

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa* L.) SUBMETIDAS AO ATAQUE DE *Rhizopertha dominica* Fabricius E *Sitophilus* sp. DURANTE O ARMAZENAMENTO¹

O.J. SMIDERLE²; B.G. DOS SANTOS FILHO³; D.S.B. DOS SANTOS³; A.E. LOECK⁴ e J.B. DA SILVA⁵

RESUMO - Objetivou-se verificar os danos provocados pela infestação artificial de *Rhizopertha dominica* e de *Sitophilus* sp., isolados e em associação, na qualidade física e fisiológica de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) armazenadas em laboratório, por 180 dias. Sementes básicas da cv. BR-IRGA 410, com umidade de 12%, foram infestadas e armazenadas de setembro/1992 a março/1993, em potes plásticos, no interior de uma estufa tipo BOD. A avaliação da qualidade física das sementes foi realizada através de determinação da percentagem de sementes infestadas, do grau de umidade, de peso de 100 sementes e da perda de peso durante o armazenamento, enquanto a avaliação da qualidade fisiológica foi realizada através do teste de germinação, da emergência em casa de vegetação, do índice de velocidade de emergência e da condutividade elétrica, a cada 30 dias, durante os 180 dias de armazenamento. Os resultados evidenciaram que as populações de *Rhizopertha dominica* foram mais ativas na redução do vigor de sementes de arroz irrigado durante o armazenamento do que as de *Sitophilus* sp. As sementes de arroz irrigado infestadas artificialmente por populações de *Rhizopertha dominica* e de *Sitophilus* sp. sofreram redução no peso, na percentagem de germinação e na emergência em casa de vegetação, com aumento na lixiviação de solutos mesmo quando infestadas por, pelo menos, 20 insetos/100g.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, armazenamento, *Rhizopertha dominica*, *Sitophilus* sp.

PHISICAL AND PHISIOLOGICAL QUALITY OF IRRIGATED RICE SEEDS SUBMITTED TO ATTACK OF *Rhizopertha dominica* Fabricius e *Sitophilus* sp.

ABSTRACT - The objective of this work was to verify the damage provoked by artificial infestation of *Rhizopertha dominica* and *Sitophilus* sp., isolated and in association, on physical and physiological quality of irrigated rice seeds stored for 180 days in the laboratory. Basic seeds of cultivar BR-IRGA 410 with 12% moisture content were stored from September 1992 to March 1993 in plastic pots kept in a BOD. type oven stove. Physical quality evaluation was made by quantifying infested seeds, moisture content, 100 seeds weight, and loss of weight during storage, whereas the evaluation of seed physiological quality was made through germination percentage, greenhouse emergency, speed emergency index, and electrical conductivity. The evaluations were carried out every 30 days over a 180 day storage period. The results showed that the populations of *Rhizopertha dominica* were more active in reducing the vigor of irrigated rice seeds under storage, as compared to the ones of *Sitophilus* sp. The irrigated rice seeds artificially infested by populations of *Rhizopertha dominica* and *Sitophilus* sp. during stored, showed reducing in the weight, germination percentage, and greenhouse emergency while leakage of increased solutes when infested by twenty insects/100g seeds.

Index terms: *Oryza sativa*, storage, *Rhizopertha dominica*, *Sitophilus* sp.

INTRODUÇÃO

O Brasil produz anualmente mais de cinco milhões de toneladas de arroz com casca, em todas as regiões do país, desde o Rio Grande do Sul até o Acre. No Rio Grande do Sul, mais de dois milhões de pessoas dependem da economia orizícola,

computando-se os produtores e aqueles que exercem atividades nos quase oitocentos engenhos.

As sementes são armazenadas para que permaneçam em boas condições vitais de um cultivo a outro. Durante esse período uma série de fatores podem atuar na sua qualidade. Após a colheita, as sementes são submetidas a algumas operações para sua conservação. Entre estas, destacam-se a pré-limpeza, a secagem e o armazenamento, além daquelas destinadas a manter a qualidade do produto já armazenado, como a aeração, o expurgo, a retificação da secagem, quando necessário e outras (Ortels, 1982).

Nos EUA, Toker (1920) já observava que *Rhizopertha dominica* Fabricius era um dos insetos mais comuns que infestava arroz com casca. Em Pelotas, Rombaldi (1988)

¹ Aceito para publicação em 31.01.97; parte da Dissertação de Mestrado em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

² Engº Agrº, MSc., UFPEL, Cx. Postal 354, CEP 96010-900 - Pelotas, RS.

³ Prof. Adjunto, Dr., Depto. Botânica, IB/UFPEL. Bolsista do CNPq.

⁴ Prof. Titular, Dr., Depto. Fitossanidade, FAEM/UFPEL. Bolsista do CNPq.

⁵ Prof. Titular, Livre Docente, Depto. de Matemática e Estatística, IFM/UFPEL. Bolsista do CNPq.

observou perdas médias de peso seco de 1,74% para a variedade Bluebelle e 1,94% para a BR/IRGA-409. Bertels & Martins (1974) indicaram *Sitophilus oryzae* e *Sitotroga cerealella* como as pragas mais importantes para o arroz armazenado. Breese (1965), usando três variedades de arroz, em casca, verificou que *R. dominica* e *Sitophilus oryzae* somente eram capazes de infestar arroz com casca quando ocorressem defeitos naturais ou induzidos. Grãos sadios não seriam infestados, mesmo quando o teor de umidade estivesse elevado.

Puzzi (1986) descreveu os insetos que atacam as sementes armazenadas, mencionando suas principais características, os fatores que afetam as populações de insetos (temperatura, grãos quebrados, composição da atmosfera de armazenamento e teor de umidade dos grãos) e os prejuízos causados. Agrupou os danos em quatro itens: a) criação de bolsas de calor na massa de grãos; b) poluição da massa de grãos; c) disseminação de fungos na massa de grãos; d) desvalorização do produto. Na fase inicial os insetos se alimentam quase que exclusivamente do endosperma e depois do embrião, o que causa perda de peso, de nutrientes e do poder germinativo.

Segundo Guedes (1991), citado por Padilha & Faroni (1993), *R. dominica* é considerada por vários autores como uma das pragas mais destrutivas dos grãos armazenados em todo o mundo. Gassen (1993), ao comentar alguns aspectos do manejo de pragas em sementes armazenadas reportou-se a elas como componentes de um ecossistema a parte.

As sementes atacadas por insetos, segundo Carvalho & Nakagawa (1988), normalmente apresentam menor vigor. Esta incidência e efeito podem ter início no próprio campo, nos períodos de desenvolvimento e maturação das sementes e durante a pós-colheita, principalmente no armazenamento, quando as condições ambientais são favoráveis ou quando não se realiza o controle dos insetos. As espécies que surgem nos armazéns reduzem o vigor das sementes devido ao consumo das reservas e à intensa respiração, que pode desencadear outros processos, como a fermentação, o desenvolvimento de fungos e a deterioração das sementes. O tratamento das sementes com produtos químicos é importante na preservação do vigor, por evitar ou reduzir a ação negativa dos insetos. A rápida emergência no campo se constitui num atributo importante de escape das plantas às condições adversas de clima, solo e ao ataque de pragas além da competição com espécies invasoras (Tomer & Maguire, 1990).

O nível da qualidade inicial das sementes, segundo Carvalho & Nakagawa (1988), é afetado por diversos fatores. Após a semente chegar no armazém, a manutenção da viabilidade depende de fatores como: umidade relativa do ar ou grau de umidade; temperatura do ar; ação de fungos e ação de insetos.

Oliveira et al. (1990) levantaram os insetos que atacam o arroz armazenado no Rio Grande do Sul e verificaram que *R. dominica* foi o inseto mais abundante e freqüente em todos os locais avaliados, seguido por *S. oryzae*. Padilha & Faroni (1993)

também destacam o gênero *Sitophilus* e *R. dominica* como as principais pragas encontradas no armazenamento de arroz, milho e trigo.

A qualidade fisiológica está relacionada com a capacidade da semente desempenhar funções vitais, como a germinação, vigor e longevidade enquanto a qualidade sanitária compreende a condição da semente quanto à presença e grau de incidência de microrganismos e insetos (AOSA, 1983).

Os efeitos sobre a qualidade fisiológica, para Puzzi (1986), geralmente são traduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, no aumento de plântulas anormais e pela redução do vigor das plântulas. Trabalhos desenvolvidos por Matioli & Almeida (1979) e Santos & Oliveira (1991) com *S. oryzae* em sementes de milho e Smiderle & Belarmino (1993) em sementes de arroz irrigado, ilustram bem esses parâmetros.

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 a simples injúria no tegumento, o que pode provocar um aumento na intensidade respiratória da semente e conseqüentemente a redução do vigor (Carvalho & Nakagawa, 1988). A redução do vigor pode ser rapidamente detectada através do teste de condutividade elétrica, que mede a lixiviação de solutos, liberados durante a embebição das sementes, através das membranas danificadas. 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).

A larva e/ou inseto adulto, ao alimentarem-se da semente, podem comprometer totalmente a viabilidade, dependendo do local do ataque. Smiderle & Belarmino (1993) trabalhando com sementes de arroz infestadas artificialmente por larvas e adultos de *R. dominica*, observaram aumento inicial significativo no número de plântulas anormais. Segundo Santos (1993) e Padilha & Faroni (1993), as perdas causadas por pragas de sementes armazenadas são grandes, quer sejam quantitativas ou qualitativas. Segundo os autores, 50% dessas perdas são atribuídas à ação dos insetos.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar os danos provocados pela infestação artificial de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp. isoladamente e em associação, na qualidade física e fisiológica de sementes de arroz irrigado armazenadas em laboratório, por 180 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia e na Casa de Vegetação do Centro de Pesquisas Agropecuárias de Clima Temperado (CPACT), órgão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), nos laboratórios Didático de Análise de Sementes, de Fisiologia Vegetal e de Genética da Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Foram utilizadas sementes básicas de arroz irrigado cv. BR-IRGA 410, da safra 91/92, colhidas com umidade de 20%. Levadas ao Serviço de Produção de Sementes Básicas (SPSB), da EMBRAPA, foram pré-limpas e secas até 12% de umidade, sendo posteriormente, limpas e ensacadas para a formação de lotes. Destes, foi separada uma amostra de 50kg de sementes, da qual, após homogeneização, retirou-se a quantidade necessária ao estudo.

Os insetos das espécies *R. dominica* Fabricius, (1792), (Coleoptera, Bostrichidae) e *Sitophilus* sp., utilizados para as infestações foram obtidos da criação mantida no Laboratório de Entomologia da EMBRAPA-CPACT. Os insetos de cada espécie foram contados separadamente no dia anterior ao da infestação. Em cada pote estava a população que foi colocada em cada repetição dos tratamentos, ou seja, nos tratamentos isolados ou em associação em cada repetição foram introduzidos 140 e 280 insetos adultos de cada espécie para as populações de 20 e 40 insetos por 100g de sementes, respectivamente.

As sementes infestadas artificialmente foram armazenadas por um período de 180 dias a partir de setembro de 1992, no interior de uma estufa tipo BOD, regulada a 27°C e UR de 65 ± 5%. As embalagens constituíram-se de potes plásticos com capacidade de 1kg, com tampa de tela para permitir trocas de ar. Cada recipiente recebeu 700g de sementes de arroz com umidade de 12%. Os dados de temperatura e umidade no interior da estufa foram obtidos pela leitura diária em um termohigrômetro, (°F/% r.H.), cujas médias são apresentadas na Tabela 1.

A cada 30 dias, durante seis meses, retirou-se 100g de sementes para avaliação da qualidade física e fisiológica, através dos testes descritos a seguir.

Sementes infestadas por insetos - As avaliações foram realizadas de acordo com Marcos Filho et al. (1987). Foram consideradas atacadas as sementes que contém ovo, larva, pupa, inseto adulto ou, ainda, orifício de saída do inseto. Os dados de sementes infestadas foram expressos em percentagem. Para a avaliação, foram utilizadas duas repetições de 100 sementes de cada parcela experimental.

TABELA 1. Médias de umidade relativa em (%) e temperaturas (°C) no interior da estufa tipo BOD nos diferentes períodos de armazenamento.

Períodos de coleta	Umidade		Temperatura	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
20/09 a 19/10	70,6	72,0	27,4	27,7
20/10 a 18/11	68,7	68,1	27,7	27,4
19/11 a 18/12	68,5	68,1	27,4	27,5
19/12 a 17/01	66,7	66,8	27,5	27,5
18/01 a 18/02	64,6	64,1	27,5	27,7
19/02 a 19/03	68,3	65,7	27,1	27,4

* Média de 30 observações (diárias), por período.

Grau de umidade das sementes - Para cada período de observação, foram mantidas alíquotas em potes, nas mesmas condições das que estavam infestadas. O grau de umidade foi determinado logo após a retirada das amostras, pelo método da estufa a 105 ± 3°C, por 24 horas (Brasil, 1992), utilizaram-se três repetições de 20g, e através do determinador de umidade infravermelho (Terra et al., 1991), utilizando-se três repetições de 10g de sementes em 16 minutos a 160°C.

Peso de 100 sementes - Pesaram-se oito repetições de 100 sementes, separadas manualmente ao acaso. Dos dados obtidos calculou-se a média e obteve-se o peso de 100 sementes. Resultados expressos em gramas.

Perda de peso durante o armazenamento - A perda foi obtida através da pesagem sucessiva dos recipientes em cada data de avaliação, descontado-se o peso do recipiente vazio. A cada 30 dias foram realizadas pesagens antes e depois da retirada das sementes para os demais testes.

Germinação - O teste foi realizado em germinador Biomatic, com temperatura constante de 25°C (Brasil, 1992). Resultados expressos em percentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas.

Emergência em casa de vegetação - O teste foi conduzido em bandejas plásticas (60 x 40 x 10cm), contendo areia como substrato. A semeadura foi feita em linhas, espaçadas de 10cm entre si, com 12 repetições de 50 sementes por tratamento. As plântulas emergidas eram anotadas diariamente até o 21º dia, após a semeadura. Resultados expressos em percentagem.

Índice de velocidade de emergência - O IVE foi obtido em conjunto com o teste de emergência, de acordo com método descrito por Popinigis (1985).

Condutividade elétrica - O teste foi conduzido através do sistema de copo de bequer. Quatro repetições de 25 sementes de arroz foram pesadas, colocadas em vidros com 80ml de água deionizada e mantidas em germinador com temperatura constante de 20°C. Após 24 horas de embebição, foi realizada a leitura da condutividade elétrica em um condutivímetro Digimed CD-21, pela metodologia descrita por Krzyzanowski et al. (1991). Os resultados foram expressos em microsimens/cm² de semente (µs/cm²/g semente).

Análise estatística - O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições em esquema fatorial, com dois fatores: A= oito populações de insetos e B= sete 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/100g (*R. dominica*)-Rd20; 4= 40 insetos/100g de sementes (*R. dominica*)-Rd40; 5= 20 insetos/100g de sementes (*S. sp.*)-S20; 6= 40 insetos/100g de sementes (*S. sp.*)-S40; 7= 3 + 5 [20 insetos/100g de sementes (*R. dominica*) + 20 insetos/100g (*S. sp.*)]-Rd20 + S20; 8= 4 + 6 [40 insetos/100g de sementes (*R. dominica*) + 40 insetos/100g de sementes (*S. sp.*)]-Rd40 + S40.

Fator B: períodos de armazenamento

0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a infestação das sementes.

Os dados obtidos, em cada teste, foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5%, utilizando-se o Sistema de Análise Estatística - SANEST (Zonta & Machado, 1984). Para os efeitos dos períodos de armazenamento, análise de regressão polinomial. As variáveis cujos resultados foram expressos em percentagem, tiveram seus dados transformados em arco seno da raiz quadrada de ($\sqrt{x \times 100}$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sementes infestadas por insetos

Diferenças significativas são observadas entre os tratamentos com as espécies de insetos quer isoladas ou em associação e períodos de armazenamento (Tabela 2). A partir dos 120 dias pode-se notar diferenças significativas com superioridade da espécie *R. dominica* 20 e 40 insetos por 100g de sementes (Rd20 e Rd40) sobre *Sitophilus* sp. nas mesmas populações. A associação das populações Rd40 + S40, mostrou efeito cumulativo e a Rd20 + S20, comportando-se semelhantemente as populações de *R. dominica* isoladas. De maneira geral, a variação observada entre S20 e (Rd40 + S40, Rd40) foi em torno de 48%. Sendo que aos 120 dias a percentagem de infestação variou de 16,6% a 32,3% entre os tratamentos S20 e Rd40 + S40. Os percentuais de sementes infestadas, variaram de 9,7% aos 30 dias e 33,6% aos 150 dias de armazenamento, foram semelhantes aos obtidos por Smiderle & Belarmino (1993) 9% porém diferentes daqueles observados por Breese (1965) que afirmou não serem os insetos, em estudo, capazes de infestar grãos saídos. Em milho armazenado, Matioli & Almeida (1979) e Santos & Oliveira (1991) observaram de 30 a 50% de infestação. Esta diferença deve-se possivelmente à proteção que as cascas

TABELA 2. Percentagem de infestação de sementes de arroz irrigado, submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

Populações de insetos	Períodos de armazenamento (dias)					
	30	60	90	120	150	180
	Peso de 100 sementes					
TSE	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
TCE	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
Rd20	10,2ab	20,6a	19,7ab	26,8ab	23,0 b	28,1ab
Rd40	13,3ab	22,2a	24,6a	31,9a	29,8ab	29,5ab
S20	09,7 b	16,6a	16,0 b	16,6 c	20,8 c	22,3 b
S40	12,6ab	17,6a	21,1ab	12,2 bc	22,0 bc	22,3 b
Rd20 + S20	11,3ab	22,2a	24,1a	31,1a	27,6abc	30,3ab
Rd40 + S40	16,3a	23,6a	24,9a	32,3a	33,6a	32,6a

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

conferem ao arroz, o que já fora comprovado por Link et al. (1971).

A regressão polinomial para os períodos de avaliação mostrou comportamento semelhante ao dos tratamentos (Figura 1), tendo um acréscimo até os 120 dias, quando a quantidade de sementes infestadas encontradas nas amostragens se estabiliza, provavelmente por mecanismo regulatório das próprias espécies de insetos.

Grau de umidade das sementes

Verifica-se que o grau de umidade das sementes manteve-se constante durante o período de armazenamento das sementes de arroz irrigado (Tabela 3), independente do método empregado. Observa-se ainda que a maior variação ocorrida entre métodos foi de 7%, enquanto que dentro do método da estufa a 105°C foi de 2,2% e do infravermelho de 2,4%,

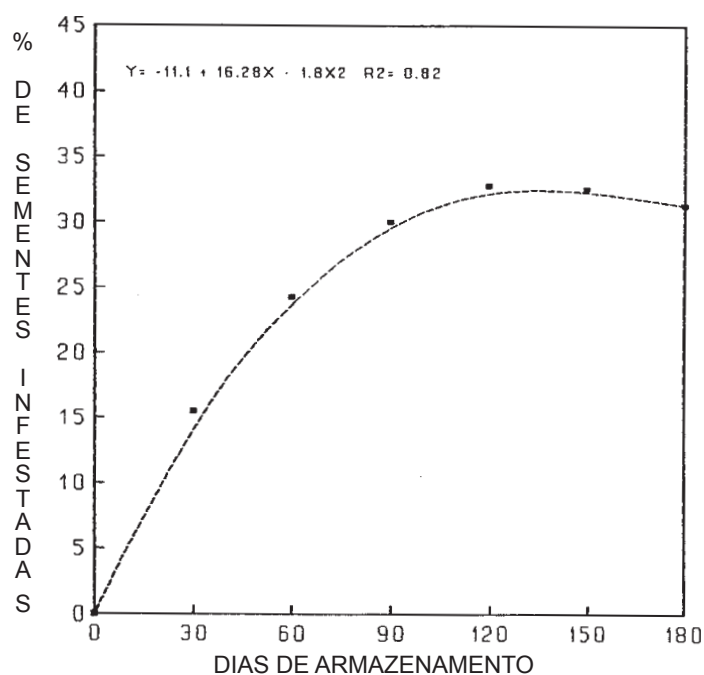


FIG. 1. Percentagem média, de todos os tratamentos, de sementes de arroz cv. BR-IRGA 410 sem e com dois níveis de infestação inicial de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp. após diferentes períodos de armazenamento. Pelotas, RS, 1992/1993.

demonstrando estar dentro da tolerância para variações entre o equipamento e a estufa, conforme Brasil (1992). Os resultados obtidos neste trabalho diferem daqueles relatados por Matioli & Almeida (1979). Os autores verificaram um aumento no grau de umidade dos grãos de milho armazenados, quando atacados por insetos, provavelmente devido a maior exposição do endosperma, parte mais higroscópica do grão, devido as perfurações realizadas pela ação dos insetos.

TABELA 3. Grau de umidade (%) das sementes de arroz irrigado infestadas por insetos, submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

Período de armazenamento	Método	
	Infravermelho	Estufa
00	11,80	12,30
30	11,60	12,20
60	11,80	12,39
90	11,60	12,30
120	11,87	12,46
150	11,59	12,20
180	11,60	12,18

Peso de 100 sementes e perda de peso no armazenamento

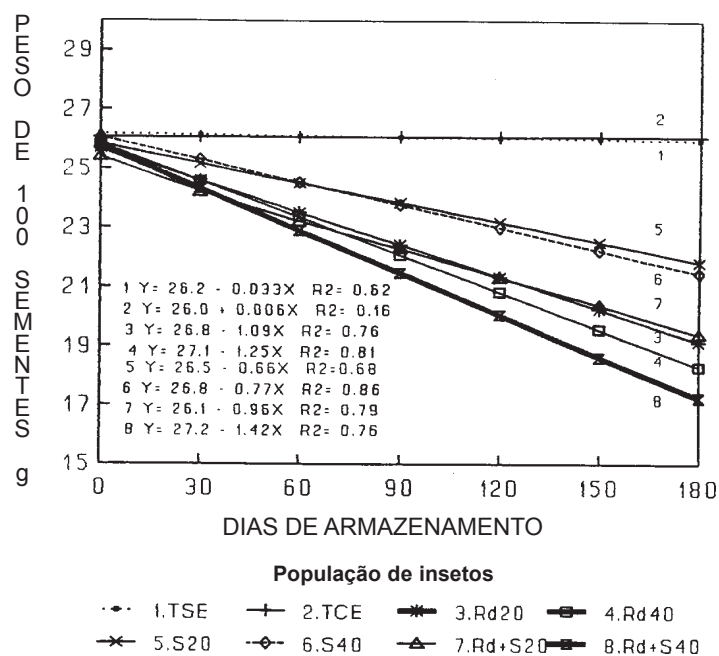
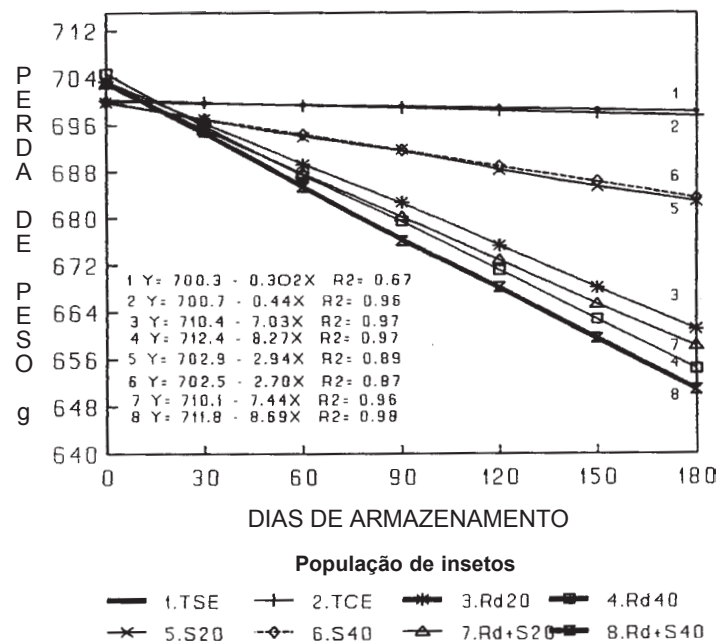
O peso das sementes tem influência positiva na emergência, o qual tem sido demonstrado para muitas espécies (Smith et al., 1973). Nota-se a uniformidade inicial (período zero) das amostras de todos os tratamentos (Tabela 4). Observa-se diferenças significativas a partir de 30 dias de armazenamento entre as testemunhas (TSE e TCE) e os demais tratamentos. O peso de 100 sementes foi mais afetado em todo o período pela espécie *R. dominica* e a associação das duas espécies teve efeito cumulativo na redução. A maior variação observada de 38% ocorreu aos 150 dias, entre TSE (2,61g) e Rd40 + S40 (1,62g).

TABELA 4. Peso de 100 sementes (g) e perda de peso (g) de sementes de arroz irrigado infestadas por insetos, submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

Popula- ções de insetos	Períodos de armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
Peso de 100 sementes							
TSE	2,62a	2,62a	2,61a	2,60a	2,61a	2,61a	2,59a
TCE	2,61a	2,60a	2,60a	2,61a	2,61a	2,61a	2,61a
Rd20	2,63a	2,47abc	2,47ab	2,01 c	2,07 c	2,07 c	2,06 cd
Rd40	2,63a	2,47abc	2,47ab	1,99 c	1,98 c	1,92 d	1,98 cd
S20	2,62a	2,55abc	2,49 b	2,17 b	2,37 b	2,25 b	2,24 b
S40	2,62a	2,56abc	2,51ab	2,24 b	2,28 b	2,23 b	2,20 b
Rd20+S20	2,61a	2,45 bc	2,44 b	1,90 c	2,00 c	2,07 c	2,12 bc
Rd40+S40	2,61a	2,42 c	2,43 b	1,94 c	2,06 c	1,62 e	1,94 d
Perda de peso no armazenamento							
TSE	700a	700,0a	699,8a	698,7a	698,9a	698,6a	698,4a
TCE	700a	700,0a	699,6a	698,1a	698,3a	697,9a	697,6a
Rd20	700a	700,0a	692,1 b	680,9 c	673,6c	667,4 c	662,3 c
Rd40	700a	698,7a	692,6 b	676,4 d	670,6 d	663,3 d	653,7 d
S20	700a	699,8a	694,0 b	687,3 b	687,0 b	685,8 b	684,3 b
S40	700a	700,0a	693,8 b	687,9 b	687,4 b	686,9 b	685,6 b
Rd20+S20	700a	699,9a	689,8 c	677,2 d	670,5 d	664,6 d	660,5 c
Rd40+S40	700a	698,5a	687,9 c	673,8 e	666,9 e	660,8 e	651,0 e

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

A regressão polinomial evidencia a testemunha muito superior aos demais tratamentos (Figuras 2 e 3), em todos os períodos de armazenamento, o que define a capacidade danosa destes insetos.

**FIG. 2. Peso (g) de 100 sementes de arroz cv. BR-IRGA 410 sem e com dois níveis de infestação inicial de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp. após diferentes períodos de armazenamento. Pelotas, RS, 1992/1993.****FIG. 3. Perda de peso (g) de sementes de arroz cv. BR-IRGA 410 sem e com dois níveis de infestação inicial de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp. após diferentes períodos de armazenamento. Pelotas, RS, 1992/1993.**

Verifica-se na Tabela 4 que a partir de 60 dias de armazenamento as populações de insetos, tanto isoladas quanto em associação reduziram o peso das sementes, sendo que aos 180 dias, no tratamento Rd40 + S40, essa redução foi em torno de 7% quando comparada com a testemunha (TSE e TCE). Constata-se que a maior redução no peso das sementes foi devida à infestação pelos insetos, principalmente nos tratamentos com *R. dominica*, conforme se observa nos dados apresentados na Tabela 2. Smiderle & Belarmino (1993) também observaram perdas significativas de peso em sementes de arroz irrigado armazenadas por 180 dias, quando infestadas artificialmente por populações de *R. dominica*, onde a população de 20 insetos por 50g provocou perda de 4%, pouco inferior a observada no presente trabalho que foi de aproximadamente 6,5% na população de 40 insetos por 100g de sementes. Perdas semelhantes foram estimadas por Rossetto (1966) em arroz com casca armazenado por seis meses nas propriedades agrícolas em São Paulo.

Germinação

Verifica-se na Tabela 5 que a infestação por insetos causou redução na percentagem de germinação já aos 30 dias,

TABELA 5. Percentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas das sementes de arroz irrigado infestadas por insetos, submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

Populações de insetos	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	82,0 b	83,4a	79,3a	79,3a
Rd20	88,0a	71,0 b	55,0 b	47,3 c	45,3 b	41,3 cd	38,3 c
Rd40	87,0a	69,0 b	39,6 d	40,0 d	37,0 c	38,0 d	34,0 d
S20	86,0a	70,7 b	44,3 c	45,6 c	47,7 b	46,7 bc	48,0 b
S40	87,3a	68,0 b	40,3 cd	47,7 c	44,7 b	44,7 bc	45,3 b
Rd20+S20	85,0a	62,3 c	37,0 de	39,0 d	35,6 c	31,6 e	32,0 d
Rd40+S40	85,7a	61,3 c	34,0e	36,0 d	33,7 c	30,3 e	31,6 d
Plântulas anormais							
TSE	6,6ab	07,0 d	08,3 d	07,6 c	07,3 c	10,7 d	11,7 d
TCE	4,6 b	06,0 d	09,3 d	09,3 c	08,7 c	10,0 d	10,3 d
Rd20	5,4ab	18,6 c	30,6 c	32,7 b	25,3 b	25,6 c	29,6 c
Rd40	5,2ab	18,6 c	41,7 b	36,9ab	34,7a	31,3 b	32,0 bc
S20	6,0ab	21,0 c	44,6ab	38,0ab	34,0a	32,0 b	33,7abc
S40	5,3ab	23,3 bc	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	31,6 b	36,6ab
Sementes mortas							
TSE	7,0a	06,0 c	06,9 d	06,3 e	09,3 c	10,7 d	09,0 c
TCE	7,6a	07,6 bc	08,0 cd	08,6 e	07,9 c	10,7 d	10,3 c
Rd20	6,3a	10,3ab	14,3ab	20,2 bc	29,3a	32,9ab	32,0a
Rd40	7,3a	12,3a	18,6a	22,8 b	31,5a	30,6 b	34,0a
S20	7,9a	08,3 bc	11,0 bc	16,3 cd	18,3 b	21,3 c	18,3 b
S40	7,9a	08,6abc	09,9 cd	13,3 d	18,3 b	17,3 c	19,9 b
Rd20+S20	8,3a	08,7abc	15,0a	22,9 b	30,2a	34,8ab	30,3a
Rd40+S40	6,7a	12,3a	17,2a	33,6a	28,6a	38,0a	31,6a

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

principalmente, nos tratamentos em associação (Rd20 + S20 e Rd40 + S40) quando a percentagem de germinação diminuiu de 87,0% (TSE) para 61,3% (Rd40 + S40), uma variação de 25,7%. Essa redução é, ainda, mais drástica aos 60 dias de armazenamento quando a percentagem de germinação diminuiu de 84,7% para 34%, uma variação de 59,9%. Com relação a percentagem de plântulas anormais observa-se que as populações dos insetos estudados tanto isoladas quanto em associação aumentaram acentuadamente essa variável a partir de 30 dias de armazenamento, quando a percentagem de plântulas anormais variou de 7% (TSE) para 26,3% (Rd40 + S40), sendo que esta variação entre esses tratamentos, foi maior aos 120 dias de armazenamento de 7,3 para 37,7%, respectivamente. Observa-se, também, a elevação na quantidade de sementes mortas (Tabela 4), sugerindo que o ataque por insetos pode afetar mais o vigor do que o poder germinativo das sementes. Fica comprovada a ação mais prejudicial das populações de *R. dominica* em relação a *Sitophilus* sp., a qual não apresentou diferença entre populações. Do mesmo modo, Matioli & Almeida (1979) verificaram, em sementes de milho infestadas por *Sitophilus oryzae*, que o aumento das populações reduziu o poder germinativo das sementes.

Com relação aos períodos de armazenamento (Figura 4), verifica-se que houve uma drástica redução na percentagem de germinação das sementes, proporcional ao tempo que as mesmas ficaram expostas à infestação por insetos concordando com

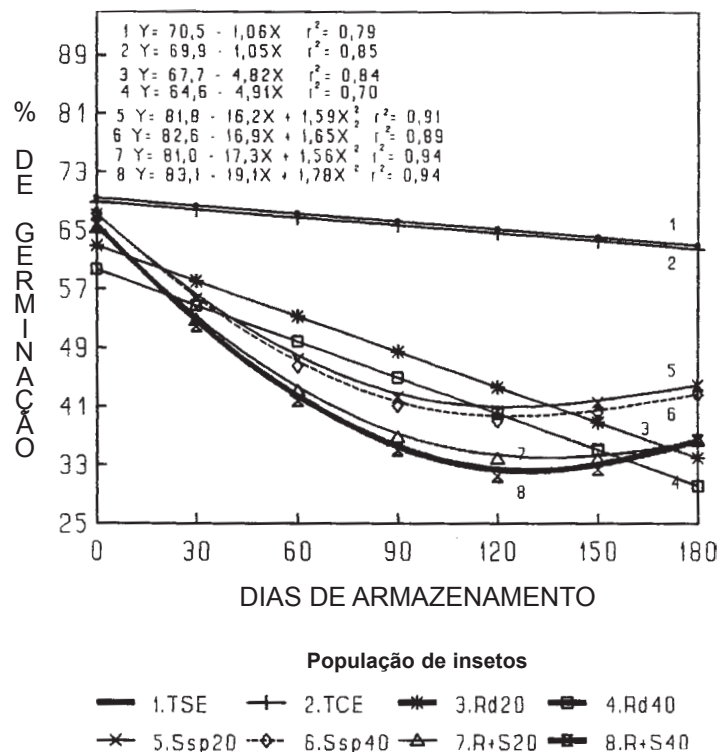


FIG. 4. Percentagem de germinação de sementes de arroz cv. BR-IRGA 410 sem e com dois níveis de infestação inicial de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp. após diferentes períodos de armazenamento. Pelotas, RS, 1992/1993.

Matioli et al. (1978), Matioli & Almeida (1979), Puzzi (1986), Carvalho & Nakagawa (1988), Santos & Oliveira (1991) e Smiderle & Belarmino (1993) que observaram em arroz irrigado, com casca, armazenado por 180 dias infestado por *R. dominica* redução de 62% na percentagem de plântulas normais, valores próximos de 60,2% (Rd40 + S40), obtidos nesse trabalho.

Emergência em casa de vegetação e índice de velocidade de emergência (IVE)

Observa-se na Tabela 6 diferenças significativas entre testemunhas e os demais tratamentos, a partir de 30 dias de armazenamento. Verifica-se que tanto a emergência final quanto o IVE foram reduzidos pela infestação, principalmente nos tratamentos com presença de *R. dominica*. Para a emergência, a maior variação 62,7% ocorreu entre 85,3% aos 120 dias (TSE) e 31,9% aos 180 dias (Rd40 + S40). Para o IVE, a maior variação 86,6% foi constatada entre 8,9 (TSE) aos 120 dias e 1,2 (Rd40 + S40) aos 150 dias. O efeito causado pelo período de armazenamento, não foi considerado pelo fato desses testes terem sido conduzidos ao longo do tempo, em condições climáticas distintas daquelas ótimas para a cultura e, por isso, as análises realizadas nos períodos iniciais foram prejudicadas. Os resultados obtidos, neste trabalho, concordam com os de Carvalho & Nakagawa (1988). Os autores verificaram que os insetos causam diversos danos as sementes destacando-se a redução do vigor, pelo fato de causarem injúrias no tegumento e desta forma aumentar a atividade respiratória.

TABELA 6. Percentagem de emergência em casa de vegetação e índice de velocidade de emergência de sementes de arroz irrigado infestadas por insetos, submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

Populações de insetos	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	57,3 b	43,9 de	57,3 bc	45,9 c	43,3 cd	46,7 b
Rd40	54,0a	54,7 b	51,3 bc	55,3 c	43,9 c	45,3 bcd	46,7 b
S20	52,7a	54,0 b	52,7 bc	62,7 b	64,0 b	51,3 b	43,9 b
S40	55,7a	53,3 b	58,0 bc	58,0 b	48,0 c	49,3 bc	43,3 b
Rd20+S20	51,3a	51,3 b	48,6 cd	45,3 d	48,0 c	48,7 bc	46,0 b
Rd40+S40	53,3a	56,7 b	41,3 e	44,6 d	45,3 c	41,3 d	31,9 c
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	5,1 b	7,1a	8,6 b	5,9a	7,0a
Rd20	4,0a	3,2 b	2,1 d	3,5 c	2,2 e	2,0 c	2,6 b
Rd40	4,1a	2,9 cd	2,1 d	3,1 d	1,8 f	1,9 c	2,2 c
S20	4,2a	2,9 cd	2,9 c	3,8 b	3,3 c	2,3 b	2,1 c
S40	4,1a	2,7 d	2,6 c	3,3 cd	3,2 c	2,3 b	2,4 bc
Rd20+S20	4,1a	2,7 d	2,7 c	2,7 e	2,6 d	2,1 bc	2,2 c
Rd40+S40	4,1a	3,1 bc	2,3 d	2,5 e	2,3 de	1,2 d	1,3 d

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

Condutividade elétrica

Os resultados apresentados na Tabela 7 mostram diferenças significativas entre as testemunhas e os demais tratamentos a partir de 30 dias de armazenamento, verificando-se que a lixiviação de solutos foi afetada tanto pela infestação por insetos quanto pelo período de armazenamento (Figura 5), já que houve um aumento bem acentuado desses valores, no período de 60 a 150 dias, principalmente, nos tratamentos onde houve infestação por *R. dominica* isolada ou em associação com *Sitophilus* sp..

TABELA 7. Condutividade elétrica (μs/cm/g semente) das sementes de arroz irrigado infestadas por insetos, submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

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

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

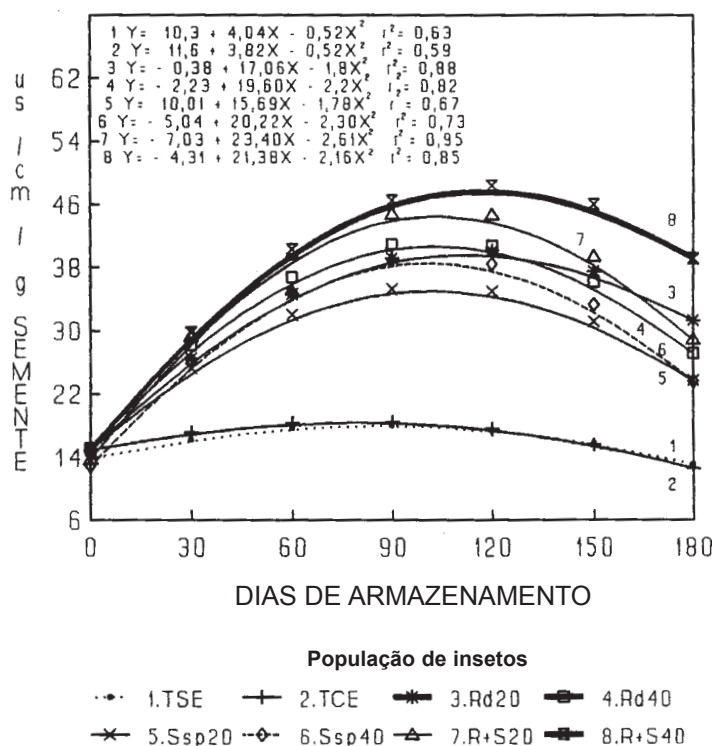


FIG. 5. Condutividade elétrica do exudato de sementes de arroz cv. BR-IRGA 410 sem e com dois níveis de infestação inicial de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp. após diferentes períodos de armazenamento. Pelotas, RS, 1992/1993.

Comparando-se a Tabela 7 com a Tabela 6, verifica-se que a infestação por insetos também causou redução tanto na emergência quanto no IVE (Tabela 6), mostrando uma correlação positiva entre esses testes na avaliação do vigor das sementes infestadas. Os resultados obtidos neste trabalho concordam com aqueles observados por Carvalho & Nakagawa (1988) e Krzyzanowski et al. (1991).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no trabalho permitem concluir que:

- populações de *Rhizopertha dominica* são mais ativas na redução do vigor de sementes de arroz irrigado, durante o armazenamento, do que as de *Sitophilus* sp.;

- sementes de arroz irrigado, infestadas artificialmente por populações de *Rhizopertha dominica* e de *Sitophilus* sp. e armazenadas, sofrem redução no peso, na percentagem de germinação e na emergência em casa de vegetação, com aumento na lixiviação de solutos mesmo quando infestadas por pelo menos 20 insetos/100g.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALISTS. **Seed Vigor Test Committee. Seed vigour testing handbook**. Lincoln, 1983. 88p. (Contribution, 32).
- BERTELS, A.M. & MARTINS, J.F. da S. **Insetos-pragas do arroz e seu combate**. EMBRAPA: Pelotas, 1974. 24p. (Boletim Técnico, 95).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BREESE, M.H. The influence of husk defects on the infestibility of stored paddy by *Rhizopertha dominica* Fab. (Col., Bostrychidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Col., Curculionidae). In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 12, London. **Anais**. London. 1965. p.631-632.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- GASSEN, D.N. Aspectos sobre o manejo de pragas em grãos armazenados. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMazenados, Passo Fundo, 1993. **Anais**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. p.96-103.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. & HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina. 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: Universidade Federal de Santa Maria, 1971. 70p. (Boletim Técnico, 2).
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M. & SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- 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. **Rev. Bras. Armaz.**, Viçosa. v.3, n.4, p.15-18. 1978.
- MATIOLI, J.C. & ALMEIDA, A.A. de. Alterações nas características químicas dos grão de milho causadas pela infestação de *Sitophilus oryzae* L. (1763) - nitrogênio total e carboidratos. **Rev. Bras. Armaz.**, Viçosa. v.4, n.1, p.57-68. 1979.
- OLIVEIRA, J.V.; LOECK, A.E. & DUTRA, J.L.V. Levantamento dos insetos que ocorrem em arroz armazenado no Rio Grande do Sul. **Lav.Arrozeira**, Porto Alegre. v.43, n.390, p.3-4. 1990.
- ORTELS, R.C. **Almacenamiento de arroz cascero**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1982. 73p.
- PADILHA, L. & FARONI, L.P.D'A. Importância e forma de ontrele de *Rhizopertha dominica* (F.) em grãos armazenados. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMazenados, Passo Fundo, 1993. **Anais**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. p.52-58.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 1917p.
- ROMBALDI, C.V. **Condições de secagem e tempo de armazenamento na qualidade industrial do arroz (*Oryza sativa* L.)**. Pelotas: UFPel-FAEM, 1988. 137p. (Dissertação Mestrado).
- ROSSETO, C.J. Sugestões para armazenamento de grãos no Brasil. **Agrônomo**, Campinas. v.18, n.9-10, p.38-51. 1966.
- 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).
- SANTOS, J.P. Perdas causadas por insetos em grãos armazenados. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMazenados, Passo Fundo, 1993. **Anais**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. p.9-22.
- 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, Pelotas, 1993. **Anais**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. p.205. (Documentos, 1).
- SMITH, O.E.; WELCH, N.C. & MCKOY, O.D. Studies on lettuce seed quality II. Relationship of seed vigour to emergence, seedling weight and yield. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. n.98, p.552-556. 1973.
- TERRA, F.M.; TILLMANN, M.A.A.; MELLO, V.D.C.; SANTOS, D.S.B.dos. & ZONTA, E.P. Calibração do determinador de umidade infravermelho mettler LP15 comparativamente ao método da estufa a 105 ± 3°C por 24 horas, para sementes de arroz, soja e cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v.13, n.2, p.119-125. 1991.
- TOMER, R.P.S. & MAGUIRE, J.D. Seed vigour studies in wheat. **Seed Science and Technology**, Zürich. v.18, n.2, p.383-392. 1990.
- TUCKER, E.S. Initial advances in research work with insects infesting stored rice. **Kansas Acad. Sci. Trans.**, Kansas, n.29, p.75-84. 1920.
- ZONTA, E.P. & MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para Microcomputadores - SANEST**. Pelotas: Instituto de Física e Matemática - IFM, Universidade Federal de Pelotas, 1984. 90p.