

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento

119

ISSN 1981-5980
Dezembro, 2010

Relação entre o Manejo da Água e a Ocorrência de Danos por Salinidade em Arroz Irrigado



ISSN 1981-5980
Dezembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 119

Relação entre o Manejo da Água e a Ocorrência de Danos por Salinidade em Arroz Irrigado

*Walkyria Bueno Scivittaro
Santo Denoir da Costa
Paulo Abreu Grala
Mariana Tavares Silva
Juliana Aguilar Fuhrmann Braun*

Pelotas, RS
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade
Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior
Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia
Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio
Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi,
Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.
Suplentes: Isabel Helena Verneti Azambuja, Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Heberlê
Revisão de texto: Antônio Heberlê
Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira
Edição eletrônica e capa: Manuela Doerr (estagiária)
Foto da capa: Walkyria Bueno Scivittaro

1ª edição

1ª impressão (2010): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação
dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Relação entre o manejo da água e a ocorrência de danos por salinidade em arroz
irrigado [recurso eletrônico] / Walkyria Bueno Scivittaro... [et al.]. -- Pelotas:
Embrapa Clima Temperado, 2010.
(Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1981-
5980 ; 119)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: <[http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/online/
boletim.php](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/online/boletim.php)>
Título da página Web (acesso em 30 dez. 2010)

1. Arroz irrigado. 2. Irrigação. I. Scivittaro, Walkyria Bueno. II. Série.
CDD 633.18

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	13
Conclusões	18
Agradecimentos.....	19
Referências	20

Relação entre o Manejo da Água e a Ocorrência de Danos por Salinidade em Arroz Irrigado

Walkyria Bueno Scivittaro¹

Santo Denoir da Costa²

Paulo Abreu Grala²

Mariana Tavares Silva³

Juliana Aguilar Fuhrmann Braun⁴

Resumo

A salinização da água de mananciais que irrigam as lavouras de arroz da planície costeira da região Sul do Brasil tem causado perdas em produtividade à cultura. A introdução de alterações no manejo da água pode minimizar os danos causados pela salinidade. Realizou-se um trabalho para avaliar os efeitos do teor de sal e do manejo da água na fase reprodutiva do arroz irrigado. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em Pelotas, RS. Utilizaram-se vasos com capacidade para 20 dm³ contendo 15 kg de um Planossolo Háplico. Nestes, cultivaram-se três plantas de arroz irrigado cv. BRS Pelota até a maturação dos grãos. A irrigação por inundação foi iniciada no início do perfilhamento; e a aplicação dos tratamentos, no começo da fase reprodutiva. Nesta ocasião, a irrigação passou a ser feita com soluções em três níveis de salinidade: água natural (testemunha sem a adição de sal); solução 0,125% de cloreto de sódio (NaCl) e solução 0,25% de NaCl. Aos níveis de salinidade associaram-se quatro manejos da água: M1- irrigação por inundação contínua até a maturação dos grãos; M2- irrigação por inundação contínua até a floração; M3- supressão da irrigação na floração com retorno da irrigação com água salinizada no estágio de grão leitoso; e M4- supressão da irrigação na floração com retorno da irrigação com água natural no estágio de grão leitoso. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente ao acaso, em

¹Eng. Agrôn., Dra. Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, walkyria.scivittaro@cpact.embrapa.br

²Assistente da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, denoir.costa@cpact.embrapa.br; paulo.abreu@cpact.embrapa.br

³Química, mestranda do Curso de Solos da FAEM-UFPel, Campus Universitário Caixa Postal 354 CEP 90010-900 Pelotas, RS.
E-mail: marianatavaress@hotmail.com

⁴Química, MSc., pesquisadora do convênio Petrobrás/Embrapa/Fapeg, Pelotas, RS, ju.aguilar@pop.com.br

arranjo fatorial, com três repetições. Avaliaram-se o grau de tolerância à salinidade, por diagnose visual, o número de perfilhos e de panículas, a produção de matéria seca, o número e a esterilidade de espiguetas. Com base em avaliação visual de intensidade de sintomas de danos por excesso de sal, a cultivar BRS Pelota mostra-se tolerante aos níveis baixo (0,125% de NaCl) e médio (0,25% de NaCl) na água de irrigação, embora esse fator diminua sua produtividade de grãos. A interrupção da irrigação da floração ao estágio de grão leitoso minimiza o efeito danoso do sal sobre a produtividade do arroz, quando o retorno da irrigação se dá com água de boa qualidade.

Termos para indexação: *Oryza sativa* L., genótipo, irrigação intermitente, sal, produtividade.

Relationship between Water Management and the Occurrence of Salinity Injury in Lowland Rice

Abstract

The occasional salinization of water sources used to irrigate rice fields in the South region of the Rio Grande do Sul state, in Brazil, has caused yield losses to the rice crop. Changes in the water management can minimize rice salinity injury. The aim of this study was to evaluate the effects of salt concentration and water management during the rice reproductive phase. This experiment was carried out in a greenhouse in Pelotas, RS, Brazil. Three plants of BRS Pelota cultivar were grown in pots containing 15 kg of a Planossolo Háplico (Albaqualf) soil until grain maturation. Flood irrigation was applied at the beginning of tillering (4-leaf growth stage) and treatments were applied at the panicle differentiation stage. Salt concentrations in irrigation water were evaluated, as follow: without treatment (control); 0.125%; and 0.25% of NaCl. These treatments were associated with four water management: flood from panicle differentiation until grain maturity; flood from panicle differentiation until heading; flood from panicle differentiation until heading and flood with saline water at milky stage until grain maturity; and flood from panicle differentiation until heading and flood with natural water at milky stage until grain maturity. The experimental design was completely randomized, in a factorial arrangement, with three replications. Degree of tolerance of the rice plant to salinity, number of tillers and panicles, dry matter production, number and sterility of grains were evaluated. Based on visual assessment of damage symptom intensity by salinity, it can be concluded that BRS Pelota cultivar is tolerant to low (0.125% NaCl) and average salinity level (0.25% NaCl) in irrigation

water, although it reduces grain yield. The interruption of the irrigation from heading to milky stage minimizes the harmful effect of the salt on rice yield, if the irrigation returns with good-quality water.

Index terms: *Oryza sativa* L., genotype, intermittent irrigation, salt, yield.

Introdução

O arroz é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo, destacando-se pela produção elevada e extensa área de cultivo. O cereal é alimento básico de cerca de 2,4 bilhões de pessoas, fornecendo 27% da dieta calórica e 20% da proteína consumida no mundo (AZAMBUJA et al., 2004).

O Brasil está entre os principais produtores mundiais do cereal. Com produção média anual variando entre 11 e 12 milhões de toneladas (CONAB, 2010), o País atingiu a autossuficiência no abastecimento nas últimas safras (SALTO..., 2008). Mais de 60% da produção brasileira de arroz provêm das lavouras irrigadas por inundação do solo do Rio Grande do Sul, que abrange 39% da área e detém produtividade média elevada, de cerca de 7 t ha⁻¹ (CONAB, 2010).

No Estado do Rio Grande do Sul, as lavouras de arroz estão localizadas em seis regiões distintas quanto ao clima, solo e estrutura fundiária, quais sejam: Fronteira Oeste, Campanha, Depressão Central, Planície Costeira Interna, Planície Costeira Externa e Sul. Especificamente na região litorânea, abrangendo as lavouras de arroz da Planície Costeira, são comuns situações de prejuízos decorrentes da salinização da água dos mananciais. Isto porque, no verão, particularmente nos meses de janeiro e fevereiro, coincidindo com a fase reprodutiva do arroz, normalmente ocorre menor precipitação pluviométrica, baixando o nível dos rios e lagoas que abastecem as lavouras e, em consequência, tais mananciais passam a receber direta ou indiretamente água salgada do Oceano Atlântico, o que, na prática, se reflete em redução na produtividade do arroz, conforme observações da pesquisa e de produtores locais. Em determinados anos, a água que chega às lavouras apresenta teores de cloreto da ordem de 0,2% a 0,5% (MACHADO et al., 1997, 1999), o que a classifica como água com alto a severo grau de restrição ao uso, segundo o Comitê de Consultores da Universidade da Califórnia (PIZARRO, 1985).

A salinidade é um dos critérios determinantes da qualidade da água de irrigação, sendo estabelecida pela presença de concentração excessiva de sais solúveis (GOMES et al., 2004), que afetam o crescimento das plantas. O efeito depressivo proporcionado pela salinidade aumenta com a concentração de sais (FAGERIA, 1985), existindo, porém, um nível mínimo a partir do qual ocorre supressão no crescimento das plantas, o qual é variável entre as espécies. Para o arroz, por longo período, aceitou-se que esse limiar fosse próximo a 3 dS m^{-1} (MASS; HOFFMAN, 1977). Porém, estudos posteriores sustentaram a revisão desse valor para cultivares modernas, que foi reduzido a $1,9 \text{ dS m}^{-1}$ (GRATTAN et al., 2002).

O estresse salino em plantas de arroz pode ocorrer tanto pela presença de sais em excesso no solo, quanto por sua introdução ao sistema de cultivo, via água de irrigação. Em ambas as situações, a quantidade elevada de sais afeta o crescimento e a produtividade da cultura (FAGERIA et al., 1981; GRATTAN et al., 2002), pelo aumento da pressão osmótica da solução do solo, pela acumulação de íons em excesso no tecido vegetal, que podem ser tóxicos ou causar deficiência de outros nutrientes, ou ainda pela alteração da condição nutricional da planta, quanto à exigência e habilidade de absorção de nutrientes (FAGERIA, 1985; MASS; HOFFMAN, 1977).

A intensidade com que o estresse salino influencia o crescimento e a produtividade do arroz é determinada por vários fatores, destacando-se a cultivar, estágio de desenvolvimento, composição salina do meio, intensidade e duração do estresse, condições edafoclimáticas e o manejo da água de irrigação (MASS; HOFFMAN, 1977). Com relação a este último aspecto, Grattan et al. (2002) relatam a possibilidade de minimizar os danos por salinidade em arroz, pela introdução de modificações no manejo da água para a cultura durante o período crítico de estresse. Tais modificações estão alicerçadas, fundamentalmente, na irrigação por inundação intermitente.

Pelo exposto, realizou-se um experimento para avaliar a interação entre a concentração salina e o manejo da água de irrigação na fase reprodutiva sobre a ocorrência de danos por salinidade em arroz irrigado.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS, no período de dezembro de 2007 a abril de 2008. Utilizaram-se vasos com capacidade para 20 dm³, contendo 15 kg de terra proveniente da camada arável (0-20 cm) de um Planossolo Háplico (SANTOS et al., 2006) com as seguintes características químicas: pH_(água): 4,7; 16 g dm⁻³ de M.O.; 2,6 mg dm⁻³ de P; 9 mg dm⁻³ de Na; 49 mg dm⁻³ de K; 1,9 cmol_c dm⁻³ de Al; 2,6 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,8 cmol_c dm⁻³ de Mg e saturação por bases de 30%. Os teores de matéria orgânica, fósforo e potássio são interpretados, respectivamente, como baixo, baixo e médio, conforme Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004).

Anteriormente à instalação do experimento, procedeu-se à correção da acidez do solo para pH 5,5 e a adubação com fósforo e potássio, em doses correspondentes a 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O, como superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Em cada vaso, foram semeadas nove sementes de arroz irrigado, cultivar BRS Pelota, de ciclo médio (média de 130 dias). Quando se visualizou o colar da primeira folha do colmo principal (estádio V1), realizou-se desbaste, mantendo três plantas por vaso. A adubação nitrogenada, em dose correspondente a 120 kg ha⁻¹ de N, como ureia, foi realizada em cobertura. Metade dessa dose de nitrogênio foi aplicada no início do perfilhamento (estádio V4), imediatamente antes do início da irrigação por inundação do solo dos vasos; e o restante, na diferenciação da panícula (estádio R1), sobre a

lâmina de água. O acompanhamento dos estádios de desenvolvimento do arroz foi realizado utilizando-se, como referência, a escala de Counce et al. (2000). Especificamente para a identificação do estágio de diferenciação da panícula, utilizou-se o método de graus-dia (STEINMETZ et al., 2004), que estimou a data provável de ocorrência desse estágio, o que foi confirmado pela observação visual de plantas adicionais cultivadas para esse propósito.

Durante o período de irrigação, manteve-se uma lâmina de água média de 7 cm nos vasos. No período compreendido entre o início do perfilhamento e a diferenciação da panícula, a irrigação foi realizada com água natural. A partir de então, passou a ser feita com soluções em três níveis de salinidade: 1) água natural (testemunha sem adição de sal); 2) solução 0,125% de cloreto de sódio (NaCl); e 3) solução 0,25% de NaCl. Aos níveis de salinidade da água foram associados quatro tratamentos de manejo de água de irrigação: M1- irrigação por inundação contínua até a maturação completa dos grãos (estádio R9); M2- irrigação por inundação contínua até a floração (estádio R4); M3- supressão da irrigação na floração (R4) com retorno da irrigação com água salinizada no estágio de grão leitoso (estádio R6); e M4- supressão da irrigação na floração (R4) com retorno da irrigação com água natural no estágio de grão leitoso (R6). Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial (3x4), com três repetições.

Semanalmente, a partir da aplicação dos tratamentos de sal na água de irrigação, determinou-se o grau de tolerância da cultivar de arroz irrigado BRS Pelota à salinidade, considerando-se o percentual de folhas descoloridas e/ou mortas, conforme escala visual proposta por Ponnamperna (1977). Foram realizadas oito avaliações de tolerância à salinidade, as quais ocorreram nas seguintes datas: 20 e 27/02/2008; 05; 12; 19 e 26/03/2008; e 01 e 08/04/2008. Os estádios de floração (R4) e de grão pastoso (R6) ocorreram, respectivamente, em 14/03/2008 e

21/03/2008.

Na maturação, realizou-se a colheita do arroz, determinando-se o número de perfilhos e de panículas, a produção de matéria seca dos colmos e folhas e dos grãos, o número de espiguetas por panícula e a esterilidade de espiguetas. Os dados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias dos fatores nível de salinidade e manejo da água pelo teste de Duncan a 5%.

Resultados e Discussão

A ocorrência de sintomas de danos por salinidade nas plantas de arroz manifestou-se, apenas, a partir da quarta semana após a aplicação dos tratamentos com sal, poucos dias antes da floração. Para ambas as concentrações de sal na água de irrigação (0,125% e 0,25% NaCl), os sintomas observados foram de toxidez leve (nota 3), ou seja, pontos esbranquiçados nas pontas das folhas superiores. A partir da quinta avaliação, os sintomas evoluíram, ou seja, as áreas esbranquiçadas nas folhas expandiram-se e, posteriormente, estas se apresentaram levemente enroladas. Esta sintomatologia manteve-se estável até o final do ciclo da cultura, de forma que nenhum dos tratamentos testados recebeu nota superior (5), caracterizando a cultivar BRS Pelota como tolerante aos níveis de salinidade da água de irrigação testados (Tabela 1). Destaca-se, porém, que tal classificação baseou-se apenas na determinação do percentual de folhas descoloridas ou mortas entre a floração e a maturação dos grãos (PONNAMPERUMA, 1977), desconsiderando os dados de produtividade de grãos e de esterilidade de espiguetas ao final do ciclo da cultura, que conferem maior rigor à seleção de genótipos tolerantes à salinidade (MACHADO et al., 1997). Isto porque o efeito da salinidade sobre tais variáveis pode ter sido mascarado por outros fatores, como a ocorrência de frio na fase reprodutiva, justificando a repetição do estudo para a confirmação dos resultados.

Entre 1987 e 1999, Machado e colaboradores identificaram 62 genótipos de arroz com reação de tolerância (tolerantes ou moderadamente tolerantes) ao que consideravam nível médio de salinidade na água de irrigação (0,25% NaCl), entre mais de 400 acessos avaliados, incluindo cultivares e linhagens utilizadas no Programa de Melhoramento Genético de Arroz da Embrapa (MACHADO et al., 1987, 1988, 1989, 1991, 1999; MACHADO; TERRES, 1995a), que gerou a cultivar BRS Pelota.

Os tratamentos de salinidade e de manejo de água não exerceram efeito sobre as variáveis número de perfilhos e de panículas, que apresentaram, como valores médios no experimento, 21 perfilhos e 19 panículas por vaso com três plantas.

Apenas a produção de matéria fresca dos colmos e folhas foi influenciada pela interação entre os fatores salinidade e manejo da água. O efeito da concentração salina na água de irrigação manifestou-se exclusivamente para o manejo com irrigação até a floração (R4), sendo a quantidade de matéria fresca acumulada nos colmos e folhas das plantas de arroz dos tratamentos com aplicação de sal superior à da testemunha (Tabela 2). Este comportamento é indicativo de que, sob estresse hídrico severo, a presença de nível baixo ou médio de sal na água de irrigação pode ser favorável à produção de massa fresca para uma cultivar de arroz com reação de tolerância à salinidade, como a BRS Pelota (Tabela 1). Para os tratamentos testemunha e com uso de menor concentração de sal na água de irrigação (0,125% NaCl), o efeito do manejo da água foi semelhante: a suspensão da irrigação em definitivo na floração proporcionou menor produção de matéria fresca dos colmos e folhas, relativamente aos demais manejos de água avaliados, que não diferiram entre si. Por sua vez, sob o nível mais alto de sal na água de irrigação (0,25% NaCl), maior produção de matéria fresca foi determinada para o manejo com aplicação de água salinizada entre R1 e R4, retornando-se a irrigação com água de boa qualidade no estágio de grão leitoso. O desempenho deste tratamento não diferiu, porém,

daquele determinado para os manejos com irrigação contínua (M1) ou intermitente (M3) com água salinizada até a maturação, os quais foram equiparados, também, pelo tratamento com interrupção da irrigação na floração (M2), que apresentou menor produção de matéria fresca de colmos e folhas (Tabela 2). Esses resultados demonstram que, para a cultivar de arroz irrigado BRS Pelota, que apresenta reação de tolerância à salinidade, o estresse hídrico prolongado na fase reprodutiva é mais prejudicial à planta que a presença de sais em nível baixo ou médio na água de irrigação.

Embora os fatores nível de salinidade e manejo da água de irrigação tenham influenciado a produção de matéria fresca dos colmos e folhas, esses fatores não se manifestaram na produção de matéria seca dos colmos e folhas, apresentando valor médio no experimento 54,9 g/vaso. Atribui-se tal resultado à variação na turgidez das plantas de arroz submetidas a diferentes níveis de salinidade e manejo de água, influenciando apenas a produção de matéria fresca dos colmos e folhas. Também há que se considerar que os estresses por sal e/ou déficit hídrico a que foram submetidas as plantas de arroz foram iniciados na fase reprodutiva (a partir da diferenciação da panícula), quando a maior parte matéria seca dos colmos e folhas já havia sido acumulada.

Tabela 1. Intensidade de sintomas de danos por salinidade em arroz cv. BRS Pelota, de acordo com escala Ponnamperuma (1977)¹, em função da concentração salina e do manejo da irrigação na fase reprodutiva. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008.

Concentração sal	Manejo da irrigação ²			
	M1	M2	M3	M4
<i>Avaliação: 20-02-2008</i>				
Test. (sem sal)	1	1	1	1
NaCl 0,125%	1	1	1	1
NaCl 0,25%	1	1	1	1
<i>Avaliação: 27-02-2008</i>				
Test. (sem sal)	1	1	1	1
NaCl 0,125%	1	1	1	1
NaCl 0,25%	1	1	1	1
<i>Avaliação: 05-03-2008</i>				
Test. (sem sal)	1	1	1	1
NaCl 0,125%	1	1	1	1
NaCl 0,25%	1	1	1	1
<i>Avaliação: 12-03-2008</i>				
Test. (sem sal)	1	1	1	1
NaCl 0,125%	3	3	3	3
NaCl 0,25%	3	3	3	3
<i>Avaliação: 19-03-2008</i>				
Test. (sem sal)	1	1	1	1
NaCl 0,125%	3*	3*	3*	3*
NaCl 0,25%	3*	3*	3*	3*
<i>Avaliação: 26-03-2008</i>				
Test. (sem sal)	1	1	1	1
NaCl 0,125%	3*	3*	3*	3*
NaCl 0,25%	3*	3*	3*	3*
<i>Avaliação: 01-04-2008</i>				
Test. (sem sal)	1	1	1	1
NaCl 0,125%	3*	3*	3*	3*
NaCl 0,25%	3*	3*	3*	3*
<i>Avaliação: 08-04-2008</i>				
Test. (sem sal)	1	1	1	1
NaCl 0,125%	3*	3*	3*	3*
NaCl 0,25%	3*	3*	3*	3*

¹Nota 1- ausência de sintomas de danos por salinidade (planta tolerante - "T"); nota 3- 1% a 5% das folhas com sintomas de danos por salinidade (planta tolerante - "T"); nota 5- 5% a 25% das folhas com sintomas de danos por salinidade (planta moderadamente tolerante - "MT"); nota 7- 25% a 50% das folhas com sintomas de danos por salinidade (planta moderadamente suscetível - "MS"); e nota 9- >50% das folhas com sintomas de danos por salinidade (planta suscetível - "S"). 3*- sintomatologia intermediária entre as notas 3 e 5.

²M1- irrigação até a maturação dos grãos; M2- irrigação até a floração; M3- supressão da irrigação na floração com retorno da irrigação com água salinizada no estágio de grão leitoso; e M4- supressão da irrigação na floração com retorno da irrigação com água natural no estágio de grão leitoso.

Tabela 2. Produção de matéria fresca de colmos e folhas de arroz cv. BRS Pelota, em função da concentração salina e do manejo da irrigação na fase reprodutiva. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008.

Teor de sal	Manejo da irrigação ¹			
	M1	M2	M3	M4
	----- g/vaso -----			
Test. (sem sal)	272,5 Aa	86,8 Bb	241,3 Aa	225,9 Aa
NaCl 0,125%	254,0 Aa	177,6 Ba	253,4 Aa	251,8 Aa
NaCl 0,25%	228,2 ABa	157,4 Ba	222,7 ABa	276,9 Aa

M1- irrigação até a maturação dos grãos; M2- irrigação até a floração; M3- supressão da irrigação na floração com retorno da irrigação com água salinizada no estágio de grão leitoso; e M4- supressão da irrigação na floração com retorno da irrigação com água natural no estágio de grão leitoso.

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

As produções de matéria fresca e seca dos grãos foram influenciadas, exclusivamente, pela concentração de sal na água de irrigação. Maior quantidade de matéria fresca dos grãos foi determinada na ausência de sal (testemunha); o desempenho deste tratamento foi superior ao daquele com maior nível de salinidade (0,25% NaCl). Ambos não se distinguiram do tratamento com nível intermediário de sal na água de irrigação (0,125% NaCl). Quanto à matéria seca dos grãos, também os maiores valores corresponderam à testemunha sem sal, superando aqueles determinados para os tratamentos com uso de água salinizada, os quais foram semelhantes entre si (Tabela 3).

Tabela 3. Produção de matéria fresca e seca dos grãos e esterilidade de espiguetas de arroz cv. BRS Pelota, em função da concentração salina da água de irrigação na fase reprodutiva. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008.

Teor de sal	Matéria fresca grãos	Matéria seca grãos	Esterilidade
	----- g/vaso -----	-----	%
Test. (sem sal)	48,3 a	34,9 a	54,8 b
NaCl 0,125%	40,4 ab	26,1 b	63,4 ab
NaCl 0,25%	37,8 b	24,8 b	66,0 a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

A despeito das variações observadas nas matérias fresca e seca dos grãos, não houve efeito dos tratamentos sobre o número de espiguetas por panícula, que apresentou valor médio de 132. Por outro lado, a esterilidade de espiguetas apresentou comportamento semelhante ao das variáveis produção de matéria fresca e seca dos grãos, sendo influenciada apenas pelo nível de salinidade na água de irrigação. Maior e menor valor para esta variável foram determinados, respectivamente, para os tratamentos 0,25% de NaCl e testemunha. O efeito do tratamento 0,125% de NaCl foi intermediário, não diferindo de nenhum dos anteriores (Tabela 3). O aumento na esterilidade de espiguetas de arroz constitui-se em um dos efeitos mais marcantes da irrigação com água salinizada durante a fase reprodutiva, podendo se refletir em perdas importantes em produtividade (INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, 2007). Com relação a tais resultados, há que se ressaltar que, independentemente do tratamento, os índices de esterilidade determinados foram bastante elevados, devido à ocorrência de temperaturas baixas nas fases de pré-floração (microsporogênese) e de floração. A temperatura é um dos elementos climáticos de maior importância para o crescimento, desenvolvimento e produtividade do arroz, que não tolera temperaturas inferiores a 15-20°C na floração (STEINMETZ, 2004), condição que induz altos índices de esterilidade (SATAKE, 1976).

Conclusões

A cultivar de arroz BRS Pelota apresenta tolerância à salinidade da água de irrigação na fase reprodutiva, embora este fator diminua sua produtividade de grãos.

A supressão da irrigação no período compreendido entre a floração e o estágio de grão leitoso, seguida do retorno da irrigação com água de boa qualidade, pode minimizar os danos por excesso de sais em arroz irrigado.

Agradecimentos

Ao CNPq, processo 476787/2007-6, pelo auxílio financeiro e concessão de bolsa de iniciação científica ao quarto autor; e à FAPERGS, processo N° 0701761, pelo auxílio financeiro.

Referências

AZAMBUJA, I. H. V.; VERNETTI JUNIOR, F. J.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 23-44.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBSC-CQFS, 2004. 400 p.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento**, julho 2010. Brasília, DF, 2010. 43 p. Disponível em: <www.conab.gov.br/OlalaCMS/.../1bcbd827bf80c423c09f4adef50fad86.pdf>. Acesso em: 3 set. 2010.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, Mar./Apr. 2000.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; GHEYI, H. R. Avaliação de cultivares de arroz para tolerância à salinidade. **Pesquisa Agropecuária**

Brasileira, Brasília, DF, v. 16, n. 5, p. 677-681, maio 1981.

FAGERIA, N. K. Salt tolerance of rice cultivars. **Plant and Soil**, The Hague, v. 88, n. 2, p. 237-243, June 1985.

GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A.; FRANZ, A. F. H. Uso e manejo da água em arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 417-455.

GRATTAN, S. R.; ZENG, L.; SHANNON, M. C.; ROBERTS, S. R. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. **California Agriculture**, Berkeley, v. 56, n. 6, p. 189-195, Nov./Dec. 2002.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Rice doctor**. 2007. Disponível em: <http://www.knowledgebank.irri.org/riceDoctor_MX/default.htm>. Acesso em: 27 maio 2008.

MACHADO, M. O.; GOMES, A. da S.; DIAS, A. D.; VAHL, L. C.; PAULETTO, E. A. Identificação de genótipos de arroz tolerantes à salinidade. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 16., 1987, Balneário Camboriú. **Anais...** Florianópolis: EMPASC, 1987. p. 114-127.

MACHADO, M. O.; NACHTIGALL, G. R.; GOMES, A. da S.; TERRES, A. L.; DIAS, A. D. Identificação de genótipos de arroz tolerantes à salinidade do solo: 1987/88. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 17., 1988, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPATB, 1988. p. 191-198.

MACHADO, M. O.; NACHTIGALL, G. R.; TERRES, A. L. Identificação de genótipos de arroz tolerantes à salinidade do solo: 1988/89. In: RE-

UNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1989. p. 284-295.

MACHADO, M. O.; TERRES, A. L.; FAGUNDES, P. R. R. Melhoramento do arroz irrigado na EMBRAPA-CPACT: 9. Tolerância de genótipos à salinidade da água de irrigação, do início da diferenciação da panícula à maturidade: safras 1995/96 e 1996/97. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997. p. 62-65.

MACHADO, M. O.; TERRES, A. L.; FAGUNDES, P. R. R. Melhora-mento genético do arroz irrigado na Embrapa Clima Temperado: 8. Tolerância de genótipos à salinidade da água de irrigação, do início da diferenciação da panícula à maturidade: safras 1997/98 e 1998/99. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 103-106.

MACHADO, M. O.; TERRES, A. L. Melhoramento genético de arroz ir-rigado na EMBRAPA-CPACT: X- Tolerância de genótipos à salinidade da água de irrigação: do início da diferenciação da panícula à maturidade - safra 1994/95. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995a. p. 50-54.

MACHADO, M. O.; TERRES, A. L. Melhoramento genético de arroz ir-rigado na EMBRAPA-CPACT: IX.- Tolerância de genótipos à salinidade do solo: safra 1994/95. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRI-GADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995b. p. 48-53.

MACHADO, M. O.; TERRES, A. L.; RIBEIRO, A. S. Identificação de genótipos de arroz, tolerantes à salinidade da água de irrigação: do início da diferenciação da panícula à maturidade – 1986/87 a 1990/91.

In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19., 1991, Balneário Camboriú. **Anais...** Florianópolis: EMPASC, 1991. p. 165-168.

MASS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance: current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, New York, v. 103, n. 2, p. 115-134, June 1977.

PIZARRO, F. Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos. Madrid: **Agrícola Española**, 1985. 528 p.

PONNAMPERUMA, F. N. **Screening rice for tolerance to mineral stresses**. Los Baños: IRRI, 1977. 21 p. (IRRI. Paper series, 6.).

SALTO de produtividade do arroz irrigado permitirá que o Brasil colha 5,7% mais na safra 2007/08 em relação ao período anterior. **Anuário Brasileiro do Arroz**, Santa Cruz do Sul, p. 10-11, 2008.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SATAKE, T. Sterile-type cool injury in paddy rice plants. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Climate and rice**. Los Baños, 1976. p. 281-300.

STEINMETZ, S.; INFELD, J. A.; ASSIS, F. N. de; WREGGE, M. S.; FERREIRA, J. S. A. **Uso do método de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula de grupos de cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 36 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 126).

STEINMETZ, S. **Influência do clima na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 899 p.