, dry matter.

#### INTRODUÇÃO

O suprimento de nutrientes pelo solo às plantas é influenciado negativamente pela acidez do solo. Entretanto, é comum em solos ácidos a ocorrência de problemas de disponibilidade ou desbalanço de nutrientes, que provocam desordens nutricionais de complexidade e intensidade diversas, refletindo-se sobre o desenvolvimento e a produtividade das plantas (KAMINSKI, 1989). Os principais problemas da acidez do solo estão relacionados com a toxidez de Al<sup>+++</sup> e Mn, que é mais severa até pH 5,0 e praticamente nula a partir de pH 5,5 (FOY, 1974).

<sup>1</sup>Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre, Bolsista da CAPES.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97119-900, Santa Maria, RS. Bolsista CNPq. Autor para correspondência. E-mail: emarch@ccr.ufsm.br

A submersão dos solos provoca uma série de processos físicos, químicos e biológicos que influenciam a capacidade do solo em atuar como meio para o crescimento das plantas. Assim, embora a literatura na área pareça convergir no sentido de que tal influência é benéfica, há alguma divergência no que concerne à época mais apropriada para início da irrigação definitiva, dependendo dos parâmetros considerados (GOMES *et al.*, 1981 e GOMES *et al.*, 1987). Dessa forma, se por um lado, a antecipação da época de início de irrigação favorece a correção do nível de saturação da capacidade de troca de cátions do solo por  $Al^{+++}$  (LOPES, 1996), por outro lado, tal prática aumenta os custos da irrigação da lavoura de arroz (GOMES *et al.*, 1987). Há, portanto, que se postular estudos que considerem a questão da época de início de irrigação definitiva, observando tanto suas influências benéficas para a cultura do arroz (correção de acidez e o aumento da disponibilidade de P), quanto suas eventuais influências negativas (aumento na concentração de  $Fe^{++}$  e  $Mn^{++}$ , reportada por LEFROY *et al.*, 1993).

Para que sejam dadas condições ideais para o desenvolvimento das plantas de arroz, a acidez do solo já deveria estar corrigida no início do desenvolvimento das plantas, quando estas são mais sensíveis aos fatores da acidez do solo, entre eles o  $Al^{+++}$  (FOY, 1974). Neste sentido, a calagem de solos ácidos que serão cultivados com arroz irrigado, propiciaria às plântulas melhores condições para o seu desenvolvimento neste período inicial de seu ciclo, quando o potencial de rendimento de grãos da cultura é estabelecido.

O presente trabalho têm como objetivo relacionar os efeitos da calagem e de duas épocas de início de irrigação sobre a produção de massa seca da parte aérea e a absorção de nutrientes pelas plantas de arroz.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de outubro de 1995 a abril de 1996, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. O experimento foi conduzido em solo da unidade de mapeamento Vacacaí (Planossolo). Esses solos caracterizam-se por possuírem textura média (15 a 35% de argila), baixos a médios teores de matéria orgânica, pobres em nutrientes, mal drenados e fortemente ácidos, com pH em torno de 5,0.

Foram estabelecidas duas épocas para o início da irrigação. A primeira época foi aos 15 dias após a emergência das plântulas de arroz (DAE), constituindo o experimento I e a segunda época aos 35 DAE, como experimento II, permanecendo as áreas inundadas com lâmina d'água de 10 a 15cm de altura até o final do ciclo da cultura.

Em cada experimento foram testadas três diferentes doses de calcário, duas épocas de aplicação e duas granulometrias de calcário, sendo um calcário da classe C com PRNT 83% e outro da classe D com PRNT 91%. Os tratamentos foram os seguintes: (1) tratamento sem calcário; (2) 300kg/ha de calcário classe D aplicados no dia anterior à semeadura; (3) 1,6t/ha de calcário classe C (50% da recomendação) aplicados no dia anterior à semeadura; (4) 1,6t/ha de calcário classe C (50% da recomendação) aplicados 30 dias antes da semeadura; (5) 3,2t/ha de calcário classe C (100% da recomendação) aplicados no dia anterior à semeadura; e, (6) 3,2t/ha de calcário classe C (100% da recomendação) aplicados 30 dias antes da semeadura. A recomendação adotada foi com base no índice SMP para atingir pH 5,5.

A unidade experimental teve dimensões de 4x6m e os seis tratamentos foram distribuídos segundo o delineamento blocos ao acaso com quatro repetições, em cada um dos dois experimentos.

Antes da aplicação dos tratamentos, o calcário foi analisado em laboratório e foi realizada a correção do PRNT do produto para 100%. O calcário foi distribuído nas doses definidas para cada tratamento, nas unidades experimentais e incorporado a uma profundidade de 10cm. A adubação de manutenção foi realizada no sulco de semeadura de acordo com a interpretação da análise química do solo (Tabela 1). A adubação utilizada foi de 200kg/ha da fórmula 02-20-20 aplicados na base e 75kg/ha da fórmula 45-00-00 aplicados no início do primórdio floral (SBCS, 1995).

A semeadura foi realizada no dia 23 de novembro de 1995, utilizando a cultivar EMBRAPA 7 TAIM, distribuindo aproximadamente 180kg/ha de sementes. A emergência das plântulas foi considerada completa em 06 de dezembro de 1995, após terem sido realizadas duas irrigações para uniformizar a emergência das plântulas. O controle de invasoras foi realizado quimicamente, com 0,7 l/ha de clomazone + 3 l/ha de propanil 450 + 0,1 l/ha de 2,4-D, quando as plantas invasoras estavam com 2 a 3 folhas.

A irrigação no experimento I (15 DAE) foi iniciada no dia 21 de dezembro de 1995 e no experimento II (35 DAE) foi iniciada no dia 10 de janeiro de 1996. A precipitação pluvial entre o início de irrigação nos dois experimentos, ocorreu nos dias 24 a 27/12/95 e 05 a 06/01/96 foi de 105,1mm.



Tabela 1 - Resultado da análise do solo no qual foram desenvolvidos os dois experimentos, antes dos tratamentos com calcário. Santa Maria/RS, 1995.

Variável	Valor
Textura	4,0
% argila (m/v)	24,0
pH-H <sub>2</sub> O 1:1	4,7
Índice SMP	5,6
P (mg/l)	5,0
K (mg/l)	47,0
Matéria orgânica (m/v)	2,6
Al <sup>+++</sup> (cmol <sub>c</sub> /l)	2,1
Ca (cmol <sub>c</sub> /l)	4,7
Mg (cmol <sub>c</sub> /l)	2,0
H+Al (cmol <sub>c</sub> /l)	8,8
CTC (cmol <sub>c</sub> /l)	9,4
Saturação da CTC por bases (%)	47,0
Saturação da CTC por alumínio (%)	21,7
S (mg/l)	31,5
Zn (mg/l)	0,9
Cu (mg/l)	1,3
Mn (mg/l)	40,0
Fe (%)	0,45

As determinações do acúmulo de nutrientes e da massa seca (MS) da parte aérea das plantas foram realizadas em três estádios de desenvolvimento da cultura (perfilhamento, floração e maturação) sendo que na maturação os grãos foram separados do restante da planta para análise. As amostras foram retiradas de seções de linha de 0,40x0,15m aleatoriamente localizadas e não desbastadas. As amostras foram levadas a estufa de ventilação forçada para secagem a temperatura de 70°C e a massa obtida foi convertida para kg/ha. As amostras de tecido de toda a parte aérea das plantas de arroz foram trituradas e a análise química de tecido foi determinada seguindo a metodologia descrita por TEDESCO *et al.* (1995).

Foi procedida a análise conjunta dos experimentos I e II para verificar a existência de interação entre épocas de início de irrigação e tratamentos com calcário. As variáveis avaliadas foram submetidas a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta demonstrou que não houve interação entre os tratamentos com calcário e as épocas de início de irrigação para as variáveis massa seca e acúmulo de nutrientes nas avaliações realizadas nos estádios de perfilhamento, floração e maturação.

A produção de MS da parte aérea não diferiu significativamente entre os tratamentos com calcário, nas amostragens realizadas nos três estádios de desenvolvimento. FAGERIA *et al.* (1977) e PATRA & MOHANTY (1994) também encontraram resultados semelhantes. Embora os autores não expliquem o efeito da calagem sobre a produção de MS, FAGERIA *et al.* (1977) cita que até o nível de 4,5cmol<sub>c</sub>/l de Al<sup>+++</sup>, este elemento não causa problemas para a produção de massa seca em arroz irrigado, o que pode explicar os resultados obtidos, já que a concentração de Al<sup>+++</sup> no solo era de 2,1cmol<sub>c</sub>/l (Tabela 1).

Quando se compara as épocas de início de irrigação, observa-se que a produção de MS da parte aérea foi maior no experimento I (15 DAE), para as coletas realizadas no perfilhamento e na maturação. No entanto, no estádio da floração não houve diferença estatística entre as épocas de início da irrigação (Figura 1), possivelmente devido a adubação de cobertura que foi realizada no início do primórdio floral e que promoveu um pico de crescimento das plantas, diminuindo a diferença existente na produção de MS entre as duas épocas de início de irrigação.

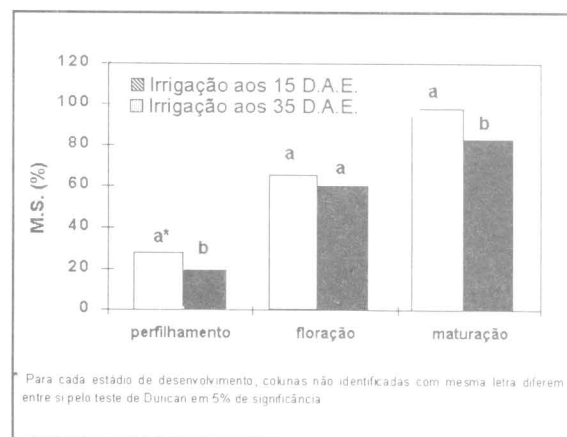


Figura 1 - Produção de massa seca da parte aérea das plantas de arroz sob duas épocas de início de irrigação nos estádios de perfilhamento, floração e maturação do arroz. Santa Maria/RS, 1995/96.

Apesar da ocorrência de 105,1mm de precipitação pluvial no período entre os inícios de irrigação dos experimentos I e II, a irrigação antecipada do solo mostrou seus efeitos positivos sobre a produção de MS da parte aérea das plantas de arroz irrigado (Figura 1). Provavelmente, as melhores condições de desenvolvimento para o arroz através do aumento na disponibilidade de nutrientes, água e até a antecipação do processo de auto-calagem podem ter

contribuído para este incremento na MS da parte aérea das plantas, que foi de 9% aos 48 DAE e de 15% aos 128 DAE. Nesse sentido, CASTILLO *et al.* (1992) consideram provável uma diminuição de produtividade de grãos e de produção de MS da parte aérea quando se suprime a irrigação entre os 15 e 35 DAE. DEL GIUDICE (1983) e BEYROUTY *et al.* (1994) também constataram que o maior fornecimento de água (irrigação por submersão durante todo o ciclo da cultura) aumenta a produção de MS e a absorção de nutrientes.

As análises de tecido realizadas nos estádios de perfilhamento, floração e na maturação, utilizando toda a parte aérea das plantas, demonstram que a absorção de nutrientes pelas plantas de arroz não foi influenciada pelos diferentes tratamentos com calcário. Estes resultados estão de acordo com LOPES *et al.* (1995), que relatam que a absorção de N, P, K, Ca e Mg não foi influenciada pelos tratamentos com calcário. Por outro lado, a época de início de irrigação influenciou a produção de MS da parte aérea das plantas de arroz, como também a quantidade de nutrientes absorvidos por estas plantas (Figura 1 e Tabelas 2 e 3). Assim, a maior absorção de nutrientes no experimento com início da irrigação aos 15 DAE, deve-se à maior produção de MS, provavelmente devido a maior disponibilidade de nutrientes, obtido com a antecipação do início da irrigação (BEYROUTY *et al.*, 1994).

A quantidade de  $Al^{+++}$  absorvida pelas plantas não diferiu estatisticamente entre as épocas de início de irrigação, na avaliação realizada no perfilhamento (Tabela 2). Porém, em função da quantidade de MS da parte aérea produzida, o teor deste nutriente no tecido foi maior no experimento com início da irrigação aos 35 DAE do que no experimento com início da irrigação aos 15 DAE (Tabela 3). Isto pode indicar que o  $Al^{+++}$  existente no solo foi menos absorvido no experimento com início da irrigação aos 15 DAE, provavelmente, por ter sido imobilizado mais cedo neste experimento, pelo efeito da calagem e/ou do alagamento. Entretanto, como não houve diferença entre tratamentos com calcário, o principal fator pode ser considerado a antecipação da irrigação.

A produção de MS das plantas de arroz (Figura 1) e o acúmulo dos nutrientes N, K, Ca e Mg, na floração da cultura, foram semelhantes nos experimentos com início da irrigação aos 15 e aos 35 DAE (Tabela 2). Resultados seme-

Tabela 2 - Acúmulo de nutrientes (kg/ha) na parte aérea de plantas de arroz no perfilhamento e floração, com irrigação iniciada aos 15 e aos 35 dias após a emergência das plântulas (DAE). Santa Maria/RS, 1995/96.

Nutriente Mineral	Perfilhamento		Floração	
	15 DAE	35 DAE	15 DAE	35 DAE
N	57,92a*	37,28 b	126,62a	112,67a
P	8,59a	4,54 b	17,92a	14,30 b
K	166,10a	109,68 b	230,13a	208,30a
Ca	11,79a	7,55 b	18,21a	17,97a
Mg	15,88a	11,84 b	45,22a	43,96a
Al	3,31a	3,24a	2,79 b	3,58a
Mn	2,10 b	2,62a	3,29 b	3,94a

\* Tratamentos com médias não seguidas de mesma letra, para cada nutriente e para as duas variáveis, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.

lhantes foram obtidos por BEYROUTY *et al.* (1994) para os elementos N, K e produção de MS, quando comparavam épocas de início de irrigação.

Foi observada diferença significativa no acúmulo dos nutrientes P,  $Al^{+++}$  e Mn no tecido das plantas desenvolvidas nos experimentos com início de irrigação aos 15 e aos 35 DAE, no estágio de floração (Tabela 2). Sendo que no florescimento das plantas, o

Tabela 3 - Quantidade de nutrientes absorvidos pela palha e grão das plantas de arroz na maturação (kg/ha), nos experimentos com início de irrigação aos 15 e aos 35 dias após a emergência das plântulas (DAE). Santa Maria/RS, 1996.

Nutriente Mineral	palha		grãos		palha+grãos	
	15 DAE	35 DAE	15 DAE	35 DAE	15 DAE	35 DAE
N	105,13a	73,27 b	84,56a	72,86 b	189,69a	146,13a
P	12,45a	7,82 b	10,90a	9,92 b	23,35a	17,74 b
K	274,90a	234,16 b	23,10a	24,08a	298,00a	258,24a
Ca	29,50a	25,70a	3,08a	2,95a	32,58a	28,65a
Mg	22,42a	16,84 b	8,50a	8,27a	30,92a	25,11 b
Al	4,62a	3,23 b	0,40a	0,40a	5,02a	3,63 b
Mn	4,41a	4,40a	0,22a	0,20a	4,63a	4,60a

\* Tratamentos com médias não seguidas de mesma letra, para cada nutriente e para cada variável, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.



P foi mais absorvido no experimento com início da irrigação aos 15 DAE e os nutrientes  $Al^{+++}$  e Mn no experimento com início da irrigação aos 35 DAE indicando que os principais problemas da acidez do solo,  $Al^{+++}$  e Mn, permaneceram por um maior período no solo e foram assim absorvidos pelas plantas de arroz, podendo-se postular que nesta situação a auto-calagem ocorreu mais tardiamente do que no experimento com início da irrigação aos 15 DAE.

No estágio de maturação os nutrientes N, K, Ca e Mn, na palha + grãos, foram absorvidos em quantidades semelhantes nas duas épocas de início de irrigação. Mas, as quantidades de P, Mg e  $Al^{+++}$  absorvidas pela parte aérea das plantas de arroz com início de irrigação aos 15 DAE foram significativamente superiores àquelas quantidades absorvidas pelas plantas com início de irrigação aos 35 DAE (Tabela 3). Essa maior absorção de nutrientes no experimento com início da irrigação aos 15 DAE pode ser atribuída a maior produção de MS (Figura 1). A quantidade de nutrientes absorvidos ao final do ciclo da cultura são semelhantes aos valores referidos por DE DATTA (1981), YOSHIDA (1981) e FAGERIA (1984). A maior absorção de P no experimento com irrigação iniciada aos 15 DAE foi observada desde a primeira avaliação e possivelmente esteja relacionada com a maior disponibilidade de P no solo devido a antecipação da irrigação definitiva.

## CONCLUSÕES

Antecipar o início da irrigação de 35 para 15 dias após a emergência das plântulas de arroz proporciona maior absorção de nutrientes e maior produção de massa seca na parte aérea das plantas de arroz.

A calagem parcial ou total recomendada pelas análises do solo não afeta a absorção de nutrientes nem a produção de massa seca na parte aérea das plantas de arroz irrigado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEYRCUTY, C.A., GRIGG, R.J., NORMAN, R.L., *et al.* Nutrient uptake by rice in response to water management. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 17, n. 1, p. 39-55 1994.
- CASTILLO, E.G., BURESH, R., INGRAM, T.K. Lowland rice yield affected by timing of water deficit and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, Madison, v. 84, p. 152-159, 1992.
- DE DATTA, S.K. *Principles and practices of rice production*. New York: John Wiley & Sons, 1981. 618 p.
- DEL GIUDICE, M. *Absorção cumulativa de nutrientes minerais em duas variedades de arroz (Oryza sativa L.) cultivados em três diferentes níveis de disponibilidade de água*. Campinas: Fundação Cargil, 1983. 110 p.
- FAGERIA, N.K., ZIMMERMANN, F.L.P., LOPES, A.M. Resposta do arroz irrigado à aplicação de fósforo, zinco e calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 1, p. 72-76, 1977.
- FAGERIA, N.K. *Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz*. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CNPAF, 1984. 341 p.
- FOY, C.D. Effects of aluminium on plant growth. In: *THE PLANT ROOT AND ITS ENVIRONMENT*, 1974, *Anais...* Charlottesville: University Press of Virginia, 1974. p. 601-642.
- FOY, C.D. Physiological effects of hydrogen, aluminium, and manganese toxicities in acid soil. In: *SOIL ACIDITY AND LIMING*, 2, 1984, Madison. *Proceedings...* Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1984. 380 p. p. 57-86.
- GOMES, A.S., VHAL, L.C., TURATTI, A.L. *et al.* Início de irrigação x supressão de água à lavoura de arroz irrigado. In: *REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO*, 11, 1981, Pelotas. *Anais...* Pelotas: EMBRAPA/CPACTB, 1981. p. 203-206.
- GOMES, A.S., VHAL, L.C., TURATTI, A.L. *et al.* Épocas de início e término da inundação do solo para cultivares de porte baixo no Rio Grande do Sul. In: *REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ*, 3., 1987, Goiânia. *Resumos...* Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1987. 132 p. p. 37.
- KAMINSKI, J.A. acidez dos solos e a fisiologia das plantas. In: *SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO*, 2, 1989, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: UFSM, 1989. 224 p. p. 39-61.
- LEFROY, R.D.B., SAMOSIR, S.S.R., BLAIR, G.J. The dynamics of sulfur, phosphorus and iron in flooded soils as affected by changes in Eh and pH. *Australian Journal of Soil Research*, Sydney, v. 33, p. 493-508, 1993.
- LOPES, S.I.G., LOPES, M.S., MACEDO, V.R.M. Resposta da cultura do arroz irrigado à aplicação de calcário. In: *REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO*, 21, 1995, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre. IRGA, 1995. 333 p. p. 169-171.
- LOPES, S.I.G. Recomendação de adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. In: *CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO E CALAGEM*, 2., 1996, Santa Maria. *Resumos...* Santa Maria: Departamento de Solos, UFSM, 1996. 68 p. p. 64-68.
- PATRA, B.N., MOHANTY, S.K. Effect of nutrients and liming on changes in pH, redox potential, and uptake of iron and manganese by wetland rice in iron-toxic soil. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v. 17, p. 255-258, 1994.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Fertilidade do Solo do RS/SC. *Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 3. ed. Passo Fundo: SBCS, Núcleo Regional Sul, 1994. 224 p.
- TEDESCO, M.L., GIANELLO, C., BISSANI, C.A. *et al.* *Análises de solo, plantas e outros materiais*. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1995. 174 p. (Boletim técnico de solos, 5).
- YOSHIDA, S. *Fundamentals of rice crop science*. Los Baños: International Rice Research Institute, 1981. 269 p.

## SEÇÃO: AGRONOMIA

---

### AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO GRANÍFERO EM DIFERENTES MANEJOS DE SOLO E ÉPOCAS DE SEMEADURA EM VÁRZEA<sup>1</sup>

ZEFERINO GENÉSIO CHIELLE<sup>2</sup>, ENIO MARCHEZAN<sup>3</sup>

**RESUMO** - No ano agrícola de 1993/94, conduziu-se um experimento em planossolo da Unidade de Mapeamento Vacacaf, na área experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, com o objetivo de avaliar o desempenho, de três cultivares de sorgo granífero AG 3001, DK 48 e CS 111, em duas épocas de semeadura e em três sistemas de manejo do solo, em várzeas, como semeadura direta, convencional e subsolagem. A semeadura convencional proporcionou maiores produtividades com média de 5.729 kg/ha. As cultivares DK 48 e AG 3001 foram as mais produtivas com rendimento de grãos de 5.618 e 5.547 kg/ha, respectivamente, não diferindo entre si. A subsolagem não influenciou na produtividade de grãos, mas manteve o solo mais úmido e menos compactado. As épocas de semeadura não influenciaram no rendimento médio de grãos.

*Palavras-chave:* sorgo granífero, manejo de solo, cultivar, época de semeadura.

### EVALUATION OF GRAIN SORGHUM CULTIVAR UNDER DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS AND SOWING DATES IN A LOWLAND SOIL

**ABSTRACT**- An experiment was carried out to evaluate the development of under three grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars, AG 3001, DK 48 and CS 111 and two sowing dates and three different soil tillage systems conventional tillage, no tillage and subsoiling. The experiment was conducted during the 1993/94 growing season at the campus of the Universidade Federal de Santa Maria, in Vacacaf soil unit. The results demonstrated that conventional tillage had a higher grain productivity (5729 kg/ha). The cultivar DK 48 and cultivar AG 3001 was the most productive resulted respectively in 5618 kg/ha and 5547 kg/ha, but did not statistically differ under himself. The subsoiling treatment did not affect productivity of grains, but kept higher soil moisture lower and soil compactation. The different sowing dates did not affect productivity.

*Key words:* grain sorghum bicolor, soil tillage system, cultivar, sowing date.

1. Parte do trabalho de dissertação do primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Agronomia na Universidade Federal de Santa Maria.

2. Eng. Agr., M.Sc. - FEPAGRO/Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari, Caixa Postal 12, 95860-000 Taquari - RS/BRASIL. Bolsista Capes.

3. Eng. Agr., Dr. - Prof. Do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais da UFSM, Caixa Postal 221, 97119-900 Santa Maria - RS/BRASIL. Bolsista do CNPq.

Recebido para publicação em 11/03/1996.



## INTRODUÇÃO

Na cultura do sorgo, o manejo constitui-se por etapas, desde o preparo do solo, no caso de adotar-se sistema de cultivo convencional, até controle de plantas invasoras e adubação. A época de semeadura pode ser determinante para o sucesso do cultivo de sorgo. Variações de três a seis toneladas de grãos por hectare foram observadas quando alterado apenas a época de semeadura (ASSIS e MENDES, 1981; CHIELLE et al., 1988).

Descompactação e subsolagem são práticas de manejo pouco utilizadas em várzeas, mas que num sistema de sucessão e rotação de culturas poderão aumentar de importância juntamente com uma boa drenagem. A resistência superficial do solo deve ser levada em consideração. Encrostamento que ofereça resistência 1,5 a 1,6 kg/cm<sup>2</sup> de pressão na superfície do solo, dificulta a emergência do sorgo. Por outro lado, existem cultivares que apresentam maior capacidade de emergir nestas condições (SOMAN et al., 1992).

Quando envolve-se o manejo de culturas, outros fatores como agregação do solo, infiltração de água e capacidade de armazenamento de água no solo, podem influenciar as variáveis que se deseja estudar. BRUCE (1992), trabalhando com manejo de solo e cultivares de soja, sorgo granífero e trevo vermelho, observou que, onde o solo não foi lavrado, houve um aumento nos agregados, taxa de infiltração e armazenamento de água no solo. No entanto, CHICHESTER e RICHARDSON (1992), realizaram um trabalho de rotação com sorgo, trigo e milho em cultivos convencionais e direto, em solos argilosos e observaram que a perda de água por escoamento superficial não se diferenciou entre as espécies, mas as perdas de sedimentos variaram de 160 a 1575 kg/ha, 3,8 a 8,1 kg e 0,8 a 1,5 kg de p/ha nos cultivos direto e convencional, respectivamente.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência dos métodos de preparo do solo e de épocas de semeadura no desempenho de cultivares de sorgo granífero e controle de invasoras, em solo de várzea.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de solos, no ano agrícola 1993/94, área localizada no Campus de Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, região fisiográfica de Depressão Central do Rio Grande do Sul, onde a temperatura média do ar oscila de 14,1°C, em julho, a 24,9°C, em janeiro, e a radiação solar global varia de 199cal/cm<sup>2</sup>/dia, em julho, a 518cal/cm<sup>2</sup>/dia, em

dezembro. Os valores máximos e mínimos de evapotranspiração potencial ocorrem nos meses de verão e de inverno, respectivamente. As coordenadas geográficas locais são: 29°41'24" S de latitude, 53°48'42" W de longitude e altitude média de 95 m.

O solo do local foi classificado como Planossolo (BRASIL, Ministério de Agricultura, 1973), pertencente a unidade de mapeamento Vacacaí. Esta classe de solo apresenta uma textura média (15 a 35% de argila), teores médios de matéria orgânica, pobre em nutrientes e mal drenado. O local apresenta relevo levemente ondulado, com sedimentos aluviais recentes. A presença de água é condicionada pelo relevo, promovendo fenômenos de redução e apresentando cores acinzentadas no perfil, características de processos de gleização.

O experimento foi conduzido sob delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Nas parcelas principais, casualizou-se os sistemas de manejo do solo, nas subparcelas casualizou-se as épocas de semeadura e nas subsubparcelas foram casualizadas as cultivares de sorgo. As parcelas apresentavam dimensões iguais a 2,5 x 6,0 m tendo um espaçamento entre fileiras de 0,50 m e parcela útil de 1,0 x 4,0 m, contendo duas filas de plantas de sorgo das quatro que continham a parcela inteira.

Os tratamentos constituíram-se de combinações dos sistemas de manejo épocas de semeaduras e cultivares de sorgo granífero. Os sistemas de manejo foram: semeadura convencional, direta e subsolado. As épocas de semeadura constaram de duas datas: 29/10/93 e 24/11/93, e as cultivares híbridas de sorgo utilizadas foram AG 3001, DK 48 e CS 111.

O sistema de semeadura convencional constou de duas gradagens (grade de disco hidráulica aradora) profundas (em torno de 15 cm), com posterior semeadura e aplicação de herbicida (Atrazine), em pré-emergência para controle das plantas invasoras.

No sistema de semeadura direta, iniciou-se o manejo com aplicação do herbicida dessecante Glyphosate na dose de 2 litros i.a./ha, logo após a semeadura do sorgo. Aos 20 dias após a emergência do sorgo aplicou-se Atrazine, na dose de 1,5 litros i.a./ha, para controle das plantas invasoras.

O sistema de semeadura subsolado constou de uma passagem do subsolador com haste de 45 cm de comprimento, espaçado 50 cm, com profundidade de 35 cm, regulado com rodas de profundidade. Em seguida realizou-se semeadura do sorgo nos intervalos dos sulcos com posterior aplicação de herbicida Glyphosate nas plantas remanescentes. Para controle das plantas invasoras em pós-emergência, aplicou-se Atrazine em torno de 20 dias após a emergência do sorgo.

A resistência do solo foi avaliada com cinco

leituras por bloco, utilizando-se um penetrógrafo (pat sc-60) na profundidade de 0-30 cm. A determinação da umidade do solo foi realizada através de coletas de solo, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm.

Para avaliar o efeito dos métodos de preparo do solo sobre a população de plantas invasoras, as espécies foram identificadas e quantificadas antes da época da semeadura. Após, procedeu-se ao preparo do solo, aplicação de herbicidas e semeadura do sorgo. Aos 60 dias após a emergência das plantas de sorgo observou-se novamente, quantificando e identificando as espécies de plantas invasoras reinfestantes e remanescentes no local.

A colheita dos grãos de sorgo, na parcela útil foi realizada uma semana após a ocorrência da maturação fisiológica dos grãos.

Foram avaliados, peso seco de colmos e de panículas (g) por amostragem, número de panículas/m<sup>2</sup>, peso de 1000 sementes (g), peso verde de panículas e de plantas (kg/ha) e peso de grãos (kg/ha).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, apresenta-se as invasoras presentes na área antes de iniciar o experimento.

Observou-se que, entre as épocas de semeadura não houve diferença significativa no controle de plantas invasoras. Observou-se controle de 47 e 30 % no sistema subsolado, 70 e 75 % na semeadura direta e 83 e 87 % no sistema convencional, para as épocas de semeadura 29/10/93 e 24/11/93, respectivamente, como consta na Tabela 2.

Na avaliação de pós-colheita do sorgo, o controle de plantas invasoras foi de 89 % no sistema subsolado, 95 % na semeadura direta e 98 % no sistema convencional para a época de semeadura de 29/10/93. Na época de semeadura de 24/11/93 o controle de plantas invasoras foi de 100 % em todos os tratamentos.

Na identificação das plantas reinfestantes observou-se plantas de espécies distintas das caracterizadas anteriormente, sendo que, por ocasião da colheita, o nível de infestação apresentava-se baixo, indicando que os tratamentos diminuíram o banco de sementes de invasoras na área.

Observou-se que, nos tratamentos onde utilizou-se o sistema subsolado, o nível de reinfestação foi maior nos primeiros 60 dias de cultivo, o que provavelmente seja um dos fatores decisivos na produtividade do sorgo. Das invasoras reinfestantes observadas, o arroz vermelho foi uma das mais abundantes na área, sendo esta também a invasora que maior dano causa a cultura do arroz irrigado, conforme relatos feitos por OLIVEIRA (1993), MONEALEGRE e VARGAS (1994), apud. MARCHEZAN (1994).

A resistência mecânica à penetração, antes do preparo do solo na profundidade de 1, 3, 7, 11 e 15 cm foi de 2,7; 6,0; 17, 21 e 15 kg/cm<sup>2</sup>. Após a colheita do sorgo, em torno de 130 dias da realização do preparo do solo, a resistência mecânica à penetração no solo sob manejo subsolado, foi menor, seguido da semeadura direta na profundidade de 1 a 22 cm (Tabela 3), mostrando desse modo, que o manejo subsolado e semeadura direta foram mais eficiente na descompactação do solo que o sistema convencional num primeiro ano de cultivo.

**TABELA 1 – Espécies de plantas invasoras encontradas no local onde foi conduzido o experimento, antes do preparo do solo. UFSM, Santa Maria - RS, 1993/94**

Nome científico	Nome comum	Número de plantas/m
<i>Juncus bofenius</i>	cabelo de porco	6
<i>Cyperus eracnostis</i>	junquinho	58
<i>Genaphalium</i> ssp		42
<i>Alofia pulchella</i>	bibi	22
<i>Agerantum corizeurius</i>		20
<i>Cyperus</i> sp		17
<i>Lipidium pseudodidymum</i>	mastruço	10
<i>Eragrostis</i> sp		8



**TABELA 2 – Ervas daninhas remanescentes e reinfestantes, com toxicidade média de herbicida, aos 60 dias da emergência do sorgo e observadas pós-colheita com toxicidade baixa, de acordo com o manejo do solo e épocas de semeadura (número de plantas p/m<sup>2</sup>). UFSM, Santa Maria-RS, 1993/94**

Espécie de invasora	Época 1 (29/10/93)			Época 2 (24/11/93)		
	SS	SD	SC	SS	SC	SD
<b>MANEJOS</b>						
<b>Plantas invasoras reinfestantes com toxicidade média de herbicida</b>						
<i>Echinocloa</i> sp	44	6	1	32	6	1
<i>Oriza sativa</i>	52	46	40	48	36	26
<i>Cyperus eracnostis</i>	28	12	-	48	12	2
<i>Brachiariae plantaginea</i>	-	2	-	18	8	2
<i>Poligonum</i> sp	-	4	-	20	2	-
<b>TOTAL de plantas reinfestantes</b>		<b>235</b>			<b>261</b>	
Total por manejo	124	70	41	166	64	31
%de infestação e reinfestação	53	30	17	70	27	13
% de controle	47	70	83	30	73	87
<b>Plantas invasoras pós colheita com toxicidade baixa de herbicida</b>						
<i>Echinocloa</i> sp	24	8	1	-	-	-
<i>Oriza sativa</i>	2	4	4	-	-	-
Total	26	12	5	0	0	2
% de controle da reinfestação	89	95	98	100	100	100

ss- semeadura subsolado sd- semeadura direta sc- semeadura convencional

**TABELA 3 – Resistência média do solo (kg/cm<sup>2</sup>) medidos pela cotação dos gráficos do penetrógrafo, nas profundidades de (1, 3, 7, 11, 15, 22 e 30 cm). Medidas antes do preparo (ap) e após a colheita do sorgo na época 1 e 2(m1 e m2)de semeadura por manejo(sc, ss e sd) de solo e umidade dosolo, em (0-10, 10-20 e 20-30 cm)de profundidade em percentagem, Santa Maria-RS, 1993/94**

Tratamento	Resistência do solo nas profundidades (cm)							Umidade do solo, em % nas profundidades (cm)		
	1	3	7	11	15	22,0	30	0-10	10-20	20-30
ap	2,7	6,0	17,0	21,0	15,0	12,0	10,0	16,0	19,0	23,0
m1 sc	1,5	2,7	5,8	12,0	12,0	10,0	9,5	24,0	22,4	20,3
m2 sc	2,4	3,8	8,8	12,3	11,0	10,8	9,7	22,0	22,5	20,6
m1 ss	0,6	1,5	3,0	4,0	6,3	7,7	19,8	23,0	24,0	25,3
m2 ss	0,6	1,0	2,1	5,3	7,5	10,5	9,7	24,0	22,0	22,2
m1 sd	1,1	2,0	2,8	7,7	9,5	8,7	8,2	26,0	23,5	24,0
m2 sd	0,7	1,0	4,0	9,2	9,0	8,7	6,3	24,0	24,0	21,0

ap-antes do preparo m1-momento 1(29-10-93) m2-momento 2(24-11-93)

sc-semeadura convencional ss-semeadura subsolado sd-semeadura direta

O manejo de solo também influenciou os teores de umidade do solo na superfície e no perfil de 30 cm. Essas variações podem ser melhor observadas quando analisou-se a umidade dos manejos em condições de deficiência hídrica e solo saturado. Na Tabela 4, fez-se a avaliação na condição de solo saturado de água em 08/12/93 e verificou-se que no manejo subsolado houve maior percentagem de umidade e distribuição mais uniforme no perfil de até 30 cm de profundidade. Na condição de solo com baixa umidade, em 23/12/93, verificou-se que na profundidade (0 a 20 cm) o subsolado foi o que manteve maior percentagem de umidade, em relação aos demais, enquanto que semeadura convencional e semeadura direta foram menos uniformes. Na

profundidade de 20 a 30 cm os tratamentos não foram diferentes no teor de umidade.

O tratamento subsolado manteve a umidade na superfície maior que os demais, indicando ser o subsolado, nas condições de solo de várzea, o tratamento mais adequado para aumentar a umidade na superfície do solo, na camada de 0-10 cm.

Nas variáveis época de semeadura, manejo do solo e cultivares, a massa seca de panículas apresentou resultados diferenciados conforme Tabela 5. Os manejos do solo não afetaram a massa seca de panículas enquanto a segunda época de semeadura proporcionou maior massa seca de panículas do que o primeiro. As cultivares AG 3001 e DK 48 foram as de maior produção de massa seca de panículas.

**TABELA 4 – Umidade do solo: determinação em percentagem da umidade do solo em massa seca em três profundidade e nos três manejos ; antes do preparo(1), solo saturado após preparo(2), solo com baixa umidade após preparo com 15 dias sem chuva no verão(3) e coleta de solo após colheita do sorgo(4). Santa Maria-RS, 1993/94**

Data	Profundidade do solo(cm)								
	0-10			10-20			20-30		
	manejo			manejo			manejo		
	sc	ss	sd	sc	ss	sd	sc	ss	sd
1)-11/10/93	16			19			23		
2)-8/12/93	33	34	30	26	30	27	24	30	19
3)-23/12/93	17	23	16	23	24	22	21	21	21
4)-13/04/94	23	24	25	22	22	24	20	22	23

sc-semeadura convencional ss-semeadura subsolado sd-semeadura direta

fonte:Parâmetros de avaliação da umidade do solo, indicados por Galileu Adeli Buriol, Eng. Agr., Professor Titular do Departamento de Fitotecnia/ CCR/UFSM. 97119-900 Santa Maria, RS Bolsista do CNPq.,1994.

**TABELA 5 – Massa seca de panículas (g/planta), por época de semeadura, manejo e cultivar, Santa Maria-RS, 1993/94**

cultivar	épocas de semeadura		manejos			
	1 (29/10/93)	2 (24/11/93)	sc	sd	ss	Média
AG 3001	37,32 a	64,76 a	53,47 a	47,17 a	52,48 a	51,04 a
DK 48	44,03 a	52,24 ab	53,69 a	44,54 a	46,18 ab	48,13 a
CS 111	41,41 a	41,24 b	42,75 a	47,02 a	34,20 b	41,32 b
Médias	40,92 B	52,74 A	49,97 A	44,29 A	46,24 A	

Cultivares com médias não ligadas, por mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal para momentos e para manejos, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

sc-semeadura convencional sd-semeadura direta ss-semeadura subsolado



Na interação manejo x épocas de semeadura (Tabela 6), houve diferenças nas épocas de semeadura, já nas condições de manejo do solo não foi significativo na média na época 2(24-11-93), mas na época 1(29-10-93) o manejo semeadura direta foi o que resultou em maior número de panículas/m<sup>2</sup>, não diferindo do manejo semeadura convencional.

Nas Tabelas 7 e 8, observa-se que para as variáveis, peso seco de colmos, e peso de 1000 sementes, a 13% de umidade, houve diferenças entre as cultivares. A cultivar que teve menor resposta foi a de ciclo mais curto (CS 111) para massa seca de colmos (Tabela 7) e para massa de 1000 sementes a cultivar DK 48 obteve menor resposta (Tabela 8).

**TABELA 6 – Número de panículas por metro quadrado, por épocas de semeadura e manejo do solo. Santa Maria-RS, 1993/94**

<u>Manejos</u>	<u>Épocas de semeadura</u>		<u>Média</u>
	<u>1 (29-10-93)</u>	<u>2 (24-11-93)</u>	
Semeadura convencional	29,0 ab	21,0 a	25,0 a
Semeadura direta	32,0 a	20,0 a	26,0 a
Semeadura subsolada	26,0 b	21,0 a	23,0 a
Média	29,0 A	21,0 B	

Manejos com médias não ligadas, por mesma letra minúscula na vertical e momento de semeadura, letra maiúscula na horizontal diferem pelo teste de Tukey a 5%.

**TABELA 7 – Peso de massa seca de colmos (g/planta), por épocas de semeadura, manejo e cultivar. Santa Maria-RS, 1993/94**

<u>Cultivar</u>	<u>Épocas de semeadura Manejos</u>					<u>Média</u>
	<u>1 (29/10/93)</u>	<u>2 (24/11/93)</u>	<u>sc</u>	<u>sd</u>	<u>ss</u>	
AG 3001	23,13 a	32,79 a	28,48 a	29,03 a	26,38 a	27,96 a
DK 48	24,76 a	24,72 b	27,57 a	24,38 a	22,26 a	24,74 b
CS 111	18,69 a	17,09 c	17,98 b	15,39 b	20,30 a	17,89 c
Média	22,20	24,87	24,68	22,93	22,98	

Cultivares com médias não ligadas, pela mesma letra diferem pelo teste Tukey a 5%.  
sc-semeadura convencional sd-semeadura direta ss-semeadura subsolado

**TABELA 8 – Peso de 1000 sementes em g a 13% de umidade, por manejo do solo e cultivares. Santa Maria-RS, 1993/94**

<u>Cultivar</u>	<u>Manejos</u>			<u>Média</u>
	<u>sc</u>	<u>sd</u>	<u>ss</u>	
AG 3001	27,52 a	28,45 a	28,53 a	28,16 a
DK 48	24,57 b	24,69 b	23,00 b	24,09 c
CS 111	27,97 a	25,94 b	27,87 a	27,26 b
Média	26,69	26,35	26,47	

Cultivares com médias não ligadas por mesma letra diferem pelo teste Tukey a 5%.  
sc-semeadura convencional sd-semeadura direta ss-semeadura subsolado



**TABELA 9 – Rendimento médio de peso de massa verde de panículas(pvp), peso de massa verde total(pvt) e peso de grãos(pg) por manejo do solo, cultivares e épocas de semeadura. Santa Maria-RS, 1993/94**

Manejo do solo	pvp (kg/ha)	pvt (kg/ha)	pg (kg/ha)
Semeadura convencional	9915,0 a	31729,0 a	5729,0 a
Semeadura direta	8979,0 b	28359,0 b	5307,0 b
Semeadura subsolado	9032,0 b	28205,0 b	5110,0 b
<b>Cultivar</b>			
AG 3001	9300,0 a	30700,0 a	5547,0 a
DK 48	9500,0 a	31100,0 a	5618,0 a
CS 111	9000,0 a	24600,0 b	4981,0 b
<b>Épocas de semeadura</b>			
1 (29/10/93)	8800,0 b	28400,0 a	5291,0 a
2 (24/11/93)	9800,0 a	30400,0 a	5474,0 a

Médias não ligadas por mesma letra diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto à produção de peso de massa verde total, peso de massa verde de panículas e peso de grãos, observou-se que o manejo de semeadura convencional apresentou a melhor resposta (Tabela 9). A cultivar de ciclo mais curto, CS 111, apresentou a menor produtividade de massa seca de grãos. Comprovando resultados obtidos por DALTON (1967), que observou a existência de regressão positiva entre a alta produção e a maturação tardia para sorgo granífero.

Nas épocas de semeadura não houve diferenças, mostrando a capacidade do sorgo de compensar na produtividade os fatores interferentes do meio, características estas observadas por WALL e ROSS (1975) e por XAVIER (1990).

### CONCLUSÕES

- O manejo subsolado do solo apresenta maior umidade no perfil do solo, durante o cultivo, tanto no déficit de umidade como no excesso, assim como diminui a compactação do solo, resultando em menor resistência a penetração dos implementos.
- As variações climáticas entre as épocas de semeadura não foram suficientes para alterar a produtividade de grãos.
- Semeadura convencional, no primeiro ano de cultivo, obteve melhor desempenho.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

- ASSIS, F.N.; MENDEZ, M.E.C. Influência da época de semeadura sobre o desenvolvimento e rendimento de dois híbridos de sorgo granífero. Pelotas: UFPel, 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. 431p. (Boletim técnico, 30).
- BRUCE, R.R.; LANGDALE, G. W; WEST, L. T. et al. Soil surface modification by biomass inputs affecting rainfall infiltration. *American Journal*, Madison, v.56, n.5, p.1614-1620, Sep/Oct. 1992.
- CHICHESTER, F.W.; RICHARDSON, C.W. Sediment and nutrient loss from clay soils as affected by tillage. *American Society of Agronomy*, Madison, v.21, n.4, p.587-590, Out/Dec. 1992.
- CHIELLE, Z. G; CHIELLE, M.C; RICCHI, C. E. de. Exigências climáticas para a cultura do sorgo. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO (17., 1988, Cruz Alta. Anais... Cruz Alta: FUNDACEP-FECOTRIGO, 1988. p.49-53.
- DALTON, L.G. A positive regression of yield on maturity in sorghum. *Crop Science*, v.7, p. 271, 1967.
- MARCHEZAN, E. Arroz vermelho: caracterização, prejuízo e controle. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.24, n.2, p.415-421, 1994.
- OLIVEIRA, J. C. S. Sistema de cultivo de arroz irrigado no controle de arroz vermelho. Santa Maria: UFSM, 1993. 87 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1993.
- SOMAN, P.; JAYACHANDRAN, R.; PEACOCK, J.M. Effect of soil crusting on seedling growth in contrasting sorghum lines. *Experimental Agriculture*, Andhra Pradesh, v.28, n.1, 49-55, 1992.
- WALL, J.S; ROSS, W.M. Produccion y usos del sorgo. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1975. 500 p.
- XAVIER, J.J.B.N.; ASSUNÇÃO, M.V.; VIEIRA, F.C.G.A. et al. Influência da densidade populacional na área da folha bandeira e na produção de grãos de sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.5, p.721-726, 1990.



## EFICIÊNCIA DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO NO PERFILHAMENTO DO ARROZ EM TRÊS MANEJOS DE IRRIGAÇÃO

### EFFICIENCY OF NITROGEN APPLICATION ON RICE TILLERING UNDER WATER MANAGEMENT SYSTEMS

Ramón Felipe Méndez Larrosa<sup>1</sup> Enio Marchezan<sup>2</sup> Celso Aita<sup>3</sup> Juliano Zamberlan Coradini<sup>4</sup>

#### RESUMO

Com o objetivo de avaliar a eficiência de três modalidades de aplicação de nitrogênio (N) na cultura de arroz foi conduzido um experimento, no ano agrícola 1998/99, na Universidade Federal de Santa Maria (RS). O delineamento experimental foi bifatorial 3 x 5 em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas principais, foram estabelecidas, no início do perfilhamento do arroz, três modalidades de aplicação da uréia: 1) Uréia + banho, na qual a uréia foi aplicada superficialmente e, no dia seguinte, deu-se um banho, inundando-se a área 14 dias depois; 2) Uréia + inundação, na qual a uréia foi aplicada um dia antes da inundação definitiva; e 3) Inundação + uréia, com a aplicação da uréia um dia após a inundação. Nas subparcelas, foram aplicadas quatro doses de N (0, 20, 40 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N) e uma testemunha absoluta, sem aplicação de N durante todo o ciclo da cultura. Em todos os tratamentos que receberam N, foram aplicados 10 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura e 23 kg ha<sup>-1</sup> de N no início do alongamento de entrenós. Concluiu-se que o N aplicado na etapa vegetativa até o início de alongamento de entrenós incrementa a quantidade de perfilhos e o N acumulado total. Este incremento depende das modalidades de aplicação da uréia, sendo maior nos tratamentos "uréia + banho" e "uréia + inundação", em relação à aplicação da uréia na água. O incremento das doses de nitrogênio proporciona elevação na produção de grãos enquanto as modalidades de aplicação de uréia no perfilhamento não afetam a produção de grãos, utilizando-se nitrogênio na iniciação do primórdio floral.

**Palavras-chave:** arroz irrigado, nitrogênio, uréia.

#### SUMMARY

Having the objective of evaluating the efficiency of three nitrogen application systems in the tillering stage of rice, there was an experiment installed in the Federal University of Santa Maria (RS), Brazil, during 1998/99 growing season. The experimental design was two-factorial 3 x 5 in complete

randomized block design with 4 replication in a split plot arrangement of treatments. Three forms of N application at tillering stage were placed in the main plots: 1) N + flushing where the N was topdressed and a flush of water was applied one day after and then flooding fourteen days later; 2) N + flooding where N was topdressed the day before the definitive flooding; 3) flooding + N, with the N applied in the water one day after flooding. Four rates of N were applied in the plots (0, 20, 40 and 60 Kg of N ha<sup>-1</sup>) and an absolute witness and control without N. In every treatment which received N, there was an application of 10 Kg ha<sup>-1</sup> in the beginning of internode elongation. It was concluded that nitrogen application from tillering to the internode elongation increased tiller number and total N uptake. This increase is dependent on the nitrogen application system being greater in treatments of N + flush and N + flooding in relation to the flooding + N treatments. This increment of N doses provides an increase in grain production, while the forms of urea application at tillering stage don't affect grain production when using N in the panicle initiation.

**Key words:** flooded rice, nitrogen, urea.

#### INTRODUÇÃO

No sistema tradicional de condução da lavoura de arroz no Rio Grande do Sul, há duas etapas bem diferenciadas quanto ao regime hídrico do solo, as quais podem afetar a disponibilidade de N às plantas. O solo permanece em ambiente arejado desde o preparo até o perfilhamento quando então a lavoura é inundada, permanecendo nesta condição até período próximo a colheita.

Para melhor explorar o potencial produtivo da lavoura, o N é aplicado em cobertura em duas épocas: uma no perfilhamento e outra na

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Aluno do Curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Campus Universitário, 97105-900, Santa Maria, RS.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), UFSM, 97105-900. Santa Maria, RS. Pesquisador CNPq. E-mail:emarch@ccr.ufsm.br. Autor para correspondência.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor, Departamento de Solos, UFSM. Pesquisador CNPq.

<sup>4</sup>Aluno do Curso de Agronomia da UFSM.

iniciação do primórdio floral. Com isto, a primeira adubação nitrogenada de cobertura é feita no solo em condições de aerobiose, enquanto a segunda é feita em condições de alagamento. Nestas condições diferenciadas, a uréia, que é a fonte de N mais utilizada para o arroz irrigado, poderá apresentar perdas que comprometem sua eficiência.

Em experimentos realizados nos Estados Unidos e na Austrália, a eficiência da uréia foi maior quando aplicada em solo seco, antes de inundar, do que quando aplicada logo após a inundação (HUMPHREYS *et al.*, 1987a; HEENAN & BACON, 1989 e BOLLIICH *et al.*, 1996).

Com a aplicação da uréia em solo bem drenado e imediata inundação da área, o N desloca-se no solo em profundidade seguindo o movimento da água, podendo ficar retido nos colóides, na forma de  $\text{N-NH}_4^+$  (HUMPHREYS *et al.*, 1987b). Por outro lado, a uréia aplicada na água desloca-se apenas nos primeiros centímetros do solo onde é hidrolizada a  $\text{N-NH}_4^+$  que se difunde tanto para a água como para o solo. Na água, poderá ocorrer perdas de N por volatilização de  $\text{NH}_3$  enquanto que, no solo, o  $\text{N-NH}_4^+$  pode ser nitrificado na camada oxidada. Caso o  $\text{N-NO}_3^-$  produzido se difunda até a camada reduzida, ele poderá ser perdido por desnitrificação (HUMPHREYS *et al.*, 1987b; KATYAL & GADALLA, 1990).

Embora a maior parte dos trabalhos indiquem que o N aplicado em solo drenado seja mais eficiente do que quando aplicado na água, alguns pesquisadores não encontraram diferenças na produtividade da cultura do arroz aplicando uréia nestas duas condições de solo (DEAMBROSI & MÉNDEZ, 1995; MARIN & SANABRIA, 1999).

Os resultados contraditórios se devem, provavelmente, às perdas diferenciadas de N, já que elas dependem das condições de clima, solo e modalidade de aplicação de uréia. Isto evidencia a necessidade de se intensificarem os estudos relativos à eficiência da adubação nitrogenada na cultura do arroz em diferentes modalidades de aplicação do N e manejos de irrigação, em escala regional.

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de determinar o manejo mais adequado da adubação nitrogenada e da irrigação para uma melhor eficiência do nitrogênio aplicado no arroz irrigado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, em um PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Eutrófico arênico pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (STRECK *et al.* 1999).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcela subdividida e quatro repetições. Nas parcelas principais de 20 x 6m, foram estabelecidas, no início do perfilhamento (23 dias após a emergência), três formas de manejos d'água e nitrogênio (modalidades de aplicação da uréia): uréia + banho (U + B), uréia + inundação (U + I) e inundação + uréia (I + U). No manejo U + B, aplicou-se a uréia superficialmente no solo drenado e, no dia seguinte, deu-se um banho, inundando-se definitivamente a área 14 dias após. No manejo U + I a área foi inundada um dia depois da aplicação de uréia e, no manejo I + U, a uréia foi aplicada na água de irrigação, um dia depois da inundação. Nas subparcelas de 6 x 4m, foram aplicadas 4 doses de N (0, 20, 40 e 60kg ha<sup>-1</sup> de N) e uma testemunha absoluta, sem aplicação de N, em todo o ciclo da cultura.

A semeadura foi realizada em 21/10/98 com semeadora-adubadora de plantio direto com 0,18m de espaçamento entre linhas e 180kg ha<sup>-1</sup> de sementes da variedade El Paso 144. Em todas as subparcelas, exceto na testemunha absoluta, aplicou-se 10kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia no dia seguinte à semeadura. No início de alongamento dos entrenós (65 dias após a emergência), após a amostragem de plantas para a determinação da concentração de N na matéria seca, efetuou-se uma aplicação de 23kg ha<sup>-1</sup> de N em todas as parcelas exceto na testemunha absoluta.

A lâmina d'água no início dos tratamentos foi de aproximadamente 5cm, sendo gradativamente aumentada segundo a estatura das plantas chegando, até mais ou menos 10-15cm, permanecendo assim até a colheita.

No estágio de alongamento de entrenós, foi coletada a parte aérea das plantas em 3 subamostras de 0,09m<sup>2</sup> em cada subparcela. As subamostras foram reunidas e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 70°C até massa constante. O tecido vegetal seco foi moído em moinho tipo Willey para a análise da concentração de N total, conforme a metodologia descrita por TEDESCO *et al.* (1995). A partir da matéria seca produzida e do teor de N total, foi determinado o N absorvido pelas plantas em cada subparcela.

Trinta dias após a emergência das plantas e oito dias depois de aplicados os tratamentos, foram coletadas cinco subamostras de solo na camada de 0 – 10cm, em cada subparcela, para a determinação dos teores de N mineral ( $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$ ). Após a coleta, as amostras foram mantidas em congelador a -18°C até a análise. O N mineral foi extraído do solo com uma solução salina de KCl e determinado em destilador de arraste de vapores, conforme descrito por TEDESCO *et al.* (1995).



O perfilhamento foi avaliado através da contagem do número de colmos em um metro de linha em cada subparcela, realizando-se contagens a cada 7 dias até a estabilização do perfilhamento. Nestes locais, efetuou-se, antes do início da contagem, o desbaste de plantas para ajustar a população para 300 plantas/m<sup>2</sup>.

A produção de grãos foi avaliada colhendo-se as plantas em uma área útil de 12,04m<sup>2</sup> de cada subparcela, quando a umidade média dos grãos estava entre 20 e 22%. Após determinada a umidade fez-se a correção para 13% de umidade, objetivando estimar a produção de grãos.

Os dados referentes aos tratamentos quantitativos (doses de N) foram submetidos ao teste de regressão, sendo que as médias dos tratamentos qualitativos como número de colmos por m<sup>2</sup>, amônio, nitrato, nitrito no solo nas diferentes modalidades de aplicação de uréia foram submetidas ao teste Duncan com 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a quantidade de N acumulada na parte aérea do arroz, houve interação entre as modalidades de aplicação da uréia e as doses de N. Observa-se na figura 1, que nos tratamentos em que a aplicação de uréia foi seguida de um banho (U + B) ou da inundação imediata (U + I), houve maior absorção de N pelas plantas, em comparação com a aplicação da uréia um dia após a inundação definitiva da área, quando se aumentou a dose de N aplicada no início do perfilhamento da cultura. Estes resultados concordam com os obtidos por HEENAN & BACON (1989) no sudeste da Austrália, os quais registraram um maior aproveitamento do N, aplicando-se a uréia um dia antes da inundação.

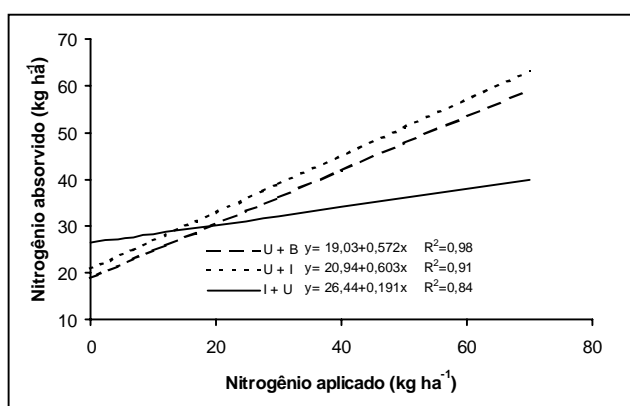


Figura 1 - Relação entre a quantidade de N aplicado e a quantidade de N absorvido pela parte aérea do arroz no início do alongamento de entrenós nos tratamentos "uréia + banho" (U + B), "uréia + inundação" (U + I) e "inundação + uréia (I + U). Santa Maria, RS. 2000.

A maior quantidade de N absorvido pelo arroz onde a uréia foi aplicada antes da irrigação (U + B e U + I) possivelmente esteja relacionada com a maior disponibilidade de nitrogênio no solo nestes tratamentos. Observa-se na tabela 1 que o teor de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na camada de 0 – 10cm de solo foi mais do que duas vezes superior ao tratamento em que a uréia foi aplicada sobre a lâmina de água (I + U). A aplicação de uréia em solo drenado, seguida de um banho ou da inundação, possibilita a incorporação do N em profundidade através da água. A uréia, assim incorporada, é hidrolizada no solo a amônio, ficando este provavelmente mais ligado aos sítios de troca dos colóides do solo e menos sujeito a perdas (HUMPHREYS *et al.*, 1987b). Quando a uréia é aplicada diretamente na água, ela está mais sujeita a perdas por volatilização de amônio e denitrificação (HUMPHREYS *et al.*, 1987b; KATYAL & GADALLA, 1990).

No tratamento I + U, o solo já estava saturado com água quando da aplicação da uréia, fo que fez com que o movimento desta em profundidade fosse limitado ficando na água ou nos primeiros centímetros do solo. Hidrolizando-se na água até N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> podem ocorrer perdas de N por volatilização de NH<sub>3</sub>. Difundindo-se até a camada oxidada, o N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> poderá ser transformado em nitrato e este perdido por denitrificação na camada reduzida.

Estes resultados indicam que, para áreas que demandem maiores quantidades de N na fase inicial da cultura, a aplicação de uréia antes da irrigação resulta em maior disponibilidade de N no solo e maior absorção de N pelas plantas.

O teor de amônio no solo aumentou com a dose de N aplicado, variando em intensidade segundo a modalidade de aplicação da uréia (Figura 2). A aplicação de uréia em solo drenado proporcionou maior quantidade de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no solo do que a aplicação de uréia na lâmina d'água, especialmente nas maiores doses de N. Também na planta, observou-se comportamento semelhante, pois nos tratamentos com banho (U + B) e inundação imediata (U + I) após a aplicação de nitrogênio houve maior quantidade de N total acumulado em relação à aplicação de uréia na lâmina de água (Tabela 1).

Os teores de N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> + N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no solo foram baixos (Tabela 1), independentemente da modalidade de aplicação do N, confirmando resultados da literatura relativos a solos alagados (PATRICK *et al.*, 1985), os quais mostram que estas formas de N são perdidas por denitrificação. Em solos de várzea, o teor de amônio é mais importante do que de nitrato já que a nitrificação

Tabela 1 - N total acumulado na planta, no início do alongamento do colmo, N mineral do solo e colmos  $m^{-2}$  e produção de grão na média das doses de N aplicado. Santa Maria, RS. 2000.

Tratamento	N total acumulado ( $kg\ ha^{-1}$ )	N- $NH_4^+$ ( $mg\ kg^{-1}$ solo)	N- $NO_3^- + NO_2^-$ ( $mg\ kg^{-1}$ solo)	Colmos $m^{-2}$ 23/12/98	Produção de grãos $Kg\ ha^{-1}$
U + B	37,55a <sup>(*)</sup>	8,11a	1,42 <sup>ns</sup>	892a	5821 <sup>ns</sup>
U + I	40,25a	7,80a	0,58	801ab	5634
I + U	32,55 b	3,50 b	0,12	703 b	6123
Testemunha <sup>(**)</sup>	21,09	2,78	0,39	529	5157
Média	36,72	6,50	0,70	799	5859
CV (%) <sup>(1)</sup>	16,87	44,50	149,80	14,96	25,24

<sup>1)</sup> Subparcela; <sup>(\*)</sup> Médias não seguidas por mesma letra diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro; <sup>(\*\*)</sup> Média das parcelas sem N em todo o ciclo das plantas, N proveniente do solo, incluída na média dos tratamentos U + B, U + I e I + U; <sup>ns</sup> Teste F não significativo a 5% de probabilidade de erro; U + B = Uréia + Banho; U + I = Uréia + Inundação; I + U = Inundação + Uréia.

pode ser limitada pela deficiência de  $O_2$  ou o nitrato ser perdido por denitrificação. Assim, MÉNDEZ & DEAMBROSI (1994) encontraram de duas a quatro vezes maior quantidade de N- $NH_4^+$  do que N- $NO_3^-$  nos solos antes de serem inundados.

Na figura 3, são apresentados os resultados do número de colmos por  $m^2$  obtidos próximos à data de amostragem de plantas para avaliação do N absorvido. O número de colmos por área aumentou com a dose de N, diferindo segundo a modalidade de aplicação da uréia. O aumento na dose de nitrogênio promoveu maior incremento do número de colmos por  $m^2$  nas modalidades U+B e U+I, quando comparado com a aplicação da uréia em água. Estes resultados coincidem com aqueles relatados por HUMPHREYS *et al.* (1987a) na Austrália, que encontraram maior perfilhamento

quando aplicaram uréia antes da inundação.

Apesar de a aplicação de uréia em solo drenado (U+B e U+I) ter proporcionado maior perfilhamento e maior absorção de N pelas plantas, não se observou diferenças significativas no rendimento de grãos entre as modalidades de aplicação de uréia, sendo a produção de grãos influenciada somente pelas doses de nitrogênio. (Tabela 1 e Figura 4)

No intervalo estudado, não foi atingido o máximo rendimento físico de grãos. Isso indica a importância da aplicação de N nestes solos. Foram obtidos 12,7kg de grãos por kg de N aplicado, valor inferior ao relatado por YOSHIDA (1981), de 15 – 20kg de grãos por kg de N aplicado. O N aplicado neste experimento refletiu-se no incremento da produção de grãos já que o contraste realizado entre a testemunha absoluta e os tratamentos com aplicação de N foi altamente significativo. A diferença entre a testemunha e a dose máxima de N aplicada ( $93kg\ ha^{-1}$  de N) foi de  $1184kg\ ha^{-1}$  de grãos. As condições meteorológicas foram favoráveis para a obtenção de resposta ao N aplicado, tendo em vista a insolação no trimestre janeiro/março Ter sido superior à normal, principalmente em janeiro (fase reprodutiva) e março (fase de maturação do arroz).

A aplicação de N em solo drenado, seguida de irrigação, tem proporcionado maior rendimento de grãos em trabalhos conduzidos em condições distintas de clima e de solo (HUMPHREYS *et al.*, 1987a; HEENAN & BACON, 1989; BOLLIH *et al.*, 1996). No presente experimento, isto não foi encontrado, pois a aplicação de N ( $23kg\ ha^{-1}$  de N) em todos os tratamentos ao início do alongamento de entrenós, provavelmente supriu as deficiência de nitrogênio no tratamento de menor absorção de N. Resultados similares ao presente experimento, em que não houve resposta de diferentes modalidades de aplicação da uréia no rendimento de grão são reportados por DEAMBROSI & MÉNDEZ (1995) e MARIN & SANABRIA (1999).

Os resultados apresentados demonstraram que é viável a aplicação da uréia antes de proceder a inundação, particularmente naquelas áreas com maior controle da irrigação, possibilitando a aplicação tratorizada, com redução de custos.

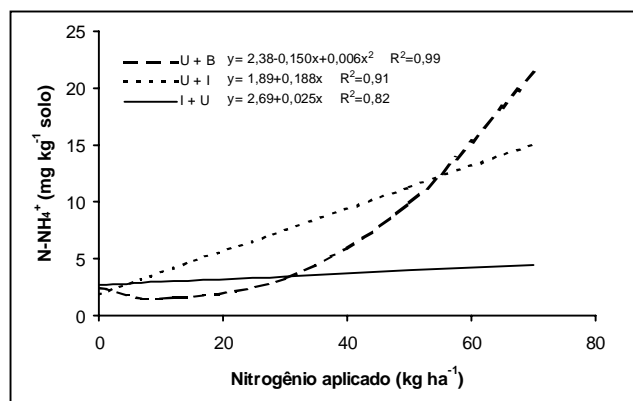


Figura 2 - Efeito da aplicação de N no conteúdo de amônio no solo, oito dias após a aplicação, nos tratamentos “uréia + banho” (U + B), “uréia + inundação” (U + I) e “inundação + uréia” (I + U). Santa Maria, RS. 2000.



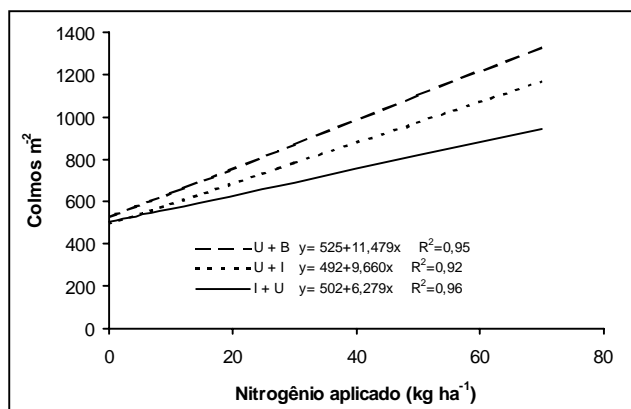


Figura 3 - Efeito do método de aplicação e da dose do N aplicado sobre o número de colmos  $m^{-2}$  na amostragem quatro dias após o máximo perfilhamento nos tratamentos “uréia + banho” (U + B), “uréia + inundação” (U + I) e “inundação + uréia” (I + U). Santa Maria, RS. 2000.

## CONCLUSÕES

As modalidades de aplicação de N em solo drenado, no início do perfilhamento seguida de irrigação definitiva ou banho, proporcionam maior absorção de N e maior perfilhamento quando comparadas com a aplicação realizada em lâmina de água, ampliando-se estas diferenças à medida que se eleva a quantidade de N aplicada.

A produção de grãos aumenta com as quantidades de N aplicado, enquanto as modalidades de aplicação de N no perfilhamento não afetam a produção de grãos quando se aplica N na iniciação do primórdio floral.

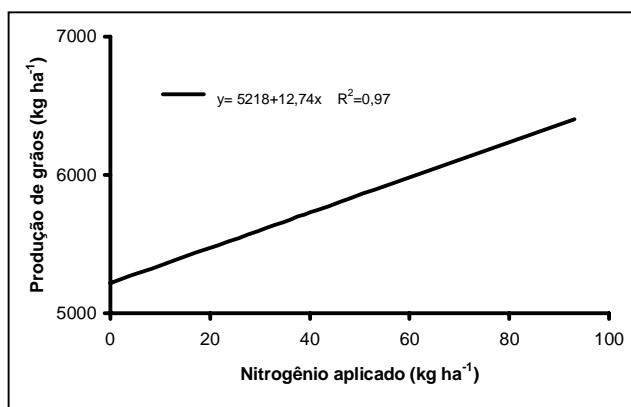


Figura 4 - Relação entre doses de N e produção de grãos. Santa Maria, RS. 2000.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLLIICH, P.K., GROTH, D.E., NORMAN, R., *et al.* Rice nutrition studies. In: ANNUAL RESEARCH REPORT, 88, 1996, Louisiana. **Annals...** Louisiana: Louisiana State University Agricultural Center e Louisiana Agricultural Experiment Station, 1996. 650p. p.184-211.
- DEAMBROSI, E., MENDEZ, R. Eficiencia de aplicación de nitrógeno en cobertura al macollaje con respecto al riego. In: **INIA Uruguay : Arroz, Resultados Experimentales 1994-1995**. Treinta y Tres : INIA, 1995. Cap.2, p.2-10/2-13. (Serie actividades de difusión ; v.62)
- HEENAN, D.P., BACON, P.E. Effects of timing and placement of urea on aerial-sown semi-dwarf rice in South-east Australia. **Aust J Agric Res**, Melbourne, v.40, p.509-516, 1989.
- HUMPHREYS, E., MUIRHEAD, W.A., MELHUIH, F.M., *et al.* Effects of time of urea application on combine-sown Calrose rice in South-east Australia. I. Crop response and N uptake. **Aust J Agric Res**, Melbourne, v.38, n.1, p. 101-112, 1987a.
- HUMPHREYS, E., MUIRHEAD, W.A., MELHUIH, F.M., *et al.* Effects of time of urea application on combine-sown Calrose rice in South-east Australia. II. Mineral nitrogen transformations in the soil-water system. **Aust J Agric Res**, Melbourne, v.38, n.1, p.113-127, 1987b.
- KATYAL, J.C., GADALLA, A.M. Fate of urea-N in floodwater. I. Relation with total N loss. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.121, n.1, p.21-30, 1990.
- KLAMT, E., KAMPF, N., SCHNEIDER, P. **Solos de várzea no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1985. 41p. (Boletim Técnico de Solos, 4).
- MARIN, A.R., SANABRIA, M.C. **Proyecto arroz. Campaña 1998-99**. Corrientes : INTA-EEA Corrientes, 1999. Efecto de la forma de aplicación de urea sobre el rendimiento de arroz: p.117-120.
- MENDEZ, R., DEAMBROSI, E. Siembra directa. In: INIA Uruguay. **Arroz, resultados experimentales 1993-1994, Tomo I**. Treinta y tres : INIA, 1994. Cap.3, p.3-1/3-17. (Serie actividades de difusión ; v.25)
- PATRICK, W.H.Jr., MIKKELSEN, D.S., WELLS, B.R.. **Fertilizer technology and use**. 3. ed. Madison : American Society of Agronomy, 1985. Plant nutrients behavior in flooded soils: p.197-228.
- STRECK, E.V., KAMPF, N., KLAMT, E. Atualização em classificação taxonômica das unidades de mapeamento de levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul. **Informe Emater**, v.16, n.9, p. ??1999.
- TEDESCO, J.M., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. IRRI. Los Banos : IRRI, 1981. 269p.

## ADUBAÇÃO FOLIAR COM MICRONUTRIENTES EM ARROZ IRRIGADO, EM ÁREA SISTEMATIZADA

### SPRAY APPLICATION OF MICRONUTRIENTS ON IRRIGATED RICE CULTIVATED IN LEVELED SOIL

Enio Marchezan<sup>1</sup> Osmar Santos dos Santos<sup>2</sup> Luis Antonio de Avila<sup>3</sup> Ricardo Posser da Silva<sup>4</sup>

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de micronutrientes em arroz irrigado, em área de várzea após a sistematização. Foi realizado durante três anos agrícolas em PLANOSSOLO Hidromórfico eutrófico arênico, instalado em local de onde foi retirada uma camada de solo de cerca de 30cm de profundidade. A adubação com N, P e K foi realizada de acordo com a recomendação técnica para a cultura. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, constituído de um tratamento denominado "completo", contendo os micronutrientes boro ( $H_3BO_3$ ), cobre ( $CuSO_4$ ), ferro ( $FeSO_4$ ), manganês ( $MnCl_2$ ), molibdênio ( $Na_2MoO_4$ ) e zinco ( $ZnSO_4$ ) e de seis outros formados pela omissão de um micronutriente de cada vez, além de testemunha sem micronutrientes. Em 1996/97, foram aplicados  $70g\ ha^{-1}$  Zn,  $70g\ ha^{-1}$  Mn,  $40g\ ha^{-1}$  Fe,  $50g\ ha^{-1}$  B,  $12,5g\ ha^{-1}$  Cu e  $4g\ ha^{-1}$  Mo, via foliar, no perfilhamento e no início da formação do primórdio floral das plantas de arroz. Em 1997/98, foram utilizadas as mesmas soluções, porém com aplicação apenas no perfilhamento. Em 1998/99, as doses dos micronutrientes foram alteradas para  $35g\ ha^{-1}$  Zn,  $35g\ ha^{-1}$  Mn,  $100g\ ha^{-1}$  B,  $20g\ ha^{-1}$  Cu e  $12g\ ha^{-1}$  Mo, aplicados no perfilhamento, não sendo utilizado o ferro no tratamento completo nem na composição dos demais tratamentos. A sistematização da área causou redução no teor de matéria orgânica, macro e micronutrientes, exceto o boro e aumento de alumínio no solo. Verificou-se que não houve efeito da aplicação foliar de micronutrientes no rendimento de grãos de arroz irrigado.

**Palavras-chave:** várzea, *Oryza sativa*, adubação.

#### SUMMARY

The objective of this experiment was to evaluate the effect of micronutrient application on irrigated rice in an area previously leveled. The experiment was carried out during three

years on a Albicqualf soil in which the soil surface layer of about 30cm had been removed. NPK fertilization was applied according to soil analysis. The experiment design was a randomized block with four replications. The "complete" treatment had the micronutrients boron ( $H_3BO_3$ ), copper ( $CuSO_4$ ), iron ( $FeSO_4$ ), manganese ( $MnCl_2$ ), molybdenum ( $Na_2MoO_4$ ) and zinc ( $ZnSO_4$ ) and treatments in which each one of the micronutrients was omitted besides a check without micronutrients. In the 1996/97 growing season the following rates were applied as leaf spraying at tillering and beginning of flowering differentiation stage: Zn  $70g\ ha^{-1}$ , Mn  $70g\ ha^{-1}$ , Fe  $40g\ ha^{-1}$ , B  $50g\ ha^{-1}$ , Cu  $12,5g\ ha^{-1}$  and Mo  $4g\ ha^{-1}$ . In the 1997/98 growing season the same solutions were used but only at tillering. In 1998/99 the micronutrients doses were altered to Zn  $35g\ ha^{-1}$ , Mn  $35g\ ha^{-1}$ , B  $100g\ ha^{-1}$ , Cu  $20g\ ha^{-1}$  and Mo  $12g\ ha^{-1}$  at tillering growth stage and Fe no longer was used. Soil leveling decreased soil organic matter, macro and micronutrients except boron and increased aluminum levels in the soil. It was observed that leaf spraying application of micronutrients on leaves did not affect seed yield in any of the years in which the experiments were conducted.

**Key words:** lowland, *Oryza sativa*, fertilizer.

#### INTRODUÇÃO

A orizicultura é uma atividade agrícola importante para a economia do Brasil e especialmente do Rio Grande do Sul. Cerca de cem municípios que compõem a metade sul do Rio Grande do Sul têm no arroz seu principal produto agrícola e, segundo SEBRAE (1999), a adequação das áreas de várzea, através de sistematização, possibilita a realização de uma lavoura mais intensiva, diversificada e sustentável.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, Departamento de Fitotecnia (DF), Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97.105-900. E-mail: emarch@ccr.ufsm.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, Pesquisador do CNPq, DF, CCR, UFSM.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, MSc., Professor Assistente, DF, CCR, UFSM.

<sup>4</sup>Aluno do curso de Agronomia, UFSM.



A sistematização da área, que inclui o nivelamento da superfície do terreno, permite que possam ser utilizados sistemas de cultivo de arroz como o pré-germinado, o mix de pré-germinado e o transplante de mudas. Esta prática beneficia a irrigação também nos sistemas de cultivo convencional e plantio direto.

O nivelamento das áreas, executado durante o processo de sistematização, provoca desuniformidade nas características físico-químicas do solo entre as áreas de corte e aterro, especialmente nos primeiros anos de cultivo. Os reflexos na produtividade ocorrem com intensidade variável de acordo com o tipo de solo, processo utilizado para o nivelamento dos talhões e profundidade de mobilização do solo, entre outros fatores (MARCHEZAN *et al.*, 1999). Esta situação adquire maior importância devido ao crescente aumento de áreas sistematizadas no Rio Grande do Sul e suscita questionamentos a respeito da recuperação da produtividade nas áreas de corte através da aplicação diferencial de nutrientes. A mobilização do solo realizada durante o processo de nivelamento da área para sistematização provoca algumas alterações na concentração de macro e micronutrientes na região do sistema radicular (REZER *et al.*, 1997), pois a remoção dos 30cm da superfície do solo reduz os teores dos nutrientes em cerca de 50%, incluindo a matéria orgânica.

A possibilidade de elevar a produtividade da lavoura com a adição de micronutrientes na cultura do arroz foi estudada por diversos pesquisadores (PAULA *et al.*, 1991, ANDRADE *et al.*, 1997, REZER *et al.*, 1997, ANDRADE *et al.*, 1998 e DYNIA *et al.*, 1998) que não encontraram incrementos de produtividade. Por outro lado, autores como BARBOSA FILHO *et al.* (1983), LOPES *et al.* (1984), BARBOSA FILHO *et al.* (1990) e PAULA *et al.* (1991) obtiveram acréscimos de produtividade com a aplicação de Zn em arroz. Estes diferentes resultados estão associados ao tipo de solo e ao modo de cultivo do arroz (GALRÃO *et al.*, 1984) pois, segundo DECHEN *et al.* (1991), em solos arenosos pode ocorrer com mais frequência a deficiência de micronutrientes que, em áreas sistematizadas, dependendo da profundidade de remoção de solo, possibilita resposta positiva à adubação.

São poucos os dados de pesquisa a respeito do efeito da aplicação de micronutrientes em arroz cultivado em área sistematizada e, em vista disso, foi realizado este estudo, durante três anos agrícolas, com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação foliar de micronutrientes em arroz irrigado, cultivado em várzea após a sistematização.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em área experimental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em solo PLANOSSOLO Hidromórfico eutrófico arênico (EMBRAPA, 1999) pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí. Foram instalados em área que sofreu processo de nivelamento superficial e sistematização, em local de onde foi retirada uma camada de solo de cerca de 30cm de profundidade, conhecida como área de "corte" no processo de sistematização. Esses experimentos, em 1996/97 e 1997/98, foram implantados em área de primeiro ano após a sistematização e, em 1998/99, em área sistematizada, que foi cultivada anteriormente com arroz irrigado por um ano agrícola, em talhões contíguos, separados apenas por marachas ou taipas.

No primeiro ano agrícola, procedeu-se a análise química do solo onde foram instalados os experimentos, sendo amostrado o mesmo local, antes e depois da execução do nivelamento da área (Tabela 1).

A adubação, nos três anos de cultivo, foi feita de acordo com a interpretação da análise química do solo, seguindo sugestões de adubação contidas em IRGA (1995) e consistiu de 12kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 50kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Utilizou-se sistema convencional de cultivo, com a cultivar EMBRAPA 7 - Taim em 1996/97 e IRGA 417, nos anos agrícolas de 1997/98 e 1998/99. A adubação de cobertura foi realizada no perfilhamento, na dose de 40kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, constituído

Tabela 1 - Características físico-químicas do solo, antes e após a sistematização da área de várzea em 1996/97. Santa Maria, RS, 2000.

Componentes	Antes da sistematização	Após a sistematização
Argila (%)	25,50	19,00
pH (H <sub>2</sub> O)	4,65	4,75
pH (SMP)	5,70	5,40
P (mg/ℓ)	4,20	2,00
K (mg/ℓ)	38,00	21,00
M.O. (%)	2,15	0,95
Al (cmol <sub>c</sub> /ℓ)	0,95	1,70
Ca (cmol <sub>c</sub> /ℓ)	4,35	1,05
Mg (cmol <sub>c</sub> /ℓ)	1,25	0,30
CTC (cmol <sub>c</sub> /ℓ)	8,10	4,60
H + Al (cmol <sub>c</sub> /ℓ)	2,35	3,20
% Sat. Bases	70,40	30,10
% Sat. Al	11,70	35,40
Zn (cmol <sub>c</sub> /ℓ)	0,90	0,15
Cu (cmol <sub>c</sub> /ℓ)	1,15	0,55
B (cmol <sub>c</sub> /ℓ)	0,30	0,30
Mn (cmol <sub>c</sub> /ℓ)	26,00	2,00

de um tratamento denominado “completo”, contendo os micronutrientes boro ( $H_3BO_3$ ), cobre ( $CuSO_4$ ), ferro ( $FeSO_4$ ), manganês ( $MnCl_2$ ), molibdênio ( $Na_2MoO_4$ ) e zinco ( $ZnSO_4$ ) e de seis outros, formados pela omissão de um micronutriente de cada vez, além de testemunha sem micronutrientes. Em 1996/97, foram aplicados  $70g\ ha^{-1}$  Zn,  $70g\ ha^{-1}$  Mn,  $40g\ ha^{-1}$  Fe,  $50g\ ha^{-1}$  B,  $12,5g\ ha^{-1}$  Cu e  $4g\ ha^{-1}$  Mo, via foliar, no perfilhamento e no início da formação do primórdio floral das plantas de arroz. Em 1997/98, foram utilizadas as mesmas soluções, porém com aplicação apenas no perfilhamento. Em 1998/99, as doses dos micronutrientes foram alteradas para  $35g\ ha^{-1}$  Zn,  $35g\ ha^{-1}$  Mn,  $100g\ ha^{-1}$  B,  $20g\ ha^{-1}$  Cu e  $12g\ ha^{-1}$  Mo, aplicados no perfilhamento. Neste ano não se utilizou o ferro no tratamento completo nem na composição dos demais tratamentos.

As parcelas foram compostas de quinze linhas de 6,0m de comprimento, espaçadas de 0,20m. As pulverizações foram efetuadas com pulverizador costal pressurizado a  $CO_2$ , utilizando-se vazão equivalente a  $150l\ ha^{-1}$  da solução com micronutrientes. A barra pulverizadora abrangia uma faixa de cobertura de 2,5m e a área útil da parcela utilizada para a estimativa do rendimento de grãos constituiu-se de oito linhas centrais com 5,0m de comprimento, correspondendo a  $8,0m^2$ .

O controle de plantas daninhas foi realizado com aplicação do herbicida quinclorac na dose de  $375g$  de i.a. $ha^{-1}$ , cerca de 15 dias após a emergência do arroz.

A irrigação por inundação foi estabelecida aos 20 dias após a emergência do arroz, com lâmina de água de cerca de 10cm, de forma contínua, até a colheita. Não foi necessário realizar controle de pragas e nem de moléstias.

Foram avaliados o rendimento de grãos, corrigindo a massa de grãos para 13% de umidade e a renda do beneficiamento, quantificando grãos inteiros e quebrados. A massa de 1.000 grãos e a esterilidade de espiguetas foram determinadas em 10 panículas coletadas ao acaso por parcela, separando-se as espiguetas cheias das vazias. A estatura de plantas foi obtida pela medida de 10 plantas ao acaso em cada parcela, tomada do solo até a extremidade da panícula. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 2, 3 e 4 contêm os resultados das avaliações realizadas em

Tabela 2 - Rendimento de grãos, estatura de plantas, massa de 1.000 grãos (MMG) e percentagem de grãos inteiros de arroz irrigado, cultivar EMBRAPA 7 - Taim, com aplicação foliar de micronutrientes, ano 1996/97. Santa Maria, RS. 2000.

Tratamento	Rendimento ( $kg\ ha^{-1}$ )	Estatura (cm)	MMG (g)	Grãos inteiros (%)
Testemunha	5.484 <sup>ns</sup>	71 <sup>ns</sup>	27 <sup>ns</sup>	61 <sup>ns</sup>
Menos B	5.555	72	26	62
Menos Cu	5.472	72	26	62
Menos Fe	5.691	73	26	62
Menos Mn	5.744	73	26	61
Menos Mo	5.695	74	26	63
Menos Zn	5.923	72	27	64
Completo	5.565	73	26	62
Média	5.641	73	26	62
C.V. (%)	6,37	3,18	1,61	3,35

<sup>ns</sup> Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade.

1996/97, 1997/98 e 1998/99, respectivamente. Verifica-se que não houve efeito da aplicação foliar de nenhum dos tratamentos com micronutrientes na produção de arroz irrigado, nos três anos de realização dos experimentos, concordando com os resultados de PAULA *et al.* (1991), ANDRADE *et al.* (1997), REZER *et al.* (1997), ANDRADE *et al.* (1998) e DYNIA *et al.* (1998). A produtividade média mais baixa, obtida nos dois primeiros anos, pode ser explicada, em parte, pelo fato de os experimentos terem sido implantados no primeiro ano após a realização da sistematização da área, enquanto que, em 1998/99, foi instalado em área que já havia sido cultivada com arroz irrigado por um ano. Além disso, condições de clima devem ter

Tabela 3 - Rendimento de grãos, estatura de plantas, esterilidade de espiguetas, massa de 1.000 grãos (MMG) e percentagem de grãos inteiros de arroz irrigado, cultivar IRGA 417, com aplicação foliar de micronutrientes, ano 1997/98. Santa Maria, RS. 2000.

Tratamento	Rendimento ( $kg\ ha^{-1}$ )	Estatura (cm)	Esterilidade (%)	MMG (g)	Grãos inteiros (%)
Testemunha	4.526 <sup>ns</sup>	68 b*	22 <sup>ns</sup>	23,4ab	64ab
Menos B	4.681	74ab	22	24,0a	63ab
Menos Cu	4.460	70ab	22	23,9ab	63ab
Menos Fe	4.900	72ab	19	24,0a	65a
Menos Mn	4.785	70ab	20	23,2 b	63ab
Menos Mo	4.921	73ab	22	23,6ab	65a
Menos Zn	4.837	74a	23	23,8ab	61 b
Completo	4.654	72ab	21	23,8ab	64ab
Média	4.721	72	21	23,7	64
C.V. (%)	7,97	5,16	15,8	1,81	3,09

<sup>ns</sup> Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade.

\* Média não ligadas pela mesma letra diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.



Tabela 4 - Rendimento de grãos, estatura de plantas, esterilidade de espiguetas, massa de 1.000 grãos (MMG) e percentagem de grãos inteiros de arroz irrigado, cultivar IRGA 417, com aplicação foliar de micronutrientes, ano 1998/99. Santa Maria, RS. 2000.

Tratamento	Rendimento (kg.ha <sup>-1</sup> )	Estatura (cm)	Esterilidade (%)	MMG (g)	Grãos inteiros (%)
Testemunha	7.699 <sup>ns</sup>	81 <sup>ns</sup>	4,8ab *	25,2ab	64,3 c
Menos B	7.778	81	3,9 b	25,6ab	65,6ab
Menos Cu	7.823	81	4,7ab	25,8ab	65,5ab
Menos Mn	7.662	80	4,4ab	24,8 b	64,7 bc
Menos Mo	7.928	80	3,8 b	25,6ab	64,8abc
Menos Zn	8.051	81	6,0a	26,2a	65,0abc
Completo	7.873	82	4,4ab	25,0 b	65,7a
Média	7.830	81	4,6	25,4	65,2
C.V. (%)	9,74	4,45	10,97	2,52	0,63

<sup>ns</sup> Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade.

\* Média não ligadas pela mesma letra diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

influenciado pois, na tabela 4, verifica-se que a esterilidade de espiguetas foi de apenas 4,3%, enquanto, no ano anterior (Tabela 3), este mesmo parâmetro foi de 21,3%, caracterizando condições desfavoráveis à produção de grãos.

Os resultados do primeiro ano, expresso na tabela 2, revelam que não houve influência diferenciada da aplicação de micronutrientes para nenhuma das características avaliadas. No segundo ano (Tabela 3), os resultados mostram que os tratamentos com micronutrientes afetaram a estatura de planta, massa de 1.000 grãos e a quantidade de grãos inteiros. Já no terceiro ano (Tabela 4), verifica-se que a aplicação de micronutrientes afetou significativamente a esterilidade de espiguetas, a massa de 1.000 grãos e a percentagem de grãos inteiros.

No entanto, as diferenças observadas, foram de pequena amplitude, de modo que não repercutiram na produção de grãos, em nenhum dos anos de execução do experimento, apesar da sistematização da área ter promovido redução de macro e micronutrientes do solo (Tabela 1). Quando se compara esses valores com referenciais relatados na Recomendação de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (COMISSÃO ..., 1995) constata-se que os elementos Cu, B e Mn situam-se numa faixa de suficiência nutricional e apenas o Zn encontrava-se em nível considerado baixo.

Quanto à estatura de plantas e qualidade física de grãos, expressas pela quantidade de grãos inteiros, em resposta à aplicação de Zn, os resultados foram divergentes se comparados os três anos, pois em 1996/97 (Tabela 2), o micronutriente afetou

positivamente a estatura de planta, mas reduziu a quantidade de grãos inteiros. Em 1998/99 (Tabela 4), o Zn não afetou a estatura de plantas, mas influenciou na elevação do número de grãos inteiros. De forma semelhante, BARBOSA FILHO *et al.* (1983) constataram aumento na estatura de plantas, enquanto ANDRADE *et al.* (1998) não observaram elevação de estatura de plantas com aplicação de Zn.

Interpretação semelhante pode ser feita se analisada a aplicação do tratamento completo com micronutrientes ou com a supressão de determinado micronutriente. Os resultados divergentes à aplicação de micronutrientes encontrados na literatura estão relacionados ao tipo de solo onde são instalados os experimentos, bem como as diferenças de condições de clima verificadas de local para local, entre anos de avaliação.

Além disso, Boareto & Roselen, citados por REZER *et al.* (1997) relatam que a resposta a aplicação de micronutrientes está relacionada ao nível de produtividade obtido. Os autores consideram importante a utilização de micronutrientes quando se planeja produtividade superior a 6.000kg.ha<sup>-1</sup>. Esta constatação não foi comprovada no presente trabalho, pois não houve resposta positiva quando se produziu menos de 5.000kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 3) e nem quando se atingiu produtividade próximas a 8.000kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 4).

## CONCLUSÃO

A aplicação de micronutrientes, via foliar, não influenciou a produção de grãos do arroz irrigado cultivado em área de retirada de solo devido ao processo de nivelamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, W.E. de B., SOUZA, A.F. de, CARVALHO, J.G. Limitações nutricionais para a cultura do arroz irrigado em solo orgânico da região Nordeste Fluminense. **R Bras Ci Solo**, Campinas, v.21, n.3, p.513-517, 1997.
- ANDRADE, W.E. de B., SOUZA, A.F. de, CARVALHO, J.G. Deficiências nutricionais no arroz irrigado em sucessão ao feijoeiro em solo de várzea. **Pesq Agropec Bras**, Brasília, v.33, n.7, p.1129-1135, 1998.
- BARBOSA FILHO, M.P., FAGERIA, N.K., FONSECA, J.R. Tratamento de sementes de arroz com micronutrientes sobre o rendimento e qualidade de grãos. **Pesq Agropec Bras**, Brasília, v.18, n.3, p.219-222, 1983.
- BARBOSA FILHO, M.P., DYNIA, J.F., ZIMMERMANN, F.J.P. Resposta do arroz de sequeiro ao zinco e ao cobre com efeito residual para o milho. **R bras Ci Solo**, Campinas, v.14, n.3, p.333-338, 1990.

- DECHEN, A.R., HAAG, H.P., CARMELLO, Q.A.C. Mecanismos de absorção e de translocação de micronutrientes. In: FERREIRA, M.E., CRUZ, M.C.P. (Ed.) **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba : Potafós/CNPq, 1991. 134p, p.79-97.
- DYNIA, J.F., MORAES, J.F.V. Calagem, adubação com micronutrientes e produção de arroz irrigado e feijoeiro em solo de várzea. **Pesq Agropec Bras**, Brasília, v.33, n.6, p.831-838, 1998.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília : EMBRAPA, 1999. 412p.
- GALRÃO, E.Z., SOUSA, D.M.G. de., PERES, J.R.R. Caracterização de deficiências nutricionais em solos de várzea da região dos cerrados. **Pesq Agropec Bras**, Brasília, v.19, n.9, p.1091-1101, 1984.
- IRGA. Estação Experimental do Arroz (Cachoeirinha, RS). **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**, 1995. 3.ed. Cachoeirinha, 1995. 88p.
- LOPES, M.S., SANTOS, O.S., CABRAL, J.T. *et al.* Efeito de micronutrientes sobre o rendimento de grãos de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 13, 1984, Balneário Camboriú, SC. **Anais ...** Florianópolis : EPAGRI, 1984. p.180-189.
- MARCHEZAN, E., SANTOS, O.S., SILVA, R.P. *et al.* Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em várzea sistematizada. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23, 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas : EMBRAPA Clima Temperado, 1999. p.366-368.
- PAULA, M.B. de, CARVALHO, J.G., NOGUEIRA, F.D., *et al.* Curva de resposta e avaliação de extratores para zinco disponível em solos hidromórficos e aluviais sob arroz inundado. **R bras Ci Solo**, Campinas, v.15, n.1, p.49-55, 1991.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendação de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo : SBCS – Núcleo Regional Sul, 1995. 223p.
- REZER, J.R., MARCHEZAN, E., VIZZOTTO, V.R., *et al.* Aplicação foliar de micronutrientes em arroz irrigado (*Oryza sativa* L.), em área de várzea sistematizada. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22, 1997, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí : EPAGRI, 1997. p.248-250.
- SEBRAE/RS. **Diagnóstico sócio-econômico do município de São Sepé**. Santa Maria : SEBRAE/FATEC, 1999. 121p.



## MANEJO DA ADUBAÇÃO DO ARROZ IRRIGADO EM SISTEMA PRÉ-GERMINADO NA PRODUTIVIDADE E PERDA DE NUTRIENTES ATRAVÉS DA ÁGUA DE DRENAGEM INICIAL

### IRRIGATED RICE FERTILIZATION MANAGEMENT ON GRAIN YIELD AND NUTRIENTS LOSS THROUGH INITIAL DRAIN DISCHARGE IN THE PREGERMINATED SYSTEM

Enio Marchezan<sup>1</sup> Tommi Segabinazzi<sup>2</sup> Victor Marzari<sup>2</sup> Silvio Carlos Cazarotto Villa<sup>2</sup>  
Luis Antonio de Avila<sup>3</sup>

#### - NOTA -

#### RESUMO

O experimento foi conduzido objetivando avaliar os efeitos de formas de manejo da adubação (P e K) do arroz irrigado, semeado no sistema pré-germinado, sobre a produtividade do arroz e as perdas de nutrientes através da água de drenagem inicial. Os tratamentos foram: T1- testemunha sem adubação; T2- adubação aos 20 dias antes da semeadura sem incorporação; T3- adubação aos 20 dias antes da semeadura com incorporação do fertilizante; T4- adubação aos 05 dias antes da semeadura sem incorporação; T5- adubação aos 05 dias antes da semeadura com incorporação do fertilizante; T6- aplicação do fertilizante à lanço 10 dias após a semeadura; T7- aplicação do fertilizante à lanço 25 dias após a semeadura. O rendimento de grãos não foi afetado pelos diferentes procedimentos de manejo da adubação. A adubação realizada aos 5 dias antes da semeadura mostrou-se a menos indicada, devido a maior perda de nutrientes, principalmente de potássio. Contudo as perdas verificadas estiveram dentro de limites aceitáveis de acordo com a legislação vigente.

**Palavras-chave:** impacto ambiental, manejo sustentável de várzea, fósforo, potássio.

#### SUMMARY

The experiment was conducted aiming to evaluate the effects of fertilization management in the pregerminated system, on grain yield and nutrient loss through early drain discharge.

The treatments were: T1- Control (without fertilization); T2- fertilization 20 days before sowing without incorporation; T3- fertilization 20 days before sowing with fertilizer incorporation; T4- fertilization 05 days before sowing without incorporation; T5- fertilization 05 days before sowing with fertilizer incorporation; T6- fertilizer application 10 days after sowing; T7- fertilizer application 25 days after sowing. Grain yield was not affected by the different fertilization management procedures. The fertilizer applied 05 days before sowing promoted the highest nutrients loss, especially potassium. However, recorded loss values were within the range allowed by current legislation.

**Key words:** environmental impact, lowland sustainable management, phosphorus, potassium.

O sistema de cultivo pré-germinado de arroz irrigado encontra-se em expansão no Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, como alternativa para controle do arroz vermelho, redução de custos e elevação da produtividade da lavoura. Neste sistema, preconiza-se a semeadura sobre lâmina de água com posterior drenagem para melhor estabelecimento das plântulas. Devido à adubação e à mobilização do solo realizada antes da semeadura e à drenagem da área logo após, ocorre perda de

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, Departamento de Fitotecnia (DF). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Bolsista do CNPq. UFSM, Centro de Ciências Rurais (CCR), 97105-900, Santa Maria, RS. E-mail: emarch@ccr.ufsm.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Acadêmicos do Curso de Agronomia, CCR, UFSM. Bolsistas do CNPq.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, MSc., Professor Assistente, DF, CCR, UFSM.

nutrientes, podendo afetar a sustentabilidade do sistema. Assim, o objetivo deste experimento foi avaliar alternativas de manejo da adubação no sistema pré-germinado quanto à produtividade do arroz irrigado e quanto às perdas de nutrientes através da água de drenagem inicial da lavoura.

O ensaio foi conduzido no ano agrícola de 1999/00, em solo classificado como PLANOSSOLO com as seguintes características: Argila: 24%; pH (H<sub>2</sub>O): 5,0; pH (SMP): 5,5; P: 4,0mg.l<sup>-1</sup>; K: 32,0mg.l<sup>-1</sup>; MO: 1,6%. A adubação utilizada foi de 40Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. O preparo foi realizado com o solo seco, utilizando-se uma enxada rotativa. A incorporação dos fertilizantes foi realizada manualmente com enxada no solo alagado. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, com as parcelas medindo 3m x 4m, sendo os tratamentos: T1- testemunha sem adubação; T2- adubação aos 20 dias antes da semeadura em superfície; T3- adubação aos 20 dias antes da semeadura com incorporação do fertilizante; T4- adubação aos 05 dias antes da semeadura em superfície; T5- adubação aos 05 dias antes da semeadura com incorporação do fertilizante; T6- aplicação do fertilizante à lanço 10 dias após a semeadura; T7- aplicação do fertilizante à lanço 25 dias após a semeadura.

A drenagem das parcelas foi realizada aos três dias após a semeadura, com volume correspondente a 1.000m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Para a coleta das amostras de água de drenagem, foi aberto um pequeno sulco na taipa de cada parcela, sendo coletadas 10 sub-amostras durante a drenagem. As amostras foram acondicionadas em frascos plásticos e congeladas para posterior análise química, realizada no laboratório do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, de acordo com a metodologia descrita por TEDESCO *et al.* (1995). Para determinação do fósforo, as amostras foram filtradas com filtro Millibore 0,45µm e clareadas com ácido clorídrico (50%).

A adubação do arroz irrigado no sistema pré-germinado não afetou o rendimento de grãos (Tabela 1), pois não houve diferença entre a testemunha sem adubação e os demais tratamentos. Em função disso, não se observou efeito das épocas de aplicação nem da incorporação dos fertilizantes sobre o rendimento de grãos. Esta falta de resposta à adubação possivelmente pode ser explicada pela fertilidade natural do solo e pela elevação da

disponibilidade de nutrientes após o alagamento do mesmo VAHL (1999).

As perdas de nutrientes através da água de drenagem inicial não foram afetadas pela incorporação ou não do fertilizante, mas apenas pela época de aplicação do mesmo, sendo que aplicação realizada 5 dias antes da semeadura, com ou sem incorporação, proporcionou maiores perdas, especialmente de potássio, que apresentou concentração de 9,55mg ℓ<sup>-1</sup> na água de drenagem (Tabela 1). Para as maiores perdas de N-NH<sub>4</sub> verificadas nos tratamentos com adubação 10 e 25 dias após a semeadura, comparados com a testemunha, não se dispõem de explicação.

Para P e N, nutrientes de maior impacto ambiental negativo, as perdas registradas estão abaixo do permitido pela portaria 05/89 da Secretaria de Saúde e do Meio Ambiente (RIO GRANDE DO SUL, 1989), que é de 10mg ℓ<sup>-1</sup> de N total e 1,0mg ℓ<sup>-1</sup> de P total e também de resultados obtidos por WEBER (2000) que encontrou perda de 2,0Kg de P por hectare. Autores como DANIEL *et al.* (1993) citam que o limite de P total na água não deveria exceder 0,10mg ℓ<sup>-1</sup>, preconizando a incorporação dos nutrientes para reduzir perdas, enquanto MOLEN *et al.* (1998) relatam que as perdas aceitáveis de P situam-se em até 1kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Os procedimentos de manejo da adubação não afetaram significativamente características como número de perfilhos, número de panículas, a qualidade física dos grãos expressa pela quantidade de grãos inteiros e nem o ciclo da cultivar.

A intensidade do preparo da área, o tempo decorrido entre o preparo final do solo e a semeadura e o tipo de solo são fatores que influenciam na quantidade de nutrientes perdidos junto com a água de drenagem inicial. As perdas serão menores se houver poucos nutrientes em suspensão e dissolvidos na água por ocasião da retirada da mesma, devendo-se evitar a aplicação de fertilizantes em momento próximo à semeadura do arroz.

Assim, os procedimentos de manejo da adubação, época e incorporação ou não dos fertilizantes, não afetaram o rendimento de grãos do arroz irrigado e a perda de nutrientes foi influenciada apenas pela época de aplicação dos mesmos, sendo que a adubação realizada 05 dias antes da semeadura, promoveu as maiores perdas, principalmente de potássio.



Tabela 1 - Rendimento de grãos e quantidade de nutrientes perdidos na água de drenagem sob manejos da adubação mineral em arroz irrigado no sistema pré-germinado. Santa Maria, RS, 2000.

Tratamentos	Rendimento Kg ha <sup>-1</sup>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P	K
		mg <sup>-1</sup> ou kg ha <sup>-1</sup>			
<b>Sem adubação</b>	8.691 <sup>ns</sup>	1,75 b*	1,08 d	0,10ab	2,90 bc
Adubação 20 dias antes da semeadura sem incorporação	7.911	2,71a	1,31 cd	0,09 b	4,15 b
Adubação 20 dias antes da semeadura com incorporação	8.454	2,71a	1,40 bcd	0,09 b	4,45 b
Adubação 05 dias antes da semeadura sem incorporação	8.216	3,30a	1,98a	0,13a	9,60a
Adubação 05 dias antes da semeadura com incorporação	8.571	3,20a	1,94ab	0,10ab	9,50a
Adubação 10 dias após semeadura sem incorporação	8.240	3,02a	1,70abc	0,09 b	3,05 bc
Adubação 25 dias após semeadura sem incorporação	8.448	2,77a	1,34 cd	0,10ab	2,35 c
<b>Média</b>	8.361	2,78	1,54	0,10	5,14
CV (%)	6,59	18,56	22,99	19,38	18,97

<sup>ns</sup> Teste F não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.

\* Médias não ligadas pela mesma letra na coluna, diferem entre si pelo teste Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DANIEL, T.C., EDWARDS, D.R., SHARPLEY, A.N. Effect on extractable soil surface phosphorus on runoff water quality. **American Society of Agricultural Engineers**, Fayetteville, v.36, n.4, p.1079-1085, 1993.
- MOLLEN, D.T.V.D., BREEUWSMA, A., BOERS, P.C.M. Agricultural nutrient losses to surface water in the Netherlands: impact, strategies, and perspectives. **Journal Environmental Quality**, Madison, v.27, p.4-11, 1998.
- RIO GRANDE DO SUL. Portaria número 05/89 de 16 de março de 1989-SSMA. Aprova a Norma Técnica que dispõem sobre critérios e efluentes líquidos... **Diário Oficial**, Porto Alegre, 29 de março de 1989.
- TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., *et al.* **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre : UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).
- VAHL, L.C. Fertilidade de solos de várzea. In: GOMES, S.G., PAULETTO, E.A. **Manejo do solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas : Embrapa Clima Temperado, 1999. Cap.5. p.119-162.
- WEBER, L. **Consumo e qualidade da água e cultivares de arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo**. Santa Maria – RS, 2000. 60p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 2000.

## CONTROLE DA QUALIDADE DAS SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO UTILIZADAS EM SANTA MARIA/RS

### CONTROL OF QUALITY OF THE FLOODED RICE SEEDS IN SANTA MARIA/RS

Enio Marchezan<sup>1</sup> Nilson Lemos de Menezes<sup>2</sup> Carla do Amaral Siqueira<sup>3</sup>

#### RESUMO

*Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar e classificar a qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes de arroz irrigado utilizadas por produtores de Santa Maria/RS, Brasil. Foram coletadas 117 amostras de sementes de produtores da região, no ano agrícola de 1997/98, nas quais se determinaram umidade, presença de grãos de arroz vermelho, presença de fungos e nematóides, germinação e vigor. As sementes apresentaram qualidade fisiológica e sanitária de média a boa, contendo, no entanto, altos níveis de arroz vermelho, o que reduz a qualidade dos lotes e constitui-se no principal fator restritivo à obtenção de maiores rendimentos.*

**Palavras-chave:** arroz vermelho, qualidade fisiológica, qualidade sanitária.

#### SUMMARY

*This study was conducted in order to characterize and classify the physical, physiological and sanitary qualities of irrigated rice seeds used by rice farmers in Santa Maria (RS). A total of 117 seed samples were collected among farmers of this region during the 1997/98 growing season. Seed moisture, presence of red rice seeds, presence of fungi and nematodes, germination percentage and seed vigor were determined. In regard to physiological and sanitary quality the seed qualities varied between medium and good. However the presence of high levels of red rice seeds reduced the overall quality of the seeds and is the main factor that limits higher productivity grains.*

**Key words:** red rice, physiological quality, sanitary quality.

#### INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Sul cultiva uma área de, aproximadamente, um milhão de hecta-

res com arroz irrigado, sendo que cerca de 10% dessa área está localizada na região da Depressão Central do Estado, onde o rendimento médio é cerca de 5000kg/ha. A presença de arroz vermelho na área é vista como o principal entrave à elevação do rendimento do arroz pois, de acordo com relatos de SOUZA (1999), 70% das áreas orizícolas dessa região encontram-se numa faixa de infestação de média a alta (1 a 20 panículas/m<sup>2</sup>).

Resultados de pesquisa demonstram que cada panícula de arroz vermelho por m<sup>2</sup> provoca uma redução de rendimento de cerca de 18kg/ha (SOUZA & FISHER, 1986), estimando-se que, devido a essa competição, o Estado deixe de produzir anualmente cerca de 1.000.000 de toneladas de arroz.

Além do rendimento, o arroz vermelho afeta negativamente a qualidade do produto, reduzindo o seu valor comercial. Uma das alternativas de melhoria da rentabilidade do cultivo de arroz é investir na formação de uma lavoura de melhor qualidade, sendo que um dos insumos que mais influencia essa característica é a qualidade da semente, que pode ser expressa por atributos como pureza física, qualidade fisiológica e sanitária.

O uso de sementes isentas de arroz vermelho contribui para minimizar a infestação das áreas cultivadas com arroz irrigado. Mesmo o uso de semente fiscalizada, cuja legislação ainda tolera dois grãos de arroz vermelho por 500g de sementes (RIO GRANDE DO SUL, 1998), pode representar incre-

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular do Departamento de Fitotecnia. Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97015-000, Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq. E-mail: emarch@ccr.ufsm.br - Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia, CCR/UFSM.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, aluno do Programa de Pós-graduação em Agronomia/UFSM, bolsista CAPES.



mento no banco de sementes do solo. Assim, a presença de grãos de arroz vermelho nos lotes de sementes de arroz irrigado é a característica física mais importante na avaliação da qualidade das sementes.

A qualidade fisiológica das sementes influencia diretamente o estande inicial de plantas, refletindo-se no rendimento da cultura. As normas e padrões de produção de sementes para o Estado do Rio Grande do Sul estabelecem germinação mínima de 80% (RIO GRANDE DO SUL, 1998). Juntamente com a germinação, o fator que determina um rápido e uniforme estabelecimento da população de plântulas do campo é o vigor, sendo considerado o atributo de qualidade que melhor expressa o desempenho da semente. O teste de vigor tem por objetivo distinguir os níveis de qualidade fisiológica das sementes, que não são possíveis de detectar pelos testes de germinação (KRYZANOWSKY & FRANÇA NETO, 1999).

O estado sanitário das sementes também influencia na germinação e estabelecimento das plantas, determinando, portanto, o estande da lavoura. Em levantamento preliminar realizado no município de Santa Maria/RS, no ano agrícola de 1996/97, MARCHEZAN *et al.* (1998) encontraram grande incidência de fungos de armazenamento, como *Penicilium sp.* e *Aspergillus sp.*, que favorecem a deterioração das sementes e conseqüente redução no poder germinativo e vigor das mesmas. No mesmo trabalho, os autores detectaram a presença de microrganismos patogênicos à cultura do arroz irrigado, como *Pyricularia sp.* e *Bipolaris sp.*, capazes de reduzir consideravelmente o rendimento, porém em níveis considerados não preocupantes de acordo com a legislação (ABRATES, 1992).

No município de Santa Maria, a baixa oferta de sementes de arroz de boa qualidade se deve à inexistência de produtores credenciados para essa atividade, bem como de estudos que caracterizem a qualidade desse insumo na região. O conhecimento mais detalhado da realidade, por parte dos produtores, juntamente com a conscientização da importância da semente no processo produtivo, é de extrema importância nos resultados obtidos na lavoura de arroz da região de Santa Maria/RS.

Assim, este trabalho teve por objetivo caracterizar e classificar a qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes de arroz irrigado utilizadas por produtores do município de Santa Maria/RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram retiradas amostras dos lotes de sementes de arroz que estavam sendo utilizadas por produtores da região de Santa Maria/RS, coletadas

por ocasião da semeadura das lavouras no ano agrícola 1997/1998.

Amostraram-se cerca de 25% dos produtores da região, totalizando 117 amostras, coletadas pelos técnicos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) e de escritórios particulares de planejamento. Os produtores informaram a área cultivada com a semente, a origem da semente (própria ou fiscalizada), a cultivar e o sistema de cultivo utilizado. As amostras foram acondicionadas em caixas de papelão e mantidas armazenadas em local seco até o momento das análises.

As análises foram realizadas na Universidade Federal de Santa Maria, utilizando como apoio, os Laboratórios de Agricultura e de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, o Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Solos e o Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Defesa Fitossanitária. As avaliações constaram da determinação da umidade, presença de arroz vermelho, qualidade sanitária e testes de germinação e vigor.

A presença de arroz vermelho foi determinada em subamostras de 500 gramas de sementes, as quais foram processadas em máquina testadora para arroz, com o objetivo de remover as glumelas de modo a verificar a cor do pericarpo das sementes. Determinaram-se dois grupos de arroz vermelho (sementes do tipo “japônico” que foram denominadas arroz vermelho típico e sementes do tipo “patna”, que foram chamadas arroz vermelho híbrido).

A análise da qualidade sanitária das sementes foi feita utilizando-se o método do papel filtro (“blotter test”), para detecção de fungos em sementes. As sementes de arroz foram desinfetadas superficialmente, para eliminação de contaminantes saprófitas, com banhos de álcool 70% por um minuto, seguido de hipoclorito de sódio 0,5% também por um minuto. Para retirar o excesso de produtos químicos que pudessem vir a inibir o desenvolvimento de algum patógeno, realizaram-se três banhos com água destilada esterilizada de um minuto cada. Utilizaram-se caixas gerbox com fundo revestido por papel germitest previamente umedecido com água destilada esterilizada, utilizando-se oito repetições de 25 sementes, totalizando 200 sementes por amostra. A seguir, as caixas contendo as sementes foram incubadas em ambiente controlado ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ), com alternância de 12 horas de escuro e 12 horas de luz. Após 7 dias, período normal de incubação, as sementes foram avaliadas individualmente sob microscópio estereoscópio com aumento de 25-

40 vezes e os microrganismos foram identificados e quantificados. A identificação foi feita com base na forma e coloração da esporulação do fungo.

Realizou-se, também, a determinação da presença do nematóide *Aphelenoides bessey* nas sementes. Para isso, analisaram-se 100 sementes por amostra, em quatro repetições. As sementes foram colocadas em 100ml de água destilada e trituradas em liquidificador doméstico. O líquido foi recolhido e deixado em repouso por 24 horas, após esse período, o material foi peneirado em peneiras de malha 270 e 400 mesh, sob jato de água. O conteúdo da peneira de 400 mesh foi vertido em uma placa canelada sendo determinado o número de nematóides presentes na amostra através de microscópio estereoscópico.

O grau de umidade foi efetuado após a chegada das amostras no Laboratório de Análise de Sementes - UFSM, pelo método da estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 1992).

O teste padrão de germinação foi executado em quatro repetições de 100 sementes por amostra, semeadas em rolos de papel toalha, mantidos em germinador com temperatura constante de  $25^{\circ}\text{C}$ , por 14 dias. O teste de germinação e a determinação de umidade foram realizados de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

O vigor foi estimado pelo teste de primeira contagem da germinação, no qual se computou a percentagem de plântulas normais no quinto dia. Os lotes foram classificados de acordo com a seguinte escala proposta por este trabalho: vigor muito alto (>90%); vigor alto (81-90%); vigor médio (71-80%); vigor baixo (61-70%) e vigor muito baixo (<60%).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo agrupados em intervalos de confiança, de acordo com os limites propostos por este trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da tabela 1 revela que 55% dos produtores avaliados utilizaram sementes próprias para instalação de suas lavouras e apenas 10% fizeram uso de sementes fiscalizadas e/ou básicas. Os demais produtores compram semente via comércio em geral, principalmente de vizinhos, ou não informaram a procedência dela. Entre os produtores consultados, o sistema de cultivo convencional ainda é o

Tabela 1 - Origem das sementes, cultivares, área semeada, sistema de cultivo e quantidade de sementes de arroz irrigado utilizadas na região de Santa Maria, no ano agrícola 1997/1998. Santa Maria, RS. 1999.

	Número de amostras	% do Total
Total de amostras coletadas	117	100
Origem da semente		
Própria	65	55,55
Comércio em geral	30	25,65
Fiscalizada	9	7,69
Básica	1	0,85
Sem informação	12	10,26
Cultivar semeada		
IRGA 417	35	29,91
IRGA 416	17	14,53
EMBRAPA 6 – CHUI	12	10,26
EMBRAPA 7 – TAIM	12	10,26
BR-IRGA 409	11	9,40
EL PASO L 144	8	6,84
BR-IRGA 410	8	6,84
BR-IRGA 414	6	5,13
Outras	7	5,98
Sem informação	1	0,85
Área semeada (ha)		
1 – 10	37	31,63
11 – 50	47	40,17
51 – 100	9	7,69
Mais de 100	9	7,69
Sem informação	15	12,82
Sistema de cultivo		
Convencional	83	70,94
Pré-germinado	9	7,69
Cultivo mínimo	8	6,84
Plantio direto	5	4,27
Sem informação	12	10,26
Quantidade de semente utilizada (kg/ha)		
100 – 150	10	8,55
151 – 175	8	6,84
176 – 200	50	42,73
201 – 250	34	29,06
251 – 300	2	1,71
Sem informação	13	11,11

mais utilizado (83% das amostras foram provenientes desse sistema) e 70% dos produtores utilizam entre 176 e 250kg/ha de sementes.

Os dados referentes à presença de sementes de arroz vermelho encontram-se na tabela 2. Constatou-se que 47% das amostras apresentaram até duas sementes de arroz vermelho por 500g de sementes de arroz cultivado, sendo que metade dessas sementes eram de arroz vermelho híbrido. Salienta-se que somente esse percentual está apto para comercialização de acordo com RIO GRANDE DO SUL (1998), o qual coloca que o limite máximo para aceitação comercial do lote como semente é duas sementes de arroz vermelho em 500g de sementes de arroz cultivado. Apenas 17% das amostras não apresentaram arroz vermelho. Esses dados indicam que a

Tabela 2 - Percentagem das amostras que apresentaram ocorrência de sementes de arroz vermelho típico (AV típico), arroz vermelho híbrido (AV híbrido) e arroz vermelho total (AV total), em sementes de arroz irrigado, nos estratos propostos. Santa Maria, RS. 1999.

Estratos de ocorrência de AV nas amostras	AV típico	AV híbrido	AV total
	%		
Zero	36,75	30,77	17,10
1 - 2 sementes	35,90	28,21	29,90
3-5 sementes	13,68	22,22	17,95
6-10 sementes	6,84	12,82	17,95
11-20 sementes	2,56	3,42	10,26
Mais de 20 sementes	4,27	2,56	6,84
Total	100	100	100

semente utilizada pelos produtores não oferece segurança à realização de uma lavoura sem a presença de arroz vermelho, mesmo se fossem utilizados sistemas de implantação da lavoura eficientes no controle dessa planta daninha, pois o lote já contém a semente de arroz vermelho.

Além disso, observaram-se médias de ocorrência de 3,62 sementes de arroz vermelho típico e 3,61 sementes de arroz vermelho híbrido por amostra e uma média de 7,23 sementes de arroz vermelho total por amostra, evidenciando equivalência de ocorrência para estes dois tipos de arroz vermelho e a necessidade de utilização de práticas agrícolas adequadas para o manejo das áreas infestadas na região.

Quanto ao teor de água das sementes, verificou-se que 71% das amostras apresentavam umidade de até 13%, sendo esta compatível com a preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento. O restante da amostra (29%) continha umidade elevada (> 13%), inadequada para o armazenamento das sementes que, segundo CARVALHO (1994), deve situar-se entre 11 e 13%. A umidade elevada das sementes é um dos principais fatores causadores da deterioração, pois ativa o metabolismo, aumentando a respiração e favorecendo a ação dos microrganismos.

De acordo com os dados apresentados na tabela 3, observa-se que os fungos apresentaram-se em níveis de até 20% de sementes infectadas em praticamente 100% dos lotes analisados, exceto para os fungos de armazenamento e alguns fungos patogênicos. Segundo ABRATES

(1992), os níveis tolerados para *Bipolaris* sp., *Pyricularia* sp. e *Gerlachia* sp., em semente de arroz irrigado, certificada ou fiscalizada, são de 25%, 10% e 20% de sementes infectadas, respectivamente. Nenhum lote apresentou além de 10% das sementes infectadas com *Bipolaris* sp. e *Gerlachia* sp. e, apenas 3% das amostras analisadas apresentaram níveis de ocorrência de *Pyricularia* sp. acima de 10% das sementes infectadas que, segundo os critérios referidos, não se constitui em fator restritivo à realização de uma lavoura produtiva e de qualidade.

Na tabela 4, estão apresentados os dados referentes à presença do nematóide *Aphelenoides bessey*, causador da ponta branca em plantas de arroz irrigado, em que 91,5% das amostras apresentaram menos que 50 nematóides/100 sementes. Ainda há carência de informações de pesquisa a respeito de limites de dano econômico quanto à presença desse tipo de praga em sementes de arroz irrigado, entretanto é citado que valores entre 50 e 200 nematóides por 100 sementes de arroz podem causar prejuízo, Ichinoe (1972) apud SILVEIRA *et al.* (1982). Os mesmos autores encontraram de 132 a 1241 nematóides/100 sementes, caracterizando infestação leve e pesada, respectivamente.

A qualidade fisiológica das sementes está apresentada na tabela 5. Quanto à germinação, 76% das amostras apresentaram valores acima de 80%, sendo este o limite mínimo aceito para comercialização de sementes no Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 1998). Ainda na tabela 5, está apresentada uma sugestão de classificação do vigor das sementes de arroz, pelo teste de primeira contagem da germinação. Tal sugestão é um novo

Tabela 3 - Relação de contaminantes e distribuição de ocorrência em diferentes intervalos de infecção em sementes de arroz na região de Santa Maria em 1997/98. Santa Maria, RS. 1999.

Contaminante	0 - 10%	10 - 20%	20 - 30%	30 - 40%	40 - 50%	50 - 60%
<i>Aspergillus</i> sp.	22*	21	25	24	05	03
<i>Penicilium</i> sp.	21	29	14	21	10	05
<i>Trichoderma</i> sp.	80	14	05	01	0	0
<i>Fusarium</i> sp.	80	18	02	0	0	0
<i>Rhizoctonia</i> sp.	89	11	0	0	0	0
<i>Phoma</i> sp.	92	08	0	0	0	0
Bactéria	96	04	0	0	0	0
<i>Pyricularia</i> sp.	97	03	0	0	0	0
<i>Cercospora</i> sp.	98	02	0	0	0	0
<i>Alternaria</i> sp.	99	01	0	0	0	0
<i>Nigrospora</i> sp.	100	0	0	0	0	0
<i>Bipolaris</i> sp.	100	0	0	0	0	0
<i>Gerlachia</i> sp.	100	0	0	0	0	0
<i>Curvularia</i> sp.	100	0	0	0	0	0
<i>Sclerotium</i> sp.	100	0	0	0	0	0

\* 22% das amostras apresentaram até 10% de ocorrência de *Aspergillus* sp.



Tabela 4 - Distribuição da ocorrência de nematóides (*Aphelencooides bessey*) em sementes de arroz irrigado utilizadas na região de Santa Maria no ano agrícola 1997/1998. Santa Maria, RS, 1999.

Intervalo para número de nematóides	Número de amostras	% de amostras
0 - 50 nematóide/100g	107	91,5
51 a 100 nematóides/100g	5	4,3
101 a 150 nematóides/100g	3	2,6
150 a 200 nematóides/100g	1	0,8
Mais de 200 nematóides/100g	1	0,8
TOTAL	117	100

instrumento indicado para avaliação dos lotes de sementes, apesar das dificuldades conhecidas na identificação do vigor, visto que este reflete um conjunto de características. A determinação é simples, realizada juntamente com o teste de germinação e capaz de estratificar lotes de sementes de arroz. Observa-se que 79,6% das amostras apresentaram vigor de médio a muito alto, porém, o restante das amostras (20,4%) apresentou vigor baixo ou muito baixo, condição que não recomendaria seu uso para semeadura. Coincidentemente, valores um pouco superiores a esse, mostraram germinação baixa. Todas essas amostras incluíram-se naquelas com umidade acima de 13%.

Tabela 5 - Germinação e vigor (primeira contagem) de sementes de arroz irrigado utilizadas na região de Santa Maria, no ano agrícola 1997/1998. Santa Maria, RS, 1999.

Germinação (%)	Número de amostras	% de amostras
> 90	20	17,7
80-90	66	58,4
< 80	27	23,9
Total de amostras	113	100
Vigor (%)		
Muito alto	10	8,8
Alto	53	46,9
Médio	27	23,9
Baixo	20	17,7
Muito baixo	3	2,7
Total de amostras	113	100

## CONCLUSÕES

As sementes utilizadas pelos produtores de Santa Maria/RS, quanto à germinação, vigor, presença de fungos e nematóides são de qualidade

média a boa, porém o alto índice de presença de arroz vermelho reduz a qualidade dos lotes, constituindo-se no principal fator restritivo à obtenção de lavouras mais produtivas e de produto com qualidade.

## AGRADECIMENTOS

Aos técnicos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul (EMATER/RS), do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) e dos escritórios de planejamento da região, pela colaboração na coleta das amostras. Aos produtores por terem cedido amostras de suas sementes à pesquisa. Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes e do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Santa Maria pelo auxílio prestado na realização das análises.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRATES. Padrão de sanidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.02, n.03, p.21,1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Ministério de Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília : SNDA/DNVD/CLAV, 1992, 365p.
- CARVALHO, N.M. **A secagem de sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 165p.
- KRYZANOWSKY, F., FRANÇA NETO, J. Vigor de sementes. **Seed News**, Pelotas, n.11, p.20-24. 1999.
- MARCHEZAN, E., SIQUEIRA, C. do A., MENEZES, N.L. de. Qualidade de sementes de arroz irrigado utilizadas por produtores rurais da região de Santa Maria. In: MARCHEZAN, E. **Sistema várzea: propostas de manejo**. Santa Maria : Fatec, 1998. Cap.03. p.17-20.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Departamento de Produção Vegetal. CESM/RS. **Normas e padrões de produção de sementes para o Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : SAA/DPV, 1998. 156p.
- SILVEIRA, S.G.P., CURTI, S.M., SOUZA, D.M., *et al.* Comportamento de algumas cultivares de arroz em relação ao nematóide *Aphelencooides bessey*. **O Biológico**, São Paulo, v.48, n.9, p.213-216, 1982.
- SOUZA, P. Arroz vermelho: um grande problema na orizicultura gaúcha. **Seed News**, Pelotas, n.9, p.14-16, 1999.
- SOUZA, P.R. de, FISHER, M.N. Arroz vermelho: danos causados à lavoura gaúcha. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.39, n.368, p.19-20. 1986.