

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**QUALIDADE FÍSICA, FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE
SEMENTES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.),
EXPURGADAS COM FOSFINA DURANTE O
ARMAZENAMENTO**

LAÉRCIO SOARES ROCHA JÚNIOR

CAMPINAS
MAIO DE 2003

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**QUALIDADE FÍSICA, FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE
SEMENTES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.),
EXPURGADAS COM FOSFINA DURANTE O
ARMAZENAMENTO**

Tese de Doutorado submetida à banca
examinadora para obtenção do título de Doutor em
Engenharia Agrícola, na área de concentração em
Tecnologia Pós-Colheita.

LAÉRCIO SOARES ROCHA JÚNIOR

Orientador: Prof. Dr. Roberto Usberti

CAMPINAS
MAIO DE 2003

AGRADECIMENTOS

Ao Nosso querido Mestre “Jesus Cristo” pelas energias de amor e paz emanadas durante a preparação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Roberto Usberti pela oportunidade, orientação, compreensão, incentivo, apoio e amizade durante todo este empreendimento.

Aos Pesquisadores do IAC, Dr. Antonio Augusto do Lago e Dra. Maria Aparecida Souza Tanaka pelo auxílio nas traduções e nas análises de sanidade.

Aos Pesquisadores e professores que compuseram a banca de qualificação da tese Dr. José Tadeu Jorge, Dr. João Domingos Biagi, Dra. Priscila Fratin Medina e Dra. Flávia Rodrigues Alves Patrício pelas sugestões.

Aos Pesquisadores e professores que compuseram a banca de defesa da tese Dr. José Tadeu Jorge, Dr. Rubens Sader, Dra. Ivânia Athié e Dra. Flávia Rodrigues Alves Patrício pelas sugestões.

A Técnica de laboratório Ivonete Alves dos Santos pelo auxílio nas análises das sementes no laboratório do IAC com muito capricho e dedicação.

Aos Funcionários do Centro de Produção de Material Propagativo do IAC pela cooperação e amizade em todos os momentos.

Ao Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo pelo apoio e oportunidade na realização deste trabalho.

Aos colegas da UNICAMP pela amizade, incentivo e informações recebidas durante todo este período.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para que este trabalho pudesse ser concretizado.

O meu muito obrigado.

Agradecimento Especial

“À minha querida e fiel companheira Fátima de Lourdes Gigolotti Rocha, pelo amor, incentivo, carinho e compreensão durante a realização deste trabalho”

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	II
SUMÁRIO.....	IV
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. Principais pragas e seus efeitos na qualidade de sementes	4
3.2. Principais fungos e seus efeitos na sanidade de sementes	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1. Local do experimento.....	19
4.2. Cultivar.....	19
4.3. Preparo das sementes	19
4.4. Testes de laboratório	20
4.5. Delineamento experimental	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23

5.1. Grau de umidade	25
5.2. Sementes infestadas	28
5.3. Peso volumétrico	30
5.4. Germinação de sementes.....	33
5.5. Vigor de sementes (envelhecimento acelerado).....	36
5.6. Sanidade de sementes.....	39
5.6.1. Fungos de campo.....	39
5.6.2. Fungos de armazenamento	53
6. CONCLUSÕES.....	57
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Valores médios de temperaturas máximas e mínimas registrados durante armazenamento aberto de sementes de trigo, no período de 09/2000 a 08/2001.	24
FIGURA 2. Valores médios de umidades relativas do ar máximas e mínimas registrados durante armazenamento aberto de sementes de trigo, no período de 09/2000 a 08/2001. 24	
FIGURA 3. Valores médios de grau de umidade (%) durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	25
FIGURA 4. Valores médios de sementes infestadas (%) durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	28
FIGURA 5. Valores médios de peso volumétrico (kg/hl) durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	31
FIGURA 6. Valores médios de germinação (%) durante armazenamento aberto de sementes de trigo.....	34
FIGURA 7. Valores médios de vigor (%) durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	37
FIGURA 8. Incidências médias (%) do fungo <i>Alternaria alternata</i> durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	40
FIGURA 9. Incidências médias (%) do fungo <i>Cladosporium herbarum</i> durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	41
FIGURA 10. Incidências médias (%) do fungo <i>Fusarium</i> spp. durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	44
FIGURA 11. Incidências médias (%) do fungo <i>Epicoccum purpurascens</i> durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	44
FIGURA 12. Incidências médias (%) do fungo <i>Bipolaris sorokiniana</i> durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	45
FIGURA 13. Incidências médias (%) do fungo <i>Curvularia lunata</i> durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	49
FIGURA 14. Incidências médias (%) do fungo <i>Drechslera</i> spp. durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	49

FIGURA 15. Incidências médias (%) do fungo <i>Nigrospora oryzae</i> durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	50
FIGURA 16. Incidências médias (%) do fungo <i>Phoma</i> spp. durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	50
FIGURA 17. Incidências médias (%) do fungo <i>Aspergillus</i> spp. durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	54
FIGURA 18. Incidências médias (%) do fungo <i>Penicillium</i> spp. durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	54

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Comparação entre graus de umidade de sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	26
TABELA 2. Valores médios de grau de umidade de sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.	27
TABELA 3. Comparação entre sementes infestadas (%) após a aplicação de fosfina, durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	29
TABELA 4. Valores médios de infestações em sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.	30
TABELA 5. Comparação entre peso volumétrico (kg/hl) após a aplicação de fosfina, durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	32
TABELA 6. Valores médios de peso volumétrico de sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.	33
TABELA 7. Comparação entre germinação (%) após a aplicação de fosfina, durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	35
TABELA 8. Porcentagens médias de germinação de sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.	36
TABELA 9. Comparação entre vigor (%) após a aplicação de fosfina, durante armazenamento aberto de sementes de trigo.	38
TABELA 10. Porcentagens médias de vigor em sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.	39
TABELA 11. Incidências médias do fungo <i>Alternaria alternata</i> em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	42
TABELA 12. Incidências médias do fungo <i>Cladosporium herbarum</i> em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	42
TABELA 13. Incidências médias do fungo <i>Alternaria alternata</i> em sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.	43
TABELA 14. Incidências médias do fungo <i>Fusarium</i> spp. em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	46

TABELA 15. Incidências médias do fungo <i>Epicoccum purpurascens</i> em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	46
TABELA 16. Incidências médias do fungo <i>Bipolaris sorokiniana</i> em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	47
TABELA 17. Incidências médias do fungo <i>Bipolaris sorokiniana</i> em sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.	48
TABELA 18. Incidências médias do fungo <i>Curvularia lunata</i> em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	51
TABELA 19. Incidências médias do fungo <i>Drechslera</i> spp. em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	51
TABELA 20. Incidências médias do fungo <i>Nigrospora oryzae</i> em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	52
TABELA 21. Incidências médias do fungo <i>Phoma</i> spp. em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	52
TABELA 22. Incidências médias do fungo <i>Nigrospora oryzae</i> em sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.	53
TABELA 23. Incidências médias do fungo <i>Aspergillus</i> spp. em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	55
TABELA 24. Incidências médias do fungo <i>Penicillium</i> spp. em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.	56

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram o de avaliar os efeitos físicos, fisiológicos e sanitários em sementes de trigo, após a aplicação trimestral de 0, 1, 2, 4 e 8 g/m³ de fosfina (PH₃), em exposição de 120 horas, durante um período de doze meses de armazenamento. Para tanto, foram utilizadas sementes de trigo dos cultivares IAC-24 e IAC-362, produzidas na safra 2000 no Centro Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas.

Após a colheita, secagem e beneficiamento, as sementes foram devidamente armazenadas em condições ambientais e trimestralmente foram avaliados o grau de umidade, as sementes infestadas, o peso volumétrico, o teste de germinação, o teste de vigor (envelhecimento acelerado) e o teste de sanidade. Os resultados obtidos durante o armazenamento permitiram concluir que:

O grau de umidade aumentou no tratamento controle (Dose 0) devido ao ataque de pragas, principalmente o gorgulho.

A porcentagem de sementes infestadas aumentou no tratamento controle, sendo que o cultivar IAC-362 foi mais atacado pelas pragas. Nas diferentes dosagens de fosfina aplicadas não ocorreram diferenças significativas.

O intenso ataque de pragas conduziu a reduções significativas nos valores de peso volumétrico, no tratamento controle.

Os valores de germinação e de vigor apresentaram sensíveis reduções no tratamento controle, devido ao crescente ataque de pragas e fungos de armazenamento, além do efeito adicional do ataque das larvas da traça nos intervalos trimestrais de aplicação da fosfina.

Não foi observado um efeito direto da aplicação de fosfina no desenvolvimento de fungos de campo e de armazenamento. Os fungos de campo apresentaram reduções crescentes nas incidências a partir do início do experimento, enquanto que os fungos de armazenamento (*Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.) se desenvolveram bem nessas condições, contribuindo para uma redução da porcentagem de germinação e vigor das sementes.

ABSTRACT

The main objective of this work was to evaluate physical, physiological and sanitary effects of 0, 1, 2, 4 and 8 g/m³ dosages of phosphine (PH₃), applied during 120 hours each 3-month interval, during 12-month open storage of wheat seeds. The cultivars used were IAC-24 and IAC-362, adapted mainly to Paranapanema River Valley of Sao Paulo State and harvested in 2000 season at Campinas Agronomic Institute (IAC).

After harvesting, drying and processing operations, seeds were kept in open storage conditions and moisture content, infested seeds, volumetric weight, germination, vigour (accelerated ageing) and healthiness values were recorded at 3-month intervals.

Seed moisture content has increased in control treatment due to plague attack. Seed infested percentage has already increased in control treatment, while the cultivar IAC-362 was the most attacked. There were no statistical differences among phosphine dosages as to infested seeds. However, the intense plagues attack was responsible for significant reductions on volumetric weight at control treatment.

Germination and vigour percentages showed reductions in control treatment, due to intense attacks of plagues and storage fungi, besides and additional deleterious effect of *Sitotroga cerealella* on 3-month intervals of phosphine application.

Phosphine dosage application had no effect on field and storage fungi development. Field fungi showed incidence reductions from the beginning of the storage period, while the main storage fungi (*Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp.) revealed high incidences during the storage, been responsible for reductions on seed germination and vigour percentages.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda de trigo no Brasil não tem sido atendida pela produção nacional, que tem mantido o país na posição de tradicional importador de trigo.

As condições de clima quente e úmido em quase todo o território brasileiro propiciam um ambiente ideal para o desenvolvimento de pragas do trigo durante o armazenamento, sendo, portanto, necessário a adoção de medidas racionais de proteção e controle para a sua conservação, pois os prejuízos decorrentes atingem níveis elevados pela ausência ou forma inadequada de aplicação de medidas preservativas, sendo as perdas estimadas em 20% no Brasil (**GALLO *et al.*, 1978**).

Os gorgulhos e as traças são as pragas que mais prejudicam as sementes de trigo durante o armazenamento, sendo que a infestação da semente, comumente iniciada no campo, vai encontrar condições favoráveis para o seu desenvolvimento nos armazéns. Segundo **HALL (1971)**, nos países tropicais e subtropicais é comum a deterioração das sementes, manifestadas pela perda de peso, por transformações químicas e pela presença de excrementos e fragmentos de insetos, que prejudicam o produto, depreciando-o comercialmente.

As principais pragas de armazenamento do trigo, *Plodia interpunctella* (Hueb., 1813), *Rhyzopertha dominica* (Fabr., 1792) e *Sitophilus* spp, são controladas efetivamente com fosfina (PH₃) e, deste modo, a aplicação do produto é recomendada para o controle de ovos, larvas, pupas e adultos desses insetos.

Os diferentes estágios de vida dos insetos, ou sejam, ovos, larvas, pupas e adultos, apresentam diferentes taxas de intensidade respiratória. O expurgo ou fumigação, sendo o único tratamento curativo disponível, deve ser utilizado para a máxima eficiência. Portanto, o tempo de exposição a que são submetidos os insetos deve também objetivar a eliminação das formas jovens, que respiram com menor intensidade (ovos e pupas).

SAUER (1992) verificou que, apesar dos avanços nos métodos de conservação de sementes, altos índices de perdas são verificados, principalmente nos países tropicais, onde condições de alta umidade e temperatura predispõem os produtos armazenados à deterioração. O desenvolvimento de fungos e a produção de micotoxinas durante o

armazenamento podem ser inibidos por meio do controle do grau de umidade da massa de sementes.

A semente de trigo constitui-se no principal e mais eficiente veículo de transmissão e disseminação de vários patógenos, bem como num meio de sobrevivência dos mesmos em contato direto com o hospedeiro (**MACHADO, 1982**).

De acordo com **CHRISTENSEN & KAUFMANN (1969)** os danos causados por fungos (odor, descoloração, produção de toxinas, diminuição de peso, aquecimento, várias mudanças bioquímicas e redução do poder germinativo da semente) afetam substancialmente a qualidade, contribuindo para a desvalorização do cereal e dos seus subprodutos.

A fumigação com fosfina (PH_3) é um método eficiente e bem conhecido de controle de insetos-praga em sementes e possivelmente pode auxiliar na prevenção do crescimento de fungos (**BOND, 1984**), mas com um efeito mínimo sobre os fungos em estado dormente (**RAGHUNATAN *et al.*, 1969**).

Na conservação das sementes até sua próxima semeadura, a fosfina é o fumigante mais utilizado e difundido atualmente no expurgo de produtos armazenados. Durante o armazenamento, as sementes recebem tratamentos preventivos com dosagens e períodos irregulares, causando com isto um prejuízo na sua qualidade física, fisiológica e sanitária.

O calor e a umidade do ar aceleram a reação da fosfina, enquanto que o frio e o ar seco têm efeito contrário. Quando a temperatura e a umidade do local a ser fumigado forem elevadas, a decomposição do produto pode completar-se em menos de 3 dias, mas em temperaturas moderadas e baixa umidade pode requerer 5 dias ou mais (**BERNARDO, 1998**).

O tempo de exposição, recomendado para sementes em geral, para temperaturas acima de 25°C é de 96 horas. Para temperaturas entre 15 e 25°C , recomenda-se aumentar o tempo em 20%. Abaixo de 15°C não se deve executar o expurgo e nem aumentar a dosagem para diminuir o tempo de exposição. A vedação ou isolamento do local a ser expurgado é o fator mais importante, pois não só assegura o controle total e eficiente de todas as fases do ciclo biológico dos insetos, como também protege as pessoas e todos os seres vivos nas vizinhanças do local a ser expurgado (**BERNARDO, 1998**).

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram o de avaliar os efeitos físicos e fisiológicos em sementes de trigo, após a aplicação trimestral de 1, 2, 4 e 8 g/m³ de fosfina (PH₃), em exposição de 120 horas, durante um período de doze meses de armazenamento, além de verificar a sua influência na infestação de fungos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Principais pragas e seus efeitos na qualidade de sementes

Segundo FEHN (1970), de um casal de carunchos, sob condições favoráveis, podem resultar 300 novos carunchos em 30 dias; 45.000 em 60 dias; 6.000.000 em 90 dias e 151.000.000 descendentes em apenas 150 dias.

BITRAN (1978), em ensaios de fumigação com fosfina em milho armazenado em silos de concreto, visando ao controle do gorgulho do milho *Sitophilus zeamais* (Mots., 1855), concluiu que para a proteção de milho assim armazenado pode-se recomendar a fumigação com fosfina à razão de 1g de princípio ativo por tonelada de cereal, mantendo-se fechadas as aberturas das células por um período mínimo de 5 dias; nas posições mais profundas da massa dos grãos, no interior do silo, as condições são menos favoráveis ao desenvolvimento de infestação da praga.

D'ANTONINO *et al.* (1978) avaliaram a eficiência da fosfina, na ausência e presença do Malathion em pó 4%, no controle de insetos em espigas de milho em palha recém-colhidas do cultivar AG 152R. O experimento constou de 74 tratamentos, sendo que 36 parcelas foram tratadas apenas com fosfina; 36 parcelas foram tratadas com fosfina e Malathion, sendo que o controle foi tratado apenas com Malathion. Em cada parcela foi usada uma combinação diferente de dosagem e tempo de exposição. Concluíram ser necessário novo expurgo com fosfina quatro meses após a primeira aplicação. Não se observou efeito do tempo de exposição, nem mesmo nas pequenas dosagens. Na segunda aplicação de fosfina, quatro meses após a primeira, o menor tempo de exposição apresentou maior grau de infestação de insetos-praga. O uso de Malathion, após o expurgo com fosfina, provou ser altamente benéfico para a proteção do milho.

MATIOLI *et al.* (1978) estudaram o efeito da infestação de *Sitophilus oryzae* (L., 1763) na germinação de sementes de milho armazenadas. Foram analisados os efeitos de diferentes infestações iniciais (0, 5, 10 e 20 casais de *S. oryzae*) e períodos de armazenamento (60, 105 e 150 dias) em três cultivares de milho (Flint Composto, Piranão e Híbrido C-111). O tamanho da população de *S. oryzae* bem como o período de

armazenamento foram os fatores que mais influenciaram na germinação das sementes de milho e a infestação inicial, a qualquer nível, foi suficiente para causar anormalidades na germinação.

BITRAN (1979), verificou a proteção de lotes de milho em espiga com palha contra o ataque de gorgulho do milho *S. zeamais* e da traça dos cereais *Sitotroga cerealella* (Oliv., 1819) durante 10 meses de armazenamento. As medidas preservativas consistiram na fumigação com fosfina ($1\text{g}/\text{m}^3/72\text{horas}$), brometo de metila ($20\text{ml}/\text{m}^3/24\text{horas}$) e na aplicação dos inseticidas Malathion (8ppm) e Tetrachlorvinphos (8ppm). O brometo de metila exerceu completo controle sobre as formas imaturas e sobre os adultos de *S. zeamais* e *S. cerealella*; a fosfina controlou plenamente todos os estágios de *S. zeamais*, reduzindo ao mínimo as infestações de *S. cerealella*; a fumigação com fosfina associada ao Tetrachlorvinphos foi o mais eficiente tratamento na proteção do cereal; Tetrachlorvinphos foi mais eficiente que o Malathion, podendo ser recomendado em complementação à fumigação.

MATIOLI (1981) estudou os danos quantitativos de *S. oryzae* em sementes de milho do híbrido C-111 e dos cultivares Flint Composto e Piranão, durante armazenamento por 60, 105 e 150 dias, a partir de populações iniciais de 0, 5, 10 e 20 casais de insetos. O híbrido C-111 foi o mais susceptível à praga, com maior perda de peso, maior quantidade de resíduos e maior percentual de sementes danificadas. O volume de resíduos que os insetos ejetaram das sementes não foi indicativo da perda de peso, dado que variou no transcorrer do ensaio, favorecendo, entretanto, o desenvolvimento de microorganismos nas sementes. Em grandes populações de *S. oryzae* os cultivares de milho tendem a apresentar comportamento semelhante e pequenas populações iniciais, associadas a curtos períodos de armazenamento, são inadequadas para o diagnóstico da resistência das sementes ao inseto.

SKÓRA NETO & ALMEIDA (1985) avaliaram os danos quantitativos (perda de peso) e qualitativos (germinação, umidade e nitrogênio total) em sementes de trigo das variedades IAC-5 e Jupateco, ocasionados por larvas de *Ephestia cautella* (Walker, 1863), em temperaturas de 20 e 25°C e níveis de infestação de 0, 20 e 50 larvas neonatas, bem como a influência do estado das sementes no ataque dessa espécie. A perda de peso foi baixa (0,38 a 1,63%) pelo fato da espécie alimentar-se somente do embrião, que representa 3,11% do peso total da semente. O ataque das larvas de *E. cautella* não reduziu o teor de nitrogênio total das sementes; a umidade das sementes não foi alterada, porém houve

redução na germinação. As larvas que originaram machos consumiram menos alimento do que as que originaram fêmeas, sendo que o consumo médio de embriões das sementes por larva foi de 48,38 (equivalente a 53mg). A mortalidade foi elevada, variando de 58 a 80% durante a primeira geração, sendo maior na variedade Jupateco; o estado de conservação das sementes, especialmente do pericarpo, que reveste o embrião, influenciou no ataque das larvas, pois quando não danificado, provocou alta mortalidade, em consequência da dificuldade de penetração das larvas na semente intacta.

BAKHEIT *et al.* (1985) fumigaram sementes de trigo com fosfina em diferentes dosagens e graus de umidade. As sementes foram fumigadas com 10,5% de umidade na dosagem de 32g/t sem uma significativa redução na porcentagem de germinação, mesmo após 12 meses de armazenamento. Também nenhum efeito significativo no comprimento da parte aérea e da raiz primária foi observado. Por outro lado, o crescimento de plântula foi significativamente reduzido quando sementes com 15,8% de umidade foram armazenadas por 3 meses. Com aumentos no período de armazenamento, no grau de umidade da semente e na dosagem de fumigação, houve uma tendência de redução no teor de proteína e aumento na taxa de aberrações cromossômicas e de inibição mitótica.

RAMZAN & CHAHAL (1987) observaram o efeito de repetidas fumigações (1 a 5 vezes) com fosfeto de alumínio a 1,2g e dibrometo de etileno a 6 ml/g, na germinação de sementes de trigo com umidades de 10, 12 e 15%. A germinação das sementes que receberam uma única fumigação foi significativamente mais alta do que as que receberam fumigações repetidas. A germinação foi mais baixa nas sementes fumigadas cinco vezes. O dibrometo de etileno causou redução na germinação, maior do que o fosfeto de alumínio, após três ou mais fumigações. A viabilidade das sementes tratadas com dibrometo de etileno decresceu com o aumento do grau de umidade, porém não ocorreram diferenças na germinação entre os vários conteúdos de umidade em sementes fumigadas com fosfeto de alumínio.

YOUNIS *et al.* (1989) fumigaram sementes de cebola vermelha com 6 e 15% de umidade com fosfina por duas e quatro semanas. A 6% de umidade a fosfina não afetou a germinação e o crescimento das plântulas, mas significativas reduções foram observadas em sementes com alta umidade. A fosfina aumentou a taxa de inibição mitótica e

aberrações cromossômicas, mais pronunciadas nas sementes com alta umidade. O conteúdo de proteína destas sementes não foi afetado pelo tratamento com fosfina.

PACHECO et al. (1990) efetuaram amostragens em armazéns localizados em diferentes regiões do Estado de São Paulo, com a finalidade de verificar a presença de populações de insetos-praga de sementes armazenadas resistentes a fosfina. As populações coletadas de *S. oryzae*, *S. zeamais*, *R. dominica*, *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) e *Cryptolestes* spp. foram submetidas a bioensaios, utilizando-se o método padrão da FAO n.º 16 (exposição de insetos adultos à concentração discriminante do gás para a espécie, durante vinte horas). As populações que apresentaram resistência foram, a seguir, submetidas a concentrações e/ou tempos de exposição maiores, visando à obtenção da mortalidade total. Das doze populações de *S. oryzae*, duas de *S. zeamais*, dez de *R. dominica*, dez de *T. castaneum* e oito de *Cryptolestes* spp. testadas, doze, zero, nove, nove e oito apresentaram respectivamente resistência a fosfina.

KRISHNASAMY & SESHU (1990) avaliaram o efeito de fumigação com fosfina em diferentes dosagens, tempos de exposição e conteúdos de umidade da semente na germinação e no vigor de 27 amostras de sementes de arroz, que após fumigação foram avaliadas no início e após 90 dias de armazenamento. Na dose recomendada de 3,0g/m³, a fumigação não afetou a germinação ou o vigor. Na dose de 6,0g/m³, o vigor decresceu. Os efeitos foram mais perceptíveis após 90 dias de armazenamento. Período longo de exposição (6 dias) mostrou efeitos deletérios. As diferenças entre amostras não foram significativas com relação à porcentagem de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento de raiz ou peso seco de plântula. Entretanto, diferenças foram evidentes no nível de lixiviação das sementes, quando medido pela condutividade elétrica dos materiais lixiviados ou pela atividade de desidrogenase, quando as sementes foram fumigadas com a dose mais alta (6,0g/m³) e avaliadas após 90 dias de armazenamento. Não houve efeitos de interação entre o pré-tratamento fungicida com Benlate (Benomyl) ou Dithane M-45 (Mancozeb) e fumigação na germinação e vigor das sementes.

RAZERA et al. (1991) mostraram que a broca (*Hypothenemus hampei*, Ferrari, 1867) e o caruncho do café (*Araecerus fasciculatus*, De Geer, 1775) podem causar sérios prejuízos às sementes durante o armazenamento, reduzindo a sua germinação. Assim, verificaram a germinação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) cultivar Mundo Novo após

expurgo com fosfina em diferentes graus de umidade. Após a colheita e despulpamento, degomagem e lavagem, as sementes foram secas à sombra até atingirem, aproximadamente, 50% e 15% de umidade, acondicionadas em sacos de aniagem e armazenadas em condições ambientais no Centro Experimental de Campinas. O expurgo foi realizado em um tambor de 200 litros perfeitamente vedado, empregando-se uma pastilha do produto (3g) durante 72, 96 e 120 horas. Os testes de germinação foram conduzidos após a realização do expurgo e mensalmente por um período de cinco meses. Os expurgos não afetaram a germinação das sementes, ou seja, em nenhum caso constatou-se diferença significativa entre os tratamentos e o controle.

Sementes de milho cultivar Centralmex, previamente infestadas com *S. zeamais*, foram tratadas com fosfina, óleo de mamona e biogás (metano). Com o último produto, as sementes permaneceram continuamente ou por períodos de 8 e 30 dias acondicionadas em garrafas de vidro, onde a atmosfera de armazenamento foi substituída pelo biogás. Durante seis meses de armazenamento, verificou-se que as sementes tratadas com fosfina e com biogás mantiveram a infestação observada no início do experimento e apresentaram melhor desempenho quanto à germinação. Nos demais tratamentos, a germinação foi nula a partir do quarto mês, verificando-se elevada incidência de insetos e dos fungos *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. (BRUNO *et al.*, 1991).

NOVEMBRE & MARCOS FILHO (1991) avaliaram os efeitos da aplicação dos fungicidas Thiram, Tiofanato Metílico, Captan, Benomyl e da mistura Thiram + Benomyl, em diferentes lotes de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), no início do armazenamento e nos períodos correspondentes às épocas de semeadura das “águas” e da “seca”. Para tanto, sementes do cultivar Rio Vermelho permaneceram armazenadas entre julho/1983 e fevereiro/1984, sendo avaliadas quanto à germinação, vigor, grau de umidade, sanidade e emergência das plântulas em campo. Verificou-se que os benefícios da aplicação de fungicidas no início do armazenamento dependem da qualidade fisiológica e sanidade das sementes, do produto utilizado e do período de armazenamento; os efeitos favoráveis foram mais evidentes em lotes armazenados com menor qualidade, durante período prolongado.

SALLES *et al.* (1995) armazenaram cinco cultivares de milho (C-125, C-505, C-511, C-606 e C-701), com e sem gorgulho, durante 60 dias, a 25±1°C, com fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa do ar de 90 a 100%. O cultivar C-505 foi

significativamente menos atacado pelo gorgulho, como também apresentou menores reduções de peso, umidade, germinação, vigor, grau de infestação, número de gorgulhos emergidos e viabilidade.

RESENDE *et al.* (1995) armazenaram sementes de feijão Carioca na Fazenda Experimental da EPAMIG, em Porteirinha, MG durante 12 meses, com os seguintes tratamentos: feijão + areia lavada; feijão + terra de formigueiro; feijão + óleo vegetal; feijão + palha de feijão; feijão + Shellgran e feijão (controle). Foram avaliados o grau de infestação por carunchos, o poder germinativo e o grau de umidade aos 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento. Observou-se que até os 3 meses não ocorreu infestação por carunchos. A partir dos 6 meses, os tratamentos com óleo vegetal e palha de feijão mostraram-se mais favoráveis à infestação de caruncho. O tratamento com areia lavada é recomendado como controle alternativo, pois não utiliza produto tóxico. Verificou-se também menor porcentagem de germinação nos tratamentos com palha de feijão e óleo vegetal, em todos os períodos de armazenamento.

SMIDERLE *et al.* (1995) avaliaram os danos provocados pela infestação artificial de *R. dominica* e *Sitophilus* sp., isolados e associados, na qualidade física e fisiológica de sementes básicas de arroz irrigado (BR-IRGA 410) armazenadas por 180 dias em laboratório. A qualidade física foi avaliada através da porcentagem de sementes infestadas, grau de umidade, peso de 100 sementes e perda de peso durante o armazenamento. A qualidade fisiológica foi determinada através da porcentagem de germinação, emergência em casa de vegetação, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica, em intervalos de 30 dias durante seis meses de armazenamento. *R. dominica* foi mais ativa do que *Sitophilus* sp. na redução do vigor das sementes durante o armazenamento. *R. dominica* como *Sitophilus* sp. (20 insetos/100g de sementes) reduziram as porcentagens de germinação e de emergência, com aumento na lixiviação de solutos.

GUPTA & KASHYAP (1995) observaram que sementes de leguminosas, infestadas por larvas do besouro (Coleoptera: *Bruchidae*) durante o armazenamento apresentaram deterioração de sua qualidade. Repetidas fumigações com fosfina foram executadas para impedir a infestação deste besouro nos armazéns em condições subtropicais, especialmente durante a estação chuvosa. Foram avaliados o efeito da fumigação com fosfina em diferentes doses (0,125, 0,250 e 0,500mg/l), com períodos de exposição de 1 a

45 dias e grau de umidade de 9 e 12%, na porcentagem de mortalidade dos besouros, bem como a germinação das sementes e índice de vigor das plântulas de feijão-da-China (*Phaseolus radiatus* L.). A porcentagem de mortalidade dos besouros não foi afetada isoladamente pelo grau de umidade da semente, enquanto que doses de fosfina e períodos de exposição afetaram significativamente a mortalidade. Os efeitos prejudiciais na germinação das sementes, comprimento de radícula e parte aérea e também no índice de vigor de plântulas foram observados, com fumigações repetidas em doses e períodos variáveis de exposição em combinação com o grau de umidade da semente. A 12% de umidade a deterioração da semente foi rápida, mesmo quando expostas a doses de fosfina normalmente recomendadas (0,25mg/l). As informações obtidas são relevantes durante a reanálise de sementes, que são geralmente armazenadas por longos períodos em condições subtropicais.

HAGSTRUM & SUBRAMANYAN (1996) relataram que as perdas nas sementes são causadas, geralmente, por danos físicos, como os ocorridos durante as operações de colheita, transporte, secagem, beneficiamento e armazenamento, ou por agentes biológicos, como insetos, pássaros, roedores e microrganismos.

Uma população susceptível de *R. dominica* e *S. oryzae* e três com vários níveis de resistência a fosfina, conforme teste de doses da Organização de Alimentação e Agricultura (FAO), foram submetidas a várias concentrações do produto, em forma isolada ou combinada com 10 e 20% de CO₂, durante 20 horas. Foram determinadas para cada população as curvas de regressão entre concentração e mortalidade, para se obter os valores de LC₅₀ e LC_{99,9} e os níveis de resistência para esses valores. A aplicação de fosfina + 10-20% de CO₂ reduziu os níveis de resistência das populações de *S. oryzae*; a porção mais suscetível de *R. dominica* apresentou uma redução na concentração requerida de fosfina com o aumento de CO₂, mas a aplicação isolada do produto foi mais eficiente do que as misturas com CO₂ para o controle da porção mais resistente. A aplicação de fosfina + CO₂ reduziu os níveis de resistência ao fumigante em populações de *R. dominica* e de *S. oryzae*. Populações resistentes de *R. dominica* e de *S. oryzae* apresentaram diferentes taxas de mortalidade à aplicação combinada dos produtos (**ATHIE et al. 1998**).

SHARSHIR et al. (1998), analisando sementes de trigo, milho, feijão fava e caupi tratados com areia (1:1), sal comum (5%), cinza de casca de arroz (2,5%) ou Malathion (0,07%), identificaram 15 espécies de ácaros infestando as espécies, com

predominância para *Tyrophagus* sp. seguido por ácaros *siro* e *Tarsonemus* sp. As infestações por *S. oryzae* e *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) foram predominantes em cereais e leguminosas, respectivamente. As sementes de trigo apresentaram os mais altos níveis de infestação (35,37%), seguidos por caupi (27,95%), milho (23,90%) e feijão fava (12,78%). A areia e a cinza de casca de arroz reduziram os níveis de infestação em trigo e milho, enquanto que areia e sal foram efetivos para feijão fava e caupi. O controle de pragas com Malathion, foi mais baixo ou comparável nos três materiais. O tratamento com areia reduziu o número de espécies de ácaros em 42,85% em trigo, 58,33% em milho, 72,72% em feijão fava e 20% em caupi.

SANTOS et al. (1998) utilizaram o dióxido de carbono nas concentrações de 20, 30, 40, 50 e 60%, visando combater o gorgulho do milho (*S. zeamais*) bem como verificar sua influência na germinação e no vigor de sementes do milho branco “QPM” BR 451, após 5, 10, 15 e 20 dias de exposição ao CO₂. As concentrações de 20 e 30% não foram eficientes no controle dos insetos, enquanto que 50 e 60% de CO₂ foram plenamente eficientes a partir de dez dias de exposição, com a eliminação de todas as fases de vida do gorgulho. Em exposições de 15 e 20 dias, a concentração de 40% controlou totalmente todas as fases do inseto. A fosfina (1,0g/m³) foi utilizada como controle, apresentando eficiência após cinco dias de exposição. Com grau de umidade de 12,5% não houve influência do CO₂ na germinação e no vigor de sementes.

Quatro cultivares de sementes de sorgo foram fumigados com fosfina bimensalmente durante um período de 10 meses de armazenamento. A fumigação não teve efeito deletério na viabilidade e no vigor das sementes, enquanto que as sementes do controle se deterioraram mais que as sementes tratadas (**PRASAD, 1998**).

STAHL & STEINER (1998) analisaram a redução nas porcentagens de germinação e de vigor em sementes de trigo de inverno pré-germinadas (12-18, 24-30 e 48-52 horas de embebição, seguida de secagem à 23°C e 60% UR) e intactas, durante armazenamento por 80 dias em 11 diferentes combinações de grau de umidade e temperatura. Antes do armazenamento as porcentagens iniciais de germinação e vigor foram reduzidas de acordo com o aumento do período de embebição. Durante o armazenamento as porcentagens de germinação e de vigor foram reduzidas. A redução na germinação foi maior com aumentos da umidade da semente e/ou da temperatura. As constantes específicas da espécie K_E , C_W , C_H e

C_Q da equação de viabilidade foram semelhantes para as sementes pré-germinadas e intactas. Da mesma forma, a relação entre a porcentagem de plântulas normais e anormais foi independente da pré-embebição. A taxa de perda de vigor foi também independente das condições de armazenamento e da pré-embebição.

SHARMA & SINGH (1998) mantiveram a germinação, após armazenamento aberto durante 30 meses em sementes de trigo cultivar VL 616, 27 meses em linho cultivar Himalini e lentilha cultivar Vipasha, dentre outros. O grau de umidade das sementes variou de 5,7 a 10,7% para as espécies.

SCHROTH *et al.* (1998) avaliaram o período máximo para o armazenamento seguro (tempo decorrido para a germinação cair até 90%) de sementes de trigo cultivar Domain com 17% de umidade a 20, 25, 30 e 35°C. Os períodos de tempo variaram de 12 dias e 35°C a 48 dias e 20°C. Uma equação foi desenvolvida para descrever a taxa de perda de germinação a 20, 25, 30 e 35°C e, através de um modelo matemático desenvolvido a partir dela, foi possível prever o limite de armazenamento seguro em temperatura decrescente. Este modelo foi confiável para temperaturas abaixo de 30°C. A detecção dos fungos ocorreu quando a germinação caiu para um nível médio de 92%.

MOTTA & SILVA (1999) avaliaram os efeitos de hidratação/desidratação no desempenho fisiológico e na sanidade de sementes de trigo dos cultivares “OCEPAR 7 - Bатуíra e CEP 14 - Tapes”, em períodos variáveis de 0 a 48 horas de hidratação, com intervalos de 3 horas entre si. Ao término de cada período, foram determinados o grau de umidade e o estágio de desenvolvimento das amostras, que foram a seguir submetidas à secagem até atingirem a umidade original. Após dois meses de armazenamento em câmara fria, as sementes foram avaliadas através de testes fisiológicos e de sanidade. Os períodos de hidratação superiores a 30 horas (à 20°C) seguidos de secagem foram prejudiciais ao desempenho fisiológico e à sanidade de sementes, sendo que os melhores resultados quanto à sanidade foram obtidos em períodos intermediários de hidratação (entre 15 e 30 horas), antes da secagem.

3.2. Principais fungos e seus efeitos na sanidade de sementes

LOPES & CHRISTENSEN (1967) armazenaram sementes de milho com grau de umidade de 19 a 20% e temperaturas entre 20 a 25°C, com algumas amostras isentas de fungos e outras inoculadas com *A. flavus*. Após 74 dias, as amostras isentas de fungos apresentaram 97% de germinação, enquanto aquelas inoculadas com o fungo apresentaram 13% de germinação.

Os fungos são os principais microorganismos presentes nas sementes armazenadas e constituem a principal causa da deterioração e perdas durante o armazenamento. De acordo com **NEERGAARD (1979)**, a temperatura ótima para o desenvolvimento desses microorganismos se situa na faixa de 30-33°C, enquanto que as temperaturas médias no ambiente de armazenamento entre 18 e 28°C não contribuem para o aumento da incidência dos patógenos.

Um dos meios mais eficientes de disseminação de doenças é a semente, considerando-se que é através dela que os patógenos podem ser transportados a grandes distâncias e introduzidos em novas áreas. O período de sobrevivência de um patógeno na semente depende, além de sua localização (externa ou interna), das características das suas estruturas de sobrevivência (**NEERGAARD, 1979**)

Para se avaliar a importância da associação de patógenos com sementes é preciso ter em mente que 90% das culturas destinadas à produção de alimentos no mundo são sujeitas ao ataque de doenças, sendo que a maioria de seus agentes causais pode ser transmitida pelas sementes (**NEERGAARD, 1979**).

Os fungos que comumente atacam as sementes de trigo são classificados como de campo e de armazenamento. Os primeiros atacam a semente antes da colheita, durante o seu período de crescimento e maturação, requerendo para o seu crescimento 90-95% UR. Portanto, não se desenvolvem com a redução do grau de umidade das sementes e da temperatura durante o armazenamento; no entanto, podem sobreviver durante anos em sementes armazenadas (**CHRISTENSEN & KAUFMANN, 1965; WETZEL et al., 1983**).

Depois de colhidas e armazenadas, as sementes estão sujeitas à invasão de fungos de armazenamento, principalmente dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, que se

desenvolvem em sementes com graus de umidade em equilíbrio com 65-90% UR. Normalmente os fungos do armazenamento não infestam as sementes antes da colheita, sendo encontrados em sementes recém-colhidas numa porcentagem muito baixa. Uma de suas características é justamente o seu alto poder de propagação pois, embora presentes no campo em porcentagem baixíssima, se multiplicam rapidamente em poucos dias, desde que encontrem condições de ambiente favorável (**WETZEL et al., 1983**).

O efeito da sobrevivência de *P. oryzae* em sementes de arroz foi analisado por **VALARINI et al. (1985)**, que verificaram que, após dois meses de armazenamento, ocorreu redução expressiva nos índices de infecção do patógeno na maioria das subamostras conservadas em condições ambientais; nas sementes mantidas em geladeira a redução foi pequena, observando-se em algumas subamostras um aumento desse índice.

A longevidade do patógeno e da semente é afetada pelas condições ambientais, como baixa temperatura e umidade relativa do ar e, deste modo, as condições que favorecem a longevidade das sementes também favorecem a dos patógenos (**CUNFER, 1987**).

SIEGEL et al. (1984) e **WELTY et al. (1987)** demonstraram que, quando um lote de sementes é armazenado a 10-30°C por 18 meses, a sobrevivência de determinados patógenos é bastante reduzida.

VECHIATO et al. (1987) observaram redução expressiva nos índices de infecção de *Helminthosporium sativum* em sementes de trigo em condições ambientais, oito meses após a colheita, enquanto que a 5°C a redução foi insignificante.

MENTEN & MORAES (1988), examinando sementes de trigo, cultivar Anahuac, com 18% de *Pyricularia oryzae* em três condições de armazenamento (ambiente, câmara seca e geladeira), verificaram que a incidência do patógeno nas sementes manteve-se ou aumentou quando estas foram armazenadas em câmara seca ou geladeira; entretanto, em condições ambientais, a incidência reduziu-se após três meses de armazenamento, chegando a níveis ao redor de 5% após nove meses.

ARAÚJO (1990) relatou que há diversos procedimentos que visam a destruição de fungos de produtos armazenados, mas nenhum deles é inteiramente satisfatório ou universalmente aplicado em todos os produtos agrícolas contaminados.

Sementes de trigo com graus de umidade de 16,2 e 18,3% foram inoculadas com *Eurotium chevalieri*, *Aspergillus flavus* ou *Aspergillus parasiticus* e expostas

a 0,1g/m³ de fosfina por 2 semanas à 28°C. A flora fúngica foi determinada antes e após todos os tratamentos. O armazenamento da semente úmida com fosfina e sem ar conduziu a um desenvolvimento mais lento da maioria dos fungos de armazenamento, mas não evitou completamente o seu desenvolvimento. O nível de inibição mostra que a fosfina pode ser útil para retardar a deterioração por fungos durante um período curto de armazenamento de sementes com alto grau de umidade (15-19% para trigo). A fosfina a 0,1g/m³ causou um leve decréscimo nas populações de fungos que foram incapazes de crescer nesta umidade, indicando que tem apenas um pequeno efeito sobre o micélio que não está se desenvolvendo e sobre o conídio dormente (**HOCKING & BANKS, 1991**).

GOULART & PAIVA (1993) avaliaram a sobrevivência de *P. oryzae* em sementes de trigo armazenadas em diferentes ambientes durante doze meses. Amostras de sementes de trigo do cultivar Anahuac, com incidências de 14, 12, 10 e 6% de *P. oryzae*, foram armazenadas em condições ambientais, câmara seca e geladeira. Mensalmente, subamostras foram submetidas ao teste de sanidade através do método de incubação em papel de filtro. Verificou-se que a incidência de *P. oryzae* manteve-se praticamente constante em sementes armazenadas em geladeira e câmara seca. Em condições ambientais houve uma redução na incidência do fungo após 6 meses, alcançando valores de até 1,5% aos 12 meses de armazenamento. A longevidade de *P. oryzae* é afetada por fatores ambientais, sendo que baixas temperaturas favorecem a sua sobrevivência.

CASTRO et al. (1993) analisaram os efeitos da aplicação de 0,0, 0,5, 1,0 e 1,5mg/l de fosfina durante 3, 7 e 14 dias à 30°C e 85% UR em amendoim recém colhido, descascado e reumedecido até 0,89 de atividade de água (15,6% de umidade). As concentrações de CO₂ foram determinadas após cada período de exposição. Os teores de CO₂ obtidos indicaram que a fosfina nas doses de 1,0 e 1,5mg/l impediu o desenvolvimento fúngico durante 14 dias, enquanto a concentração de 0,5mg/l foi eficiente até sete dias de armazenamento. As três dosagens estudadas controlaram a produção de aflatoxinas B₁ e G₁. O período de proteção oferecido pelo fumigante no controle do desenvolvimento fúngico e na produção dessas micotoxinas foi relacionado com as doses utilizadas.

Sementes de arroz recém colhidas com graus de umidade de 16,0 e 19,1%, foram expostas a 0,0; 0,5; 1,0 e 1,5mg/l de fosfina (PH₃) à 28°C durante 7 e 14 dias. As concentrações do fumigante foram determinadas após cada período de exposição. A

incidência de fungos foi avaliada antes e após os tratamentos. Houve um decréscimo do número total de sementes infectadas à medida que a concentração do fumigante aumentou. O melhor controle foi observado para fungos de campo a 92% UR e para fungos de armazenamento a 85% UR. A concentração de 0,5mg/l de fosfina foi eficiente para o controle do desenvolvimento de *Eurotium* spp. em ambas umidades relativas. Os resultados sugerem que as concentrações de 1,0 e 1,5mg/l de fosfina foram eficientes para o controle de fungos de armazenamento, após os dois períodos de exposição. A mais baixa porcentagem de infecção de fungos nas sementes foi obtida com 1,5mg/l de fosfina na umidade relativa mais alta. O período de proteção oferecido pelo fumigante dependeu da concentração aplicada (**CASTRO & PACHECO, 1995**).

Vários autores como **NATARAJAN & BAGYARAJ (1984)**, **BAILLY (1985)**, **LEITÃO et al. (1987)**, **HOCKING & BANKS (1991)** e **CASTRO et al. (1996)** observaram redução da incidência de fungos quando estes foram expostos à diferentes concentrações de fosfina, gerada pelo fosfeto de alumínio, em sementes e *in vitro*.

CASTRO et al. (1996) trabalharam com seis pilhas de 36 sacos de 50kg de amendoim em casca com graus de umidade entre 18,0 e 21,0%, armazenadas em região produtora de São Paulo, Brasil. Três pilhas foram fumigadas com fosfina por 7 dias, com uma dose inicial de 3,0 g/m³, com aplicações subsequentes realizadas 24 e 144 h depois. Antes da fumigação não foi detectada infecção de *A. flavus* e/ou *A. parasiticus* na massa de amendoim ou foi muito baixa (1 a 13%), mas contaminações com aflatoxinas (até 191 µg/kg) foram encontradas em todas as pilhas. Após as fumigações, houve aumento da infecção nas pilhas não fumigadas (73 a 100% de sementes infectadas), enquanto que nas pilhas fumigadas, *A. flavus* e/ou *A. parasiticus* não foram detectados ou foram isolados em quantidades insignificantes, indicando que a fosfina foi eficiente no controle do desenvolvimento dos fungos a despeito do alto conteúdo de umidade das sementes. Após o período de fumigação os níveis de contaminação por aflatoxinas nas pilhas tratadas permaneceram constantes, enquanto que as pilhas não tratadas mostraram aumentos significativos (até 10.000 µg/kg de amendoim). Após um mês, entretanto, nenhuma diferença foi observada na contaminação por aflatoxinas e na infecção por *A. flavus* e *A. parasiticus* nas pilhas tratadas e não tratadas.

MORENO MARTINEZ et al. (1998) investigaram o efeito protetor dos fungicidas Captan, Chlorothalonil, Pentachloronitrobenzene, Thiram e uma mistura

comercial de Captan + Carboxin contra fungos de armazenamento, bem como os possíveis efeitos tóxicos na viabilidade de sementes de trigo cultivar Salamanca. As sementes foram armazenadas a 25°C com alta umidade relativa (85%) para permitir o desenvolvimento de fungos e também com grau de umidade menor que 13%. A germinação das sementes, com alto ou baixo conteúdo de umidade, foi levemente inibida pelo fungicida Carboxin, logo após a sua aplicação, afetando também temporariamente a dormência das sementes, que tinha desaparecido durante o armazenamento. Os fungicidas Chlorothalonil, Captan e Carboxin + Captan controlaram os fungos de armazenamento e protegeram a germinação das sementes armazenadas a 85% de umidade relativa.

HU *et al.* (1998) avaliaram os efeitos de umidade e de temperatura na viabilidade de sementes de trigo, arroz (*Oryza sativa*, tipo Japonica), milheto (*Setaria italica*) e amendoim (*Arachis hypogaea*) durante o armazenamento. As sementes foram secas de 10 para 2% de umidade e então embaladas em recipientes herméticos e armazenadas a 45°C, temperatura ambiente (22,5±7,5°C) e a 0°C durante 2,5 a 4 anos. A 45°C, os melhores resultados foram obtidos com umidades de 2% para amendoim, 4% para milheto, 4,5% para arroz e 5% para o trigo. Em temperaturas mais baixas de armazenamento, ocorreu uma redução na longevidade quando as sementes foram armazenadas com umidades extremamente baixas, mas as taxas de deterioração em umidades mais altas foram desprezíveis. Assim, a presença de um ótimo conteúdo de água foi menos evidente para sementes armazenadas em temperaturas ambientais e a 0°C. A redução da longevidade nessas sementes em umidades extremamente baixas deve ser considerada durante a sua conservação em bancos de germoplasma.

MATA *et al.* (1999) avaliaram a eficiência de fumigações com fosfina na massa de sementes de milho, com diferentes temperaturas, visando o controle de fungos. As dosagens utilizadas foram 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10 e 20g/m³ do produto em exposição durante 120h, em temperatura ambiente. Depois da fumigação, amostras do milho foram submetidas ao teste de sanidade, usando-se solução de NaCl a 7% para facilitar a detecção de *A. flavus*. *In vitro* a fosfina foi eficiente no controle do fungo em doses iguais ou superiores a 3g/m³; a dose de 3g/m³ e período de exposição de 120h não se mostrou eficiente no controle de fungos em diferentes temperaturas.

PINZINO *et al.* (1999) observaram que o ataque oxidativo de radicais livres é considerado a principal causa da deterioração de sementes, enquanto que os mecanismos de defesa podem remover estruturas moleculares danosas e os carotenóides podem agir como eliminadores de radicais livres. O conteúdo de luteína, principal carotenóide em trigo, decresceu rapidamente durante o envelhecimento da semente. Além disso, foi estudado o conteúdo de radicais livres em glúten feitos de farinhas de sementes de trigo após armazenamento por longo tempo. A concentração de radicais dependeu da idade da semente, visto que o seu mais alto nível foi detectado após 13-15 anos, durante armazenamento por 36 anos. Marcadores específicos de grupos de sulfidril de proteínas de glúten permitiram estudos comparativos da rigidez das cadeias protéicas, sendo encontrado um progressivo enrijecimento do glúten polimérico com o decorrer do armazenamento da semente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do experimento

As sementes foram produzidas nos campos do Centro Experimental de Campinas (CEC), do Centro de Produção de Material Propagativo (CPMP), do Instituto Agrônômico de Campinas, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (IAC), onde foram beneficiadas, analisadas e armazenadas.

4.2. Cultivar

As sementes de trigo utilizadas no experimento, colhidas em julho de 2000, foram dos cultivares IAC-24 (Tucuruí I) e IAC-362 (Tucuruí II), ambos de ciclo médios, altamente produtivos, tolerante e suscetível ao alumínio tóxico, respectivamente, e recomendados principalmente para a Zona A e A1 da região do Vale do Paranapanema no Estado de São Paulo.

4.3. Preparo das sementes

A semente de trigo deve ser colhida tão logo complete a sua maturação, pois a sua permanência no campo pode expor a cultura ao risco de chuvas e ao ataque de pragas, principalmente do gorgulho (*S. oryzae*), que dessa maneira se introduz junto com o produto no armazém, causando assim grandes prejuízos na qualidade da semente.

A umidade elevada das sementes constitui um fator estimulante para o desenvolvimento de pragas em grande quantidade nos produtos armazenados. Portanto, após a colheita dos campos de produção no Centro Experimental de Campinas, as sementes dos cultivares IAC-24 e IAC-362 foram secas até 13% de umidade, conforme os padrões de sementes (SÃO PAULO, 2001), beneficiadas e analisadas no Centro de Produção de Material Propagativo do IAC, em agosto de 2000.

A seguir foram avaliadas quanto à pureza física, exame de sementes infestadas, grau de umidade, peso volumétrico, germinação, vigor e sanidade no Laboratório do Centro de Produção de Material Propagativo. Após homogeneização, foram separadas em sacos de algodão de $\pm 8\text{kg}$ cada, colocadas em prateleiras individuais e a seguir expurgadas com fosfina, no início e após 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento. O expurgo foi realizado dentro de tambores de 200 litros perfeitamente vedados, empregando-se comprimidos de 0,6g cada nas respectivas concentrações por 120 horas.

O tratamento controle ficou bem isolado e protegido dos demais, em armazenados em condições ambientais no Centro de Produção de Material Propagativo (IAC), com a temperatura e a umidade relativa do ar sendo registradas em um termohigrógrafo. Durante o período foram retiradas amostras das parcelas para avaliação dos parâmetros de qualidade: grau de umidade, exame de sementes infestadas, peso volumétrico, teste de germinação, teste de vigor (envelhecimento acelerado) e teste de sanidade.

Após a realização do primeiro expurgo e com as parcelas devidamente embaladas, iniciou-se o armazenamento em 01/09/2000, sendo que no seu transcorrer (12 meses), as sementes permaneceram em prateleiras no mesmo ambiente, mas devidamente separadas em lotes, onde receberam a mesma dosagem do produto, durante todo o período.

Ao longo deste ensaio as seguintes interpretações foram consideradas:

Cultivares	IAC-24 e IAC-362
Dosagens	Dose 0 - sem aplicação de fosfina (PH_3)
	Dose 1 - aplicação de $1\text{g}/\text{m}^3$ de fosfina (PH_3)
	Dose 2 - aplicação de $2\text{g}/\text{m}^3$ de fosfina (PH_3)
	Dose 4 - aplicação de $4\text{g}/\text{m}^3$ de fosfina (PH_3)
	Dose 8 - aplicação de $8\text{g}/\text{m}^3$ de fosfina (PH_3)

4.4. Testes de laboratório

Na análise de pureza física, a amostra de trabalho foi separada em três componentes: sementes puras, outras sementes e material inerte. As sementes puras e o material inerte foram indicados em porcentagem por peso e as outras sementes indicadas em

número por peso da amostra de trabalho, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (**BRASIL, 1992**).

O grau de umidade das sementes, expresso em porcentagem, foi realizado com três subamostras, pelo método de estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas (**BRASIL, 1992**).

O exame de sementes infestadas foi executado para determinar a porcentagem de sementes que se encontravam danificadas por insetos. Com três subamostras de 50 sementes cada retiradas ao acaso, foi realizado o exame através de cortes individuais; para facilitar a sua execução, as sementes foram previamente imersas em água pelo período de 12 a 24 horas (**BRASIL, 1992**).

Na determinação do peso volumétrico foi utilizada uma balança específica, com capacidade de um litro de sementes, com a utilização de duas subamostras, sendo o resultado expresso em kg/hl (**BRASIL, 1992**).

O teste de germinação foi conduzido à 20°C com quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em rolo de papel toalha Germitest, embebidos com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. As porcentagens de plântulas normais foram determinadas através de duas contagens, no quarto e no oitavo dia após a semeadura (**BRASIL, 1992**).

O teste de vigor (envelhecimento acelerado), foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes cada, em caixas gerbox com compartimento individual (mini câmaras), possuindo no seu interior uma bandeja de tela de aço inoxidável, onde foram distribuídas as sementes. No interior dessas mini câmaras foram adicionados 40 ml de água e os gerbox foram mantidos à 42°C durante 60 horas (**AOSA, 1983**). Depois de retiradas da câmara de envelhecimento as subamostras foram colocadas para germinar, de acordo com o teste de germinação acima citado (**BRASIL, 1992**).

O teste de sanidade foi realizado através do método do papel de filtro (“blotter test”) com congelamento, com 200 sementes por parcela (quatro subamostras de 50 sementes) semeadas em placa de Petri, com três folhas de papel de filtro, previamente umedecidas com água destilada. A incubação foi realizada em câmara por 24 horas a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sob luz fluorescente, em ciclos de 12 horas de luz por 12 horas de escuro; a seguir as subamostras permaneceram por 24 horas à -18°C , retornando à 20°C e luz por mais 5 dias

(BRASIL, 1992). Completados os sete dias de incubação, foi efetuada a identificação e a porcentagem de infestação dos microorganismos presentes nas sementes, com o auxílio de microscópio estereoscópio e, quando necessário, de microscópio composto. A identificação das estruturas reprodutivas dos microorganismos foi feita de acordo com **BARNETT & HUNTER (1972)**.

4.5. Delineamento experimental

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado (DIC), através de análise fatorial 2x5x3 (2 cultivares, 5 dosagens de fosfina, 3 repetições) e a comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Todos os dados em porcentagem foram previamente transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$ (SNEDECOR, 1945) e, a seguir, procedeu-se as análises estatísticas através do programa Sanest (ZONTA *et al.*, 1986).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Logo após a colheita dos campos de produção no Centro Experimental de Campinas, as sementes dos cultivares IAC-24 e IAC-362 apresentavam antes do expurgo inicial e do armazenamento as seguintes características:

Parâmetros de qualidade	Cultivares	
	IAC 24	IAC 362
Pureza Física (%)	99,90	99,97
Grau de Umidade (%)	11,61	13,50
Sementes infestadas (%)	0	0
Peso Volumétrico (kg/hl)	79,11	76,47
Germinação (%)	92,5	96,5
Vigor (envelhecimento acelerado) (%)	84,0	88,5
Incidência de fungos (%)		
<i>Alternaria alternata</i>	56,0	72,0
<i>Cladosporium herbarum</i>	63,0	58,0
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	7,0	6,0
<i>Curvularia lunata</i>	1,0	0
<i>Drechslera</i> spp.	1,5	0
<i>Epicoccum purpurascens</i>	18,5	10,0
<i>Fusarium</i> spp.	17,5	15,0
<i>Nigrospora oryzae</i>	5,5	7,0
<i>Phoma</i> spp.	1,0	1,0
<i>Aspergillus</i> spp.	0	0
<i>Penicillium</i> spp.	3,5	2,5

Nas Figuras 1 e 2, respectivamente, são apresentadas as médias de temperatura e umidade relativa do ar (máximas e mínimas), registradas por termohigrógrafo durante o armazenamento aberto de sementes de trigo. Durante este período as médias de temperatura e de umidade relativa foram de 25,3°C e 67,0%, respectivamente.

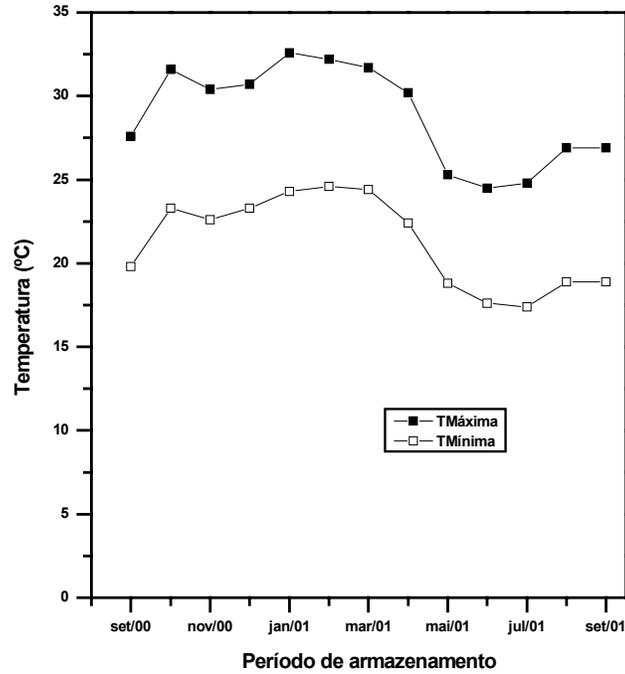


FIGURA 1. Valores médios de temperaturas máximas e mínimas registrados durante armazenamento aberto de sementes de trigo, no período de 09/2000 a 08/2001.

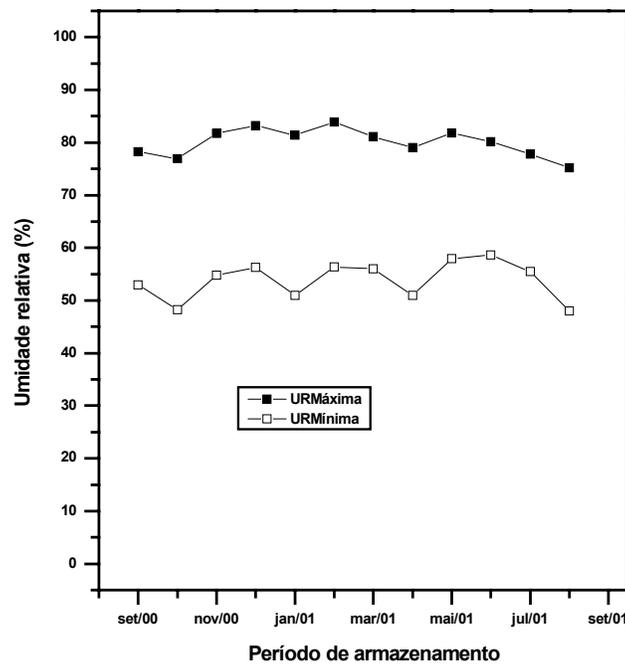


FIGURA 2. Valores médios de umidades relativas do ar máximas e mínimas registrados durante armazenamento aberto de sementes de trigo, no período de 09/2000 a 08/2001.

5.1. Grau de umidade

Na Figura 3 são apresentados os resultados de grau de umidade durante o período de armazenamento, podendo-se observar uma diferença nos graus de umidade iniciais nas sementes entre os cultivares e que, a partir de 3 meses de armazenamento, esses valores foram gradativamente entrando em equilíbrio com a umidade relativa do ar. Entre as dosagens de fosfina observa-se, a partir de 6 meses de armazenamento, uma grande diferença no tratamento controle (dose 0) em relação aos demais.

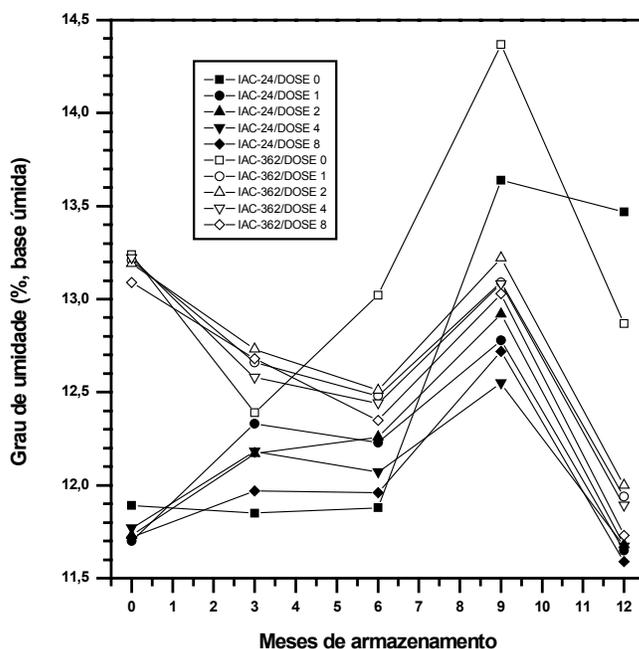


FIGURA 3. Valores médios de grau de umidade (%) durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

A Tabela 1 mostra os resultados da análise estatística para as causas de variação cultivar e dosagem, ao nível de 5% de probabilidade, verificando-se que ocorreram diferenças significativas no decorrer do experimento.

Pode-se observar também que, entre os cultivares a partir de 3 meses, embora houvesse uma tendência em entrar em equilíbrio com a umidade relativa do ar, o mesmo ocorreu apenas no último mês de armazenamento. Entre as dosagens, com o passar do período foi-se destacando claramente o tratamento controle, devido ao crescente ataque do

gorgulho que ocorreu a partir de 3 meses. Um fator importante a ser considerado é o equilíbrio higroscópico estabelecido entre a umidade relativa do ar e a da semente, porque tanto a umidade como a temperatura são os fatores que limitam a sobrevivência e a reprodução de muitos insetos.

HALL (1971) relatou que as alterações no equilíbrio higroscópico de sementes são devidas ao rompimento da impermeabilização do pericarpo, já que os orifícios perfurados pelos insetos expõem o endosperma ao contato com a umidade do ar. O grau de umidade crítico para a reprodução dos insetos é de aproximadamente 9%, porém, isto é dificilmente alcançado pelo equilíbrio higroscópico. À medida que a umidade da semente aumentou, entre os limites de 12 a 15%, os insetos se desenvolveram e se reproduziram com maior intensidades (**FARONI, 1992**).

TABELA 1. Comparação entre graus de umidade de sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	11,76 b	12,10 b	12,08 b	12,92 b	12,00 a
IAC-362	13,19 a	12,61 a	12,56 a	13,35 a	12,08 a
DOSE 0	12,56 a	12,12 b	12,45 a	14,00 a	13,17 a
DOSE 1	12,44 a	12,50 a	12,35 ab	12,94 b	11,80 b
DOSE 2	12,45 a	12,45 a	12,38 ab	13,07 b	11,84 b
DOSE 4	12,49 a	12,38 a	12,25 bc	12,82 b	11,78 b
DOSE 8	12,40 a	12,32 ab	12,15 c	12,87 b	11,66 b
C.V. (%)	0,5	0,6	0,4	0,9	0,7

Médias seguidas por letras iguais e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = Coeficiente de Variação.

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios de grau de umidade somente para as causas de variação significativas. Nos níveis de significância dos valores de F obtidos nas análises de variância, avaliados durante o período de armazenamento, para as interações entre cultivar e dosagem, verificou-se que os valores de grau de umidade no início e após 3 e 9 meses de armazenamento mostraram-se não significativos, enquanto que aos 6 e 12 meses a interação cultivar e dosagem mostrou-se significativa.

TABELA 2. Valores médios de grau de umidade de sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.

PERÍODO (meses)	CAUSAS DE VARIAÇÃO		MÉDIAS (%)	F	C.V. (%)	D.M.S.
6	CULTIVAR x DOSE 0	IAC-362	13,02 a	0,00001	0,4	0,15
		IAC-24	11,88 b			
6	CULTIVAR x DOSE 1	IAC-362	12,48 a	0,00001	0,4	0,15
		IAC-24	12,23 b			
6	CULTIVAR x DOSE 2	IAC-362	12,51 a	0,00001	0,4	0,15
		IAC-24	12,26 b			
6	CULTIVAR x DOSE 4	IAC-362	12,44 a	0,00001	0,4	0,15
		IAC-24	12,07 b			
6	CULTIVAR x DOSE 8	IAC-362	12,35 a	0,00001	0,4	0,15
		IAC-24	11,96 b			
6	DOSAGEM x IAC-24	DOSE 2	12,26 a	0,00001	0,4	0,21
		DOSE 1	12,23 a			
		DOSE 4	12,07 ab			
		DOSE 8	11,96 b			
		DOSE 0	11,88 b			
6	DOSAGEM x IAC-362	DOSE 0	13,02 a	0,00001	0,4	0,21
		DOSE 2	12,51 b			
		DOSE 1	12,48 b			
		DOSE 4	12,44 b			
		DOSE 8	12,35 b			
12	CULTIVAR x DOSE 0	IAC-24	13,47 a	0,00099	0,7	0,25
		IAC-362	12,87 b			
12	DOSAGEM x IAC-24	DOSE 0	13,47 a	0,00099	0,7	0,36
		DOSE 2	11,68 b			
		DOSE 4	11,67 b			
		DOSE 1	11,64 b			
		DOSE 8	11,58 b			
12	DOSAGEM x IAC-362	DOSE 0	12,87 a	0,00099	0,7	0,36
		DOSE 2	12,00 b			
		DOSE 1	11,94 b			
		DOSE 4	11,89 b			
		DOSE 8	11,73 b			

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação; D.M.S. = Diferença Mínima Significativa.

5.2. Sementes infestadas

Na Figura 4 são apresentadas as porcentagens de sementes infestadas durante o armazenamento, verificando-se que a partir de três meses ocorreu o ataque das pragas às sementes, com mais evidência no tratamento controle com a evolução do período de armazenamento, sendo que o cultivar IAC-362 foi o mais infestado.

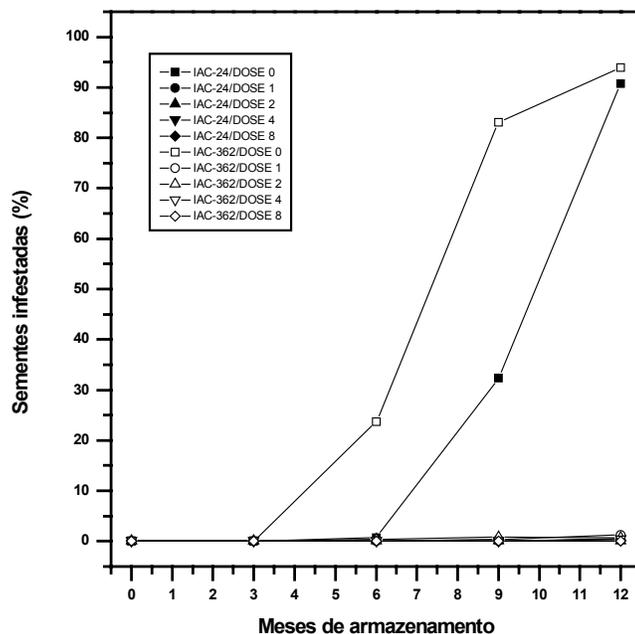


FIGURA 4. Valores médios de sementes infestadas (%) durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

Na Tabela 3 nota-se, com relação ao fator cultivar, que ocorreram diferenças significativas apenas aos 6 e 9 meses de armazenamento, devido à preferência das pragas pelo cultivar IAC-362, devido às suas características intrínsecas bem como por apresentar um grau de umidade inicial mais elevado, conferindo assim uma maior palatabilidade às sementes. No fator dosagem de fosfina, ocorreram diferenças significativas no controle (dose zero) aos 6, 9 e 12 meses. Nas demais dosagens de fosfina, não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, evidenciando deste modo um controle razoável das pragas durante todo o armazenamento. Entretanto, mesmo que este controle não seja o ideal para a conservação das sementes, pelo menos não ocorreu um aumento considerável dessas pragas.

A aplicação de um inseticida protetor nas sementes de trigo, antes do armazenamento, pode ser considerada como prática obrigatória, porque a fumigação elimina todas as fases da praga, mas os gases aplicados não deixam resíduos e não protegem o trigo durante o período de armazenamento. Aplicando-se o inseticida adequado na dosagem recomendada, consegue-se uma melhor proteção da semente de trigo por vários meses de armazenamento.

TABELA 3. Comparação entre sementes infestadas (%) após a aplicação de fosfina, durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	0,00 a	0,00 a	0,32 b	2,57 b	8,69 a
IAC-362	0,00 a	0,00 a	2,06 a	7,60 a	10,22 a
DOSE 0	0,00 a	0,00 a	8,49 a	59,05 a	92,41 a
DOSE 1	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,31 b	0,73 b
DOSE 2	0,00 a	0,00 a	0,31 b	0,48 b	0,43 b
DOSE 4	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,44 b
DOSE 8	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b
C.V. (%)	0	0	29,5	29,9	19,0

Médias seguidas por letras iguais e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = Coeficiente de Variação.

Nos níveis de significância, dos valores de F obtidos nas análises de variância, referentes ao exame de sementes infestadas, avaliadas durante o período de armazenamento, para as interações entre os dois fatores, foram observados valores não significativos nos meses 0, 3 e 12 e significativos nos meses 6 e 9.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios de exame de sementes infestadas, comparados pelo teste de Tukey, somente para as causas de variação que foram significativas, comprovando assim as diferenças ocorridas entre o tratamento controle.

TABELA 4. Valores médios de infestações em sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.

PERÍODO (meses)	CAUSAS DE VARIAÇÃO		MÉDIAS (%)	F	C.V. (%)	D.M.S.
6	CULTIVAR x DOSE 0	IAC-362	23,73 a	0,00001	29,5	2,89
		IAC-24	0,68 b			
6	DOSAGEM x IAC-362	DOSE 0	23,73 a	0,00001	29,5	4,14
		DOSE 2	0,37 b			
		DOSE 1	0,00 b			
		DOSE 4	0,00 b			
		DOSE 8	0,00 b			
9	CULTIVAR x DOSE 0	IAC-362	83,08 a	0,00001	29,9	6,44
		IAC-24	32,38 b			
9	DOSAGEM x IAC-24	DOSE 0	32,38 a	0,00001	29,9	9,24
		DOSE 1	0,00 b			
		DOSE 2	0,00 b			
		DOSE 4	0,00 b			
		DOSE 8	0,00 b			
9	DOSAGEM x IAC-362	DOSE 0	83,08 a	0,00001	29,9	9,24
		DOSE 2	0,77 b			
		DOSE 1	0,37 b			
		DOSE 4	0,00 b			
		DOSE 8	0,00 b			

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação; D.M.S. = Diferença Mínima Significativa.

5.3. Peso volumétrico

Na Figura 5 são apresentados os valores de peso volumétrico obtidos durante o período de armazenamento. Pode-se observar que entre os cultivares já existia uma diferença inicial no peso, sendo que o cultivar IAC-24 apresentava-se com menor tamanho das sementes, aproveitando assim melhor o espaço interno disponível e, conseqüentemente, com maior peso. A partir do mês 3, entre os tratamentos controle, inicia-se claramente uma queda brusca no peso, devido ao crescente ataque das pragas.

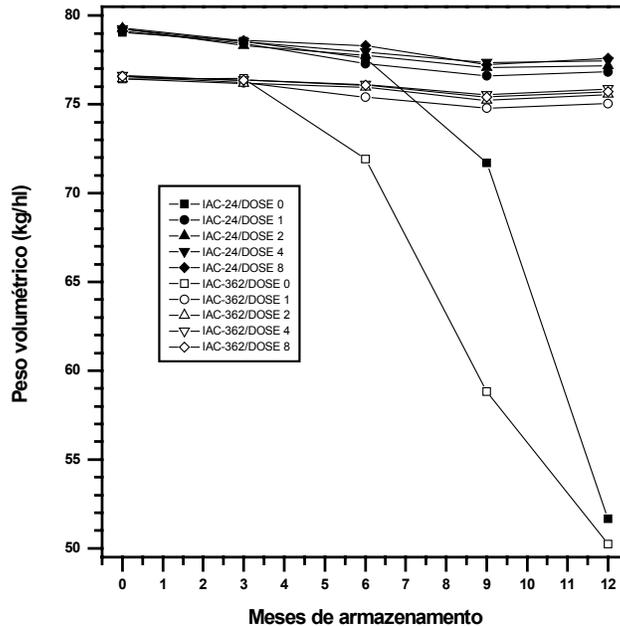


FIGURA 5. Valores médios de peso volumétrico (kg/hl) durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

Na Tabela 5 estão relatados os resultados da análise estatística para as causas de variação cultivar e dosagem, ao nível de 5% de probabilidade, verificando-se que houve diferenças significativas no decorrer do período de armazenamento. No fator cultivar ocorreram diferenças significativas durante todo o período de armazenamento, devido à diferença inicial no tamanho da semente, que foi mantida até o final do experimento.

No fator dosagem, o peso volumétrico apresentou-se com diferenças significativas, a partir do mês 6 no tratamento controle. O ataque de pragas iniciou-se, obviamente, no tratamento sem fosfina (dosagem zero) e foi se acentuando mês a mês, diminuindo o peso das sementes e conseqüentemente causando claramente uma diferença significativa nesse parâmetro. Não foram detectadas diferenças significativas entre as outras dosagens. **PINGALE et al. (1954)** verificaram perdas de 1,73 e 5,61% de peso em sementes de trigo atacadas pela *E. cautella*, em três e seis meses de infestação, respectivamente. Para **HALL (1971)**, os danos diretos que as sementes podem sofrer são a perda de peso, do valor nutritivo, da qualidade e do rendimento como semente.

TABELA 5. Comparação entre peso volumétrico (kg/hl) após a aplicação de fosfina, durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	79,18 a	78,49 a	77,78 a	75,99 a	72,13 a
IAC-362	76,52 b	76,32 b	75,09 b	71,96 b	70,49 b
DOSE 0	77,73 a	77,50 a	74,76 c	65,26 b	50,95 b
DOSE 1	77,84 a	77,33 a	76,34 b	75,69 a	75,94 a
DOSE 2	77,84 a	77,25 a	76,86 ab	76,15 a	76,37 a
DOSE 4	77,91 a	77,45 a	77,03 ab	76,44 a	76,66 a
DOSE 8	77,93 a	77,48 a	77,20 a	76,33 a	76,65 a
C.V. (%)	0,3	0,3	0,6	1,6	2,5

Médias seguidas por letras iguais e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = Coeficiente de Variação.

Nos níveis de significância dos valores de F obtidos nas análises de variância, referentes ao peso volumétrico, avaliadas durante o período de armazenamento, para as interações entre os dois fatores, verifica-se a não significância nos valores relativos aos meses 0, 3 e 12 e significância nos meses 6 e 9.

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios de peso volumétrico comparados pelo teste de Tukey, somente para os meses em que as causas de variação foram significativas (6 e 9 meses de armazenamento).

TABELA 6. Valores médios de peso volumétrico de sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.

PERÍODO (meses)	CAUSAS DE VARIAÇÃO		MÉDIAS (kg/hl)	F	C.V. (%)	D.M.S.
6	CULTIVAR x DOSE 0	IAC-24	77,60 a	0,00001	0,6	0,76
		IAC-362	71,92 b			
6	CULTIVAR x DOSE 1	IAC-24	77,28 a	0,00001	0,6	0,76
		IAC-362	75,39 b			
6	CULTIVAR x DOSE 2	IAC-24	77,75 a	0,00001	0,6	0,76
		IAC-362	75,96 b			
6	CULTIVAR x DOSE 4	IAC-24	77,94 a	0,00001	0,6	0,76
		IAC-362	76,11 b			
6	CULTIVAR x DOSE 8	IAC-24	78,31 a	0,00001	0,6	0,76
		IAC-362	76,09 b			
6	DOSAGEM x IAC-362	DOSE 4	76,11 a	0,00001	0,6	1,09
		DOSE 8	76,09 a			
		DOSE 2	75,96 a			
		DOSE 1	75,39 a			
		DOSE 0	71,92 b			
9	CULTIVAR x DOSE 0	IAC-24	71,71 a	0,00001	1,6	2,02
		IAC-362	58,81 b			
9	DOSAGEM x IAC-24	DOSE 4	77,34 a	0,00001	1,6	2,89
		DOSE 8	77,23 a			
		DOSE 2	77,07 a			
		DOSE 1	76,60 a			
		DOSE 0	71,71 b			
9	DOSAGEM x IAC-362	DOSE 4	75,54 a	0,00001	1,6	2,89
		DOSE 8	75,42 a			
		DOSE 2	75,23 a			
		DOSE 1	74,78 a			
		DOSE 0	58,81 b			

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação; D.M.S. = Diferença Mínima Significativa.

5.4. Germinação de sementes

Na Figura 6 são apresentados os resultados de germinação, durante o período de armazenamento. Pode-se observar que, no início do experimento, ocorreu uma pequena diferença entre os cultivares, devido às diferentes condições ambientais durante a sua produção em campos de multiplicação. A fofina, mesmo em aplicações com doses elevadas

no armazenamento, não apresenta ação fitotóxica às sementes de trigo e o poder germinativo não é alterado, mesmo com graus de umidade elevados (PUZZI, 1986). Com o decorrer do período de armazenamento, o índice de germinação nos controles (Dose 0) caiu significativamente, devido ao intenso ataque das pragas.

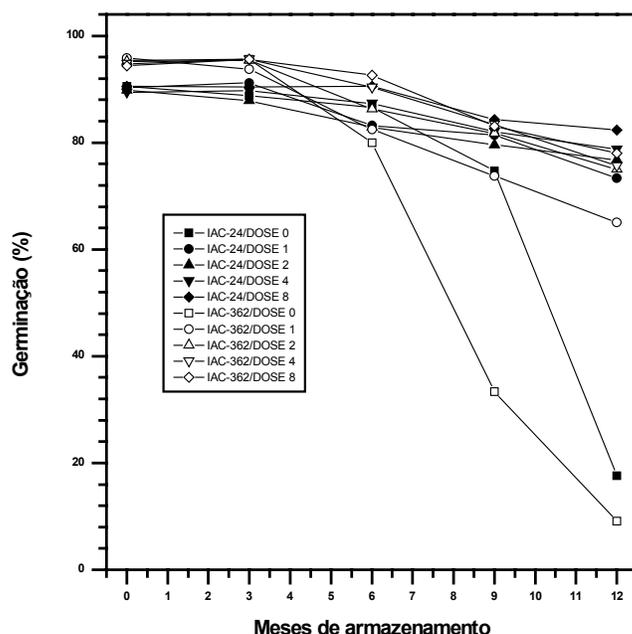


FIGURA 6. Valores médios de germinação (%) durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

A Tabela 7 mostra os resultados da análise estatística para as causas de variação cultivar e dosagem, ao nível de 5% de probabilidade, verificando-se que ocorreram diferenças significativas no decorrer do período de armazenamento.

Pode-se observar que para o fator cultivar foram detectadas diferenças significativas desde o início do armazenamento, sobressaindo-se o cultivar IAC-362, mas que a partir de 6 meses foram se equiparando e invertendo a posição, sendo que o cultivar IAC-24 apresentou os melhores índices nos meses finais, beneficiado pela preferência das pragas em atacar mais o cultivar IAC-362. No fator dosagem, as porcentagens de germinação apresentam diferenças significativas a partir de 6 meses, com melhores resultados para as dosagens 2, 4 e 8g/m³ de fosfina, respectivamente. Com a aplicação de metade da dosagem recomendada (2g/m³, Dose 1), as sementes foram levemente prejudicadas a partir de 9 meses.

Observa-se também entre as dosagens, no período de armazenamento de 12 meses, uma pequena queda no índice de germinação. Segundo **SKÓRA NETO & ALMEIDA (1985)**, as larvas da *E. cautella* não provocam grandes prejuízos, mas reduziram a germinação das sementes (de 6,7 a 42,8%), causando mau aspecto em razão dos dejetos e teias. Segundo **HALL (1971)**, quando o tegumento apresentou danos, a respiração das sementes aumentou, ocorrendo uma perda do seu poder germinativo. Este fato é também citado por **HOWE (1952)**, que acrescentou que, mesmo quando os danos não estão aparentes, já existe uma perda de viabilidade das sementes, pois a redução do poder germinativo é devida à destruição do embrião que, por ser mais mole, pode ser preferido pelos insetos.

TABELA 7. Comparação entre germinação (%) após a aplicação de fosfina, durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	90,12 b	89,65 b	86,23 a	80,53 a	66,32 a
IAC-362	95,12 a	95,21 a	86,69 a	72,16 b	59,94 b
DOSE 0	93,16 a	92,54 a	83,41 b	54,41 b	13,03 c
DOSE 1	93,33 a	92,49 a	82,82 b	77,72 a	69,28 b
DOSE 2	92,76 a	92,08 a	84,61 b	80,65 a	75,88 ab
DOSE 4	92,29 a	92,95 a	88,90 ab	82,73 a	77,18 ab
DOSE 8	92,55 a	93,26 a	91,58 a	83,74 a	80,22 a
C.V. (%)	2,2	3,8	4,9	5,0	6,2

Médias seguidas por letras iguais e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = Coeficiente de Variação.

Nos níveis de significância dos valores de F obtidos nas análises de variância, referentes às porcentagens de germinação detectadas durante o experimento, para as interações entre os dois fatores, verificam-se diferenças significativas apenas aos 9 meses de armazenamento.

Na Tabela 8 são apresentados os valores médios de germinação, com base no teste de Tukey, somente para as causas de variação que foram significativas (9 meses de armazenamento).

TABELA 8. Porcentagens médias de germinação de sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.

PERÍODO (mês)	CAUSAS DE VARIAÇÃO		MÉDIAS (%)	F	C.V. (%)	D.M.S.
9	CULTIVAR x DOSE 0	IAC-24	74,71 a	0,00002	5,0	5,19
		IAC-362	33,32 b			
9	CULTIVAR x DOSE 1	IAC-24	81,46 a	0,00002	5,0	5,19
		IAC-362	73,75 b			
9	DOSAGEM x IAC-362	DOSE 4	83,39 a	0,00002	5,0	7,44
		DOSE 8	83,09 a			
		DOSE 2	81,68 a			
		DOSE 1	73,75 a			
		DOSE 0	33,32 b			

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação; D.M.S. = Diferença Mínima Significativa.

5.5. Vigor de sementes (envelhecimento acelerado)

Na Figura 7 são apresentados os resultados de vigor, durante o período de armazenamento. Observa-se que a redução dos valores foi generalizada, sendo que as menores porcentagens de vigor foram obtidas para o controle, a partir de 6 meses de armazenamento.

Os fungos de armazenamento, principalmente as espécies dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, que invadem as sementes durante e após a maturação, geralmente se desenvolvem e provocam danos às sementes armazenadas, causando ou contribuindo para a redução do poder germinativo, desde que encontrem condições ambientais adequadas (PUZZI, 1986).

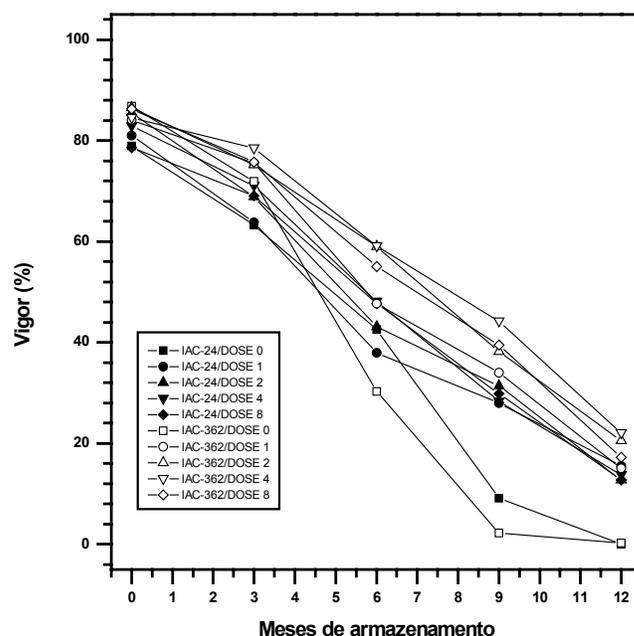


FIGURA 7. Valores médios de vigor (%) durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

A Tabela 9 mostra os resultados da análise estatística para as causas de variação cultivar e dosagem, ao nível de 5% de probabilidade, verificando-se que houve diferenças significativas no decorrer do período de armazenamento.

Observa-se que ocorreram diferenças significativas para o fator cultivar, com exceção aos 6 meses, em todo o período de armazenamento, sobressaindo sempre o cultivar IAC-362 com os melhores índices. O cultivar IAC-362 já se destacava na origem do campo de produção e manteve esta diferença até o final do experimento.

No fator dosagem, o vigor apresentou diferenças significativas a partir de 6 meses, somente na dose zero, onde o tratamento não recebeu a aplicação da fosfina e foi totalmente atacado pelas pragas. Observa-se também uma redução acentuada nos índices de vigor durante todo o período de armazenamento e para todas as dosagens de fosfina testadas, notando-se que a partir de 3 meses, por ocasião da semeadura dos testes, já se notava a presença de sementes desprovidas de embrião, confirmando assim o prejuízo causado pelo ataque dessas larvas, entre os intervalos trimestrais de aplicação do produto. Estas larvas da traça atacam somente o embrião das sementes de trigo, acarretando prejuízos altamente significativos na germinação e no vigor. **PINGALE et al. (1954)** verificaram que o ataque das

larvas de *E. cautella* em sementes de trigo provoca redução na sua porcentagem de germinação, pelo fato de se alimentarem do embrião, tendo sido observada diminuição na germinação de 33,5 e 72,5%, em três e seis meses de infestação, respectivamente.

TABELA 9. Comparação entre vigor (%) após a aplicação de fosfina, durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	81,47 b	67,23 b	43,86 a	24,63 b	9,40 b
IAC-362	85,64 a	75,42 a	50,13 a	29,00 a	12,94 a
DOSE 0	83,05 a	67,67 a	36,28 b	5,11 b	0,24 b
DOSE 1	82,55 a	69,83 a	42,79 ab	30,93 a	15,28 a
DOSE 2	86,00 a	72,09 a	51,04 ab	34,70 a	16,44 a
DOSE 4	83,72 a	74,85 a	53,64 a	36,05 a	17,70 a
DOSE 8	82,60 a	72,46 a	51,38 ab	34,56 a	14,94 a
C.V. (%)	4,2	6,4	13,2	9,8	14,3

Médias seguidas por letras iguais e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = Coeficiente de Variação.

Nos níveis de significância dos valores de F obtidos nas análises de variância, referentes ao vigor, avaliadas durante o experimento, para as interações entre os dois fatores, verificam-se diferenças significativas apenas aos 9 meses de armazenamento.

Na Tabela 10 são apresentados os valores médios de vigor, comparados pelo teste de Tukey, somente para as causas de variação que foram significativas.

TABELA 10. Porcentagens médias de vigor em sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.

PERÍODO (mês)	CAUSAS DE VARIAÇÃO		MÉDIAS (%)	F	C.V. (%)	D.M.S.
9	CULTIVAR x DOSE 0	IAC-24	9,13 a	0,00078	9,8	5,21
		IAC-362	2,21 b			
9	CULTIVAR x DOSE 4	IAC-362	44,15 a	0,00078	9,8	5,21
		IAC-24	28,32 b			
9	CULTIVAR x DOSE 8	IAC-362	39,48 a	0,00078	9,8	5,21
		IAC-24	29,79 b			
9	DOSAGEM x IAC-24	DOSE 2	31,33 a	0,00078	9,8	7,48
		DOSE 8	29,79 a			
		DOSE 4	28,32 a			
		DOSE 1	27,96 a			
		DOSE 0	9,13 b			
9	DOSAGEM x IAC-362	DOSE 4	44,15 a	0,00078	9,8	7,48
		DOSE 8	39,48 a			
		DOSE 2	38,14 a			
		DOSE 1	33,98 a			
		DOSE 0	2,21 b			

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação; D.M.S. = Diferença Mínima Significativa.

5.6. Sanidade de sementes

A microflora nas sementes armazenadas é formada por muitas espécies de fungos e bactérias. As condições climáticas onde as sementes são produzidas e as condições de armazenamento são os principais elementos que favorecem o desenvolvimento de determinadas espécies de microorganismos, que são considerados os principais agentes causais de doenças em plantas.

5.6.1. Fungos de campo

As maiores incidências médias iniciais de fungos de campo foram obtidas para *Alternaria alternata* e *Cladosporium herbarum* (70,8 e 64,9%). De acordo com as

Figuras 8 e 9 respectivamente, observa-se também uma crescente redução nessas incidências com a evolução do experimento, alcançando valores médios finais de 8,54 e 16,32% respectivamente, comprovando assim as condições desfavoráveis do armazenamento aberto para o desenvolvimento destas espécies.

Segundo CHRISTENSEN (1972), HENNING et al. (1981) e KABEERE & TALIGGOLA (1983), os fungos de campo não se desenvolvem nas sementes armazenadas e podem perder gradualmente a viabilidade nessas condições, porque o ambiente e o grau de umidade das sementes são desfavoráveis a esses microorganismos.

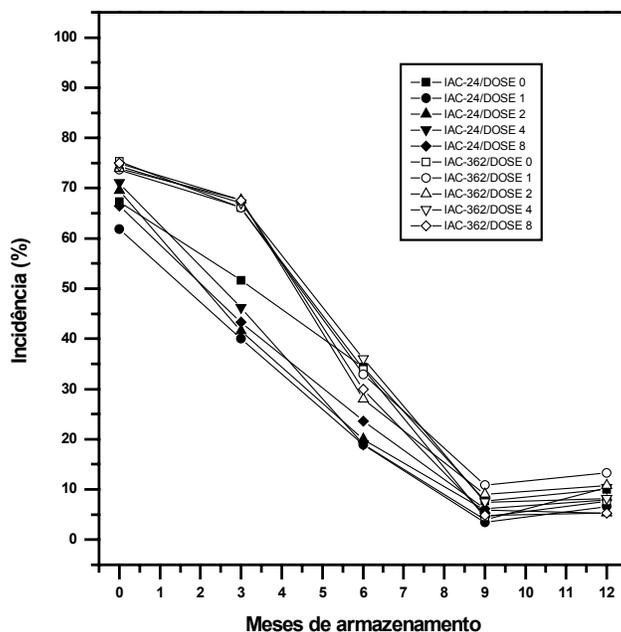


FIGURA 8. Incidências médias (%) do fungo *Alternaria alternata* durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

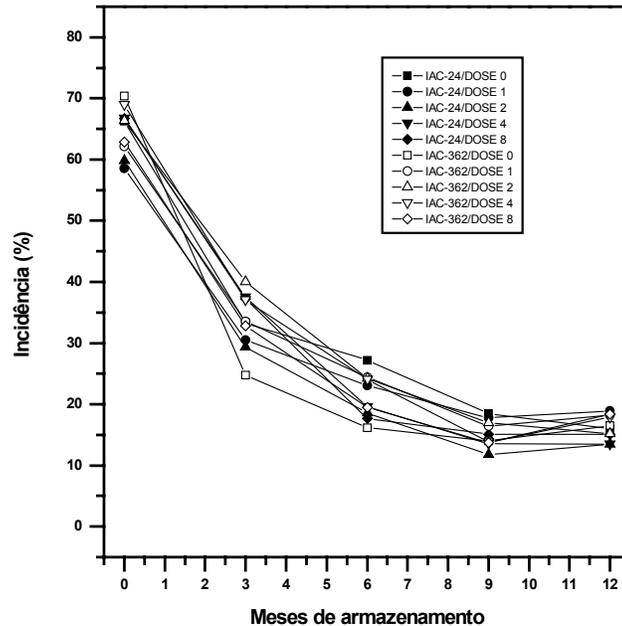


FIGURA 9. Incidências médias (%) do fungo *Cladosporium herbarum* durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

A Tabela 11 mostra os resultados da análise estatística para as causas de variação cultivar e dosagem, ao nível de 5% de probabilidade. Verifica-se que as incidências do fungo *A. alternata*, agente causal da doença “Mancha de *Alternaria*”, que afeta a parte aérea do trigo, apresentaram diferenças significativas com o decorrer do experimento, com relação ao fator cultivar no início e após 3 e 6 meses de armazenamento, indicando deste modo que a diferença inicial entre os cultivares quanto ao grau de umidade foi fundamental para um maior desenvolvimento do fungo; com a evolução do período de armazenamento esta diferença de umidade foi desaparecendo, chegando a uma incidência não significativa nos meses finais, conforme relatado também no item 5.1. em grau de umidade. Com relação ao fator dosagem de fosfina, não foram observadas diferenças significativas durante o experimento.

De acordo com **NEERGAARD (1979)**, a específica composição da flora fúngica no armazém é altamente dependente do conteúdo de umidade da semente que, mesmo sofrendo pequenas variações, determina modificações substanciais naquela flora, tanto quantitativa como qualitativamente.

TABELA 11. Incidências médias do fungo *Alternaria alternata* em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	67,24 b	44,53 b	22,92 b	5,34 a	7,92 a
IAC-362	74,45 a	66,87 a	31,11 a	7,18 a	8,87 a
DOSE 0	71,37 a	58,97 a	34,12 a	6,04 a	8,79 a
DOSE 1	67,91 a	53,17 a	25,58 a	6,71 a	9,74 a
DOSE 2	71,68 a	54,76 a	23,84 a	7,36 a	7,81 a
DOSE 4	72,76 a	56,73 a	27,03 a	5,62 a	9,22 a
DOSE 8	70,78 a	55,58 a	26,73 a	5,50 a	6,56 a
C.V. (%)	5,6	9,5	12,5	24,6	19,8

Médias seguidas por letras iguais e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = Coeficiente de Variação.

Na Tabela 12 em relação ao fungo *C. herbarum*, não foram observadas diferenças significativas nas incidências durante o experimento, para os fatores cultivar e dosagem.

TABELA 12. Incidências médias do fungo *Cladosporium herbarum* em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	63,66 a	33,53 a	21,12 a	15,24 a	15,32 a
IAC-362	66,16 a	33,51 a	21,55 a	14,97 a	17,24 a
DOSE 0	68,35 a	28,92 a	21,38 a	16,17 a	16,27 a
DOSE 1	60,32 a	32,01 a	23,73 a	17,08 a	18,57 a
DOSE 2	63,14 a	34,56 a	21,33 a	14,29 a	14,32 a
DOSE 4	67,81 a	37,27 a	21,75 a	13,68 a	15,61 a
DOSE 8	64,82 a	35,00 a	18,58 a	14,41 a	16,70 a
C.V. (%)	8,3	20,5	18,1	22,7	21,8

Médias seguidas por letras iguais e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = Coeficiente de Variação.

Nos níveis de significância dos valores de F obtidos nas análises de variância referentes às incidências do fungo *A. alternata*, avaliadas durante o período de armazenamento, para as interações entre os dois fatores, verifica-se que ocorreram diferenças significativas entre os cultivares aos 9 e 12 meses de armazenamento, meramente ao acaso.

Entretanto, para o fungo *C. herbarum* não foram observadas diferenças entre as incidências para a interação cultivar e dosagem, durante todo o período de armazenamento.

Na Tabela 13 são apresentados os valores médios de incidência do fungo *A. alternata*, com base no teste de Tukey, somente para as causas de variação que foram significativas (9 e 12 meses de armazenamento).

TABELA 13. Incidências médias do fungo *Alternaria alternata* em sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.

PERÍODO (meses)	CAUSAS DE VARIAÇÃO		MÉDIAS (%)	F	C.V. (%)	D.M.S.
9	CULTIVAR x DOSE 1	IAC-362	10,88 a	0,04685	24,6	6,06
		IAC-24	3,49 b			
12	CULTIVAR x DOSE 1	IAC-362	13,33 a	0,04107	19,8	5,69
		IAC-24	6,65 b			
12	CULTIVAR x DOSE 2	IAC-362	10,77 a	0,04107	19,8	5,69
		IAC-24	5,29 b			

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação; D.M.S. = Diferença Mínima Significativa.

Nas Figuras 10, 11 e 12 são apresentadas as incidências dos fungos *Fusarium* spp., *Epicoccum purpurascens* e *Bipolaris sorokiniana*, respectivamente, obtidas durante o experimento. Observa-se que as incidências médias iniciais são inferiores a 15% (13,48; 9,60; 5,01%), e que durante o período de armazenamento foram nitidamente reduzidas para 0,96; 1,92 e 3,28%, respectivamente.

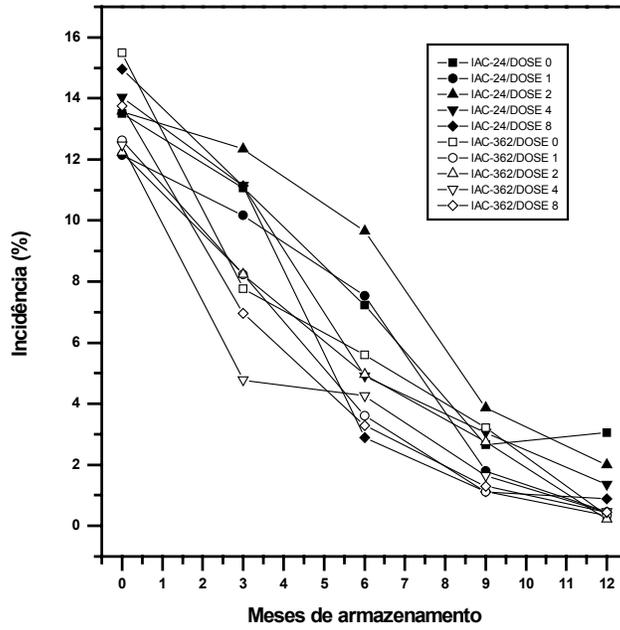


FIGURA 10. Incidências médias (%) do fungo *Fusarium* spp. durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

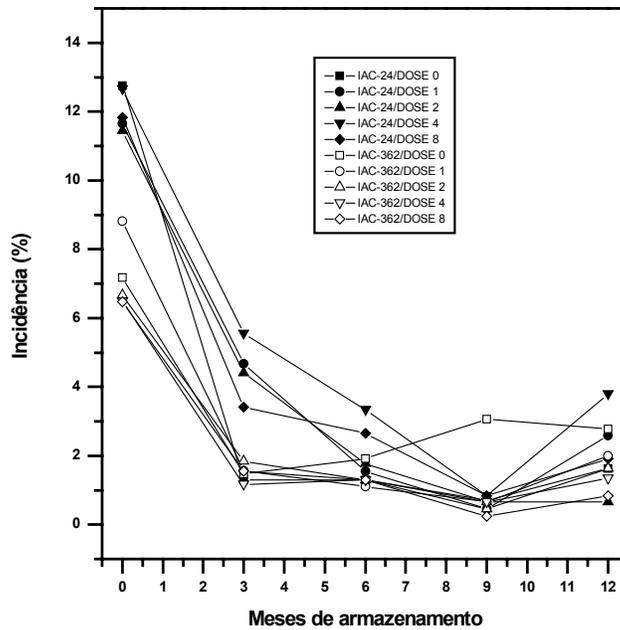


FIGURA 11. Incidências médias (%) do fungo *Epicoccum purpurascens* durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

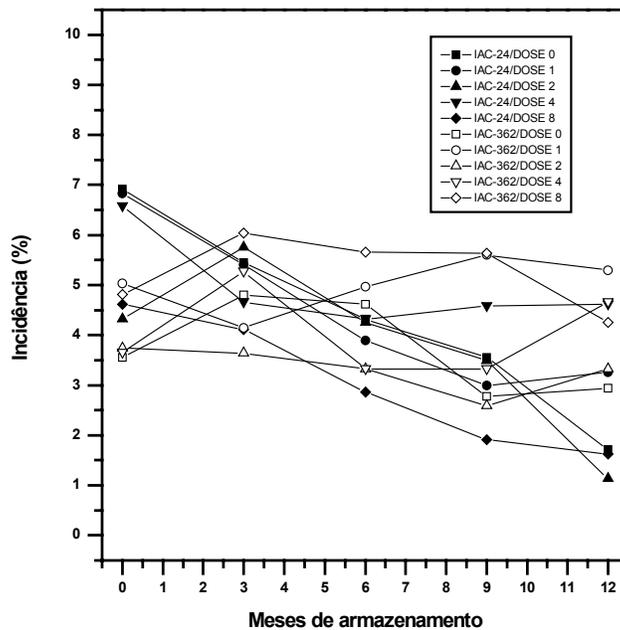


FIGURA 12. Incidências médias (%) do fungo *Bipolaris sorokiniana* durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

A Tabela 14 mostra os resultados da análise estatística para as causas de variação cultivar e dosagem, ao nível de 5% de probabilidade. Verifica-se que, para as incidências do fungo *Fusarium* spp., agente causal da doença “Fusariose” que ataca a planta em qualquer estágio de desenvolvimento, com perdas de até 70% da produção, foi observada uma diferença significativa para o fator cultivar aos 3 meses, enquanto que para o fator dosagem não ocorreram diferenças significativas durante todo o experimento. Resultados semelhantes são apresentados na Tabela 15 para *E. purpurascens*, com a ocorrência de diferenças significativas quanto ao fator cultivar, no início e após 3 meses, causado pela diferença entre os cultivares no grau de umidade inicial. No fator dosagem de fosfina não foi observada nenhuma ocorrência significativa.

TABELA 14. Incidências médias do fungo *Fusarium* spp. em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	13,63 a	11,15 a	6,22 a	2,39 a	1,41 a
IAC-362	13,29 a	7,13 b	4,30 a	1,92 a	0,35 a
DOSE 0	14,48 a	9,35 a	6,39 a	2,93 a	1,36 a
DOSE 1	12,38 a	9,18 a	5,40 a	1,43 a	0,39 a
DOSE 2	12,90 a	10,19 a	7,12 a	3,28 a	0,89 a
DOSE 4	13,23 a	7,65 a	4,57 a	2,29 a	0,83 a
DOSE 8	14,35 a	8,93 a	3,08 a	1,20 a	0,65 a
C.V. (%)	12,5	28,7	39,7	45,5	89,3

Médias seguidas por letras iguais e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = Coeficiente de Variação.

TABELA 15. Incidências médias do fungo *Epicoccum purpurascens* em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	12,07 a	3,70 a	2,06 a	0,68 a	1,98 a
IAC-362	7,10 b	1,50 b	1,37 a	0,82 a	1,66 a
DOSE 0	9,78 a	1,38 a	1,59 a	1,67 a	2,17 a
DOSE 1	10,20 a	2,92 a	1,32 a	0,54 a	2,29 a
DOSE 2	8,91 a	2,98 a	1,53 a	0,54 a	1,09 a
DOSE 4	9,35 a	2,96 a	2,20 a	0,74 a	2,42 a
DOSE 8	8,98 a	2,39 a	1,91 a	0,50 a	1,32 a
C.V. (%)	18,4	45,0	36,8	58,4	46,3

Médias seguidas por letras iguais e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = Coeficiente de Variação.

Na Tabela 16 observa-se a ocorrência de diferenças significativas de incidências do fungo *B. sorokiniana*, quanto ao fator cultivar, no início e após 12 meses de armazenamento, porém sem diferenças quanto ao fator dosagem. Este fungo é transmissível por sementes e agente causal da doença “Helminthosporiose” com perdas de até 30% da produção. Essas diferenças observadas entre os cultivares podem ter sido causadas, no início do experimento, pelos diferentes locais dos campos de produção dessas sementes e, no final, pelo maior ataque de pragas sofrido pelo cultivar IAC-362.

TABELA 16. Incidências médias do fungo *Bipolaris sorokiniana* em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	5,80 a	5,06 a	3,91 a	3,25 a	2,31 b
IAC-362	4,13 b	4,74 a	4,33 a	3,88 a	4,05 a
DOSE 0	5,11 a	5,12 a	4,47 a	3,16 a	2,28 a
DOSE 1	5,90 a	4,76 a	4,41 a	4,20 a	4,22 a
DOSE 2	4,02 a	4,64 a	3,77 a	3,02 a	2,08 a
DOSE 4	5,01 a	4,96 a	3,80 a	3,93 a	4,64 a
DOSE 8	4,72 a	5,03 a	4,14 a	3,54 a	2,79 a
C.V. (%)	17,6	15,6	13,7	19,8	25,9

Médias seguidas por letras iguais e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = Coeficiente de Variação.

Nos níveis de significância dos valores de F obtidos nas análises de variância referentes às incidências dos fungos *Fusarium* spp. e *E. purpurascens*, avaliadas durante o período de armazenamento, para as interações entre cultivar e dosagem, não foram observadas diferenças significativas durante o experimento; entretanto, para o fungo *B. sorokiniana* foram observadas diferenças significativas para a interação 6 e 9 meses de armazenamento, consideradas meramente ao acaso.

Na Tabela 17 são apresentados os valores médios de incidência do fungo *B. sorokiniana*, com base no teste de Tukey, somente para as causas de variação que foram significativas (6 e 9 meses de armazenamento).

TABELA 17. Incidências médias do fungo *Bipolaris sorokiniana* em sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.

PERÍODO (meses)	CAUSAS DE VARIAÇÃO		MÉDIAS (%)	F	C.V. (%)	D.M.S.
6	CULTIVAR x DOSE 8	IAC-362	5,66 a	0,03877	13,7	2,72
		IAC-24	2,86 b			
9	CULTIVAR x DOSE 1	IAC-362	5,60 a	0,01502	19,8	3,67
		IAC-24	3,00 b			
9	CULTIVAR x DOSE 8	IAC-362	5,63 a	0,01502	19,8	3,67
		IAC-24	1,91 b			

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação; D.M.S. = Diferença Mínima Significativa.

Os demais fungos de campo detectados nas sementes de trigo durante o armazenamento aberto, a saber, *Curvularia lunata*, *Drechslera* spp., *Nigrospora oryzae* e *Phoma* spp., apresentaram incidências médias iniciais muito baixas, inferiores a 4,0%, conforme se observa nas Figuras 13, 14, 15 e 16 (0,0; 0,52; 3,86 e 0,53%, respectivamente). Mesmo assim, essas incidências apresentaram redução durante o armazenamento, alcançando valores praticamente desprezíveis no final do experimento (0,54; 0,0; 0,0; 0,58%, respectivamente).

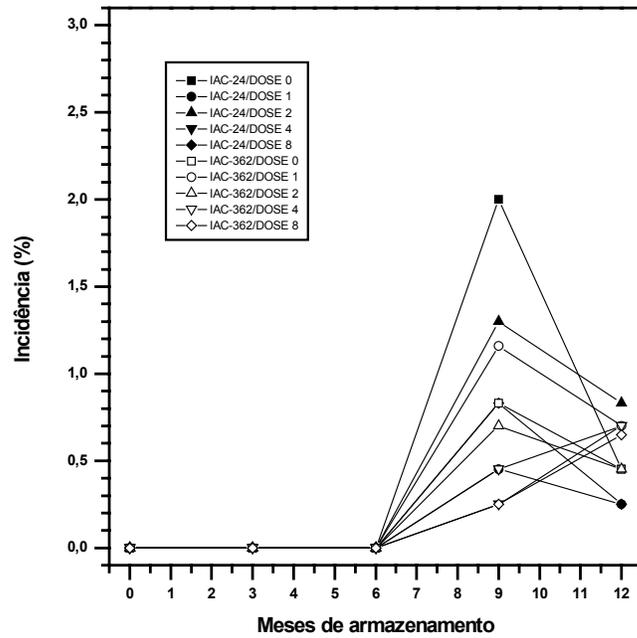


FIGURA 13. Incidências médias (%) do fungo *Curvularia lunata* durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

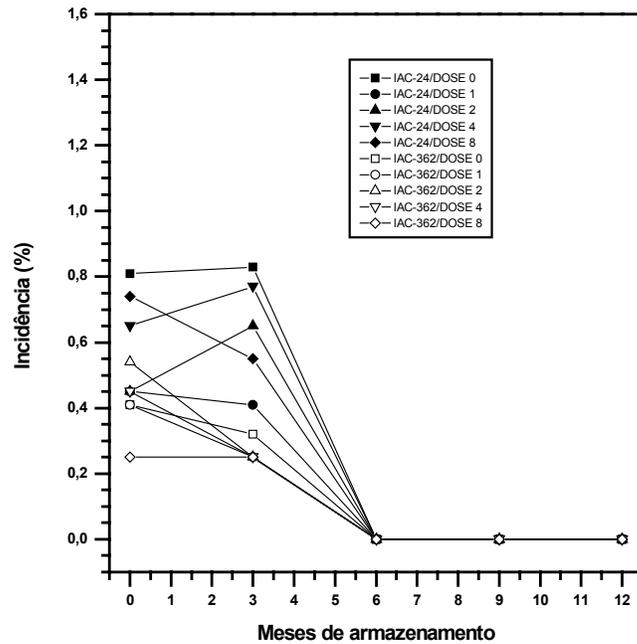


FIGURA 14. Incidências médias (%) do fungo *Drechslera* spp. durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

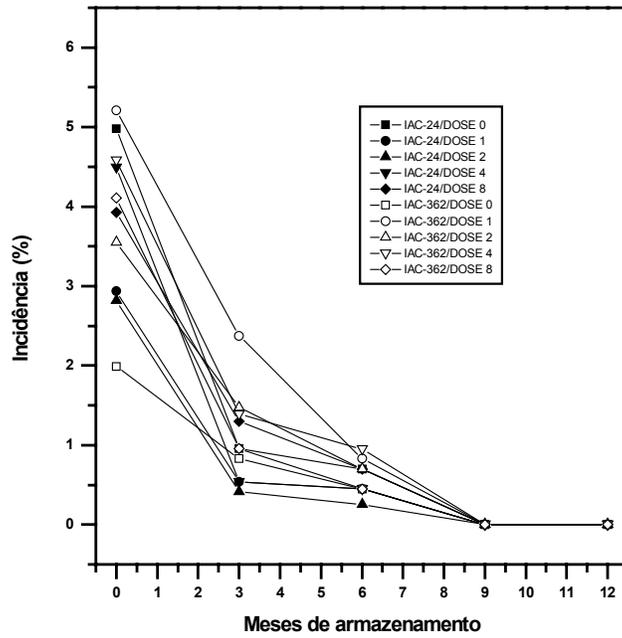


FIGURA 15. Incidências médias (%) do fungo *Nigrospora oryzae* durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

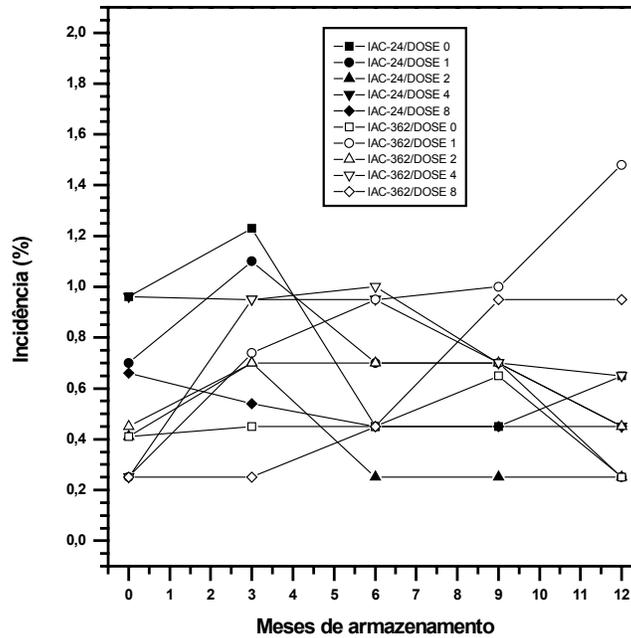


FIGURA 16. Incidências médias (%) do fungo *Phoma* spp. durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

Nas Tabelas 18 e 19 são apresentados os resultados da análise estatística para as causas de variação cultivar e dosagem, ao nível de 5% de probabilidade, para os fungos *C. lunata* e *Drechslera* spp.. Verifica-se que para *C. lunata* não foram observadas nos fatores, diferenças significativas nas incidências durante todo o experimento, mas para o fungo *Drechslera* spp., apresenta diferença significativa na incidência, meramente casual, aos 3 meses apenas para o fator cultivar.

TABELA 18. Incidências médias do fungo *Curvularia lunata* em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,86 a	0,47 a
IAC-362	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,64 a	0,58 a
DOSE 0	0,00 a	0,00 a	0,00 a	1,35 a	0,45 a
DOSE 1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,76 a	0,45 a
DOSE 2	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,97 a	0,62 a
DOSE 4	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,34 a	0,70 a
DOSE 8	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,50 a	0,43 a
C.V. (%)	0	0	0	56,4	49,8

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação.

TABELA 19. Incidências médias do fungo *Drechslera* spp. em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	0,61 a	0,63 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
IAC-362	0,40 a	0,26 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a
DOSE 0	0,59 a	0,55 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
DOSE 1	0,43 a	0,32 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
DOSE 2	0,49 a	0,43 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
DOSE 4	0,54 a	0,47 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
DOSE 8	0,46 a	0,39 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
C.V. (%)	45,7	53,6	0	0	0

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação.

As incidências dos fungos *N. oryzae* e *Phoma* spp., apresentadas nas Tabelas 20 e 21, mostram que somente foram observadas diferenças significativas para *Phoma* spp. no início do experimento em relação ao fator cultivar, provavelmente em função dos diferentes campos de produção.

TABELA 20. Incidências médias do fungo *Nigrospora oryzae* em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	3,79 a	0,72 a	0,49 a	0,00 a	0,00 a
IAC-362	3,80 a	1,36 a	0,66 a	0,00 a	0,00 a
DOSE 0	3,32 a	0,89 a	0,56 a	0,00 a	0,00 a
DOSE 1	4,00 a	1,30 a	0,62 a	0,00 a	0,00 a
DOSE 2	3,17 a	0,86 a	0,45 a	0,00 a	0,00 a
DOSE 4	4,54 a	0,92 a	0,67 a	0,00 a	0,00 a
DOSE 8	4,02 a	1,12 a	0,56 a	0,00 a	0,00 a
C.V. (%)	17,6	43,5	47,9	0	0

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação.

TABELA 21. Incidências médias do fungo *Phoma* spp. em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	0,72 a	0,88 a	0,53 a	0,49 a	0,39 a
IAC-362	0,32 b	0,59 a	0,69 a	0,79 a	0,69 a
DOSE 0	0,65 a	0,79 a	0,45 a	0,54 a	0,43 a
DOSE 1	0,45 a	0,91 a	0,82 a	0,84 a	0,74 a
DOSE 2	0,43 a	0,70 a	0,45 a	0,45 a	0,34 a
DOSE 4	0,55 a	0,95 a	0,97 a	0,70 a	0,54 a
DOSE 8	0,43 a	0,38 a	0,45 a	0,67 a	0,67 a
C.V. (%)	30,8	47,5	39,1	39,7	51,9

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação.

Entretanto, nos níveis de significância dos valores de F obtidos nas análises de variância referentes às incidências dos fungos, para as interações entre cultivar e dosagem de fosfina, verifica-se que houve significância meramente ao acaso no início do

experimento, apenas para o fungo *N. oryzae*. Na Tabela 22 são apresentados os valores médios de incidência do fungo, comparados pelo teste de Tukey.

TABELA 22. Incidências médias do fungo *Nigrospora oryzae* em sementes de trigo, durante armazenamento aberto, para as interações significativas entre causas de variação.

PERÍODO (mês)	CAUSAS DE VARIAÇÃO		MÉDIAS (%)	F	C.V. (%)	D.M.S.
0	CULTIVAR x DOSE 0	IAC-24	4,98 a	0,02741	17,6	3,36
		IAC-362	1,99 b			
0	DOSAGEM x IAC-362	DOSE 1	5,21 a	0,02741	17,6	4,82
		DOSE 4	4,58 ab			
		DOSE 8	4,11 ab			
		DOSE 2	3,55 ab			
		DOSE 0	1,99 b			

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação; D.M.S. = Diferença Mínima Significativa.

5.6.2. Fungos de armazenamento

Para o armazenamento racional de sementes visando a sua comercialização para a próxima safra, há necessidade da utilização de armazéns com boa aeração, de modo que as sementes mantenham um grau de umidade ao redor de 12% e também que a temperatura média ambiente seja relativamente baixa (**PUZZI, 1986**).

A umidade e a temperatura são os principais fatores a serem considerados no armazenamento de sementes. Se o controle da umidade das sementes não for realizado eficientemente poderá comprometer os demais fatores que afetam a atividade dos fungos. Quanto menor for o grau de umidade, mais eficiente e prolongado poderá ser o armazenamento. O mesmo deverá ser considerado com relação à temperatura; que quanto mais baixa for no armazém, maior será o controle dos fungos e melhores as condições para manutenção da qualidade das sementes.

Nas Figuras 17 e 18 são apresentados os resultados de incidências dos fungos *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. durante o período de armazenamento. Observa-se que, ao contrário do que ocorreu com os fungos de campo, a incidência destes aumentou no

transcorrer do período, comprovando as condições favoráveis ao seu desenvolvimento em armazenamento aberto.

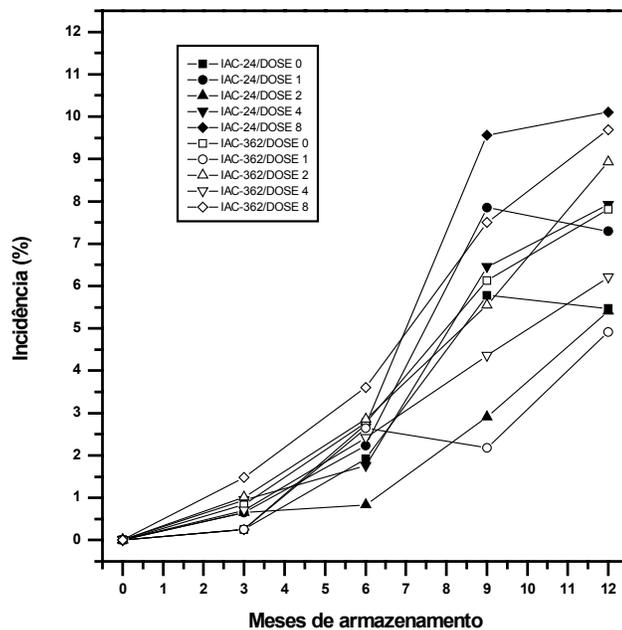


FIGURA 17. Incidências médias (%) do fungo *Aspergillus* spp. durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

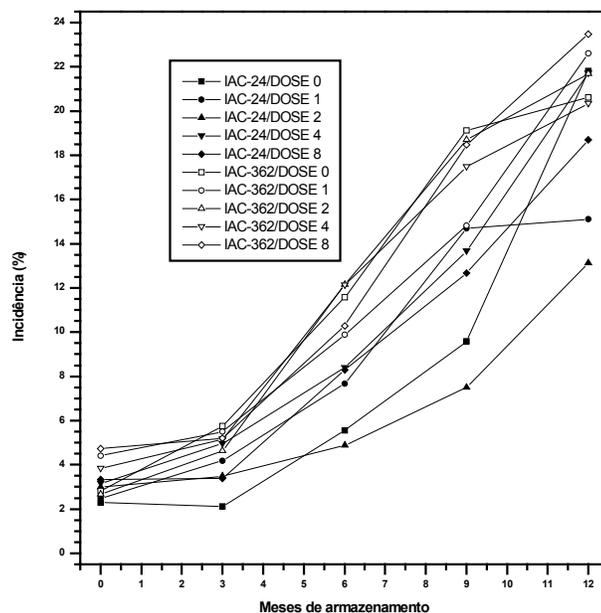


FIGURA 18. Incidências médias (%) do fungo *Penicillium* spp. durante armazenamento aberto de sementes de trigo.

Nas Tabelas 23 e 24 são mostrados os resultados da análise estatística para as causas de variação cultivar e dosagem, ao nível de 5% de probabilidade. Verifica-se que não houve diferenças significativas no decorrer do experimento, para os fatores cultivar e dosagem na incidência do fungo *Aspergillus* spp.. Com relação ao fungo *Penicillium* spp., ocorreram diferenças significativas entre os cultivares aos 3, 6 e 9 meses de armazenamento, com maiores incidências do fungo no cultivar IAC-362, devido ao maior conteúdo de umidade inicial e mais rápido desenvolvimento das pragas.

Para o fator dosagem também não foram observadas diferenças significativas durante todo o período de armazenamento, ficando comprovado que as dosagens de fosfina, utilizadas nas condições de realização do experimento, não causou nenhum efeito no desenvolvimento de fungos de campo e de armazenamento.

Nos níveis de significância, dos valores de F obtidos nas análises de variância referentes à incidência dos dois fungos, não foram observadas diferenças significativas para a interação cultivar e dosagem, durante todo o experimento.

TABELA 23. Incidências médias do fungo *Aspergillus* spp. em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	0,00 a	0,51 a	1,84 a	6,31 a	7,14 a
IAC-362	0,00 a	0,80 a	2,85 a	4,97 a	7,41 a
DOSE 0	0,00 a	0,50 a	2,33 a	5,95 a	6,59 a
DOSE 1	0,00 a	0,43 a	2,43 a	4,60 a	6,04 a
DOSE 2	0,00 a	0,82 a	1,70 a	4,13 a	7,07 a
DOSE 4	0,00 a	0,82 a	2,07 a	5,35 a	7,04 a
DOSE 8	0,00 a	0,74 a	3,16 a	8,51 a	9,90 a
C.V. (%)	0	57,9	45,3	35,0	27,7

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação.

TABELA 24. Incidências médias do fungo *Penicillium* spp. em sementes de trigo, durante armazenamento aberto e após a aplicação de fosfina.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE ARMAZENAGEM (MESES)				
	0	3	6	9	12
IAC-24	2,84 a	3,56 b	6,88 b	11,47 b	17,95 a
IAC-362	3,64 a	5,24 a	11,18 a	17,68 a	21,73 a
DOSE 0	2,55 a	3,72 a	8,32 a	14,00 a	21,20 a
DOSE 1	3,38 a	4,82 a	8,75 a	14,75 a	18,71 a
DOSE 2	2,81 a	4,04 a	8,15 a	12,55 a	17,19 a
DOSE 4	3,49 a	5,05 a	10,18 a	15,51 a	21,03 a
DOSE 8	4,00 a	4,25 a	9,25 a	15,46 a	21,05 a
C.V. (%)	20,2	22,2	28,8	27,6	25,0

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. C.V. = Coeficiente de Variação.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos durante e após o armazenamento, conclui-se que:

O grau de umidade aumentou no tratamento controle (Dose 0) devido ao ataque de pragas, principalmente o gorgulho.

A porcentagem de sementes infestadas aumentou no tratamento controle, sendo que o cultivar IAC-362 foi mais atacado pelas pragas. Nas diferentes dosagens de fosfina aplicadas não ocorreram diferenças significativas.

O intenso ataque de pragas conduziu a reduções significativas nos valores de peso volumétrico, no tratamento controle.

Os valores de germinação e de vigor apresentaram sensíveis reduções no tratamento controle, devido ao crescente ataque de pragas e fungos de armazenamento, além do efeito adicional do ataque das larvas da traça nos intervalos trimestrais de aplicação da fosfina.

Não foi observado um efeito direto da aplicação de fosfina no desenvolvimento de fungos de campo e de armazenamento. Os fungos de campo apresentaram reduções crescentes nas incidências a partir do início do experimento, enquanto que os fungos de armazenamento (*Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.) se desenvolveram bem nessas condições, contribuindo para uma redução da porcentagem de germinação e vigor das sementes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, J.M.A. **Aflatoxinas, aspectos químicos e biológicos**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1990, 15p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor test committee. **Seed Vigor Testing Handbook**. Lincoln, 88p. (Contribution, 32), 1983.
- ATHIE, I.; GOMES, R.A.R.; BOLONHESI, S.; VALENTINI, S.R.T. & CASTRO, M.F.P.M. Effects of carbon dioxide and phosphine mixtures on resistant populations of stored grain insects. **Journal of Stored Products Research**, v.34, n.1, p.27-32, 1998.
- BAILLY, J.R. Effet antifogique du phosphure d'hydrogene sur diverses moisissures isolées de produits alimentaires. **Science and Alimentation**, v.5, n.5, p.251-256, 1985.
- BAKHEIT, B.R.; ABDOU, R.F. & ABDALLA, F.H. Germination, seedling vigour and induction of chromosomal aberrations in wheat grains fumigated with phosphine. **Seed Science & Technology**, Zurich, 13, 725-739, 1985.
- BARNETT, H.L. & HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3^a ed. Minneapolis, Burgess Publishing Company, 241 p., 1972.
- BERNARDO QUÍMICA COMÉRCIO E INDÚSTRIA. Manual técnico – **Procedimentos de aplicação**. São Vicente, 26 p., 1998.
- BITRAN, E.A. Ensaio de avaliação da ação da fosfina na fumigação de milho armazenado em silos. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.3, n.3, p.10-16, 1978.
- BITRAN, E.A. A importância da fumigação em ensaios de preservação de milho armazenado em paiol. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.4, n.1, p.15-22, 1979.
- BOND, E.J. A manual of fumigation for insect control. FAO Plant Production and Protection Paper N° 54. 432 pp. FAO, Rome, 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365 p., 1992.
- BRUNO, R.L.A.; LIMA, A.A.; PERAZZO NETO, A.; DORNELAS, G.V. & ARAÚJO, E. Infestação de *Sitophilus zeamais* e germinação de sementes armazenadas de milho, tratadas com fosfina, óleo de mamona e biogás: observações preliminares. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.4, p.26, 1991.

- CASTRO, M.F.P.P.M. & PACHECO, I.A. Utilization of phosphine fumigant for the control of fungi naturally present in stored paddy rice (*Oryza sativa* L.). **Revista de Microbiologia**, São Paulo, v.26, n.3, p.230-235, 1995.
- CASTRO, M.F.P.P.M.; PACHECO, I.A. & TANIWAKI, M.H. Efeito da fosfina sobre a produção de aflatoxinas em amendoim armazenado com elevado teor de umidade. **Coletânea ITAL**, Campinas, v.23, n.1, p:40-43, 1993.
- CASTRO, M.F.P.P.M.; PACHECO, I.A.; SOARES, L.M.V.; FURLANI, R.P.Z.; PAULA, D.C. & BOLONHEZI, S. Warehouse control of *Aspergillus flavus* Link and *A. parasiticus* speare on peanuts (*Arachis hypogaea*) by phosphine fumigation and its effect on aflatoxin production. **Journal of Food Protection**, v.59, n.4, p.407-411, 1996.
- CHRISTENSEN, C.M. Microflora and seed deterioration. In: ROBERTS, E.H. (ed.) Viability of seeds. Chapman & Hall, London. cap.3: 59-93, 1972.
- CHRISTENSEN, C.M. & KAUFMANN, H.H. Deterioration of stored grains by fungi. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, 3: 69-84, 1965.
- CHRISTENSEN, C.M. & KAUFMANN, H.H. **Grain Storage: the role of fungi in quality loss**. Minneapolis, USA: University of Minnesota, 1969. 153p.
- CUNFER, B.M. Localisation and survival of seedborne plant pathogens. In: NASSER, L.C.B.; WETZEL, M.M. & FERNANDES, J.M., ed. Seed Pathology; International Advanced Course; proceedings. Passo Fundo, ABRATES/EMBRAPA-CNPT/CNPq, 1987. p.51-62.
- D'ANTONINO, L.R.; DAN, E.L. & DAN, E. Expurgo e proteção de milho em palha. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.3, n.4, p.39-45, 1978.
- FARONI, L.R.D. Manejo das pragas dos grãos armazenados e sua influência na qualidade do produto final. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.17, n.1,2, p.36-43, 1992.
- FEHN, L.M. Métodos de tratamento para conservação do trigo armazenado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.5, p.265-314, 1970.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.; ZUCHI, R.A. & ALVES, S.B. **Manual de Entomologia Agrícola**. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 531p. 1978.

- GOULART, A.C.P. & PAIVA, F.A. Sobrevivência de *Pyricularia oryzae* Cav. em sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.153-156,1993.
- GUPTA, M. & KASHYAP, R.K. Phosphine fumigation against pulse beetle: Germination and vigour of green gram seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.23, p.429-438, 1995.
- HAGSTRUM, B. & SUBRAMANYAN, B. Ecology. In: SUBRAMANYAN, B. HAGSTRUM, B. (Ed.). Integrated management of insects in stored products. New York: Marcel Dekker, 1996. p.71-134.
- HALL, D.W. Manipulacion y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. FAO, Roma, 400 p., 1971.
- HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B. & COSTA, N.P. Efeito da época do tratamento químico e/ou período de armazenagem sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de soja cultivar Bossier e Paraná, com altos índices de *Phomopsis* sp. In: II Congresso Brasileiro de Sementes, Recife/PE. **Resumo dos Trabalhos Técnicos**, p.24, 1981.
- HOCKING, A.D. & BANKS, H.J. Effects of phosphine fumigation on survival and growth of storage fungi in wheat. **Journal of Stored Products Research**, v.27, n.2, p.115-120, 1991.
- HOWE, R.W. Miscellaneous experiments with grain weevils. **Entomologist's Monthly Magazine**, v.8, p.252-255, 1952.
- HU, C.; ZHANG, Y.; TAO, M.; HU, X. & JIANG, C. The effect of low water content on seed longevity. **Seed Science Research**, v.8, n.1, p.35-39, 1998.
- KABEERE, K.B. & TALIGGOLA, H.K. Microflora and deterioration of soybean seeds in Uganda. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.11, p.381-392, 1983.
- KRISHNASAMY, V. & SESHU, D.V. Phosphine fumigation influence on rice seed germination and vigor. **Crop Science**, Madison, v.30, n.1, p.82-85, 1990.
- LEITÃO, J.; SAINT-BLANQUAT, G.; BAILLY, J.R. *et al.* Action of phosphine on production of aflatoxin by various *Aspergillus* strains isolated from foodstuffs. **Applied and Environmental Microbiology**, v.53 n.10, p. 2328-2331, 1987.

- LOPES, L.C. & CHRISTENSEN, C.M. Effect of moisture content and temperature on invasion of stored corn by *Aspergillus flavus*. **Phytopatology**, 57: 588-590, 1967.
- MACHADO, J.C. Controle de fitopatógenos associados a sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.91, p.35-38. 1982.
- MATA, A.C.; FARONI, L.R.D.; BERBERT, P.A. & DHINGRA, O.D. Utilização da fosfina no controle de *Aspergillus flavus* em milho armazenado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.24, n.1, p.03-08, 1999.
- MATIOLI, J.C. Estimativas dos danos provocados em grãos de milho pelo ataque de *Sitophilus oryzae* (L., 1763). **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.6, n.1, p.43-53, 1981.
- MATIOLI, J.C.; ALMEIDA, A.A. & MATIOLI, C.H. Efeitos da infestação do *Sitophilus oryzae* sobre a germinação de sementes de milho armazenado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.3, n.4, p.15-28, 1978.
- MENTEN, J.O.M. & MORAES, M.H.D. Sobrevivência de *Pyricularia* sp. e *Drechslera sorokiniana* em sementes de trigo armazenadas em diferentes condições. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.13, n.2, p.150-155, 1988.
- MORENO MARTINEZ, E.; RIVERA, A. & BADILLO, M.V. Effect of fungi and fungicides on the preservation of wheat seed stored with high and low moisture content. **Journal of Stored Products Research**, v.34, n.4, p.231-236, 1998.
- MOTTA, C.A.P. & SILVA, W.R. Desempenho fisiológico e sanidade de sementes de trigo submetidas a tratamentos de hidratação/desidratação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.6, n.3, p.1-16, 1999.
- NATARAJAN, T. & BAGYARAJ, D.J. Fumigation effect on microflora and viability of blackgran and field seeds. **Pesticides**, v.18, n.2, p.40-42, 1984.
- NEERGAARD, P. **Seed Pathology**. London: Macmillan, 1979. v.1, 839p.
- NOVEMBRE, A.D.L.C. & MARCOS FILHO, J. Tratamento fungicida e conservação de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.105-113, 1991.
- PACHECO, I.A.; SARTORI, M.R. & TAYLOR, R.W.D. Levantamento de resistência de insetos-praga de grãos armazenados à fosfina, no Estado de São Paulo. **Coletânea ITAL**, Campinas, v.20, n.2, p.144-154, 1990.

- PINGALE, S.V.; RAO, M.N. & SWAMINATHAM, M. Effect of insect infestation on stored grain. I. Studies on soft wheat. **Journal Science Food Agriculture**, v.5, n.1, p.51-54. 1954.
- PINZINO, C.; CAPOCCHI, A.; GALLESCHI, L.; SAVIOZZI, F.; NANNI, B. & ZANDOMENEGHI, M. Aging, free radicals, and antioxidants in wheat seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, n.4, p.1333-1339, 1999.
- PRASAD, G.V.S.R. Effect of fumigation on viability and vigour of stored seeds of sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) cultivars. **Seed Science Research**, v.26, n.1, p.57-61, 1998.
- PUZZI, D. Abastecimento e Armazenagem de grãos. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas, 1986, 592p.
- RAGHUNATAN, A.N.; MUTHU, M.; MAJUNIDER, S.K. Control of internal fungi of sorghum by fumigation. **Journal of Stored Products Research**, v.5, p.389-92, 1969.
- RAMZAN, M. & CHAHAL, B.S. Tolerance of wheat seed to repeated fumigation. **Journal of Stored Products Research**, v.24, n.2, p.255-258, 1987.
- RAZERA, L.F.; MEDINA, P.F. & TOLEDO, S.V. Comportamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) cv. Mundo Novo, expurgadas com fosfina, a diferentes graus de umidade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.4, p.26, 1991.
- RESENDE, J.C.F.; SILVA, R.A.; GONÇALVES, N.P.; ALVARENGA, C.D. & SALOMON, O.P. Níveis de infestação de gorgulhos, poder germinativo e teor de umidade de feijão armazenado em condições de pequenas propriedades rurais. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.2, p.50, 1995.
- SALLES, R.F.M.; SADER, R.; BOIÇA JÚNIOR, A.L. & KRONKA, S.N. Efeito da infestação do gorgulho (*Sitophilus zeamais* Mots) no peso e na qualidade de sementes de milho armazenadas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.2, p.45, 1995.
- SANTOS, D.S.; SANTOS, J.P. & VILELA, E.R. Altos teores de CO₂ no controle de *Sitophilus zeamais* em milho. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.23, n.1, p.03-10, 1998.
- SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenaria de Assistência Técnica Integral. Departamento de Sementes, Mudas e Matrizas. **Padrões de sementes básicas, certificadas e fiscalizadas**. Campinas, 2001, 10p.

- SAUER, D.B. **Storage of cereal grains and their products**. 4^a ed. Saint Paul: American Association of Cereal Chemist Press, 1992. 615p.
- SCHROTH, E.; MUIR, W.E.; JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G. & ABRAMSON, D. Storage limit of wheat at 17% moisture content. **Canadian Agricultural Engineering**, v.40, n.3, p.201-205, 1998.
- SHARMA, J.K. & SINGH, H.B. Relative storability of the seeds of some crop species under ambient conditions. **Seed Science Research**, v.25, n.1, p.37-40, 1998.
- SHARSHIR, F.A.; HELAL, R.M. & TADROS, M.S. Effect of three natural materials and Malathion added to four stored grains on pest infestation. **Annals of Agricultural Science Cairo**, Special Issue, v.3, p.943-956, 1998.
- SIEGEL, M.R.; VARNEY, D.R.; JOHNSON, M.C.; NESMITH, W.C.; BUCKNER, R.C.; BUSH, L.P.; BURRUS II, P.B. & HARDISON, J.R. A fungal endophyte of tall fescue: evaluation of control methods. **Phytopathology**, v.74, n.8, p.937-41, 1984.
- SKÓRA NETO, F. & ALMEIDA, A.A. Avaliação dos danos causados pelas larvas da *Ephestia cautella* (WALKER, 1863) em grãos de trigo. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.9,10, n.1,2, p.13-16, 1985.
- SMIDERLE, O.J.; SANTOS FILHO, B.G.; SANTOS, D.S.B.; LOECK, A.E. & SILVA, J.B. Qualidade física e fisiológica de sementes de arroz, submetidas ao ataque de insetos durante o armazenamento. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.2, p.53, 1995.
- SNEDECOR, G.W. **Métodos estatísticos**. Lisboa, Ministério da Economia, 469 p. 1945.
- STAHL, M. & STEINER, A.M. Germination and vigour loss of non-sprouted and sprouted wheat seeds during storage - testing the viability constants. **Seed Science Research**, v.8, n.2, p.123-128, 1998.
- VALARINI, P.J.; VECHIATO, M.H. & LASCA, C.C. Sobrevivência de *Pyricularia oryzae* Cav. em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.10, n.2, p.361-366, 1985.
- VECHIATO, M.H.; LASCA, C.C. & VALARINI, P.J. Sobrevivência do fungo *Helminthosporium sativum* em sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) armazenadas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.12, n.3, p.226-31, 1987.

- YOUNIS, S.A.; AL-HAKKAK, Z.S.; AL-RAWI, F.I. & HAGOP, E.G. Physiological and cytogenetic effects of phosphine gas in *Allium cepa* (L.). **Journal of Stored Products Research**, v.25, n.1, p.25-30, 1989.
- WELTY, R.E.; AZEVEDO, M.D. & COOPER, T.M. Influence of moisture content, temperature, and length of storage on seed germination and survival of endophytic fungi in seeds of tall fescue and perennial ryegrass. **Phytopathology**, v.77, n.6, p.893-900, 1987.
- WETZEL, M.M.V.S.; URBEN, A.F. & FAIAD, M.G.R. Sobrevivência de *Phomopsis sojae* Lehmann, em sementes de soja armazenada. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 16., Belém, 1983. **Resumos**. Belém, 1983, p.102.
- ZONTA, E.P.; SILVEIRA, P.S. & ALMEIDA, A. **Sistema de Análise Estatística - SANEST**. Instituto de Física e Matemática, UFPel, 1986.