

MANEJO DE ÁGUA E DE FERTILIZANTE POTÁSSICO NA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO¹

ALBERTO BAËTA DOS SANTOS², NAND KUMAR FAGERIA³, LUIS FERNANDO STONE² e CYNTHIA SANTOS⁴

RESUMO - O manejo da água de irrigação e as doses e épocas de aplicação de fertilizantes tornam-se aspectos de extrema importância no êxito do aproveitamento das várzeas para o cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado ou este seguido de outras espécies. Com o objetivo de comparar distintas formas de manejo de água e de fertilizante potássico no comportamento do arroz irrigado, foram conduzidos experimentos por três anos consecutivos, em um Inceptissolo. Foram estudados os efeitos de manejo de água (MA₁ - inundação contínua e MA₂ - inundação intermitente seguida de contínua) e o modo de aplicação de fertilizante potássico (K₁ - na semeadura; K₂ - parcelada e K₃ - meia dose parcelada). O manejo de água apresentou efeito mais expressivo sobre o comportamento do arroz que o do fertilizante potássico. A inundação contínua durante todo o ciclo da cultura proporcionou maiores rendimentos de grãos, expressando maiores valores dos parâmetros produtivos, e melhorou a qualidade industrial dos grãos. Com esta irrigação, o parcelamento da adubação potássica aumentou o aproveitamento do fertilizante. Os manejos do fertilizante potássico afetaram diferentemente o comportamento da cultura do arroz nas distintas formas de manejo de água.

Termos para indexação: inundação contínua, inundação intermitente, parcelamento de potássio, rendimento de grãos, componentes do rendimento, qualidade tecnológica dos grãos, *Oryza sativa*.

WATER AND POTASSIUM FERTILIZATION MANAGEMENT FOR IRRIGATED RICE CULTIVATION

ABSTRACT - Irrigation water levels and timing of potassium fertilization is extremely important for the use of lowlands for irrigated rice (*Oryza sativa* L.) cultivation in crop rotation. A field experiment was conducted for three consecutive years in Inceptisol to study the effects of water management (WM₁ - continuous flooding and WM₂ - intermittent flooding followed continuous flooding) and mode of potassium fertilizer application (K₁ - at sowing; K₂ - fractional application and K₃ - fractional application of half levels) on grain yield and yield components of irrigated rice. Water management presented expressive effect on rice performance as compared to potassium fertilization. Continuous flooding during whole growing cycle of crop had higher grain yield as well as higher values of yield components and grain quality. Fractional potassium fertilization increased its utilization efficiency. Potassium fertilizer management affected differently rice crop performance according to forms of water management.

Index terms: continuous flooding, intermittent flooding, fractional potassium application, grain yield, yield components, grain quality, *Oryza sativa*.

INTRODUÇÃO

O comportamento das culturas nas várzeas é extremamente influenciado pelo manejo destas áreas,

visto que apresentam características químicas e físico-hídricas bastante distintas. Por conseguinte, há necessidade de desenvolver sistemas adequados de produção conforme suas peculiaridades, uma vez que é fundamental a manutenção, em níveis elevados, da fertilidade do solo e da produtividade das espécies cultivadas nestas áreas.

O uso de cultivares de alto potencial de rendimento e de quantidades adequadas de nutrientes constituem medidas que visam o aumento do rendimento de grãos do arroz irrigado. Com isso, é ne-

¹ Aceito para publicação em 16 de setembro de 1998.

² Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. Bolsista do CNPq. E-mail: baeta@cnpaf.embrapa.br

³ Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-CNPAP. Bolsista do CNPq.

⁴ Eng. Agr., Embrapa-CNPAP. Bolsista do CNPq.

cessário aumentar a eficiência de absorção e utilização dos nutrientes pelas plantas.

Vários fatores determinam a eficiência de absorção dos nutrientes. Entre estes, De Datta (1978) citou o solo, a cultivar, a época de plantio, o manejo de água, o controle de pragas, a seqüência de cultivos, as fontes, as doses e as épocas de aplicação dos fertilizantes. Goswami & Banerjee (1978) enfatizaram a importância do monitoramento da fertilidade do solo para o cultivo de arroz irrigado com cultivares modernas.

Muitos trabalhos mostram que, além da deficiência quase universal de N, a deficiência de P é generalizada, e que as respostas ao K ocorrem principalmente em cultivos intensivos de arroz. A magnitude da deficiência de K é baixa e depende da classe do solo. Em muitos solos, a adição do fertilizante potássico resultou em resposta pequena e variável no rendimento de grãos de arroz (De Datta, 1981). Com a introdução de cultivares de maior potencial produtivo, tem-se verificado aumento na resposta do arroz irrigado a esse nutriente. Fageria et al. (1990) obtiveram aumento significativo no rendimento de grãos de arroz irrigado graças à aplicação de K; entretanto, a resposta ao nutriente variou com o ano de cultivo e com a cultivar usada. A aplicação a lanço do fertilizante potássico propiciou aumento de 14,3% no rendimento de grãos, enquanto a aplicação no sulco de semeadura o incremento foi de 10,4%.

Maiores rendimentos de grãos foram obtidos por Fageria (1991) com o parcelamento de K em arroz de sequeiro e irrigado, em solos dos grupos oxissolo e hidromórfico. Neste, maiores produtividades foram obtidas com a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, parcelada em quantidades iguais na semeadura, na diferenciação do primórdio floral e na floração, e também com apenas 30 kg ha⁻¹ de K₂O aplicados na diferenciação do primórdio floral. Lopes et al. (1995) verificaram maior eficiência de utilização de K aplicado por ocasião da semeadura que quando parcelado. Em cultivos sucessivos de arroz irrigado na mesma área, a dose para manter os rendimentos máximos mostrou tendência de estabilizar-se em torno de 70 a 80 kg ha⁻¹ de K₂O. Por outro lado, Lopes (1991), Eberhardt et al. (1995) e Machado &

Franco (1995) não obtiveram respostas no rendimento de grãos com a adição e o parcelamento de K.

A maioria dos estudos tem demonstrado que a irrigação por inundação contínua propicia maior produtividade que a inundação intermitente (Reddy & Raju, 1987; Dotto et al., 1990; Alves & Machado, 1991; Hassan & Sarkar, 1993). Em alguns estudos, a produtividade não diferiu significativamente em função das formas de manejo de água (Loeb et al., 1987; Beyrouty et al., 1992; Medeiros et al., 1995), enquanto que para Stone et al. (1990), a combinação das duas modalidades de irrigação apresentou melhor resposta no rendimento de grãos, pois favoreceu o perfilhamento, o maior número de grãos por panícula e a massa de grãos.

O retardamento do estabelecimento da lâmina de água durante a fase vegetativa tem-se mostrado favorável ao comportamento de cultivares de porte baixo, desde que a umidade do solo seja mantida acima da capacidade de campo e haja um eficiente controle de plantas daninhas. Oliveira et al. (1995), estudando os efeitos das épocas de início de irrigação verificaram que o atraso de sete dias na aplicação da lâmina definitiva propiciou maior produtividade e teve a metade da população larval da bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*).

O emprego da inundação intermitente durante todo o ciclo do arroz, ou durante parte dele, propicia menor consumo de água, e perdas por percolação e fluxo lateral, aumentando a eficiência do uso da água (Duarte et al., 1974; Stone et al., 1990; Hassan & Sarkar, 1993; Medeiros et al., 1995), embora favoreça a ocorrência de plantas daninhas, em comparação com a inundação contínua.

O objetivo deste estudo foi comparar distintas formas de manejo de água e de fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido por três anos consecutivos (1991/92, 1992/93 e 1993/94), na Fazenda Palmital, da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, no município de Goianira, GO, em um solo Gley Pouco Húmico, textura argilo-arenosa. As análises químicas e granulométricas das amostras de solo coletadas no início do estudo, na camada de 0,0 a 0,2 m de profundidade, na área experimental, revelaram as seguintes características:

pH em água (1:2,5) = 4,9; Ca^{2+} = 1,2 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; Mg^{2+} = 0,5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; P = 9,7 mg kg^{-1} ; K^+ = 69 mg kg^{-1} ; CTC_{ef} = 2,0 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; CTC_7 = 9,4 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; S = 1,88 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; MO = 12 g kg^{-1} ; V = 20,0%; m = 5,1%; argila = 350 g kg^{-1} ; silte = 70 g kg^{-1} ; areia = 580 g kg^{-1} .

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com oito repetições, no esquema fatorial (2 x 3), sendo duas formas de manejo de água: MA_1 - inundação contínua durante todo o ciclo, e MA_2 - inundação intermitente na fase vegetativa, seguida de inundação contínua nas fases reprodutiva e maturação, e três de fertilizante potássico: K_1 - adubação potássica (70 kg ha^{-1} de K_2O) aplicada por ocasião da semeadura; K_2 - adubação potássica parcelada (70 kg ha^{-1} de K_2O), 1/3 aplicado no sulco de plantio, 1/3 por ocasião da diferenciação do primórdio floral e 1/3 na floração; e K_3 - meia dose da adubação (35 kg ha^{-1} de K_2O) parcelada, sendo a metade na diferenciação do primórdio floral, e o restante, na floração.

No início do estudo, antes da primeira semeadura, foram incorporadas ao solo 3 t ha^{-1} de calcário dolomítico com 90% de PRNT. Na semeadura foram aplicados a lanceo 30 e 120 kg ha^{-1} de N e P_2O_5 , respectivamente. Em cobertura, efetuaram-se duas aplicações de 35 kg ha^{-1} de N , sendo a primeira por ocasião da diferenciação do primórdio floral, e a segunda, na floração. As fontes de N , P_2O_5 e K_2O foram sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Apenas no primeiro cultivo foram usados 40 kg ha^{-1} de FTE BR 12 como fonte de micronutrientes. Usou-se a cultivar Aliança de arroz irrigado no espaçamento de 0,20 m entre linhas e 80 sementes m^{-1} . A competição com as plantas daninhas foi prevenida com a aplicação dos herbicidas pendimethalin (no primeiro ano) e oxadiazon (nos demais) nas doses de 1.500 e 750 g ha^{-1} , respectivamente, em pré-emergência e 2,4-D amina na dose de 1.340 g ha^{-1} , em pós-emergência.

Por ocasião do florescimento, realizaram-se amostragens da parte aérea de dez perfilhos, para estabelecer a área foliar e a produção de matéria seca. A área foliar foi determinada nesses perfilhos utilizando-se um medidor automático modelo LI 3000 da "Lambda Instruments Corporation". Ao mesmo tempo, foi contado o número de perfilhos em 2 m. Após a secagem a 75°C, em estufa com circulação forçada de ar, determinou-se a produção de matéria seca da parte aérea dos perfilhos. O índice de área foliar (IAF) foi obtido pela multiplicação da área foliar média de um perfilho, em m^2 , pelo número de perfilhos por m^2 . O índice de colheita (IC) foi obtido pela relação entre a produção de grãos e a de matéria seca total em 1 m^2 . Foram determinados, por ocasião da co-

lheita, o número de perfilhos e de panículas por m^2 , o número de grãos e de espiguetas vazias por panícula, a massa de 100 grãos, a altura de plantas e a produção de grãos, a qual foi expressa em kg ha^{-1} , após ajustada em 13% de umidade.

Efetuaram-se, também, análises de qualidade tecnológica dos grãos, como: rendimento industrial de grãos, "centro branco", temperatura de gelatinização e amilose.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta de rendimento de grãos nos três anos de cultivo foi significativa, havendo, portanto, necessidade de se fazer a discussão ano por ano. A interação entre manejo de água e ano mostra que houve comportamento diferenciado da cultura do arroz em cada experimento, o que pode ser atribuído à variabilidade do ambiente. Isto enfatiza a importância de avaliar os efeitos dos manejos de água sobre o rendimento de grãos em várias colheitas.

No primeiro experimento, não houve influência dos manejos do fertilizante potássico sobre as características estudadas da cultivar Aliança, exceto no rendimento de grãos, onde ocorreu resposta diferenciada em cada manejo de água. O MA_1 propiciou maior número de grãos e menor número de espiguetas vazias por panícula, em relação ao MA_2 , o que reflete a maior porcentagem de fertilidade de espiguetas (Tabela 1). Ademais, aumentou a massa de 100 grãos e a altura das plantas. Com isso, estes efeitos contribuíram para a obtenção de maior produção de matéria seca de grãos e, conseqüentemente, maior índice de colheita (IC). O manejo MA_2 reduziu significativamente o rendimento de grãos em todos os manejos de K (Tabela 2). Com esta forma de irrigação não houve diferença significativa no rendimento de grãos em função dos manejos do fertilizante potássico. Com MA_1 , a aplicação parcelada de 70 kg ha^{-1} de K_2O proporcionou rendimento de grãos significativamente superior ao obtido com a menor dose do fertilizante, embora estes não tenham diferido do observado com a aplicação total de 70 kg ha^{-1} de K_2O por ocasião da semeadura.

No segundo ano do experimento, a irrigação intermitente aumentou significativamente o número

TABELA 1. Efeitos dos manejos de água sobre algumas características da cultivar Aliança de arroz irrigado (1991/92)¹.

Manejo de água ²	Índice de colheita	Grãos por panícula (n°)	Fertilidade de espiguetas (%)	Massa de 100 grãos (g)	Altura de planta (cm)
MA ₁	0,47a	102,8a	80,1a	2,44a	80,2a
MA ₂	0,42b	81,2b	73,4b	2,30b	76,7b

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

² MA₁: inundação contínua durante todo o ciclo; MA₂: inundação intermitente na fase vegetativa seguida de inundação contínua nas fases reprodutiva e maturação.

TABELA 2. Interação entre os manejos de água¹ e os de potássio² sobre o rendimento de grãos da cultivar Aliança de arroz irrigado (1991/92)³.

Manejo de potássio	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	
	MA ₁	MA ₂
K ₁	5.656ab	3.863a
K ₂	6.269a	3.819a
K ₃	5.047b	4.219a

¹ MA₁: inundação contínua durante todo o ciclo; MA₂: inundação intermitente na fase vegetativa seguida de inundação contínua nas fases reprodutiva e maturação.

² K₁: 70 kg ha⁻¹ de K₂O na semeadura; K₂: 70 kg ha⁻¹ de K₂O parcelados na semeadura, na diferenciação do primórdio floral e na floração; K₃: 35 kg ha⁻¹ de K₂O parcelados na diferenciação do primórdio floral e na floração.

³ Em cada manejo de água, médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

de perfilhos e de panículas por m², mas afetou negativamente a fertilidade das espiguetas e a massa de 100 grãos (Tabela 3). Outros estudos também mostraram efeito favorável do uso da irrigação intermitente durante a fase vegetativa no perfilhamento (Stone et al., 1979, 1990). A altura das plantas foi afetada pelos manejos de K, obtendo-se o maior valor com a aplicação parcelada de 70 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 4), independentemente dos manejos de água.

Houve interação significativa entre as distintas formas de manejo da água e do fertilizante potássico sobre o número de grãos por panícula, o IC, a produção total de matéria seca da parte aérea (MSTotal), e o rendimento de grãos (Tabela 5). No MA₁, a aplicação parcelada de 70 kg ha⁻¹ de K₂O propiciou

significativamente maior número de grãos por panícula, enquanto no MA₂ não houve diferença. Com a inundação contínua obteve-se maior IC que no MA₂, independentemente dos manejos do fertilizante potássico. Assim, as plantas no MA₁ investiram mais na produção de grãos do que na de palha e, com isso, mostraram-se menos competitivas que as do MA₂. No MA₁, o manejo do fertilizante potássico não afetou o IC, enquanto em MA₂ o parcelamento de 70 kg ha⁻¹ de K₂O proporcionou menor IC, e os tratamentos K₁ e K₃ não diferiram.

Onde a irrigação intermitente foi utilizada, o K₁ reduziu significativamente a MSTotal, ao passo que esta não foi afetada pelos manejos de K no MA₁. O rendimento de grãos foi reduzido em todos os tratamentos do fertilizante potássico, quando se empregou a irrigação intermitente. Nesta, o menor rendimento foi verificado com a aplicação parcelada de 70 kg ha⁻¹ de K₂O, enquanto K₁ e K₃ não diferiram entre si. Isto reflete os menores IC e número de grãos por panícula obtidos nesse manejo. Com MA₁ não houve diferença significativa no rendimento de grãos, em função dos manejos do fertilizante.

Em 1993/94, no tratamento MA₁ houve significativamente maior produção de matéria seca por perfilho determinada por ocasião do florescimento (Tabela 6). Isto significa que a inundação contínua promoveu exportação mais eficiente de matéria seca das folhas para outras partes do perfilho. Com MA₂ obtiveram-se valores significativamente superiores de razão de peso de folha (RPF), de fertilidade de perfilhos e de temperatura de gelatinização (TG) que no MA₁. A RPF, que é um componente da razão de área foliar (RAF) é basicamente fisiológica, já que é a razão entre as produções de matéria seca retida

TABELA 3. Efeitos dos manejos de água sobre algumas características da cultivar Aliança de arroz irrigado (1992/93)¹.

Manejo de água ²	Perfilhos (n° m ⁻²)	Panícula (n° m ⁻²)	Fertilidade de espiguetas (%)	Massa de 100 grãos (g)
MA ₁	576b	533b	90,6a	2,63a
MA ₂	697a	655a	81,6b	2,43b

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

² MA₁: inundação contínua durante todo o ciclo; MA₂: inundação intermitente na fase vegetativa seguida de inundação contínua nas fases reprodutiva e maturação.

TABELA 4. Efeito dos manejos de potássio sobre a altura das plantas (1992/93), o índice de área foliar (IAF) e a temperatura de gelatinização (TG) (1993/94) da cultivar Aliança de arroz irrigado¹.

Manejo de potássio ²	Altura de plantas (cm)	IAF	TG ³
K ₁	76,3b	4,11 ab	3,8b
K ₂	79,9a	4,49a	3,9ab
K ₃	76,9b	3,59b	4,0a

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

² K₁: 70 kg ha⁻¹ de K₂O na semeadura; K₂: 70 kg ha⁻¹ de K₂O parcelados na semeadura, na diferenciação do primórdio floral e na floração; K₃: 35 kg ha⁻¹ de K₂O parcelados na diferenciação do primórdio floral e na floração.

³ A temperatura de gelatinização é expressa em notas: 1 a 3 = alta; 4 e 5 = intermediária; 6 e 7 = baixa.

nas folhas e a acumulada na planta toda. Maior valor de RPF indica maior distribuição de matéria seca das folhas (MSFolha) em relação à do perfilho (MSTotal), ou seja, maior fração da matéria seca não exportada da folha para o resto da planta.

A temperatura de gelatinização do amido refere-se à temperatura de cozimento, na qual a água é absorvida e os grânulos de amido aumentam irreversivelmente de tamanho, com simultânea perda de cristalinidade. O MA₂ aumentou significativamente os valores de TG, mas esse incremento não foi suficiente para alterar a classificação dos grãos, no que diz respeito às características físico-químicas do produto. Assim, em ambas as formas de irri-

gação, os grãos foram classificados com TG alta a intermediária, o que pode não ser uma condição muito favorável, pois requer mais água e maior tempo de cozimento. Independentemente do manejo da água, o índice de área foliar (IAF) determinado na floração no tratamento K₂ foi significativamente superior ao K₃ e estes não diferiram daquele obtido com todo o fertilizante aplicado por ocasião da semeadura (Tabela 4). Portanto, a aplicação parcelada da maior dose de potássio promoveu maior capacidade da área foliar de cobrir o terreno disponível à planta, ou seja, a capacidade que a comunidade vegetal teve de explorar o espaço disponível. Maior IAF obtido naquele tratamento indica maior intensidade de competição por luz que ocorreu nas plantas individuais dentro da população. O K₃ acarretou aumento significativo nos valores de TG em relação à aplicação total da maior dose na semeadura, e estes não diferiram de K₂. Com isso, a menor quantidade parcelada de K alterou a classificação dos grãos de TG alta a intermediária para intermediária, melhorando o comportamento culinário do arroz.

Houve interação significativa entre os manejos da água e os de fertilizante potássico sobre diversas características estudadas (Tabela 7). O rendimento de grãos diferiu significativamente entre os manejos de K dentro dos da água. Com MA₁, os resultados foram semelhantes aos obtidos no primeiro experimento, ou seja, K₂ foi superior ao K₃, e estes não diferiram do K₁. Yoshida (1981) mostrou que a quantidade de grãos produzida por unidade de K absorvido é geralmente alta nos primeiros estádios de crescimento; então, cai, e depois sobe. Conclui-se, daí, ser necessário um suprimento contínuo até o crescimento da panícula, quando se completa a fase reprodutiva. Com MA₂, os resultados assemelharam-

TABELA 5. Interação entre os manejos de água¹ e os de potássio² sobre o rendimento de grãos e algumas características da cultivar Aliança de arroz irrigado (1992/93)³.

Manejo de potássio	Grãos por panícula (n°)		Índice de colheita		MSTotal (t ha ⁻¹)		Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	
	MA ₁	MA ₂	MA ₁	MA ₂	MA ₁	MA ₂	MA ₁	MA ₂
K ₁	69,2b	59,8a	0,48a	0,40a	18,5a	16,7b	6403a	4819a
K ₂	86,2a	59,5a	0,51a	0,22b	17,0a	18,3a	7018a	2850b
K ₃	60,9b	71,0a	0,45a	0,36a	15,8a	21,3a	5959a	4591a

¹ MA₁: inundação contínua durante todo o ciclo; MA₂: inundação intermitente na fase vegetativa seguida de inundação contínua nas fases reprodutiva e maturação.

² K₁: 70 kg ha⁻¹ de K₂O na semeadura; K₂: 70 kg ha⁻¹ de K₂O parcelados na semeadura, na diferenciação do primórdio floral e na floração; K₃: 35 kg ha⁻¹ de K₂O parcelados na diferenciação do primórdio floral e na floração.

³ Em cada manejo de água, médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 6. Efeitos do manejo de água sobre a produção de matéria seca (MS) de um perfilho e a razão de peso de folha (RPF) na floração, a fertilidade de perfilhos e a temperatura de gelatinização (TG) da cultivar Aliança de arroz irrigado (1993/94)¹.

Manejo de água ²	MS de um perfilho (g)	RPF (g g ⁻¹)	Perfilhos férteis (%)	TG ³
MA ₁	2,0a	0,19b	97b	3,8b
MA ₂	1,7b	0,22a	99a	3,9a

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

² MA₁: inundação contínua durante todo o ciclo; MA₂: inundação intermitente na fase vegetativa seguida de inundação contínua nas fases reprodutiva e maturação.

³ A temperatura de gelatinização é expressa em notas: 1 a 3 = alta; 4 e 5 = intermediária; 6 e 7 = baixa.

se aos verificados no segundo ano, isto é, menores rendimentos de grãos foram obtidos com a aplicação parcelada de 70 kg ha⁻¹ de K₂O. A melhor resposta do arroz ao uso do fertilizante potássico por ocasião da semeadura pode estar associada à menor lixiviação do nutriente na combinação das formas de manejo de água intermitente e contínua. Com MA₁, a maior produtividade obtida com o parcelamento da maior dose de K refletiu o maior número de grãos por panícula, altura das plantas e área de uma folha. Com a irrigação intermitente, apenas a fertilidade de espiguetas foi influenciada pelos tratamentos de K, e houve redução com o parcelamento da maior dose do nutriente.

Em todos os manejos do fertilizante, houve menor número de grãos por panícula no MA₂. Este com-

portamento pode ser atribuído à emissão tardia de perfilhos, os quais resultam em panículas com menor número de grãos.

O teor de amilose não foi influenciado pelos manejos de água e de potássio, situando em valor intermediário a alto, cujos grãos quando cozidos apresentam-se secos e soltos, atendendo as preferências de consumo no Brasil.

Com MA₁, a menor dose do fertilizante contribuiu para o aumento dos valores de “centro branco” nos grãos, ao passo que, com a irrigação intermitente, o K₂ aumentou significativamente a ocorrência de áreas opacas no endosperma. Em consequência disso, houve menor rendimento de grãos inteiros e total. Com MA₁, sempre se obteve maior rendimento de grãos inteiros. O comportamento dos grãos no

TABELA 7. Efeitos da interação entre os manejos de água¹ e os de fertilizante potássico² sobre algumas características da cultivar Aliança de arroz irrigado (1993/94)³.

Manejo de potássio	Grãos por panicula (n°)		Fertilidade de espiguetas (%)		Altura de plantas (cm)		Área de uma folha (cm ²)		Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)		Amilose (%)		"centro branco" ⁴		Grãos inteiros (%)		Rendimento total (%)	
	MA ₁	MA ₂	MA ₁	MA ₂	MA ₁	MA ₂	MA ₁	MA ₂	MA ₁	MA ₂	MA ₁	MA ₂	MA ₁	MA ₂	MA ₁	MA ₂	MA ₁	MA ₂
K ₁	81,6b	65,4a	85,4a	89,4ab	81,3b	81,6a	16,2b	16,4a	6192ab	6392a	28,2a	27,9a	2,9b	3,0b	65,1a	64,4a	69,8a	69,9a
K ₂	100,7a	64,1a	87,2a	85,5b	90,4a	82,5a	22,3a	16,7a	6563a	5057b	28,1a	28,3a	2,9b	4,0a	66,2a	49,0b	70,0a	63,9b
K ₃	83,1b	68,3a	86,4a	90,1a	79,0b	82,3a	17,5b	14,3a	5894b	5976a	27,9a	27,7a	3,2a	3,0b	64,4a	63,8a	69,2a	69,7a

¹ MA₁: inundação contínua durante todo o ciclo; MA₂: inundação intermitente na fase vegetativa seguida de inundação contínua nas fases reprodutiva e maturação.

² K₁: 70 kg ha⁻¹ de K₂O na semeadura; K₂: 70 kg ha⁻¹ de K₂O parcelados na semeadura, na diferenciação do primórdio floral e na floração; K₃: 35 kg ha⁻¹ de K₂O parcelados na diferenciação do primórdio floral e na floração.

³ Em cada manejo de água, médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

⁴ Notas: 1 = excelente; 2 = bom; 3 = regular; 4 = ruim; 5 = péssimo.

beneficiamento é de grande importância econômica para a indústria do arroz, pois há grande diferença na valorização do produto inteiro e do produto quebrado, além de um produto uniforme, sem a presença de grãos quebrados e, ou, danificados é normalmente preferido pela maioria dos consumidores. Grãos de arroz com áreas opacas no endosperma ("centro branco" ou "barriga branca"), causadas por um acondicionamento mais frouxo das partículas de amido e proteína, são mais sujeitos a quebras no beneficiamento e têm o seu valor de mercado diminuído, embora essas manchas desapareçam naturalmente durante o cozimento e não alterem o valor nutritivo do produto (Jennings et al., 1979). Os manejos do fertilizante potássico influenciaram o rendimento de grãos inteiros e total apenas quando se empregou a irrigação intermitente. O parcelamento de 70 kg ha⁻¹ de K₂O reduziu significativamente tanto o rendimento de inteiros quanto o industrial de grãos.

A irrigação intermitente causou desuniformidade na maturação dos grãos, possivelmente devido à emissão tardia de perfilhos. Com isso, na colheita, muitos grãos poderiam estar ainda imaturos e com alto teor de umidade, o que acarretaria o gessamento do endosperma (grãos gessados) e, conseqüentemente, mais sujeitos a quebras no beneficiamento e maiores valores de "centro branco", haja vista que nesta avaliação se incluem grãos com "centro branco", "barriga branca" e gessados.

CONCLUSÕES

1. O comportamento da cultura do arroz irrigado é afetado diferentemente pelos manejos de K nas distintas formas de manejo de água.

2. A influência do manejo de água sobre o comportamento das plantas de arroz é mais expressiva que a do fertilizante potássico.

3. A inundação contínua aumenta a produtividade e melhora a qualidade industrial dos grãos de arroz.

4. Com a inundação contínua, o parcelamento de K aumenta o seu aproveitamento e deve ser empregado, especialmente em várzeas de solos mais arenosos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M.C.; MACHADO, J.R. Efeito do manejo de água na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado por inundação. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.44, n.399, p.14-16, 29, 1991.
- BEYROUTY, C.A.; NORMAN, R.J.; WELLS, B.R.; GBUR, E.E.; GRIGG, B.; TEO, Y.H. Water management and location effects on root and shoot growth of irrigated lowland rice. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.15, n.6/7, p.737-752, 1992.
- DE DATTA, S.K. Fertilizer management for efficient use in wetland rice soils. In: BRADY, N.C. (Ed.). **Soils and rice**. Los Baños: IRRI, 1978. p.671-701.
- DE DATTA, S.K. **Principles and practices of rice production**. New York: John Wiley and Sons, 1981. 618p.
- DOTTO, C.R.D.; RICHES, A.A.; CARLESSO, R. Consumo de água e produtividade da cultura do arroz sob três sistemas de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 19., 1990, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBEA, 1990. p.396-409.
- DUARTE, E.F.; BRITTO, P.P. de S.; MENEGUELLI, C.A. Efeitos dos sistemas de irrigação por inundação contínua e sob a forma de umedecimentos do solo até a saturação, sobre cultivares de arroz (*Oryza sativa*), na Baixada Fluminense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia**, Rio de Janeiro, v.9, n.10, p.107-111, 1974.
- EBERHARDT, D.S.; BACHA, R.E.; STUCKER, H. Níveis de nitrogênio e potássio para adubação do arroz irrigado, sistema pré-germinado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995. p.180-183.
- FAGERIA, N.K. Response of rice to fractional applied potassium in Brazil. **Better Crops International**, Norcross, v.7, n.2, p.19, 1991.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; WRIGHT, R.J.; CARVALHO, J.R.P. Lowland rice response to potassium fertilization and its effect on N and P uptake. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v.21, p.157-162, 1990.
- GOSWAMI, N.N.; BANERJEE, N.K. Phosphorus, potassium, and other macrolelements. In: BRADY, N.C. (Ed.). **Soils and rice**. Los Baños: IRRI, 1978. p.561-580.
- HASSAN, A.A.; SARKAR, A.A. Yield and water use efficiency of newly developed rice mutants under different water management practices. **International Rice Research Notes**, Manila, v.18, n.2, p.34, 1993.
- JENNINGS, P.R.; COFFMAN, W.R.; KAUFFMAN, H.E. Grain quality. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Manila, Filipinas). **Rice improvement**. Manila, 1979. p.101-120.
- LOEB, A.G.; BONILLA, C.R.C.; GALLARDO, C.A.B.; TAFUR, H.H. Efecto de algunas prácticas de manejo del agua sobre las pérdidas de nitrógeno en el cultivo del arroz. **Acta Agronomia**, Palmira, v.37, n.4, p.41-49, 1987.
- LOPES, S.I.C. Eficiência da adubação potássica para o arroz irrigado em relação a dose, modo de incorporação e época de aplicação do adubo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19., 1991, Balneário Camboriú. **Anais...** Florianópolis: EMPASC, 1991. p.153-155.
- LOPES, S.I.G.; LOPES, M.S.; BARROS, J. de A.I. de; OLIVEIRA, M.A.B.; MATTIOLI FILHO, G.; HOROWITZ, N. Níveis e épocas de aplicação de potássio na cultura de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995. p.187-189.
- MACHADO, M.D.; FRANCO, J.C.B. Parcelamento da adubação potássica em arroz pré-germinado, no solo Pelotas (Planossolo). In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995. p.177-183.
- MEDEIROS, R.D. de; HOLANDA, J.S. de; COSTA, M. da C. Manejo de água em arroz irrigado no Estado de Roraima. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.48, n.420, p.12-14, 1995.
- OLIVEIRA, J.V. de; SOUZA, P.R. de; FAGUNDES, C.A.; BARROS, Y.J. de A.I. Influência do manejo de irrigação na população da bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) em arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995. p.224-225.

- REDDY, M.N.; RAJU, R.A. Studies on water management in rice on vertisols. **Indian Journal of Agronomy**, New Delhi, v.32, n.3, p.232-235, 1987.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVEIRA FILHO, A. Manejo de água na cultura do arroz: consumo, ocorrência de plantas daninhas, absorção de nutrientes e características produtivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, p.323-337, 1990.
- STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. da; OLIVEIRA, A.B. de; AQUINO, A.R.L. de. Efeitos da supressão de água em diferentes fases de crescimento na produção do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.2, p.105-109, 1979.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269p.