

# Qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado submetidas a ácidos orgânicos<sup>1</sup>

*Physiological quality of seeds of lowland rice submitted to organic acids*

Luiz Augusto Salles das Neves<sup>2</sup>, Cristiane Bastos<sup>2</sup>, Edir Patrick Leal Goulart<sup>3</sup>, Clairomar Emílio Flores Hoffmann<sup>2</sup>

Recebido em 20/08//2009; aprovado em 08/09/2010.

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo verificar o efeito de seis concentrações (zero; 0,017; 0,034; 0,068; 0,136 e 0,272 mol L<sup>-1</sup>) dos ácidos acético e propiônico na qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado da cv. BR IRGA 409. Foram avaliados: germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de emergência, emergência das plântulas, condutividade elétrica, comprimento e biomassa seca da parte aérea e da raiz, clorofila total e área foliar. O aumento da concentração de ambos os ácidos reduziu a germinação, a primeira contagem da germinação, o índice de velocidade de emergência das plântulas e a emergência das plântulas. A condutividade elétrica aumentou significativamente com o aumento da concentração dos ácidos. O comprimento da parte aérea e das raízes foi afetado nas concentrações maiores ( $\geq 0,068$  mol L<sup>-1</sup>). A biomassa seca da parte aérea e da raiz reduziu-se a partir da concentração de 0,068 mol L<sup>-1</sup>. De forma geral, o ácido acético prejudicou a qualidade fisiológica das sementes mais do que o ácido propiônico.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Oryza sativa* L., BR IRGA 409, ácido acético, ácido propiônico, vigor, viabilidade, estresse abiótico.

## SUMMARY

The aim of this study was to determine the effects of six concentrations (zero; 0.017; 0.034; 0.068; 0.136 and 0.272 mol L<sup>-1</sup>) of acetic and propionic acids in the physiological quality of rice cv. BR IRGA 409 seeds. The following items were evaluated: germination, first count of germination, emergency speed index, seedling emergence, electrical conductivity, length and dry biomass of shoot and root, total chlorophyll and leaf area. The increase in concentration of both acids decreased germination, first germination counting, emergence speed index of seedlings, and seedlings emergence. The electrical conductivity was significantly increased by increased concentrations of acids. The lengths of shoot and roots was affected in the highest concentrations ( $\geq 0.068$  mol L<sup>-1</sup>). The dry biomass of shoot and root decreased from the concentration of 0.068 mol L<sup>-1</sup>. In general, the acetic acid has harmed the physiological quality of the rice seeds more than propionic acid.

**KEY WORDS:** *Oryza sativa* L., BR IRGA 409, acetic acid, propionic acid, vigor, viability, abiotic stress.

<sup>1</sup> Parte da Tese de Doutorado defendida pelo primeiro autor ao PPGA/UFPEL.

<sup>2</sup> Departamento de Biologia/CCNE/UFSM. Bolsista CAPES/PICDT. Estrada de Camobi, Km 09, Prédio 16, Sala 3130, 97015-900. E-mail: snaugusto@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Universidade Católica de Pelotas.

## INTRODUÇÃO

A área de arroz irrigado no Rio Grande do Sul atinge cerca de 1,034 milhão de hectares (OLIVEIRA, 2006) e é constituída por solos hidromórficos, representando cerca de 20% da área total do Estado (PINTO et al., 2004). O desenvolvimento de culturas de terras altas nesses solos é prejudicado em função da má drenagem natural, que permite a formação de ambiente anaeróbico, favorecendo a formação de substâncias tóxicas (CAMARGO et al., 2001), pois, o suprimento de oxigênio necessário à germinação das sementes e às plântulas é cerca de 10.000 vezes mais lento do que em solo seco (PONNAMPERUMA, 1972).

A decomposição da matéria orgânica nesses solos, que ocorre em ambiente anaeróbico, promove a liberação de ácidos orgânicos, especialmente os alifáticos de cadeia curta, como os ácidos acético, fórmico, propiônico, butírico e valérico (CAMARGO et al., 1993a). O ácido acético, sendo o primeiro a ser produzido, alcança a concentração de cerca de 5 mM em pH 6,5, conforme a quantidade e a qualidade do material orgânico (LYNCH, 1978; GOMES et al., 2002).

A palha do arroz, que permanece na lavoura, em decomposição pode produzir 14 mmol kg<sup>-1</sup> de ácido acético, durante 14 dias após a inundação e 1,3 mmol kg<sup>-1</sup> de ácido propiônico e 4,8 mmol kg<sup>-1</sup> de ácido butírico durante 28 dias (CAMARGO et al., 2001). Bohmen et al. (2005) relatam que altos teores de ácidos orgânicos são encontrados à uma profundidade de 5,0 cm e com persistência média de 11 dias. A acumulação desses ácidos no solo afeta diretamente as culturas, principalmente pela inibição da respiração e da redução do alongamento celular (CAMARGO et al., 1993b) e da absorção de nutrientes (RAO e MIKKELSEN, 1976; 1977; CAMARGO et al., 1995). A análise de solo é sempre recomendada com vista ao aumento do pH e redução dos efeitos dos ácidos orgânicos.

Com a introdução do sistema de plantio direto nas lavouras de arroz, que prevê a manutenção dos resíduos vegetais sob a superfície do solo nas lavouras de arroz, ocorre maior produção de ácidos orgânicos de baixo peso molecular, limitando o crescimento e a produtividade da cultura nesse sistema. A toxidez

desses ácidos aparece nas fases iniciais de desenvolvimento, por uma baixa germinação, menor crescimento radicular, menor peso e estatura de plântulas (SOUZA e BORTOLON, 2002).

Experimentos no sentido de explicar os efeitos desses ácidos sobre o desenvolvimento das plântulas têm sido realizados, utilizando meios de cultura e/ou solução nutritiva hidropônica, com a adição de ácidos orgânicos (SOUZA e BORTOLON, 2002; KOPP et al., 2007).

O vigor e a viabilidade das sementes têm sido os parâmetros utilizados para observar a sua qualidade fisiológica, inclusive daquelas submetidas a estresse ambiental. A presença de ácidos orgânicos no solo, dificultando o estabelecimento do estande da lavoura de arroz, é um dos fatores ambientais que podem prejudicar a germinação e a viabilidade das sementes. O estudo dos efeitos dos ácidos acético e propiônico sobre as sementes de arroz pode levar ao conhecimento das práticas de solo a serem realizadas para diminuir sua influência sobre as sementes. O objetivo desse trabalho foi de quantificar os efeitos dos ácidos acético e propiônico na qualidade fisiológica de sementes de arroz cv. BR IRGA 409.

## MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal, do Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Pelotas. Sementes de arroz da cultivar BR IRGA 409, da safra 2003/2004, foram embebidas por 90 minutos em soluções de ácido acético e em ácido propiônico nas concentrações zero; 0,017; 0,034; 0,068; 0,136 e 0,272 mol L<sup>-1</sup> e a seguir submetidas aos testes de viabilidade e vigor.

### Primeiro experimento

*Germinação (G)* – foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes por tratamento, utilizando-se como substrato papel do tipo próprio para germinação previamente umedecido com água destilada (2,5 vezes o peso do papel); enroladas e colocadas em câmara BOD na temperatura de 25°C. A leitura foi realizada aos 14 dias após semeadura e os valores foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

*Primeira contagem da germinação (PCG)* – realizada conjuntamente com o teste de germinação aos cinco dias após a semeadura. Os valores foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 1992).

*Condutividade elétrica (CE)* – foi determinada nos períodos de três e 24 horas de incubação, utilizando-se 100 sementes divididas em quatro repetições de 25 sementes por tratamento, as quais foram colocadas em recipientes de vidro com 75 ml de água deionizada e mantidas em germinador com temperatura constante de 25°C, após o pré-tratamento com os ácidos acético e propiônico. A leitura da condutividade elétrica foi realizada em condutivímetro de bancada Digimed CD 21. As leituras foram transformadas pela seguinte fórmula:  $CE = (\text{leitura no condutivímetro} - \text{leitura da água deionizada}) / \text{peso seco das sementes}$ . Os resultados foram expressos em  $\text{mSm}^{-1}\text{g}^{-1}$  (KRYZANOWSKI et al., 1991).

## Segundo experimento

*Índice de velocidade de emergência (IVE)* – quatro repetições de 100 sementes por tratamento foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, contendo areia, sendo que a semeadura foi realizada manualmente à profundidade de três centímetros, aproximadamente. As observações foram realizadas diariamente durante 21 dias e anotado o número de plântulas emergidas por dia até que esse número permanecesse constante. Os valores lidos foram colocados na seguinte fórmula:  $IVE = (E_1 - E_0)/N_1 + (E_2 - E_1)/N_2 + \dots + (E_n - E_{n-1})/N_n$ ; onde  $E_0$  é a contagem no primeiro dia,  $E_1$  no segundo dia, ...,  $E_n$  no enésimo dia,  $N_1$  é o primeiro dia após semeadura,  $N_2$  o segundo dia, ...,  $N_n$  o enésimo dia, segundo Vieira e Carvalho (1994).

*Emergência de plântulas em casa de vegetação (E)* – foi instalado de forma idêntica ao teste de velocidade de emergência em casa de vegetação, com apenas uma contagem aos 21 dias após a semeadura e os resultados foram expressos em porcentagem de emergência das plântulas.

*Comprimento da parte aérea e da raiz e determinação da biomassa seca* – determinados no teste de emergência de plântulas (21 dias), em 10 plântulas por repetição, por tratamento, procedendo-

se a separação da parte aérea das raízes e medindos. Os resultados foram expressos em milímetros. Em seguida, as partes das plântulas (parte aérea e raiz) foram colocadas em estufa a 70°C até peso constante, sendo então pesadas para obter a biomassa seca. Os resultados foram expressos em  $\text{g plântula}^{-1}$ .

*Determinação da clorofila total* – a extração dos pigmentos e a determinação dos teores de clorofila total foram realizados, conforme metodologia descrita por Arnon (1949) e os resultados expressos em  $\text{mg do pigmento g}^{-1}$  matéria fresca.

*Determinação da área foliar* – realizada aos 21 dias após a instalação do teste de emergência das plântulas de arroz. Foram coletadas 10 plântulas por repetição, por tratamento e a parte aérea foi levada ao medidor de área foliar da marca Li-Cor 3000. Os resultados foram expressos em  $\text{mm}^2 \text{plântula}^{-1}$ .

O delineamento estatístico utilizado nos dois experimentos foi o inteiramente casualizado. Os dados em porcentagem foram previamente transformados pela fórmula:  $x = \arcsin (X/100)^{1/2}$  e submetidos a análise de regressão pelo programa Statistica 6.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de germinação de sementes de arroz BR IRG 409 tratadas com diferentes concentrações do ácido acético variou de 94% a 37%, enquanto que as tratadas com ácido propiônico variaram de 94% a 69% (Tabela 1).

Na primeira contagem da germinação das sementes submetidas ao ácido acético a variação foi de 88% a 31%, conforme a concentração do ácido, apesar de que as concentrações zero, 0,017 e 0,034  $\text{mol L}^{-1}$  não diferiram entre si. As tratadas com ácido propiônico a variação ocorreu entre 88% a 50%, decrescendo com o aumento da concentração. Nesse caso a concentração 0,017, 0,034, 0,068 e 0,136  $\text{mol L}^{-1}$  não variaram entre si (Tabela 1). Entre os ácidos observa-se que o acético inibiu mais vigorosamente a germinação e a primeira contagem da germinação que o propiônico a partir da concentração de 0,068  $\text{mol L}^{-1}$ .

A redução da germinação e da primeira contagem da germinação foi encontrada também por Neves et al. (2006) quando submeteram sementes de arroz Epagri 111 a ação do ácido acético, nas

mesmas concentrações aqui testadas. Esses autores verificaram drástica redução da germinação com o incremento da concentração do ácido e que, na concentração de 0,272 mol L<sup>-1</sup>, apenas 2% das sementes germinaram.

Os níveis fitotóxicos de ácidos orgânicos foram encontrados nos estádios iniciais da decomposição da matéria orgânica no solo, especialmente nos três primeiros dias, atingindo a máxima concentração na terceira semana sob anaerobiose (CAMARGO et al., 2001). Por isso, até então, a maior preocupação estava voltada para o estabelecimento das plântulas de arroz. Entretanto, já haviam sido descritos resultados referentes à redução da germinação de sementes de alface como efeito dos ácidos orgânicos, derivados da decomposição anaeróbica da palha de centeio (PATRICK, 1971). Igualmente, Linch (1980) descreve que o ácido acético reduziu em 77% a germinação de sementes de cevada, enquanto que o ácido propiônico reduziu em apenas 35%.

O índice de velocidade de emergência (Tabela 1) decresceu com o aumento da concentração de

ambos os ácidos. Nas concentrações até 0,034 mol L<sup>-1</sup> o efeito dos ácidos acético e propiônico foi não significativo, entretanto nas concentrações acima de 0,068 mol L<sup>-1</sup>, o ácido acético reduziu mais o índice de velocidade de emergência do que o propiônico. Entre os ácidos, observa-se que o acético inibiu mais o índice de velocidade de emergência do que o propiônico a partir da concentração de 0,068 mol L<sup>-1</sup>. A emergência das plântulas (E), medida aos 21 dias após semeadura, foi afetada pela ação de ambos os ácidos (Tabela 1). Percebe-se que as concentrações até 0,034 mol L<sup>-1</sup> tiveram efeitos semelhantes estatisticamente, porém a partir da concentração de 0,068 mol L<sup>-1</sup> o ácido acético reduziu mais a emergência das plântulas de arroz, do que o ácido propiônico.

A emergência deve-se a translocação de substâncias de reserva do endosperma para o eixo embrionário na semente, permitindo o alongamento e a divisão celular. Entre eles estão os açúcares e as proteínas que, pela ação dos ácidos acético e propiônico, nas mesmas concentrações aqui testadas,

Tabela 1 - Germinação (G), primeira contagem da germinação (PCG), emergência de plântulas (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de arroz BR IRGA 409, submetidas a seis concentrações dos ácidos acético e propiônico. Pelotas, RS, 2003/2004.

Tratam. (mol L <sup>-1</sup> )	Ácido acético				Ácido Propiônico			
	G (%)	PCG (%)	IVE	E (%)	G (%)	PCG (%)	IVE	E (%)
zero	94a A	88 aA	13 aA	95 aA	94 aA	88 aA	13 aA	95 aA
0,017	87 aA	86 aA	12 aA	91 aA	86 bA	85 bA	12 aA	89 aA
0,034	87 aA	86 aA	11 bA	85 bA	85 bA	82 bB	11 aA	86 aA
0,068	76 bB	73 bB	6 cB	72 cB	84 bA	82 bA	10 bA	85 bA
0,136	64 cB	54 cB	5 dB	70 cB	84 bA	82 bA	7 cA	82 bA
0,272	37 dB	31 dB	2 eB	25 dB	69 cA	50 cA	5 dA	61 cA
CV (%)	6,81	2,50	4,29	5,29	3,49	8,07	9,89	2,57
F	112,75	152,65	12,17	43,16	37,08	67,23	3,74	30,94

Valores com a mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

foram reduzidos (NEVES, 2005). Por isso, o índice de velocidade de emergência e a emergência, nessas plântulas, reduziram-se com o incremento das concentrações dos ácidos, respaldando os dados aqui obtidos.

O índice de velocidade de emergência foi estudado por Neves et al. (2006) em sementes da cultivar de arroz Epagri 111 submetida ao ácido acético. Esses autores verificaram que, com o aumento da concentração, o IVE diminuiu, sendo que a partir da concentração de  $0,068 \text{ mol L}^{-1}$  esse índice reduziu em mais de 50%.

A condutividade elétrica foi medida a três e a 24 horas do início do teste (Tabela 2). Verifica-se que o ácido acético, no período de três horas do início do teste, da testemunha até a concentração de  $0,068 \text{ mol L}^{-1}$ , não houve diferença significativa, embora o incremento da concentração tenha provocado aumento na liberação dos eletrólitos. Para o ácido propiônico, nesse mesmo período, da concentração  $0,017$  até  $0,136 \text{ mol L}^{-1}$  não houve diferença significativa, embora tenham diferido da testemunha.

A concentração  $0,272 \text{ mol L}^{-1}$  foi a que provocou maior liberação de eletrólitos das sementes de arroz pela ação de ambos os ácidos.

No período das 24 horas após o início do teste de condutividade elétrica observa-se que a diferença estatística em relação a testemunha ocorreu na concentração  $0,068 \text{ mol L}^{-1}$  para o ácido acético e  $0,034 \text{ mol L}^{-1}$  para o ácido propiônico. Entre os ácidos verifica-se que o propiônico provocou maior liberação de eletrólitos devido a germinação do que o ácido acético em ambos os períodos de análise.

O aumento na liberação de eletrólitos na água de incubação durante o processo de germinação é comum, pois se deve à velocidade de reorganização das membranas no interior das sementes. Vieira e Kryzanowski (1999) relataram que a integridade das membranas celulares é variável em função do grau de alterações bioquímicas deteriorativas e/ou danos físicos, podendo ser considerada a causa fundamental de alterações a nível de vigor de sementes. No caso presente, o aumento da concentração dos ácidos reduziu a velocidade de reorganização das membranas

Tabela 2 - Condutividade elétrica de sementes da cultivar BR IRGA 409 tratadas com seis concentrações dos ácidos acético e propiônico em dois períodos de incubação (três e 24 horas). Pelotas, RS, 2003/2004.

Tratamentos ( $\text{mol L}^{-1}$ )	Ácido acético ( $\mu\text{S m}^{-1} \text{ g}^{-1}$ )		Ácido propiônico ( $\mu\text{S m}^{-1} \text{ g}^{-1}$ )	
	3ª hora	24ª hora	3ª hora	24ª hora
Zero	650 bA	2250 bA	650 cA	2250 bA
0,017	650bB	2240 bB	840 bA	2570 bA
0,034	690bB	2190 bB	810 bA	2930 aA
0,068	880bA	2700 aB	880 bA	2980 aA
0,136	1250 aA	2960 aA	890 bB	2970 aA
0,272	1300 aA	3070 aA	1040 aB	2960 aB
CV (%)	15,1	16,5	8,5	7,9
F	7,0	8,4	12,6	11,1

Valores com a mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

nas sementes de arroz BR IRGA 409, aumentando a liberação de exsudatos. Resultados semelhantes foram verificados por Neves e Moraes (2005) em sementes de arroz BR IRGA 410 e Epagri 111, tratadas com ácido acético, nas mesmas concentrações utilizadas no presente estudo.

Estabelecendo-se uma relação entre a condutividade elétrica, primeira contagem da germinação e a germinação, observa-se que decresceram a primeira contagem da germinação e a germinação, quando a condutividade elétrica aumentou, resultado da maior lixiviação de solutos em relação ao tempo e à dose dos ácidos. Nesse caso, a redução da germinação deve ter sido devido à ação dos ácidos orgânicos sobre as membranas celulares, provocando sua lenta reestruturação.

O comprimento da parte aérea e da raiz, aos 21 dias após a semeadura das plântulas cujas sementes foram tratadas com os ácidos acético e propiônico estão na Tabela 3. Observa-se que houve redução da parte aérea como da raiz a partir da concentração de 0,068 mol L<sup>-1</sup> pela ação do ácido acético, embora tenha havido um estímulo no

crescimento nas concentrações 0,017 e 0,034 mol L<sup>-1</sup>. A concentração 0,272 mol L<sup>-1</sup> foi a que provocou maior redução no comprimento da parte aérea e da raiz. Pela ação do ácido propiônico verifica-se estímulo da parte aérea e da raiz na concentração 0,017 mol L<sup>-1</sup> em relação à testemunha. Nas concentrações acima de 0,068 mol L<sup>-1</sup> houve redução significativa da raiz. A concentração 0,272 mol L<sup>-1</sup> foi a que provocou maior redução do comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas de arroz. Comparativamente os efeitos dos ácidos foram estatisticamente diferentes. O ácido acético provocou maior redução tanto da parte aérea como da raiz nas concentrações acima de 0,068 mol L<sup>-1</sup>.

O alongamento da parte aérea e das raízes das plântulas é o produto da translocação de nutrientes desdobrados no endosperma da semente pela ação das enzimas hidrolases. O efeito dos ácidos acético e propiônico sobre as hidrolases,  $\alpha$ -amilase e fosfatase ácida, foi o de redução de sua atividade na plântula de arroz BR IRGA-409 (NEVES, 2005; NEVES et al., 2007). Além disso, esses mesmos autores verificaram que os constituintes químicos como

Tabela 3 - Comprimento da parte aérea e da raiz, aos 21 dias, de plântulas de arroz BR IRGA 409 tratadas com seis concentrações dos ácidos acético e propiônico. Pelotas, RS 2003/2004.

Tratamentos (mol L <sup>-1</sup> )	Comprimento aos 21 dias (mm)			
	Ácido acético		Ácido propiônico	
	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz
zero	189aA	118aA	189bA	118aA
0,017	191aA	134aB	157aB	195aA
0,034	168aA	124aB	140aB	195aA
0,068	126bB	111aB	143aA	169bA
0,136	90cB	70bB	123bA	161bA
0,272	65cB	53cB	96cA	122cA
CV (%)	12,6	13,9	17,1	19,8
F	50,93	21,13	16,35	27,30

Valores com a mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

proteínas, açúcares e amido foram reduzidos pela ação desses ácidos, provocando, portanto, a redução do comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas de arroz.

No cultivo de plântulas de arroz em solução nutritiva suplementada com ácidos acético e butírico, Camargo et al. (1993a) observaram significativa redução no comprimento da parte aérea e na alongação de raízes nas doses mais elevadas, especialmente para o ácido butírico. Esses resultados corroboram com os aqui encontrados, pois a partir da dose de  $0,136 \text{ mol L}^{-1}$  o ácido acético reduziu os comprimentos da parte aérea e raízes significativamente.

Na Tabela 4 estão representados os efeitos dos ácidos acético e propiônico sobre as biomassas secas da parte aérea (BSPA) e da raiz (BSR) das plântulas de arroz BR IRGA 409. Percebe-se que a partir da concentração  $0,068 \text{ mol L}^{-1}$  ambos os ácidos reduziram a parte aérea, enquanto que a raiz somente foi reduzida a partir da concentração  $0,136 \text{ mol L}^{-1}$ .

Entre os ácidos observa-se que tanto a parte aérea quanto a raiz foram mais reduzidas pela ação do ácido acético.

A biomassa seca é o reflexo do acúmulo de carboidratos na parte aérea e nas raízes, assim como do seu comprimento. Como se viu na Tabela 4, principalmente para as raízes, houve estímulo nas concentrações menores ( $\leq 0,068 \text{ mol L}^{-1}$ ) e redução nas maiores ( $\geq 0,136 \text{ mol L}^{-1}$ ), o que se refletiu na biomassa seca das raízes. Resultados semelhantes foram encontrados por Neves et al. (2005) quando submeteram sementes da cultivar Epagri 111 as mesmas concentrações aqui estudadas. Nesse caso a BSPA teve redução com o aumento das concentrações, apesar de ter sofrido pequeno incremento nas concentrações até  $0,068 \text{ mol L}^{-1}$ .

Segundo Donaldson (1976), o significativo incremento no alongamento da raiz, e, conseqüentemente, em sua biomassa seca, por ação dos ácidos acético e propiônico, pode ser explicado como a estimulação no reparo das membranas no

Tabela 4 - Biomassa seca da parte aérea e da raiz, aos 21 dias, de plântulas de arroz BR IRGA 409, oriundas de sementes tratadas com seis concentrações dos ácidos acético e propiônico. Pelotas, RS, 2003/2004.

Tratamentos ( $\text{mol L}^{-1}$ )	Biomassa seca ( $\text{g plântula}^{-1}$ )			
	Ácido acético		Ácido propiônico	
	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz
zero	0,16bA	0,17cA	0,16cA	0,17dA
0,017	0,22aB	0,48aA	0,37aA	0,55aA
0,034	0,28aA	0,42aB	0,32aA	0,47aA
0,068	0,06cB	0,31bB	0,23bA	0,37bA
0,136	0,02cB	0,10dB	0,13dA	0,21cA
0,272	0,02cB	0,10dA	0,11dA	0,10eA
CV (%)	18,6	16,9	18,5	14,2
F	467,70	288,51	53,96	278,53

Valores com a mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

embrião das sementes na rehidratação, assim como resultado da síntese de novo de ácidos graxos, antes do uso dos estoques dos componentes lipídicos.

## CONCLUSÕES

Os ácidos acético e propiônico reduzem a qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES pela Bolsa de Doutorado no programa PICDT e a colaboração da Técnica de Laboratório Luisa dos Santos Meireles e do Auxiliar de Laboratório Rudinei da Silva Teixeira, do Departamento de Biologia, da Universidade Federal de Pelotas, pelo auxílio dado para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v.24, n.1, p.1-15, 1949.
- BHOWMIK, P. C.; DOLL, J. D. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, n.4, p.601-606, 1982.
- BOHNEN, H. et al. Ácidos orgânicos na solução de um gleissolo sob diferentes sistemas de cultivo com arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.3 p.475-480, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 1992. 365p.
- CAMARGO, F. A. O. et al. Acúmulo de nutrientes pelo arroz influenciado pela incorporação de palha em gleissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.19, n.2, p.243-247, 1995.
- CAMARGO, F.A.O. et al. Efeito dos ácidos acético e butírico sobre o crescimento de plântulas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.9, p.1011-1018, 1993a.
- CAMARGO, F.A.O. et al. Produção de ácidos orgânicos voláteis com a adição de palha de arroz em glei sob condições anaeróbicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.17, n.3, p.337-342, 1993b.
- CAMARGO, F. A. O. et al. Aspectos fisiológicos e caracterização da toxidez de ácidos orgânicos voláteis em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, p.523-529, 2001.
- DONALDSON, R. P. Membrane lipid metabolism in germinating castor bean endosperm. **Plant Physiology**, Rockeville, v.57, p.510-515, 1976.
- DUARTE, G. L. Physiological quality of wheat seeds submitted to saline stress. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28 n.1, p.122-126, 2006.
- GALINA, S. **Efeito da Salinidade na Qualidade Fisiológica de Sementes de Arroz (*Oryza sativa* L.) cv El Passo L 144 e de Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv FT Nobre**. 2004. 30p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Curso de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.
- GOMES, A.S. et al. Plantio direto e cultivo mínimo em solos de várzea, com ênfase ao arroz irrigado. In: ENCONTRO DE ARROZ IRRIGADO - USO INTENSIVO E SUSTENTÁVEL DE VÁRZEAS. 2002. Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 2002. p.19-41.
- KOPP, M. M. et al. Níveis críticos dos ácidos acético, propiônico e butírico para estudos de toxicidade em arroz em solução nutritiva. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v.21, n.1, p.147-154, 2007.
- KRYZANOWSKI, F. C. et al. **Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas**. Londrina, v.1, n.2, p.15-53, 1991. Informativo ABRATES.
- LYNCH, J. M. Effects of organic acids on the germination of seeds and growth of seedlings. **Plant Cell and Environmental**, Oxford, v.3, n. 4, p.255-259, 1980.
- LYNCH, J. M. Production and phytotoxicity of acetic acid in anaerobic soils containing plant residues. **Soil Biology & Biochemistry**, Great Britain, v. 10, n.2, p.133-135, 1978.
- NEVES, L. A. S. **Efeito dos ácidos acético e propiônico sobre a qualidade de sementes e o crescimento de plântulas de arroz (cv BR IRGA 409)**. 2005. 68fp. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia,

Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

NEVES, L. A. S.; MORAES, D. M. Análise do vigor e da atividade da  $\alpha$ -amilase em sementes de cultivares de arroz submetidas a diferentes tratamentos com ácido acético. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, n.1, p.35-43, 2005.

NEVES, L. A. S. et al. Influência do ácido acético na qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.4, p.435-442, 2006.

NEVES, L. A. S. et al. Vigor de sementes e atividade bioquímica em plântulas de arroz submetidas a ácidos orgânicos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.13, n.1-2, p.79-88, 2007.

OLIVEIRA, C. F. **Censo da lavoura de arroz irrigado do Rio Grande do Sul – Safra 2004/05**. Porto Alegre: IRGA. 2006. 122p.

PATRICK, Z. A. Phytotoxic substances associated with decomposition in soil of plants residues. **Soil Science**, Philadelphia, v.3, n.1, p.13-18, 1971.

PINTO, L. F. E. et al. Solos de várzeas no sul do Brasil. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr, A. M. (ed.) **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA – Informação Tecnológica. 2004. p.75-95.

PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**, New York, v.24, p.29-96, 1972.

RAO, N.; MIKKELSEN, D. S. Effect of acetic, propionic and butyric acids on young rice seedling growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.4, p.923-928, 1977.

RAO, N.; MIKKELSEN, D. S. Effect of rice straw incorporation on rice plant growth and nutrition. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, n.3, p.752-755, 1976.

VIEIRA, R. D. ; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP. 1994. 55p.

VIEIRA, R. D.; KRYZANOWSKI, F. C. Teste da condutividade elétrica. In: KRYZANOWSKI, F. C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. 218p.