

# QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ, SUBMETIDAS AO ATAQUE DE INSETOS DURANTE O ARMAZENAMENTO<sup>1</sup>

OSCAR JOSÉ SMIDERLE<sup>2</sup>, BENEDITO GOMES DOS SANTOS FILHO, DORA SUELY BARBOSA DOS SANTOS<sup>3</sup>, ALCI ENIMAR LOECK<sup>4</sup> e JOÃO BAPTISTA DA SILVA<sup>5</sup>

RESUMO - Visou-se, no presente trabalho, avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) submetidas a infestações de *Rhizopertha* e *Sitophilus* sp., isoladamente ou em associação, por 180 dias, em laboratório. Utilizaram-se sementes básicas BR-IRGA 410 embaladas em potes de plástico e mantidas em estufa a 27°C. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pela porcentagem de germinação, emergência em casa de vegetação, índice de velocidade de emergência, condutividade elétrica, e composição química. As populações de *Rhizopertha dominica* foram mais ativas na redução do vigor das sementes durante o armazenamento do que as de *Sitophilus* sp. As sementes de arroz infestadas por *Rhizopertha dominica* (Fabricius, 1792) e *Sitophilus* sp. e armazenadas sofreram redução na porcentagem de germinação e na emergência, com aumento na lixiviação de solutos quando infestadas isoladamente por 20 insetos/100 g. As determinações da composição química das sementes de arroz infestadas por *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp. mostraram-se insuficientes para avaliar a qualidade fisiológica. O índice de velocidade de emergência foi o mais relacionado com a porcentagem de emergência em casa de vegetação, e, por consequência, com a qualidade fisiológica das sementes.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, insetos, armazenamento.

## PHYSIOLOGICAL QUALITY OF RICE SEEDS, SUBJECTED TO INSECT INFESTATION DURING STORAGE

ABSTRACT - The aim of this study was to evaluate the physiological quality of rice (*Oryza sativa* L.) seeds submitted to infestation by *Rhizopertha* (Fabricius, 1792) and *Sitophilus* sp., isolated or in combination, for 180 days, in laboratory. Seeds of BR-IRGA 410 were stored in plastic vessels and incubated at 27°C. The physiological quality of seeds was determined by germination percentage, greenhouse emergence, emergence speed index, electrical conductivity, and chemical composition of seeds. The populations of *Rhizopertha dominica* were more effective in reducing rice seed vigor in storage than that of *Sitophilus* sp. Stored rice seeds infested by populations of *Rhizopertha dominica* and *Sitophilus* sp. presented decreased germination percentage and greenhouse emergence, and increased leakage of solutes when infested by 20 insects/100 g. The determination of chemical composition of stored rice seeds infested by *Rhizopertha dominica* and *Sitophilus* sp. appeared to be insufficient to evaluate the physiological quality. The emergence speed index was most related with the greenhouse emergence, and therefore with the physiological quality.

Index terms: *Oryza sativa*, insects, storage.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 21 de outubro de 1997.

Extraído da Dissertação apresentada pelo primeiro autor à Univ. Fed. de Pelotas (UFPel).

<sup>2</sup> Eng. Agr., M.Sc., Univ. Fed. de Pelotas (UFPel), Caixa Postal 354, CEP 96010-900 Pelotas, RS.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr. Sc., Prof. Adjunto, Dep. Botânica, IB/UFPel. Bolsista do CNPq.

<sup>4</sup> Eng. Agr., Dr., Prof. Titular, Dep. Fitos., FAEM/UFPel. Bolsista do CNPq. E-mail: alcienim@ufpel.tche.br

<sup>5</sup> Eng. Agr., Prof. Titular, Livre-Docente, Dep. de Matem. e Estat., IFM/UFPel. Bolsista do CNPq.

## INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, a maior parte das sementes de arroz são armazenadas em sacarias, e, pequena parte, em grandes silos, onde os problemas de conservação agravam-se com o tempo; é freqüente encontrar

sementes de duas safras juntas. A maioria dos centros de armazenamento (engenhos) pos-suem secadores mecânicos que reduzem a umidade rapidamente por meio de correntes de ar quente com temperaturas entre 40 e 50°C, o que diminui o período de alta umidade das sementes, minimizando, assim, sua deterioração. Neste processo, geralmente ocorre a eliminação da infestação de insetos trazidos do campo (Link et al., 1971).

Puzzi (1986) constatou que os insetos praticamente alimentam-se de endosperma na fase inicial, e, depois, do germe, o que causa considerável perda de peso e do poder germinativo das sementes. Algumas espécies destroem somente o germe, causando pequena perda de peso, mas grande efeito na capacidade germinativa. Segundo Guedes (1991), citado por Padilha & Faroni (1993), a *Rhizopertha dominica* é considerada por vários autores como uma das pragas mais destrutivas dos grãos armazenados em todo o mundo.

Oliveira et al. (1990) realizaram trabalho de levantamento dos insetos que atacam arroz armazenado no RS, e verificaram que *R. dominica* foi o inseto mais abundante e freqüente em todos os locais avaliados, seguido por *Sitophilus oryzae*.

Carvalho & Nakagawa (1988) constataram que as sementes atacadas por insetos apresentam, normalmente, menor vigor. Esta incidência de insetos e o efeito por eles provocado podem ter início no período de desenvolvimento e maturação das sementes e pós-colheita, principalmente no armazém, quando as condições ambientais são favoráveis ou quando não se realiza o controle dos insetos. A redução no vigor das sementes é causada pelo consumo de materiais de reserva e da intensa respiração, que pode desencadear outros processos, como o da fermentação e o desenvolvimento de fungos. No armazém, a manutenção da viabilidade depende de fatores como: umidade relativa do ar, teor de umidade das sementes, temperatura do ar, e ação de fungos e de insetos que se desenvolvem nas sementes armazenadas.

A qualidade fisiológica está relacionada com a capacidade da semente de desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela germinação, vigor e longevidade. Para Puzzi (1986), efeitos sobre a qualidade fisiológica geralmente são traduzidos pelo decréscimo na percentagem de germinação, no aumento de plântulas anormais e pela redução do vigor das plântulas. Trabalhos desenvolvidos por Matioli et al. (1978), Matioli & Almeida (1979) e Santos & Oliveira (1991), com *S. oryzae* (L.), em sementes de milho, e Smiderle & Belarmino (1993) em sementes de arroz irrigado, ilustram os parâmetros acima citados.

Diversos são os tipos de danos causados por insetos às sementes, destacando-se as perdas de peso, da pureza física e da qualidade fisiológica. Estes danos podem iniciar-se com o simples ferimento no tegumento, que pode provocar um aumento na intensidade respiratória da semente e conseqüentemente redução do vigor (Carvalho & Nakagawa, 1988). Esta redução pode ser rapidamente detectada pela maior lixiviação de solutos, pelo teste de condutividade elétrica.

Estes solutos citoplasmáticos, liberados durante a embebição de sementes com membranas danificadas, possuem propriedades eletrolíticas, conduzindo cargas elétricas que podem ser medidas com um condutivímetro. Os valores de condutividade são correlacionados com desestruturação das membranas, cujos valores são correlacionados com a germinação e o vigor das sementes (Krzyzanowski et al., 1991).

As larvas e insetos adultos, ao danificarem as sementes, podem comprometer totalmente a viabilidade, dependendo do local do ataque. Smiderle et al. (1993) trabalharam com sementes de arroz infestadas artificialmente por larvas e adultos de *R. dominica*, e observaram aumento significativo no número de plântulas anormais. Em outro trabalho em sementes de arroz infestadas artificialmente por insetos adultos, Smiderle & Belarmino (1993) observaram uma redução de 62% na percentagem de plântulas normais provocada por 30 insetos adultos por 50 g de sementes armazenadas durante 180 dias.

As pesquisas referentes aos aspectos bioquímicos da germinação desenvolvidas por Abdul-Baki & Anderson (1973), Anderson (1973) e Ching (1973), têm contribuído nos avanços alcançados na área de fisiologia de sementes. O conhecimento da composição química é de interesse para a tecnologia de sementes, pois influi tanto no vigor quanto no potencial de armazenamento de sementes. Quanto maior o teor de reservas das sementes, maior será o vigor das plântulas resultantes (Carvalho & Nakagawa, 1988). Nas gramíneas, o vigor das sementes e plântulas está associado ao conteúdo de proteínas do embrião, o qual pode ser incrementado por meio de altas dosagens de N no solo (Delouche, 1992).

Para Heidrich Sobrinho (1974), a degradação protéica tem sido estudada principalmente em sementes em germinação, pela ocorrência de intensa degradação de proteínas de reserva e rápida síntese de proteína pelo embrião. Diferenças no vigor associadas com as características das sementes são geralmente atribuídas à composição química, principalmente com relação à quantidade de reservas ou à eficiência do metabolismo (Hampton & Coolbear, 1990).

O trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a infestações de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp., isoladamente e em associação, por um período de 180 dias, em laboratório.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Embrapa-Centro de Pesquisas Agropecuárias de Clima Temperado (CPACT) e em Laboratórios do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) no período de 20-09-1992 a 20-10-1993.

Utilizaram-se sementes da cultivar BR-IRGA 410, fornecidas pelo Serviço de Produção de Sementes Básicas (SPSB) da Embrapa, onde foram pré-limpadas e secadas até 12% de umidade, em um secador KW2, com ar de secagem a 40°C, sendo posteriormente, pré-limpas e ensacadas para a formação de lotes. Destes lotes, foi separada uma amostra de 50 kg de sementes, da qual, após homogeneização, retirou-se a quantidade necessária para o estudo. As sementes foram analisadas morfológicamente, conforme Link et al. (1971), e apresentaram 5,5% de defeitos nas cascas, sendo 6,5% descascadas; 38,4% ponta aberta; 16,5% abertura lateral e 38,6% danificadas.

Os insetos das espécies *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp., utilizados para a realização das infestações, foram obtidos da criação mantida no Laboratório de Entomologia da Embrapa-CPACT. Os insetos foram contados no dia anterior ao da infestação e colocados em pequenos recipientes de polietileno, onde permaneceram até o momento da infestação. Foram utilizados, nos tratamentos, tanto isoladamente como em combinação, exceto nas testemunhas, 20 ou 40 insetos de cada espécie por 100 g de arroz. Os insetos não foram sexados, e tinham 20 a 30 dias de idade.

As sementes infestadas artificialmente foram armazenadas por um período de 180 dias a partir de setembro de 1992, no interior de uma estufa tipo B.O.D., modelo 347 CD, regulada para temperatura de 27°C e umidade relativa de 65 ± 5%. As embalagens consistiram de potes de plástico com capacidade de 1 kg, com tampa de tela para permitir trocas de ar com o ambiente da estufa. Cada recipiente recebeu 700 g de sementes de arroz com umidade de 12%.

A cada 30 dias foram retirados 100 g de sementes das 24 parcelas, para avaliação da qualidade fisiológica. Os insetos eventualmente presentes foram devolvidos ao recipiente de origem. Os testes realizados encontram-se a seguir relacionados.

O teste de germinação foi realizado em germinador marca Biomatic, à temperatura constante de 25°C, de acordo com as Regras para Análise de Sementes -R.A.S. (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais, anormais, e sementes mortas.

O teste de emergência em casa de vegetação foi conduzido em bandejas de plástico (60 x 40 x 10 cm), contendo areia como substrato. Foram semeadas 50 sementes por linha, à profundidade de 1 cm, num espaçamento de 10 cm. Foram semeadas 12 linhas, de modo que cada linha, consistiu em uma repetição. O número de plântulas emergidas foi anotado diariamente até os 21 dias, e os resultados foram expressos em porcentagem.

O índice de velocidade de emergência foi obtido de acordo com Popinigis (1985), a partir do teste de emergência em casa de vegetação.

O teste de condutividade elétrica foi realizado pelo sistema do béquer ("Bulk System"). Quatro repetições de 25 sementes de arroz foram pesadas, postas em vidros com 80 mL de água deionizada e mantidas em germinador, com temperatura constante de 20°C, por 24 horas. A condutividade elétrica foi determinada em um condutímetro marca Digimed CD-21, de acordo com Krzyzanowski et al. (1991). Os resultados foram expressos em micro-siemens/cm/g de semente.

A composição química das sementes foi avaliada mediante as determinações dos teores de proteínas e aminoácidos solúveis, amido e açúcares solúveis (Ching, 1986), aos 0, 60, 120 e 180 dias de armazenamento. Amostras de 10 g de sementes foram moídas, e da farinha produzida foram retiradas quatro alíquotas de 0,25 g para as determinações.

### Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial (8 x 7 x 3). Fator A= 8 populações de insetos e Fator B= 7 períodos de armazenamento. Os tratamentos utilizados foram:

Fator A - população de insetos: 1) testemunha sem expurgo-TSE; 2) testemunha com expurgo-TCE; 3) 20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*)-Rd20; 4) 40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*)-Rd40; 5) 20 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus*. sp.)-S20; 6) 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus*. sp.)-S40; 7) 3 + 5; [20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 20 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus*. sp.)]-Rd20 + S20; 8) 4 + 6 [40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus*. sp.)]-Rd40 + S40.

Fator B - períodos de armazenamento: 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias a partir da infestação das sementes.

Os dados obtidos em cada teste foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Duncan a 5%, pelo Sistema de Análise Estatística-SANEST (Zonta & Machado 1984). Para analisar os efeitos dos

períodos de armazenamento, aplicou-se a análise de regressão polinomial. As variáveis cujos resultados foram expressos em porcentagem, tiveram seus dados transformados em arco seno da raiz quadrada de X/100.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados apresentados na Tabela 1, verifica-se que a infestação por insetos reduziu em 25,7% a porcentagem de plântulas normais já aos 30 dias, principalmente nos tratamentos combinados (Rd20 + S20 e Rd40 + S40). Essa redução foi ainda mais drástica aos 60 dias de armazenamento, quando a porcentagem de plântulas normais diminuiu de 84,7% para 34%. Conseqüentemente, observou-se aumento acentuado no percentual de plântulas anormais a partir dos 30 dias de armazenamento. Observou-se, também, aumento do número de sementes mortas, mas em menor intensidade, o que sugere que o ataque de insetos afetou mais o vigor do que o poder germinativo das sementes. Fica comprovada a ação mais prejudicial das populações de *R. dominica* em relação ao *Sitophilus* sp., o qual, isoladamente, não apresentou diferença entre populações (Tabela 1). Matioli & Almeida (1979) verificaram, em sementes de milho infestadas por *S. oryzae*, que o aumento de suas populações reduziu o poder germinativo das sementes.

**TABELA 1. Porcentagem de plântulas normais e anormais, e sementes mortas da cultivar de arroz BR-IRGA 410, com e sem infestação de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp., durante 180 dias de armazenamento. Pelotas, RS, 1992/1993<sup>1</sup>.**

Tratamentos <sup>2</sup>	Períodos de armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
Plântulas normais							
TSE	86,3a	87,0a	84,7a	86,0a	83,3a	78,7a	79,3a
TCE	87,7a	86,3a	82,0a	82,0b	83,4a	79,3a	79,3a
Rd20	88,0a	71,0b	55,0b	47,3c	45,3b	41,3cd	38,3c
Rd40	87,0a	69,0b	39,6d	40,0d	37,0c	38,0d	34,0d
S20	86,0a	70,7b	44,3c	45,6c	47,7b	46,7bc	48,0b
S40	87,3a	68,0b	40,3cd	47,7c	44,7b	44,7bc	45,3b
Rd20 + S20	85,0a	62,3c	37,0de	39,0d	35,6c	31,6e	32,0d
Rd40 + S40	85,7a	61,3c	34,0e	36,0d	33,7c	30,3e	31,6d
Plântulas anormais							
TSE	6,6ab	7,0d	8,3d	7,6c	7,3c	10,7d	11,7d
TCE	4,6b	6,0d	9,3d	9,3c	8,7c	10,0d	10,3d
Rd20	5,4ab	18,6c	30,6c	32,7b	25,3b	25,6c	29,6c
Rd40	5,2ab	18,6c	41,7b	36,9ab	34,7a	31,3b	32,0bc
S20	6,0ab	21,0c	44,6ab	38,0ab	34,0a	32,0b	33,7abc
S40	5,3ab	23,3bc	49,7a	39,0a	37,0a	38,0a	34,7abc
Rd20 + S20	6,6ab	29,0a	48,0a	38,0ab	34,0a	33,1ab	37,7a
Rd40 + S40	7,6a	26,3ab	48,7a	33,5ab	37,7a	31,6b	36,6ab
Sementes mortas							
TSE	7,0a	6,0c	6,9d	6,3e	9,3c	10,7d	9,0c
TCE	7,6a	7,6bc	8,0cd	8,6e	7,9c	10,7d	10,3c
Rd20	6,3a	10,3ab	14,3ab	20,2bc	29,3a	32,9ab	32,0a
Rd40	7,3a	12,3a	18,6a	22,8b	31,5a	30,6b	34,0a
S20	7,9a	8,3bc	11,0bc	16,3cd	18,3b	21,3c	18,3b
S40	7,9a	8,6abc	9,9cd	13,3d	18,3b	17,3c	19,9b
Rd20 + S20	8,3a	8,7abc	15,0a	22,9b	30,2a	34,8ab	30,3a
Rd40 + S40	6,7a	12,3a	17,2a	33,6a	28,6a	38,0a	31,6a

<sup>1</sup> Numa mesma coluna, letras distintas diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

<sup>2</sup> TSE: testemunha sem expurgo; TCE: testemunha com expurgo; Rd20: 20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*); Rd40: 40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*); S20: 20 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); S40: 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); Rd20 + S20; 20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 20 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); Rd40 + S40: 40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.).

Com relação aos períodos de armazenamento, verifica-se que houve uma drástica redução na porcentagem de germinação das sementes, proporcionalmente ao tempo em que elas ficaram expostas à infestação. O mesmo foi verificado em sementes de milho por Matioli et al. (1978), Matioli & Almeida (1979), Puzzi (1986), Carvalho & Nakagawa (1988), Santos & Oliveira (1991), e, em sementes de arroz irrigado, por Smiderle et al. (1993) e Smiderle & Belarmino (1993), que observaram, em arroz armazenado, em casca, por 180 dias infestado por *R. dominica*, uma redução de 62% na porcentagem de plântulas normais.

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 2, observam-se diferenças significativas entre as testemunhas e os demais tratamentos, a partir de 30 dias de armazenamento. Verifica-se, ainda, que tanto a emergência quanto a velocidade desse processo (IVE) foram reduzidas pela infestação, sendo o efeito mais marcante nos tratamentos com presença de *R. dominica*.

Os resultados obtidos neste trabalho concordam com os de Carvalho & Nakagawa (1988), os quais verificaram que os insetos causam danos aos tegumentos das sementes, reduzindo-lhes o vigor.

Para os tecnologistas e produtores de sementes, a obtenção de resposta rápida sobre o estado fisiológico das sementes é fundamental. A redução do vigor das sementes pode rapidamente ser detectada, com base na lixiviação de solutos, observada na leitura do condutivímetro (Carvalho & Nakagawa, 1988). Os valores de condutividade elétrica são correlacionados com a desestruturação das membranas e correlacionam-se com a viabilidade e o vigor das sementes (Krzyzanowski et al., 1991).

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostraram diferenças significativas entre as testemunhas e os demais tratamentos a partir de 30 dias de armazenamento, indicando que a permeabilidade das membranas foi afetada pela infestação por insetos, e houve aumento acentuado na concentração de solutos lixiviados, no período de 60 a 180 dias, principalmente nos tratamentos onde houve infestação por *R. dominica* isolada ou em combinação com *Sitophilus* sp.

**TABELA 2. Porcentagem de emergência em casa de vegetação e índice de velocidade de emergência de sementes de arroz da cultivar BR-IRGA 410 sob diferentes níveis de infestação com *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp., após diferentes períodos de armazenamento. Pelotas, RS, 1992/1993.**

Tratamentos <sup>2</sup>	Períodos de armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
Emergência em casa de vegetação							
TSE	49,7a	79,4a	81,3a	84,7a	85,3a	80,7a	80,0a
TCE	54,0a	79,3a	78,7a	82,7a	82,7a	80,1a	80,2a
Rd20	54,7a	57,3b	43,9de	57,3bc	45,9c	43,3cd	46,7b
Rd40	54,0a	54,7b	51,3bc	55,3c	43,9c	45,3bcd	46,7b
S20	52,7a	54,0b	52,7bc	62,7b	64,0b	51,3b	43,9b
S40	55,7a	53,3b	58,0bc	58,0b	48,0c	49,3bc	43,3b
Rd20 + S20	51,3a	51,3b	48,6cd	45,3d	48,0c	48,7bc	46,0b
Rd40 + S40	53,3a	56,7b	41,3e	44,6d	45,3c	41,3d	31,9c
Índice de velocidade de emergência							
TSE	4,2a	4,8a	5,6a	7,2a	8,9a	6,1a	7,0a
TCE	4,2a	4,7a	5,1b	7,1a	8,6b	5,9a	7,0a
Rd20	4,0a	3,2b	2,1d	3,5c	2,2e	2,0c	2,6b
Rd40	4,1a	2,9cd	2,1d	3,1d	1,8f	1,9c	2,2c
S20	4,2a	2,9cd	2,9c	3,8b	3,3c	2,3b	2,1c
S40	4,1a	2,7d	2,6c	3,3cd	3,2c	2,3b	2,4bc
Rd20 + S20	4,1a	2,7d	2,7c	2,7e	2,6d	2,1bc	2,2c
Rd40 + S40	4,1a	3,1bc	2,3d	2,5e	2,3de	1,2d	1,3d

<sup>1</sup> Numa mesma coluna, letras distintas diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

<sup>2</sup> TSE: testemunha sem expurgo; TCE: testemunha com expurgo; Rd20: 20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*); Rd40: 40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*); S20: 20 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); S40: 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); Rd20 + S20: 20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 20 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); Rd40 + S40: 40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.).

A infestação por insetos reduziu tanto a percentagem de emergência quanto a velocidade de emergência (IVE) (Tabela 2), e aumentou a concentração de solutos lixiviados (Tabela 3), o que mostra correlação positiva entre essas variáveis na avaliação do vigor das sementes infestadas. Os resultados obtidos neste trabalho concordam com os observados por Carvalho & Nakagawa (1988) e Krzyzanowski et al. (1991).

**TABELA 3. Condutividade elétrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$  semente) do lixiviado das sementes de arroz cultivar BR-IRGA 410 sem e com infestação de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp., após diferentes períodos de armazenamento. Pelotas, RS, 1992/1993<sup>1</sup>.**

Tratamentos	Períodos de armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
TSE	13,4a	15,7d	20,0d	17,6e	17,6d	13,5e	14,5d
TCE	13,3a	19,0d	19,9d	16,9e	18,0d	13,4e	14,2d
Rd20	12,9a	32,4ab	29,4bc	40,0d	40,8ab	37,9b	31,1b
Rd40	12,9a	34,0a	30,5b	44,9bc	41,5ab	32,3c	29,2bc
S20	12,8a	29,8bc	26,6c	42,2cd	34,2c	24,5d	27,5bc
S40	12,9a	27,7c	27,7bc	48,1ab	39,0b	26,1d	26,9c
Rd20 + S20	12,9a	31,7ab	36,0a	48,6ab	43,1a	38,5b	29,6bc
Rd40 + S40	13,0a	32,8a	38,0a	49,8a	40,3ab	52,8a	37,4a

<sup>1</sup> Numa mesma coluna, letras distintas diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

<sup>2</sup> TSE: testemunha sem expurgo; TCE: testemunha com expurgo; Rd20: 20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*); Rd40: 40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*); S20: 20 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); S40: 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); Rd20 + S20: 20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 20 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); Rd40 + S40: 40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.).

Examinando-se as Tabelas 4 e 5, observa-se que os tratamentos só provocaram diferenças significativas nos teores de proteínas, aminoácidos solúveis, amido e açúcares solúveis, a partir de 60 dias de armazenamento. Isto demonstra que esses parâmetros não são adequados para avaliar a qualidade fisiológica, uma vez que esta, aos 30 dias de armazenamento, já acusava alterações, conforme pode ser verificado pelas Tabelas 1, 2 e 3.

Estudando-se a correlação entre os parâmetros medidos, germinação, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência, proteínas, aminoácidos, amido, açúcares solúveis e porcentagem de emergência de plântulas em casa de vegetação, utilizando esta como variável dependente, observa-se que o índice de velocidade de emergência é o que mais estreitamente está relacionado, e de forma positiva, com a emergência de plântulas em casa de vegetação (Tabela 6).

**TABELA 4. Proteínas e aminoácidos solúveis ( $\mu\text{g}/\text{semente}$ ) nas sementes de arroz cv. BR-IRGA 410 sem e com infestação de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp., após diferentes períodos de armazenamento. Pelotas, RS, 1992/1993<sup>1</sup>.**

Tratamento <sup>2</sup>	Períodos de armazenamento (dias)			
	0	60	120	180
	Proteínas solúveis			
TSE	22,70a	19,40bc	23,00d	23,60d
TCE	22,70a	20,70abc	22,70d	23,60d
Rd20	21,90a	19,10c	26,10bc	29,70ab
Rd40	22,30a	19,90abc	29,50ac	31,20a
S20	21,80a	21,60ab	25,60c	27,90bc

S40	22,60a	22,20a	25,80a	27,40c
Rd20 + S20	22,10a	20,80abc	28,50c	28,40bc
Rd40 + S40	22,30a	21,00abc	28,20ab	30,90a
Aminoácidos solúveis				
TSE	4,36a	6,32bc	4,48d	4,86c
TCE	4,40a	6,38b	4,62cd	4,83c
Rd20	4,33a	7,52a	8,12bc	7,17a
Rd40	4,40a	6,27bc	8,13b	6,85a
S20	4,39a	4,37e	5,03c	4,27d
S40	4,36a	5,55d	4,90cd	5,32bc
Rd20 + S20	4,42a	7,67a	9,41a	5,00c
Rd40 + S40	4,49a	5,85cd	9,39a	5,57b

<sup>1</sup> Numa mesma coluna, letras distintas diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

<sup>2</sup> TSE: testemunha sem expurgo; TCE: testemunha com expurgo; Rd20: 20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*); Rd40: 40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*); S20: 20 insetos/100 g de sementes-*S20* (*Sitophilus* sp.); S40: 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); Rd20 + S20: 20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 20 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); Rd40 + S40: 40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.).

**TABELA 5. Amido e açúcares solúveis (mg/semente) nas sementes da cv. arroz BR-IRGA 410 sem e com infestação de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp., após diferentes períodos de armazenamento. Pelotas, RS, 1992/1993<sup>1</sup>.**

Tratamentos <sup>2</sup>	Períodos de armazenamento (dias)			
	0	60	120	180
Amido				
TSE	1061,40a	1467,30b	2210,40b	2186,40d
TCE	1064,20a	1466,60b	2200,70b	2172,40d
Rd20	1067,70a	1532,80a	2256,40b	2272,40c
Rd40	1064,30a	1548,00a	2091,20c	2031,10e
S20	1062,80a	1536,80a	2094,20c	2529,80a
S40	1065,60a	1596,30a	2037,60c	2424,30b
Rd20 + S20	1071,80a	1327,80d	2496,30a	2148,50d
Rd40 + S40	1067,20a	1395,30c	2251,60b	1984,10e
Açúcares solúveis				
TSE	16,73a	16,43d	14,90f	15,32d
TCE	16,87a	16,41d	15,07f	15,33d
Rd20	17,57a	15,45e	21,49c	20,46b
Rd40	17,11a	14,02f	21,64c	22,30a
S20	16,70a	17,95c	16,31e	18,00c
S40	17,02a	17,62c	17,32d	18,00c
Rd20 + S20	17,33a	19,02b	28,39a	18,49c
Rd40 + S40	17,17a	20,10a	24,64b	21,19b

<sup>1</sup> Numa mesma coluna, letras distintas diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5%.

<sup>2</sup> TSE: testemunha sem expurgo; TCE: testemunha com expurgo; Rd20: 20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*); Rd40: 40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*); S20: 20 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); S40: 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); Rd20 + S20: 20 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 20 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.); Rd40 + S40: 40 insetos/100 g de sementes (*R. dominica*) + 40 insetos/100 g de sementes (*Sitophilus* sp.).

**TABELA 6. Correlação da emergência de plântulas em casa de vegetação com a germinação, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência (IVE), proteínas solúveis, aminoácidos solúveis, amido e açúcares solúveis em sementes de arroz BR-IRGA 410 (n=168).**

Variáveis	Variação	Média	Desvio padrão	Coefficiente de correlação
Germinação	28-90	58,92	21,24	0,67**
Condutividade	10-56,6	28,37	11,70	-0,55**
IVE	0,84-8,94	3,61	1,78	0,88**
Proteínas	18,2-43,98	24,98	4,17	-0,44**
Aminoácidos	4,18-9,7	5,72	1,55	-0,00017ns
Amido	1051-2614	1744	508,19	-0,0561ns
Açúcar	13,82-28,60	18,2	3,04	-0,319ns
Emergência	28-86	56,78	14,30	----

\*\* Significativo a 1%; ns- não-significativo.

## CONCLUSÕES

1. O vigor das sementes de arroz armazenadas, quando igualmente infestadas, é mais prejudicado por *Rhizopertha dominica* do que por *Sitophilus* sp.
2. Sementes de arroz infestadas por *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp., na proporção de 20 ou mais insetos/100 g de sementes, acusam, a partir de 30 dias do início do armazenamento, redução na qualidade fisiológica.
3. Os teores de proteínas, aminoácidos, amido e açúcares solúveis não são adequados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, porque esta é alterada antes que aqueles acusam diferenças.
4. O parâmetro índice de velocidade de emergência de plântulas é o mais estreitamente relacionado com a qualidade fisiológica das sementes.

## REFERÊNCIAS

- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Vigor determination in soybean seed multiple criteria. **Crop Science**, v.13, n.6, p.630-633, 1973.
- ANDERSON, J.A. Metabolic changes associated with senescence. **Seed Science and Technology**, v.1, n.1, p.401-416, 1973.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. rev. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- CHING, T.M. Biochemical aspects of seed vigor. **Seed Science and Technology**, v.1, n.1, p.73-88, 1973.
- CHING, T.M. **Curso de fisiologia do desenvolvimento da semente, 1986, Pelotas**. Pelotas: CETREISEM Instituto de Biologia, UFPel, 1986.
- DELOUCHE, J.C. Estrategia para realizar la calidad de las semillas: Memórias - Painel Sobre Avanços em Tecnologia de Semillas. In: SEMINARIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 1992, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Santa Cruz: [s.n.], 1992. 381p.



- HAMPTON, J.G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance-can vigor testing provide an answer. **Seed Science and Technology**, v.2, n.18, p.215-228, 1990.
- HEIDRICH SOBRINHO, E. **Diversidade Enzimática em *Zea mays* L. e sua correlação com a heterose**. Porto Alegre: UFRGS, 1974. 95p. Tese de Doutorado.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo Abrates**, v.1, n.2, p.15-50, 1991.
- LINK, D.; ROSSETO, C.J.; IGUE, T. **Resistência relativa de variedades de arroz em casca, ao ataque de *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763), *S. zeamais* Motschusky, 1855 e *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) em condições de laboratório**. Santa Maria: UFSM, 1971. 70p. (Boletim técnico, 2).
- MATIOLI, J.C.; ALMEIDA, A.A. de. Alterações nas características químicas dos grãos de milho causadas pela infestação de *Sitophilus oryzae* (L., 1763) - nitrogênio total e carboidratos. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.4, n.1, p.57-68, 1979.
- MATIOLI, J.C.; ALMEIDA, A.A. de; MATIOLI, C.H. Efeitos da infestação do *Sitophilus oryzae* (L., 1763) sobre a germinação de sementes de milho armazenado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.3, n.4, p.15-18, 1978.
- OLIVEIRA, J.V.; LOECK, A.E.; DUTRA, J.L.V. Levantamento dos insetos que ocorrem em arroz armazenado no Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.43, n.390, p.3-4, 1990.
- PADILHA, L.; FARONI, L.P.D'A. Importância e forma de controle de *Rhizopertha dominica* (F.) em grãos armazenados. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMAZENADOS, 1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1993. p.52--58. 147p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de Sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1985. 289p.
- PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 1917p.
- SANTOS, J.P.; OLIVEIRA, A.C.de. **Perda de peso em grãos armazenados, devido ao ataque de insetos**. Sete Lagoas, Embrapa-CNPMS: 1991. 6p. (Comunicado técnico, 6).
- SMIDERLE, O.J.; BELARMINO, L.C. Danos provocados por *Rhizopertha dominica* Fabricius, 1792 (Col., Bostrychidae) em sementes de arroz irrigado armazenadas. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa-CPACT, 1993. p.205 (Embrapa--CPACT. Documentos, 1).
- SMIDERLE, O.J.; BELARMINO, L.C.; GATTI, M.M. Danos provocados por *Rhizopertha dominica* Fabricius, 1792 (Col., Bostrychidae) em sementes de arroz. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMAZENADOS, 1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1993. 147p.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores - SANEST**. Pelotas: UFPel, 1984. 141p.