

## PRODUTIVIDADE E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ EM RESPOSTA AO MANEJO DE ÁGUA NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO

Carlos Alexandre Costa Crusciol<sup>1\*</sup>

Eduardo do Valle Lima<sup>2\*\*</sup>

Marcelo Andreotti<sup>3</sup>

Rosemeire Helena da Silva<sup>1</sup>

João Nakagawa<sup>1\*</sup>

Cláudio Cavariani<sup>1</sup>

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de arroz em função do manejo de água no sistema pré-germinado. O trabalho foi conduzido sob túnel plástico, na FCA-UNESP/Botucatu (SP), em caixas de 500L. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 3x2, com 4 repetições. Os tratamentos foram 2 cultivares (EPAGRI 108 e IAC 102) e 3 manejos de água (M1-semeadura em lâmina de água e manutenção; M2-semeadura em lâmina e drenagem 3 dias após; M3-semeadura em lâmina e evaporação natural). Independentemente do cultivar, o manejo de água não proporcionou efeito sobre a massa de 1000 sementes, produtividade e vigor. O cv. EPAGRI 108, para todos os manejos, apresentou produtividade e qualidade de sementes inferior ao cv. IAC 102.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*, sistema irrigado por inundação, componente de produção, germinação, vigor.

---

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, CEP: 18603-970, Botucatu-SP, Brasil. \*Bolsista CNPq.

<sup>2</sup>Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, CEP: 66077-530, Belém-PA, Brasil. \*\*Bolsista CAPES/PICDT.

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, CEP: 85960-000, Marechal Cândido Rondon-PR, Brasil.

## ABSTRACT

**YIELD AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF RICE SEEDS  
AFFECTED BY WATER MANAGEMENT UNDER PRE-  
GERMINATED SOWING SYSTEM.**

The objective of this research was to evaluate rice yield and physiological quality of seeds as a function of water management under pre-germinated sowing system. The experiment was carried out at Botucatu, SP, Brazil, under plastic house conditions, with plants growing on boxes of 500 liters of capacity. The experimental design was a randomized blocks with four replications. Treatments consisted of two rice cultivars (EPAGRI 108 and IAC 102) combined with three water managements (M1-sowing in water and maintenance of constant water level; M2-sowing in water with water drainage three days after, and, M3-sowing in water and natural evaporation). Independently of the cultivars, water management did not affect the 1000 kernel weight, rice yield and vigor of seeds. The cv. EPAGRI 108 for all water management systems had lower yield and seed quality than cv. IAC 102.

**Key words:** *Oryza sativa*, flooding irrigated system, yield component, germination, vigor.

## INTRODUÇÃO

A cultura do arroz no Brasil encontra-se difundida por todo território nacional, com grande contraste entre os sistemas de cultivo empregados e, conseqüentemente, nas produtividades alcançadas (Alves & Machado, 1991). Nesse sentido, vem se destacando um sistema alternativo de cultivo de arroz irrigado por inundação, chamado de pré-germinado, em que as sementes previamente germinadas são semeadas em tabuleiros nivelados e totalmente inundados (Trochoni, 1999). Este sistema é um dos mais utilizados no mundo, principalmente onde existem as maiores produtividades e os menores custos de produção (Magalhães Junior *et al.*, 2001). Na América do Sul, com exceção do estado de Santa Catarina, Brasil, o sistema pré-germinado ainda é pouco difundido, apesar dos resultados comprovarem sua eficiência em pequenas áreas sistematizadas em nível (Trochoni, 1999).

A água é um dos fatores mais importantes para o cultivo do arroz,

pois influencia diretamente os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, afeta o desenvolvimento das plantas e a natureza e amplitude do crescimento de plantas daninhas (Alves & Machado, 1991; Medeiros *et al.*, 1996). Assim, o manejo da água é de fundamental importância para o sucesso na produção de arroz irrigado por inundação, pois estudos realizados demonstraram que existe uma interação irrigação X cultivo (Irga, 1997). Contudo, até hoje a irrigação do arroz é uma das práticas que mais onera o custo de produção da lavoura orizícola (Souza *et al.*, 1994; Medeiros *et al.*, 1995), podendo provocar perdas de solo e nutrientes (Vermetti Junior *et al.*, 2002), devendo-se assim, evitar desperdícios, por meio de manejo de água oportuno e de acordo com o estágio fisiológico da cultura (Amaral *et al.*, 1983). Portanto, o manejo da água de irrigação nada mais é do que o conjunto de procedimentos que devem ser adotados para assegurar, a uma determinada cultura, o suprimento adequado de água, de forma eficiente e econômica, reduzindo as perdas e viabilizando maior produtividade (Souza *et al.*, 1994; Medeiros *et al.*, 1996).

O manejo de água é uma das práticas culturais mais marcantes no sistema pré-germinado, pois permite maior economia de água (Epagri, 1992), interfere na disponibilidade dos nutrientes e na incidência de algumas pragas e doenças (Irga, 1997), melhora o controle sobre as plantas daninhas, reduz o ciclo da cultura, diminui a dependência de chuvas no preparo do solo e semeadura, permite o planejamento das atividades da lavoura, possibilita o plantio consecutivo na mesma área e proporciona maior produtividade e qualidade de grãos (Tronchoni, 1999). Além disso, o manejo de água pode afetar também o desenvolvimento radicular do arroz, a taxa fotossintética, a acumulação de massa seca e a produção de carboidratos (Santos, 2001). Dessa forma, segundo Vermetti Junior *et al.* (2002), no sistema de cultivo de arroz pré-germinado um dos aspectos mais importantes para atingir seus objetivos é o manejo correto de água durante o processo de semeadura e posterior condução da cultura, o que requer adequado domínio da lâmina de irrigação.

Nas duas últimas décadas, as pesquisas buscaram a redução do período de submersão do solo, durante o ciclo da cultura do arroz, seja pelo retardamento da época de início da inundação e ou pela drenagem antecipada da lavoura. O manejo correto da lâmina de água no sistema

pré-germinado precisa ser mais bem estudado para aumentar a economia de água e reduzir o emprego de herbicidas, contribuindo para a diminuição nos riscos de contaminação dos recursos hídricos. Diversos trabalhos foram realizados comparando diferentes regimes de irrigação, só que avaliando apenas o favorecimento no controle de plantas daninhas e os efeitos sobre os componentes da produção e produtividade de grãos de arroz. A carência de informação se torna ainda maior em relação a trabalhos que estudam a influência do manejo de água sobre a qualidade fisiológica das sementes geradas (Amaral *et al.*, 1983; Amaral & Ribeiro, 1983), principalmente quando se trata do sistema pré-germinado. Ressalta-se que a qualidade fisiológica de sementes, caracterizada pela germinação, vigor e longevidade, não só apresenta variações de acordo com o ano e com a época de cultivo (Amaral, 1983), mas também em função das práticas de manejo adotadas.

O cultivar, o estágio de maturação e o grau de umidade são fatores que também influenciam a qualidade fisiológica das sementes de arroz (Lago *et al.*, 1997). Nesse contexto, especificamente o conhecimento do desempenho dos cultivares, em função de suas respostas diferenciadas a fatores climáticos, edáficos e, principalmente, de manejo da cultura, torna-se fundamental para o planejamento da lavoura orizícola. Surge assim, a necessidade de avaliar a qualidade fisiológica das sementes de diferentes genótipos de arroz irrigado por inundação, submetidos a várias práticas de manejo de água, no sistema pré-germinado.

Portanto, em face do que foi exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado por inundação, em sistema pré-germinado, em função do manejo de água, durante o processo de semeadura e posterior condução da cultura, e do genótipo empregado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no ano agrícola de 1997/98, no Departamento de Produção Vegetal, da Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Câmpus de Botucatu-SP.

Foram utilizados 4 blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2. Os manejos de lâmina de água estudados foram os seguintes: M1 -

semeadura com lâmina de 5cm e manutenção durante o experimento, ou seja, inundação contínua com água corrente; M2 – semeadura com lâmina de 5cm, seguida de retirada (drenagem) da água 3 dias após a semeadura (DAS), mantendo o solo saturado por meio de irrigação quando necessário, não deixando a formação de poças e retorno da lâmina aos 20 DAS, e M3 – semeadura em solo com lâmina de 5cm, seguida de esgotamento natural da água a partir de 3 DAS (evaporação), com manutenção do solo saturado, e retorno da lâmina aos 20 DAS]. A altura de 5cm da lâmina de água, utilizada em todos os manejos, foi baseada na recomendação de Irga (1997), para o sistema pré-germinado. Em todos os tratamentos, a lâmina de água sofreu drenagem final em torno de 15 dias após o florescimento pleno das plantas ( $\pm 80\%$ ) (Irga, 1997).

Os dois genótipos empregados, EPAGRI 108 e IAC 102 são variedades pertencentes ao grupo moderno. O cv. EPAGRI 108 apresenta como características principais ciclo longo (142 dias), porte médio (97cm), boa resistência ao acamamento, tolerância à toxidez de Fe, resistência a brusone (*Pyricularia grisea*), grãos longos e finos, rendimento de grãos inteiros em torno de 62% e produtividade em áreas experimentais de 9.000 kg ha<sup>-1</sup> (Epagri, 1995). Já o cv. IAC 102 possui ciclo médio (125 a 135 dias), porte médio (90 a 100cm), boa resistência ao acamamento, resistência moderada a brusone, grãos longos, rendimento de grãos inteiros de 55% e produtividade de 4.000 a 7.000 kg ha<sup>-1</sup> (Iac, 1997).

Para a pré-germinação, as sementes foram acondicionadas em sacos porosos (polipropileno trançado) e estes mergulhados em recipientes com água, para hidratação das sementes, pelo período de 24 horas, em temperatura ambiente e local sombreado. Posteriormente, a incubação delas ocorreu em estufa a 25°C por 24 horas. No ato da semeadura, o cv. IAC 102 estava em estágio mais adiantado de pré-germinação em comparação a EPAGRI 108, porém os dois materiais apresentavam coleóptilo e radícula de 1 a 2mm de comprimento. Essa é condição adequada para que as duas estruturas citadas não se quebrem ou se enovelem no momento da semeadura (Irga, 1997).

O experimento foi conduzido sob cobertura de túnel plástico (4m de altura), sem as laterais teladas, em caixas d'água de cimento-amianto com capacidade de 500L, com área útil de 1m<sup>2</sup> e profundidade efetiva

de 30cm, contendo terra retirada da camada arável (0-20cm) de uma área de várzea de Neossolo Flúvico Ta Eutrófico (Embrapa, 1999). As caixas apresentavam entrada e saída de água individuais, com dispositivo para regulagem de admissão da lâmina de água por meio de torneiras e de drenagem por tubos de PVC.

A preparação das caixas constituiu-se da inundação com lâmina de 5cm, fazendo-se o nivelamento e o alisamento com ripas de madeira, ficando cobertas com água por 20 dias. As plantas daninhas emergidas nesse período foram controladas manualmente. Em seguida, com o solo apenas saturado, aplicaram-se 3 t ha<sup>-1</sup> (300 g por caixa) de calcário dolomítico (Raij *et al.*, 1985), para atenuar os efeitos de toxicidade por Fe, evitando níveis elevados de íons solúveis desse elemento na água durante a sementeira. Juntamente com a calagem efetuou-se a adubação mineral de base com 10 kg ha<sup>-1</sup> de N (sulfato de amônio), 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples) e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) (Raij *et al.*, 1985). Após essa aplicação, revolveu-se o solo saturado com enxadeco, seguido do renivelamento e alisamento da terra das caixas com lâmina de água de 5cm.

Em lâmina de água limpa (após decantação), realizou-se a sementeira manualmente no dia 10/01/1998, em quatro linhas de 1m por caixa, espaçadas de 20cm, depositando-se 50 sementes de arroz pré-germinadas por fileira. A adubação mineral de cobertura foi parcelada em duas vezes, sendo a primeira aos 32 DAS (40kg ha<sup>-1</sup> de N) e a segunda aos 53 DAS (40kg ha<sup>-1</sup> de N) (Raij *et al.*, 1985).

A colheita foi realizada em 30/05/1998 para a cv. IAC 102 e no dia 19/06/1998 para a cv. EPAGRI 108, quando as sementes de 2/3 superiores de 50% das panículas apresentaram-se duras e os do terço inferior, semiduras. Todas as operações de corte, trilhagem e limpeza do material colhido foram feitas manualmente. As sementes recém-colhidas foram acondicionadas em sacos de papel, submetidas à secagem natural, à sombra, por 3 dias e armazenadas em prateleiras, em condição de galpão fechado, por um período de 90 dias contados a partir da última colheita, para a seguir serem realizadas as avaliações. Com isso, procurou-se evitar problemas com a dormência primária normalmente apresentada pelas sementes de arroz recém-colhidas (Menezes *et al.*, 1997).

Foram realizadas as seguintes determinações:

a) **Massa de 1000 sementes.** Foi obtida utilizando-se 8 subamostras de 100 sementes por repetição de cada tratamento, as quais foram pesadas em balança de precisão 0,1g, em procedimento semelhante ao descrito em Brasil (1992), expressando-se os valores médios em gramas, após correção para 13% de base úmida;

b) **Produtividade de sementes.** Colheram-se todas as plantas contidas na área útil das parcelas, cuja massa, após o beneficiamento, foi corrigida para 13% de base úmida, calculando-se os valores em kg ha<sup>-1</sup>;

c) **Grau de umidade.** Determinado pelo método de estufa a 105° ± 3°C por 24 horas (Brasil, 1992), com 2 subamostras de 200 sementes por repetição de cada tratamento;

d) **Teste de germinação.** Realizado, sem tratamento específico para superar a dormência, com 4 subamostras de 100 sementes por repetição de cada tratamento. As sementes foram colocadas em rolo de papel toalha tipo germitest, previamente umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, sendo mantidas em germinador a temperatura alternada de 20-30°C. As contagens foram realizadas nos cinco e quatorze dias após a semeadura, computando-se as plântulas normais para o cálculo da porcentagem de germinação (Brasil, 1992);

e) **Primeira contagem.** Foi efetuada cinco dias após a instalação do teste de germinação e considerado um teste de vigor;

f) **Teste de envelhecimento acelerado (EA).** Feito pelo método da mini-câmara (gerbox modificado), com 100 sementes por caixa (4 caixas por repetição de cada tratamento), as quais foram levadas para estufa incubadora regulada a 45°C, conjugada com alta umidade relativa das caixas (100%), durante um período de exposição de 144 horas, em técnica descrita pela Embrapa-UEPAE de Pelotas-RS, citado por Amaral (1983), para sementes de arroz com idade não superior a 9 meses. Posteriormente, as sementes foram retiradas e colocadas para germinar em técnica semelhante ao teste de germinação, com uma única contagem sendo realizada no quinto dia após a instalação;

g) **Grau de umidade no EA.** Essa determinação foi realizada como descrito anteriormente;

h) **Condutividade elétrica: (CE).** O teste foi conduzido por meio

de 4 subamostras de 25 sementes por repetição de cada tratamento. Elas foram previamente pesadas e colocadas em copo plástico descartável, acrescentando-se 80ml de água destilada, sendo o conjunto mantido em germinador com temperatura constante de 20°C. Após 24 horas de embebição, realizou-se a leitura da CE em um condutivímetro Digimed modelo DM 31, pela metodologia descrita por Krzyzanowski *et al.* (1991). Os resultados foram expressos em microsiemens/centímetro/grama de sementes ( $\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ).

Os dados obtidos para cada variável foram submetidos à análise de variância e aplicação do teste F, tendo-se comparado as médias pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o programa computacional SANEST (Zonta & Machado, 1991).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa de 1000 sementes (Tabela 1) não foi afetada pelos manejos da lâmina de água e nem pela interação entre os fatores manejo de água X cultivares, sendo verificada diferença estatística apenas entre os dois genótipos utilizados.

De forma semelhante, Alves & Machado (1991) e Medeiros *et al.* (1996), no manejo de água do arroz irrigado por inundação em sistema convencional de cultivo, observaram que a variável em questão se manteve estável. Isto ocorreu porque a massa de 1000 sementes é uma característica varietal estável, podendo apresentar pequenas variações em função do tamanho da casca, determinado até o florescimento e, em menor grau, pelo desenvolvimento da cariopse, determinado após o florescimento (Fornasieri Filho & Fornasieri, 1993). A massa de 1000 sementes é estimada durante o período compreendido entre o estágio de diferenciação das ramificações da ráquis e o final da maturação; nesse meio, a diferenciação das flores é o principal estágio responsável pela estipulação do potencial máximo que essa variável pode atingir (Hoshikawa, 1989). Na diferenciação das flores, os manejos da lâmina no presente trabalho não limitaram o fornecimento contínuo de água para todos os tratamentos. Nesse contexto, Verneti Junior *et al.* (2002) verificaram que a massa de 1000 sementes, independente de cultivar, foi influenciada significativamente, pelo fator manejo da lâmina, apenas em um único cultivo de arroz pré-germinado (1999/2000), onde a



**Tabela 1** - Efeito do manejo de lâmina de água em dois cultivares de arroz irrigado por inundação sobre a massa de 1000 sementes e a produtividade

Fatores	Massa de 1000 sementes (g)	Produtividade de sementes (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Manejo de Água (M)</b>		
M1 <sup>(1)</sup>	29,1 a	3.715 a
M2 <sup>(2)</sup>	28,9 a	3.397 a
M3 <sup>(3)</sup>	29,2 a	3.854 a
<b>Cultivares (C)</b>		
EPAGRI 108	26,9 b	3.128 b
IAC 102	31,3 a	4.182 a
<b>Valor de F</b>		
M	0,20 ns	0,84 ns
C	209,64 **	12,74 **
M X C	0,80 ns	0,88 ns
<b>CV (%)</b>	2,62	19,80

Comparam-se letras na vertical. Médias seguidas por letras iguais dentro de cada fator não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. \*\*significativo a 1% pelo teste F e NS - não significativo

<sup>(1)</sup> Semeadura em solo com lâmina de água de 5cm e manutenção;

<sup>(2)</sup> Semeadura em solo com lâmina de água de 5cm, seguido de retirada da água 3 DAS e retorno aos 20 DAS;

<sup>(3)</sup> Semeadura em solo com lâmina de água de 5cm, seguido da evaporação natural da água e retorno aos 20 DAS.

inundação permanente, em função da disponibilidade de água, foi estatisticamente superior à dos demais manejos.

Quanto à diferença observada entre os cultivares para a massa de 1000 sementes (Tabela 1), independente do manejo de água adotado, deve-se, em parte, ao fato de que essa variável é afetada, em maior intensidade, por fatores genéticos do que ambientais. Para o cv. IAC 102 o valor obtido está próximo daquele citado pelo órgão de pesquisa responsável pela introdução desse material genético (IAC, 1997). No entanto, o cv. EPAGRI 108 apresentou valor bem abaixo do esperado, pois segundo a descrição de Epagri (1995), deveria ser próximo a 30,7g. Como o cv. EPAGRI 108 tem ciclo longo e foi semeado tardiamente (10/01/1998), provavelmente, as baixas temperaturas durante a fase de maturação (média de 13°C), proporcionaram a redução na massa de 1000

sementes. Em temperaturas baixas na cultura do arroz (<25°C), ocorre redução na divisão celular, com conseqüente diminuição de tecido do endosperma e na produção de fotossintetatos, havendo atraso na maturação, o que afeta a translocação de solutos orgânicos e o estoque de substâncias de reserva, reduzindo-se a massa de 1000 sementes (Hoshikawa, 1989).

A produtividade de sementes (Tabela 1), apresentou o mesmo padrão de comportamento da massa de 1000 sementes, ou seja, constatou-se efeito significativo somente para cultivar, não ocorrendo diferenças para o manejo de água e nem a interação entre os dois fatores em questão.

Embora os três manejos de lâmina de água adotados, independente do cultivar utilizado, não tenha apresentado diferença significativa para a produtividade de sementes, observa-se, com os valores absolutos, que o tratamento M3 proporcionou aumento de aproximadamente 4% em relação a M1, e de 12% em comparação a M2. Este resultado corrobora os de Verneti Júnior *et al.* (2002), onde o manejo de água no sistema pré-germinado com drenagem do início ao fim do perfilhamento favoreceu a obtenção do maior valor absoluto de produtividade de sementes de arroz, também em cultivo tardio. De forma similar, Marcolin & Macedo (2002) obtiveram produtividade de sementes significativamente maior na semeadura com lâmina de água de 7,5cm e drenagem 5 DAS, pois esse tratamento não possibilitou a infestação de plantas daninhas, o que contribuiu para que as plantas de arroz se desenvolvessem normalmente, inclusive completando o ciclo mais precocemente, em função do favorecimento na competição por luz e nutrientes em comparação ao tratamento onde foi mantida a lâmina de água. Portanto, pelos dados do trabalho e os da literatura, é possível inferir que as plantas de arroz podem tolerar uma drenagem durante os estádios iniciais (pós-emergência), sem serias reduções na produtividade (Alves & Machado, 1991).

Com relação aos cultivares, verifica-se na Tabela 1 que o IAC 102 apresentou produtividade superior à do EPAGRI 108. Aparentemente esse fato é devido ao menor ciclo do cv. IAC 102, que permitiu receber temperaturas mais elevadas na sua fase de maturação (média de 20°C), mesmo com o cultivo tardio. As épocas mais tardias para semeadura do arroz irrigado por inundação, isto é, passando dos meses de outubro a

novembro, em São Paulo, levam à redução na produtividade de sementes em função dos efeitos do frio nos estádios reprodutivos e de maturação (Fornasieri Filho & Fornasieri, 1993). Isso justifica a baixa produtividade alcançada pelos dois cultivares, devido ao retardamento da época de semeadura.

Com a determinação do grau de umidade das sementes de arroz após a colheita, detectou-se efeito significativo para os dois fatores estudados. No entanto, como houve a interação entre o manejo de água e os cultivares, a interpretação dos resultados ocorreu em função do desdobramento apresentado na Tabela 2. Assim, verifica-se que o cv. EPAGRI 108 nos manejos de água M1 e M2 foram as combinações que proporcionaram os maiores graus de umidade (Tabela 2). Contudo, essa informação gerada parece não interferir, de forma diferenciada, sobre a

**Tabela 2** - Grau de umidade, germinação e primeira contagem<sup>(-)</sup> das sementes de arroz em função do manejo da lâmina de água e da cultivar utilizada (Desdobramento da interação).

Cultivares (C)	Manejo de Água (M)		
	M1	M2	M3
Grau de umidade (%)			
EPAGRI 108	11,9 a A	11,7 a A	11,4 a B
IAC 102	11,4 b A	11,1 b B	11,2 b AB
Germinação (%)			
EPAGRI 108	86,0 b A	74,2 b B	84,8 b A
IAC 102	94,0 a A	96,2 a A	97,2 a A
1ª Contagem (%)			
EPAGRI 108	0,0 b B	6,0 b A	0,0 b B
IAC 102	37, a A	33,5 a A	40,5 a A
<b>Valor de F</b>	F (M)	F (C)	F (M X C)
Teor de água	19,4 **	140,19 **	7,07 **
Germinação	4,93 *	78,70 **	6,68 **
1ª Contagem	3,25 ns	408,83 **	9,07 **
<b>CV</b>	Teor de água = 0,81%	Germinação = 4,41%	1ª Contagem = 14,50%

Médias seguidas das mesmas letras (minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. \* e \*\* significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente, e NS - não significativo. (-) A análise foi realizada com valores (x) transformados em  $\sqrt{x+1}$ .

qualidade-fisiológica das sementes entre os tratamentos, pois os graus de umidade encontrados foram todos com valores abaixo do mínimo necessário (13%), o que é bom para o armazenamento. Desta forma, uma das melhores condições para obter qualidade de sementes é a manutenção do embrião em sua mais baixa atividade metabólica, o que pode ser conseguido com menores graus de umidade, pois o teor de água da semente governa a ocorrência de diferentes processos fisiológicos (Carvalho & Nakagawa, 2000).

A porcentagem de germinação das sementes de arroz foi alterada significativamente pelos fatores aplicados, assim como pela sua interação, dos mesmos. Desse modo, se descartam os efeitos isolados e a discussão fundamenta-se no desdobramento da interação manejo de água x cultivares (Tabela 2). Portanto, verificou-se que, em todos os manejos, as sementes do cv. IAC 102 apresentaram maior germinação. Entretanto, um fato a ser ressaltado no cv. EPAGRI 108 é o de que somente na semeadura em solo com lâmina de água, seguido de retirada aos 3 DAS e retorno aos 20 DAS (M2), a porcentagem de germinação esteve abaixo do mínimo exigido de 80% (Amaral, 1983), o que revela uma condição desfavorável para esse lote. Para os demais manejos (M1 e M3), a maior disponibilidade de água nos primeiros estádios de desenvolvimento, apesar de poder prejudicar o perfilhamento, foi essencial na formação de sementes com adequada porcentagem de germinação (Amaral *et al.*, 1983).

No teste de primeira contagem, assim como para germinação, ocorreu efeito da interação. Ao se analisar o desdobramento na primeira contagem, constata-se que houve uma certa proporcionalidade em relação ao que foi verificado para germinação no cv. IAC 102 (Tabela 2), ou seja, em todos os manejos, as sementes desse material apresentaram maior vigor pelo teste de primeira contagem. Todavia, ao se observar o cv. EPAGRI 108, verifica-se que ocorreu uma discrepância entre os resultados desse teste com os apresentados na germinação (Tabela 2), isto é, os manejos de água com maiores germinações (M1 e M3), não apresentaram nenhuma plântula normal na primeira contagem. Para entender o que pode ter ocorrido, deve-se partir do princípio de que os dois cultivares foram colhidos em épocas diferentes. Com isso, aquela colhida mais tardiamente (EPAGRI 108), provavelmente, no momento

da realização do teste, ainda apresentava um percentual grande de sementes com dormência não totalmente superada, ocasionando um atraso no processo de germinação das suas sementes, não originando plântulas normais na primeira contagem, em dois dos tratamentos. A dormência em sementes de arroz, principalmente pós-colheita, pode causar problemas à semeadura imediata, sendo que sua intensidade e persistência variam com o cultivar e em função das condições ambientais de temperatura e umidade (Lago *et al.*, 1997). Em condições normais do ambiente, a perda natural dessa dormência se dá desde poucos dias até vários meses após a colheita, havendo variação conforme o ano e o sistema de cultivo, sendo mais intensa nos cultivares para o sistema irrigado por inundação (Fonseca, 2001). Assim sendo, os cultivares gerados pela pesquisa, até o momento, não apresentam bom desempenho quando pré-germinados, pois, em geral, possuem baixo vigor inicial (Magalhães Junior *et al.*, 2001), em função da dormência.

Essa condição de dormência pode ter influenciado os demais testes de vigor realizados (EA e CE) (Tabela 3), onde se observa que para as duas variáveis em questão ao cv. EPAGRI 108 apresentou qualidade significativamente inferior ao cv. IAC 102, não ocorrendo diferenças entre os manejos de água e a interação entre os fatores. Esse resultado também pode ter ocorrido em função da menor massa de 1000 sementes apresentada pelo cv. EPAGRI 108 (Tabela 1), o que proporcionou sua qualidade inferior. Assim, destaca-se a grande importância dos testes de vigor em predizer as diferenças na capacidade de emergência entre as amostras de sementes de diferentes cultivares (Amaral, 1983).

Pelo teste de envelhecimento acelerado (Tabela 3), verificou-se que, independente da lâmina, o cv. IAC 102 proporcionou sementes mais vigorosas. Em trabalho realizado por Amaral & Ribeiro (1983), sobre o efeito de épocas de drenagem final na produtividade e na qualidade de sementes de arroz, também não se constataram, por meio do envelhecimento acelerado, diferenças para o manejo de água, ocorridas somente entre os cultivares trabalhados.

No sentido de validar o teste de envelhecimento acelerado, analisou-se o grau de umidade das sementes após a incubação (Tabela 4), certificando-se de que as sementes apresentavam o mesmo teor de

água.

Já o valor de condutividade elétrica foi significativamente inferior no cv. IAC 102 em relação a EPAGRI 108 (Tabela 3), ou seja, independente do manejo de água, a menor CE indicou o cultivar com maior vigor. Esse teste rápido se relaciona aos eventos iniciais da seqüência de deterioração das sementes, com a degradação das membranas celulares e a lixiviação de eletrólitos, mostrando relação inversa de valores com a germinação e os outros testes de vigor.

**Tabela 3** - Efeito do manejo de lâmina de água em dois cultivares de arroz irrigado por inundação sobre o vigor de sementes (envelhecimento acelerado - EA, grau de umidade no EA e condutividade elétrica - CE).

Fatores	EA (%)	Grau de umidade EA (%)	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )
<b>Manejo de Água (M)</b>			
M1 <sup>(1)</sup>	66,9 a	24,1 a	78,7 a
M2 <sup>(2)</sup>	63,3 a	25,5 a	82,7 a
M3 <sup>(3)</sup>	65,8 a	24,6 a	82,3 a
<b>Cultivares (C)</b>			
EPAGRI 108	47,8 b	25,6 a	91,9 a
IAC 102	82,8 a	23,8 a	70,6 b
<b>Valor de F</b>			
M	0,40 ns	1,04 ns	1,09 ns
C	106,2 **	4,44 *	78,92 **
M X C	0,35 ns	0,22 ns	0,34 ns
CV	12,8%	8,34%	7,25%

Comparam-se letras na vertical. Médias seguidas por letras iguais dentro de cada fator não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. \* e \*\* significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente, e NS - não significativo

<sup>(1)</sup> Semeadura em solo com lâmina de água de 5cm e manutenção;

<sup>(2)</sup> Semeadura em solo com lâmina de água de 5cm, seguido de retirada da água 3 DAS e retorno aos 20 DAS;

<sup>(3)</sup> Semeadura em solo com lâmina de água de 5cm, seguido da evaporação natural da água e retorno aos 20 DAS.

Portanto, pode-se concluir que existe a viabilidade técnica do cultivo de arroz no sistema pré-germinado, mantendo-se a lâmina de água permanente (5cm), a partir da sementeira, bem como a viabilidade de se efetuar a drenagem ou o esgotamento natural da água 3 DAS, com

retorno aos 20 DAS. Todavia há necessidade de novos estudos, agora em condição de campo, para definir o manejo de água mais adequado no cultivo de arroz irrigado por inundação em sistema pré-germinado (Verneti Junior *et al.*, 2002), visando não só a elevação da produtividade, mas, também, a melhoria da qualidade fisiológica das sementes produzidas.

### CONCLUSÕES

- 1 – Independentemente do cultivar, o manejo de água não proporcionou efeito sobre a massa de 1000 sementes, a produtividade e o vigor de sementes;
- 2 – O cultivar EPAGRI 108, para todos os manejos de água, apresentou produtividade e qualidade de sementes inferiores às do cultivar IAC 102.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M.C. & MACHADO, J.R., 1991. Efeitos do Manejo de Água na Cultura do Arroz (*Oryza sativa* L.) Irrigado por Inundação. **Lavoura Arrozeira**, 44(399): 14-29.
- AMARAL, A.S., 1983. Envelhecimento Precoce: Um Teste de Vigor de Sementes. **Lavoura Arrozeira**, 36(343): 24-25.
- AMARAL, A.S.; POPINIGIS, F.; GOMES, A.S. & ZONTA, E.P., 1983. Influência do Manejo D'água e de Herbicidas no Rendimento e na Qualidade de Sementes de Arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, 5(1): 55-73.
- AMARAL, A.S. & RIBEIRO, A.S., 1983. Efeitos de Épocas de Drenagem Final na Produção e na Qualidade de Sementes de Arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 12., Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Irga, 274p.
- BRASIL., 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 365p.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J., 2000. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. Jaboticabal: FUNEP, 588p.

- EMBRAPA., 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 412p.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA – EPAGRI., 1992. **Sistema de Produção para Arroz Irrigado em Santa Catarina**. Florianópolis, Epagri, 65p. (Sistemas de Produção, 21).
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA – EPAGRI., 1995. Epagri 108, a Nova Cultivar Epagri. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Irga, p.67-68.
- FONSECA, J.R., 2001. Ocorrência e Duração de Dormência em Arroz de Terras Altas e de Várzeas. Santo Antônio de Goiás, Embrapa. (Pesquisa em Foco, 54).
- FORNASIERI FILHO, D. & FORNASIERI, J.L., 1993. **Manual da Cultura do Arroz**. Jaboticabal: FUNEP, 221p.
- HOSHIKAWA, K. **The growing rice plant an anatomical monograph**. In: \_\_\_\_\_. Ripening. Tokyo: Nobunkyo, cap.11, p.255-288.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC, 1997. **Cultivares Elite**. Campinas: IAC, 57p.
- INSTITUTO RIO-GRANDENSE DO ARROZ – IRGA., 1997. Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., Balneário Camboriú. **Anais**. Itajaí: Epagri/Embrapa, 80p.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. & HENNING, A.A., 1991. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informe ABRATES**, 1(2): 15-50.
- LAGO, A.A.; VILLELA, O.V.; BASTOS, C.R. & TISSELLI FILHO, O., 1997. Época de Colheita e Qualidade das Cultivares de Arroz Irrigado ‘IAC-238’ e ‘IAC-242’. **Revista Brasileira de Sementes**, 19(2): 321-326.
- MAGALHÃES JUNIOR, A.M.; FRANCO, D.F.; PETRINI, J.A.;



- ANDRES, A.; SILVA, M.P. & SILVA, G.F.S., 2001. Uso de Soluções Nutritivas na Germinação de Sementes de Arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12., Curitiba. **Anais**. Londrina: Abrates, p.67. (Informativo ABRATES, 11(2))
- MARCOLIN, E. & MACEDO, V.R.M., 2002. Preparo do Solo e Altura da Lâmina de Água no Estabelecimento Inicial das Plantas no Sistema de Cultivo de Arroz Pré-germinado. In: CONGRESSO DA CADEI PRODUTIVA DE ARROZ, 1., REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., Florianópolis. **Anais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, p.392-393. (Documentos, 134).
- MEDEIROS, R.D.; GHELFI FILHO, H.; DARIO, G.J.A.; BOTREL, T.A.; MENDONÇA, F.C.; COSTA, M.C.; HOLANDA, J.S. & FERREIRA, J.O.P., 1996. Efeito do Manejo de Água e de Sistemas de Controle Químico de Plantas Daninhas em Arroz (*Oryza sativa* L.) Irrigado. **Lavoura Arrozeira**, 49(426): 10-15.
- MENEZES, N.L.; MAZARO, S.M. & BRACKMANN, A., 1997. Efeito da Exposição a Diferentes Concentrações de Oxigênio para Superar a Dormência em Sementes de Arroz Irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, 19(2): 375-379.
- RAIJ, B.van; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; DECHEN, A.R. & TRANI, P.E., 1985. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico/SAAESP, 107p.
- SANTOS, A.B., 2001. Resposta da Cultura Principal e da Soca de Arroz Irrigado ao Manejo de Água. Santo Antônio de Goiás, Embrapa. (Pesquisa em Foco, 58).
- SOUZA, P.R.; PEDROSO, B.A.; NOLDIM, J.A.; INFELD, J.A.; GOMES, A.S. & PAULETTO, E.A., 1994. Avaliação Crítica dos Projetos do PNP - Arroz na Área de Práticas Culturais, no Período de 1980 a 1989: Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 4., Goiânia. **Anais**. Goiânia: Embrapa, p.327-341. (Documentos, 40).

- TRONCHONI, J.G., 1999. Cultivo de Arroz no Sistema Pré-germinado no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., Goiânia. **Anais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, p.54-63. (Documentos, 96).
- VERNETTI JUNIOR, F.J.; PETRINI, J.A. & ELY, M.F., 2002. Manejo de Água no Sistema de Cultivo de Arroz Pré-germinado. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1., REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., Florianópolis. **Anais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, p.373-375. (Documentos, 134).