**REFRIGERAÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS
EM PILHAS COM DIFERENTES EMBALAGENS**

MARIA LAENE MOREIRA DE CARVALHO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. WALTER RODRIGUES DA SILVA

**Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz",
da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia.**

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Agosto - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

C331r Carvalho, Maria Laene Moreira de
 Refrigeração e qualidade de sementes de milho
 armazenadas em pilhas com diferentes embalagens.
 Piracicaba, 1992.
 98p. ilustr.

 Tese - ESALQ
 Bibliografia.

 1. Milho - Semente - Armazenamento em pilhas 2.
Milho - Semente - Embalagem 3. Semente - Armazena-
mento - Refrigeração 4. Semente - Qualidade I. Esco-
la Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piraci-
caba

CDD 633.15

REFRIGERAÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS EM PILHAS COM DIFERENTES EMBALAGENS

MARIA LAENE MOREIRA DE CARVALHO

Aprovada em: 28/08/92

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Walter Rodrigues da Silva	ESALQ/USP
Prof. Dr. Francisco Ferraz de Toledo	ESALQ/USP
Prof. Dr. Sílvio Moure Cícero	ESALQ/USP
Prof. Dr. João Nakagawa	FCA/UNESP
Prof. Dr. Antonio Carlos Fraga	ESAL

Prof. Dr. Walter Rodrigues da Silva
Orientador

A Deus

A minha família

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Walter Rodrigues da Silva, pela orientação constante e amiga.

Aos Professores e funcionários da ESALQ/USP, especialmente aos do Setor de Sementes do Departamento de Agricultura, pela agradável convivência.

Aos colegas do curso, em especial, as amigas Francine Lorena Cuquel, Denise Augusta Camargo Bilia, Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias, Maria Heloisa Duarte Moraes e Helena Pescarim Chamma pela amizade e apoio durante o curso.

A Escola Superior de Agricultura e Ciências de Machado pela oportunidade concedida.

A CAPES/PICD e ao CNPq pelo suporte financeiro.

A Sementes AGROCERES S/A, através do Eng. Agr^o Wilson Antonio da Rocha pela cessão das sementes e instalações para a condução do trabalho.

A todos, que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xiv
SUMMARY	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Deterioração das sementes durante o armazenamento	3
2.2. Armazenamento e refrigeração de sementes de milho	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Sementes e condições de armazenamento	24
3.2. Testes para avaliação da qualidade	28
3.2.1. Determinação do grau de umidade	28
3.2.2. Teste de germinação	29
3.2.3. Teste de envelhecimento artificial	29
3.2.4. Teste de frio	30
3.2.5. Exame de sementes infestadas	30
3.2.6. Teste de sanidade	31
3.2.7. Emergência em campo	31
3.3. Métodos estatísticos	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Caracterização do lote	36
4.2. Ambientes e posições na pilha	42
4.3. Efeito do período de armazenamento	67
4.4. Considerações gerais	81
5. CONCLUSÕES	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Detalhe de uma pilha com indicações dos pontos de amostragem, de 1 a 9 (A) e a sua denominação (B).	27
2. Temperaturas médias semanais registradas nos armazéns refrigerado e convencional no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP.	53
3. Umidades relativas do ar: médias semanais registradas nos armazéns refrigerado e convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP.	54
4. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de papel do armazém refrigerado, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP.	56

5. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos central, intermediário e lateral da pilha com embalagem de papel do armazém refrigerado, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP. 57
6. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de aniagem do armazém refrigerado, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP. 58
7. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos central, intermediário e lateral da pilha com embalagem de aniagem do armazém refrigerado, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP. 59
8. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de papel do armazém convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP. 60

9. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos central, intermediário e lateral da pilha com embalagem de papel do armazém convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP. 61
10. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de aniagem do armazém convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP. 62
11. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos central, intermediário e lateral da pilha com embalagem de aniagem do armazém convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP. 63

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Página
1. Esquema da análise da variância dos dados obtidos nos testes de avaliação da qualidade das sementes, individualmente para cada época.	33
2. Esquema da análise da variância na comparação entre as duas épocas de avaliação da qualidade para cada ambiente e embalagem.	34
3. Graus de umidade médios (%) obtidos nos diferentes pontos de amostragem de pilhas de sementes de milho, embaladas em papel e aniagem antes do armazenamento. Piracicaba, 1991/92.	37
4. Dados (%) médios obtidos na caracterização fisiológica inicial de sementes de milho acondicionadas em embalagens de papel e aniagem em nove pontos de amostragem. Piracicaba, 1991/92.	38

5. Porcentagem média de incidência de fungos detectados em sementes de milho acondicionadas em embalagens de papel e aniagem em nove pontos de amostragem, antes do armazenamento. Piracicaba, 1991/92. 40

6. Dados médios (%) obtidos na determinação de sementes infestadas, em diferentes pontos de amostragem (1 a 9) de pilhas de milho armazenadas por 6 meses em embalagens de papel e aniagem. Piracicaba, 1991/92. 41

7. Dados (%) médios obtidos na determinação do grau de umidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de papel, mantidas em armazém refrigerado (R) e convencional (C) por 6 meses, em diferentes pontos de amostragem na pilha. Piracicaba, 1991/92. 43

8. Dados (%) médios obtidos na determinação do grau de umidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de aniagem, mantidas em armazém refrigerado (R) e convencional (C) por 6 meses, em diferentes pontos de amostragem na pilha. Piracicaba, 1991/92. 44

9. Dados (%) médios obtidos na determinação de sementes infestadas de milho, acondicionadas em sacos de papel e aniagem, mantidas em armazém refrigerado (R) e convencional (C). Piracicaba, 1991/92. 48
10. Dados (%) médios de incidência (%) de *Penicillium spp* e *Fusarium moniliforme* nas sementes de milho embaladas em papel e aniagem em armazém refrigerado e convencional. Piracicaba, 1991/92. 49
11. Dados (%) médios obtidos, na determinação do grau de umidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de papel, em diferentes pontos de amostragem (1 a 9), antes (E₀) e ao final (E₁) do armazenamento, refrigerado por 6 meses. Piracicaba, 1991/92. 68
12. Porcentagem média de incidência de fungos *Alternaria sp*, *Cephalosporium spp* e *Trichoderma sp* nas épocas inicial (E₀) e final (E₁) de armazenamento refrigerado e convencional, embalagem de papel (P) e aniagem (A). Piracicaba, 1991/92. 71

13. Dados médios de incidência (%) de *Penicillium spp*, *Fusarium moniliforme* e *Aspergillus spp* nas épocas inicial (Eo) e final (E1) do armazenamento refrigerado, embalagem de papel. Piracicaba, 1991/92. 72
14. Dados (%) médios obtidos, na determinação do grau de umidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de aniagem, em diferentes pontos de amostragem (1 a 9), antes (Eo) e ao final (E1) do armazenamento refrigerado por 6 meses. Piracicaba, 1991/92. 73
15. Dados médios de incidência (%) de *Penicillium spp*, *Fusarium moniliforme* e *Aspergillus spp* nas épocas inicial (Eo) e final (E1) do armazenamento refrigerado, embalagem de aniagem. Piracicaba, 1991/92. 74

16. Dados (%) médios obtidos, na determinação do grau de umidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de papel, em diferentes pontos de amostragem (1 a 9), antes (E₀) e ao final (E₁) do armazenamento convencional por 6 meses. Piracicaba, 1991/92. 75
17. Dados médios de incidência (%) de *Penicillium spp*, *Fusarium moniliforme* e *Aspergillus spp* nas épocas inicial (E₀) e final (E₁) do armazenamento convencional, embalagem de papel. Piracicaba, 1991/92. 77
18. Dados (%) médios obtidos, na determinação do grau de umidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de aniagem, em diferentes pontos de amostragem (1 a 9), antes (E₀) e ao final (E₁) do armazenamento convencional por 6 meses. Piracicaba, 1991/92. 78
19. Dados médios de incidência(%) de *Penicillium spp*, *Fusarium moniliforme* e *Aspergillus spp* nas épocas inicial (E₀) e final (E₁) do armazenamento convencional, embalagem de aniagem. Piracicaba, 1991/92. 80

REFRIGERAÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS EM PILHAS COM DIFERENTES EMBALAGENS

Autora: MARIA LAENE MOREIRA DE CARVALHO

Orientador: PROF. DR. WALTER RODRIGUES DA SILVA

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o propósito de verificar os efeitos da refrigeração do ambiente de armazenamento, na qualidade fisiológica de sementes de milho dispostas em pilhas, com diferentes embalagens.

Sementes da cultivar AG-303 foram classificadas por tamanho, tratadas, embaladas em sacos de papel kraft e de aniagem e mantidas, por 6 meses, em armazém convencional e em armazém refrigerado por unidade refrigeradora móvel.

Os sacos de sementes foram dispostos, nos armazéns, em blocos de quatro pilhas que constituíram as repetições; à medida em que iam sendo construídas as pilhas,

as embalagens do lote utilizado para o estudo eram distribuídas em pontos pré-estabelecidos.

Durante o armazenamento foram registradas as temperaturas nos pontos de amostragem da pilha e no ambiente dos armazéns. Testes para avaliação da qualidade sanitária e fisiológica foram efetuados por ocasião da formação das pilhas e ao final do período de armazenamento.

A análise dos dados e a interpretação dos resultados permite concluir que:

- A refrigeração do ambiente do armazém permite melhor conservação da qualidade fisiológica de sementes de milho. A intensidade desse efeito pode depender da embalagem empregada.

- As sementes são afetadas, quanto à qualidade fisiológica, de acordo com a sua localização na pilha; aquelas situadas nos pontos centrais das pilhas tendem a apresentar maior deterioração do que as demais.

- O equilíbrio calórico, entre as sementes e o ambiente, é mais lentamente atingido nas regiões da base e do centro das pilhas do que nos demais pontos.

COOLING AND QUALITY OF CORN SEEDS STORED IN PILES IN DIFFERENT PACKAGES

Author: MARIA LAENE MOREIRA DE CARVALHO

Adviser: PROF. DR. WALTER RODRIGUES DA SILVA

SUMMARY

The present work was carried out in order to verify the effects of the storage environment cooling on the physiological quality of piled corn seeds in two different packages.

Seeds of AG-303 cultivar were size rated, treated, packed in kraft paper bags and gunny sacks and kept in conventional and mobil cooler equipped warehouses for 6 months.

The seed bags were arranged in four blocks of piles concerning the replications; as the piles were built the packages of the lot used for the study were distributed

in pre-established spots. The temperatures at the pile sampling spots and in the warehouse environment were recorded during storage. Tests for sanitary and physiological quality evaluation were conducted when the piles were formed and by the end of the storage period.

From the data analysis and the results interpretation one concludes that:

- The warehouse environment cooling provides better preservation of the physiological quality of corn seeds. The intensity of that effect may be dependent on the package used.

- The seeds are affected as to the physiological quality, according to their position within the pile; those situated in the central parts of the piles are more likely to deteriorate than the others.

- The calory equilibrium between the seeds and the environment is more slowly attained at the base and central parts of piles than in other parts.

1. INTRODUÇÃO

A conservação de sementes de milho é um dos fatores que deve ser considerado dentro do seu sistema de produção e comercialização. Os esforços, despendidos na fase de produção, podem não ser efetivos se não houver a preservação da qualidade da semente processada, no mínimo até a época subsequente de semeadura. Um armazenamento bem conduzido pode ser tanto a garantia da manutenção da qualidade do lote, como ter uma função reguladora de mercado.

No que se refere ao ambiente de armazenamento, a umidade e a temperatura são os fatores que mais afetam a manutenção da qualidade. Particularmente, nas regiões tropicais e subtropicais, os danos causados pelas condições climáticas, durante esse período, podem levar a perdas apreciáveis.

Diversos mecanismos, equipamentos e condições de armazenamento, têm sido estudados no sentido de serem desenvolvidas condições ideais, econômicas e viáveis ao armazenamento de sementes de milho. Destes, a refrigeração da massa de sementes tem se destacado como uma das opções

promissoras. Contudo, este sistema ainda é utilizado empiricamente no Brasil, sendo fundamental a obtenção de informações que permitam conhecer as reais vantagens e limitações do método.

Uma das formas mais usuais de refrigeração de sementes é a injeção de ar frio e seco em armazéns. Neste caso, para melhor aproveitamento de espaço, as sementes são dispostas em grandes pilhas que, dificultando o estabelecimento de uniformidade atmosférica entre o seu interior e as regiões periféricas, podem gerar variações na qualidade final do produto, segundo sua localização.

O presente trabalho foi realizado com o propósito de verificar os efeitos da refrigeração do ambiente de armazenamento na qualidade de sementes de milho dispostas em pilhas com diferentes embalagens.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Deterioração das sementes durante o armazenamento.

As sementes sofrem o processo de deterioração, que pode ser entendido como o conjunto de transformações degenerativas de origem bioquímica, física ou fisiológica que ocorrem após a semente atingir o máximo de qualidade (WOODSTOCK & GRABE, 1967; DELOUCHE, 1968; ABDUL-BAKI & ANDERSON, 1972; ANDERSON & BAKER, 1983).

A queda do potencial de armazenamento, segundo DELOUCHE & BASKIN (1973), é uma das manifestações do processo de deterioração que, por sua vez, culmina com a redução do poder germinativo e morte da semente.

ANDERSON & BAKER (1983) afirmam que os mecanismos pelos quais as sementes perdem sua viabilidade, durante o armazenamento, ainda não são devidamente conhecidos, muito embora altas temperaturas e umidades relativas do ar sejam limitantes à sobrevivência de sementes.

A velocidade de deterioração de sementes de milho durante o armazenamento é influenciada por fatores dos

quais os mais importantes parecem ser a umidade do ambiente e a temperatura do ar (DELOUCHE et al., 1973; YACIUK, 1973), a taxa de crescimento dos patógenos existentes, a localização e a severidade de danos mecânicos (GASEM & CHRISTENSEN, 1960) a condição fisiológica inicial da semente, as características genéticas da cultivar, o armazenamento e as flutuações das condições de umidade e de temperatura ambientais (BEWLEY & BLACK, 1985).

Estes fatores operam juntos na deterioração e podem ser responsabilizados pelas diferenças de comportamento entre lotes armazenados nas mesmas condições.

Conforme JAMES (1967) os processos relacionados com a deterioração, de esgotamento de reservas embrionárias, de alterações na estrutura protéica, de inativação enzimática e de surgimento de mutação têm, como causa primária, a existência da respiração; assim sendo, sugere as baixas temperaturas e umidades relativas do ar, agentes de redução da intensidade do processo respiratório, como meio de preservar adequadamente a qualidade fisiológica da semente.

Diversos autores afirmam que a temperatura e a umidade relativa do ar durante o armazenamento são os fatores mais importantes na conservação de sementes (BACCHI, 1958; DELOUCHE et al., 1973; TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977; JUSTICE & BASS, 1978; PIXTON, 1980; ELLIS et al., 1982; ANDERSON & BAKER, 1983).

Segundo DELOUCHE *et al.* (1973), a temperatura interfere significativamente na longevidade das sementes, afetando a velocidade dos processos bioquímicos; no entanto, OXLEY (1948) observou que o controle da temperatura no ambiente de armazenamento não é o suficiente para prevenir a deterioração das sementes.

A umidade da semente, conforme ANDERSON & BAKER (1983), depende da umidade relativa do ar no qual está armazenada. Altas umidades relativas do ar, de acordo com ASSUNÇÃO (1985), são prejudiciais, devido ao fenômeno da higroscopicidade apresentado por sementes de todas as espécies.

De acordo com PEREIRA(1992),o armazenamento de grãos requer cuidados especiais em condições nas quais a umidade relativa do ar seja superior a 70%. Neste caso, uma porção considerável de água contida no grão se dispersa nos constituintes coloidais e, eventualmente, pode preencher os espaços capilares entre partículas constituintes do grão. Desta forma, uma quantidade de água torna-se disponível e pode ser utiliza-da para reações químicas e bioquímicas, tais como as reações enzimáticas, a desnaturação de proteínas, a gelatinização de carboidratos ou, ainda, propiciar o desenvolvimento de microrganismos.

Existem poucas informações a respeito do processo de deterioração durante o armazenamento de de sementes de milho em condições tropicais, onde são comuns as

altas temperaturas e umidades relativas do ar durante o período de armazenamento.

O efeito do teor de água na qualidade das sementes, segundo BOTTOMLEY (1950), depende da temperatura, bem como o efeito da temperatura depende da umidade.

MORA & ECHANDI (1976) conservando sementes de milho em condições ambientais variáveis quanto à temperatura e à umidade relativa do ar, concluíram que o teor de água das sementes amplia a sua importância na manutenção da qualidade fisiológica, à medida em que a temperatura seja elevada. Os autores constataram que as sementes armazenadas, às temperaturas iguais ou inferiores à 20°C, mantiveram sua viabilidade, independentemente da variação no seu teor de água.

Referindo-se à semente de milho, McROSTIE (1939) afirmou que a umidade afeta a resposta ao armazenamento sob diferentes temperaturas. Em condições de baixas temperaturas, o autor concluiu que as flutuações provocam maiores danos à germinação do que quando a conservação se dá em temperatura constante.

Por outro lado, ROBERTS (1974) afirma que, dentro das condições usuais de armazenamento, não existe razão para supor que variações na temperatura e na umidade da semente poderiam ser fatores deletérios exceto, possivelmente, por variações muito rápidas na umidade.

Apesar de afirmar que a umidade e a temperatura são os principais fatores que interferem na longevidade das sementes, HABER (1950) alega existir uma influência genética na longevidade; sob flutuação de temperatura e de umidade relativa do ar, diferentes linhagens e híbridos de milho variaram em sua habilidade de manter o poder germinativo quando armazenados.

Grande ênfase tem sido dada às diferenças de comportamento de cultivares de milho com relação à sua armazenabilidade ou resistência às condições ambientais (LINDSTRON, 1943; NEAL & DAVES, 1956; MIRANDA, 1972; JUSTICE & BASS, 1978; MAEDA *et al.*, 1987; LOZANO & LEOPOLD, 1988; MORENO & RAMIREZ, 1988).

Segundo NEAL & DAVES (1956), algumas linhagens endogâmicas de milho mantém a viabilidade melhor do que outras quando armazenadas à baixa temperatura ($4,4^{\circ}\text{C}$) ou mesmo em condições médias de temperatura (21°C) em armazéns. LOZANO & MAYER (1990) observaram diferenças de respostas no armazenamento a 20°C ; a cultivar com menor potencial de armazenamento manteve um maior teor de água, particularmente em alta umidade relativa do ar, por longos períodos. As diferenças entre as cultivares foram devidas, provavelmente, às diferenças químicas e morfofisiológicas existentes entre as suas sementes.

PRASAD & PATHAK (1987) armazenaram sementes de milho em ambiente com umidade relativa do ar variando de 69 a

82% e temperatura de 28,9 a 36,5°C; após 6 meses, observaram diminuição significativa nas taxas de amido, açúcar total e proteína, bem como na porcentagem de germinação.

Outro aspecto a ser considerado no processo de deterioração é a presença e o desenvolvimento de insetos e de microrganismos.

YACIUK et al. (1975) afirmam que a taxa de multiplicação nas populações de insetos e de fungos, durante o armazenamento, depende de diversos fatores biológicos e variáveis não biológicas, das quais a temperatura e a umidade relativa do ar são as mais importantes.

Trabalho feito por CHRISTENSEN (1966) mostra que sementes de milho com 14,5% de água, armazenadas durante seis meses à 20°C, mantiveram a sua germinação inalterada. Com teor de água levemente superior (15,2%), contudo, a germinação foi reduzida drasticamente, com paralela elevação no grau de infecção e na esporulação de patógenos.

CHRISTENSEN & KAUFMANN (1974) apontam 13,5% como sendo a umidade acima da qual as sementes apresentam mais riscos de serem infectadas por fungos de armazenamento. AGARWAL & SINCLAIR (1987) sustentam a idéia de que a presença de fungos em sementes com 17 a 19% de umidade, mantidas entre 15 a 30°C, pode causar uma rápida perda de viabilidade.

A umidade da semente, segundo ROSS et al. (1979), pode afetar o crescimento de microrganismos, da mesma forma que pode interferir no efeito do tratamento com

fungicida das sementes. MORENO et al. (1987b) observaram, inclusive, efeito fitotóxico de produtos químicos, tais como carbendazim e benomyl, em sementes de milho armazenadas com teores de água entre 15,1 e 16%.

De acordo com QASEN & CHRISTENSEN (1958) os fungos são, provavelmente, a maior causa da deterioração das sementes do milho. Para Berjak¹, citado por WETZEL (1987), durante o processo de deterioração, podem ocorrer modificações ao nível celular em sementes infectadas por fungos durante o armazenamento. Estas alterações, inicialmente diferentes das que aparecem no processo de deterioração de sementes sadias, apresentam no final do processo, características semelhantes, dificultando distinguir as alterações advindas do envelhecimento, daquelas resultantes da atividade dos fungos.

Duas categorias de fungos são associadas às sementes: fungos de campo e fungos de armazenamento. Os fungos de campo, segundo BEWLEY & BLACK (1985), têm sua incidência reduzida durante o armazenamento; por outro lado, fungos de armazenamento desenvolvem-se e tendem a elevar sua ocorrência afetando negativamente a qualidade das sementes armazenadas.

Fungos como *Aspergillus* sp, *Mucor* sp e

¹BERJAK, P. Stored seeds: the problems caused by microorganians. Durban, South Africa, Departament of Biology, University of Natal, 1987.

Fusarium graminearum podem sobreviver em milho armazenado, por até 13 anos, sob condições de baixa temperatura (ABBAS & MIROCHA, 1986).

O efeito da umidade do ambiente no desenvolvimento de microrganismos foi observado por diversos autores. WETZEL (1987) cita que os principais fungos de armazenamento, *Aspergillus sp* e *Penicillium sp* são adaptados a ambientes com baixa umidade, podendo se desenvolver em materiais cujos conteúdos de água estejam em equilíbrio com umidades relativas do ar de 60 a 90%. Já, CHRISTENSEN & KAUFMANN (1969) afirmam que os fungos de armazenamento mais importantes podem não se desenvolver nas sementes mantidas em equilíbrio com umidades relativas do ar inferiores a 70%.

O gênero e a espécie do fungo presente na semente devem ser considerados uma vez que, segundo WETZEL (1987), cada espécie de *Penicillium* tem seu próprio limite mínimo de umidade relativa do ar para se desenvolver, havendo uma alternância do predomínio entre as espécies à medida em que as condições ambientais variam.

MORENO & VIDAL (1981) inocularam, em sementes de milho, os fungos *Aspergillus glaucus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus candidus* e *Penicillium sp*; posteriormente armazenaram as sementes em ambientes com 85% de umidade relativa do ar e 27°C por 105 dias, concluindo que o decréscimo na taxa de germinação do lote foi resultado da invasão da semente por fungos de armazenamento.

A temperatura também influencia o desenvolvimento de microrganismos e insetos nas sementes. JOHNSON (1957) concluiu que a atividade de fungos e insetos é prontamente reduzida com a redução da temperatura do grão de milho e que, algumas espécies de *Aspergillus sp* podem ampliar sua população 10 a 20 vezes mais rápido a 32,2°C do que a 15,6°C. QASEN & CHRISTENSEN (1960) estudaram o efeito da temperatura no desenvolvimento de fungos em sementes de milho armazenadas por 2 anos; à 20°C um considerável número de sementes foi invadido por diferentes fungos, mas a germinação não foi reduzida significativamente; no entanto, à 30°C, a porcentagem de germinação das sementes inoculadas com quatro espécies de *Aspergillus*, foi reduzida à zero.

Segundo YACIUK (1973), grãos livres de microrganismos e insetos têm taxa de respiração extremamente reduzida à baixas temperaturas e baixos conteúdos de umidade. O trabalho de BURGESS & BURREL (1964) demonstrou que o resfriamento dos grãos e sementes, através da aeração no início do armazenamento, reduz o risco de infestação por insetos.

Levando em conta as reações existentes entre a disponibilidade de oxigênio e a conservação de sementes de milho, LIKHACHEV (1977) observou haver maior decréscimo na germinação de sementes de milho acondicionadas em recipientes abertos do que nos lacrados e com baixa disponibilidade de oxigênio. MORENO et al. (1967a) armazenaram sementes de

milho com teor de água entre 15,7 e 17,1% por 60 dias em ambiente hermético (21% de oxigênio e 0,03% de dióxido de carbono), em atmosfera modificada (1,7% de oxigênio e 92% de dióxido de carbono) e em condições naturais, observando, além do efeito fitotóxico das altas concentrações de dióxido de carbono na conservação da semente, que o ambiente natural possibilitou maior desenvolvimento de fungos e reduziu a capacidade de germinação das sementes de milho, de modo mais acentuado do que o ambiente hermético.

As manifestações da deterioração de sementes podem ser consideradas fisiológicas, metabólicas ou bioquímicas. Segundo TOLEDO & MARCOS FILHO (1977), a queda do poder germinativo e do vigor das sementes é a manifestação mais acentuada da deterioração. Os testes de vigor, são considerados importantes por revelarem pequenas diferenças no estágio de deterioração de lotes de sementes; por outro lado, os testes de germinação geralmente acusam, apenas, grandes diferenças de deterioração. Recentemente, pesquisadores como McDONALD Jr. (1980) e BEWLEY & BLACK (1985) têm dado ênfase tanto às alterações fisiológicas (porcentagem e velocidade de germinação, emergência), quanto às alterações bioquímicas ou metabólicas (respiração, atividade enzimática, alterações de reservas e organizações do sistema de membranas).

Para GILL & DELOUCHE (1973) a observação da deterioração das sementes, por intermédio do vigor, pode ser entendida como um importante componente da avaliação da

qualidade, tornando-se utilizável na solução de problemas da indústria de sementes, tais como a armazenabilidade de estoques e a determinação do valor qualitativo real de sementeira.

2.2. Armazenamento e refrigeração de sementes de milho

A preservação da qualidade da semente durante o armazenamento, ou seja, da colheita até o momento da sua utilização, é um aspecto fundamental a ser considerado no processo produtivo. Segundo MAEDA et al. (1987), basicamente, são disponíveis duas alternativas para aprimorar o armazenamento de sementes. A primeira seria pelo melhoramento genético do material dirigido à tolerância às condições adversas de armazenamento e, a segunda, pelo uso de instalações que controlem a temperatura e a umidade relativa do ar.

Considerada a variabilidade climática brasileira, a alternativa relacionada ao fornecimento de condições artificiais adequadas à conservação, apresenta-se como a mais exequível a curto prazo, principalmente nas regiões naturalmente desfavoráveis ao armazenamento das sementes.

A natureza e o grau de controle de umidade e temperatura do armazém, requeridos para a manutenção da qualidade das sementes dependem da aplicabilidade econômica

em situações específicas. Estas decisões podem ser afetadas pelo clima local, pela quantidade de semente a ser armazenada e pelo período de armazenamento a ser realizado (JUSTICE & BASS, 1978).

MATTHES et al. (1969) referindo-se especificamente às sementes de milho, afirmam que o armazenamento satisfatório pode ser realizado em armazéns convencionais, nas regiões em que a umidade relativa do ar é suficientemente baixa.

Apesar do volume expressivo de produção de grãos e de sementes de milho no Brasil, conforme FERREIRA et al. (1979) e FERREIRA & MUIR (1981), não há praticamente, nenhum resultado de pesquisa disponível para a aplicação da maioria dos métodos de armazenamento empregados.

Segundo TOLEDO & MARCOS FILHO (1977) a boa conservação das sementes só pode ser obtida em locais onde as condições climáticas sejam favoráveis ou em ambientes controlados. Quando as condições locais são relativamente desfavoráveis, ou o período de armazenamento é longo, há necessidade da conservação em ambiente controlado. O controle da atmosfera de armazenamento em regiões tropicais, conforme BASS (1973), é necessário para permitir a manutenção da qualidade das sementes no período compreendido entre a colheita e o plantio subsequente.

Principalmente no armazenamento em larga escala, podem surgir problemas de reabsorção de água pelas

sementes, estratificação da temperatura e migração de umidade na massa de sementes, propiciando o aparecimento de pontos diferenciados quanto à presença de água ou de calor (DELOUCHE et al., 1973; CÔME, 1983). O tipo e o tamanho do depósito em que a semente ou o grão são depositados podem afetar as trocas de calor e o manejo da massa (WILLIAMSON, 1964). Para LO (1975), as trocas entre a massa armazenada e as condições externas aos armazéns ou silos, induzem mudanças nas condições físicas, químicas e biológicas dentro da massa de sementes. Os processos biológicos, dentro de um ecossistema de determinada massa de grãos, são altamente influenciados pela temperatura (YACIUK, 1973); no entanto, a temperatura é facilmente, embora nem sempre economicamente, controlada pela refrigeração (BASS, 1973).

CÔME (1983) afirma que a refrigeração de sementes não reduz seu conteúdo de água significativamente, mas pode reduzir consideravelmente a velocidade de queda da germinação.

Desde 1965 foi observado, segundo CHRISTENSEN & KAUFMANN (1969), um crescimento na quantidade de trabalhos realizados com refrigeração de grãos armazenados, principalmente com altos teores de água; no entanto, o autor destacou a necessidade de estudos sobre o comportamento de sementes armazenadas em baixas temperaturas, tanto relacionados com a microflora, como quanto aos aspectos fisiológicos.

Diversas unidades armazenadoras com controle da umidade relativa do ar e da temperatura são utilizadas, em várias partes do mundo, para o armazenamento de grãos e de sementes em larga escala, tal como na China para arroz (RANFELT, 1980), na Inglaterra para o armazenamento de cereais úmidos (BURREL & LAUNDON, 1967), em Honduras para o armazenamento de milho a curto prazo (DELOUCHE et al., 1973) e em vários locais da Itália para a conservação de diversos cereais (BALDO & MARCHETTI, 1987). Basicamente, os processos de refrigeração são conduzidos através de dois métodos: injeção de ar frio no interior da massa ou refrigeração exclusiva do armazém.

No Brasil, em condições como as da região central do país ou as das regiões quentes e úmidas, é difícil a manutenção da qualidade das sementes de milho em armazéns convencionais, sem o controle da temperatura e da umidade relativa do ar. No entanto, a refrigeração só recentemente vem sendo utilizada pelas empresas produtoras de sementes.

De acordo com BRUNNER (1986), no início da década de 1980, foi iniciada no Brasil a utilização de equipamentos que promoviam o resfriamento de cereais e sementes, em silos e armazéns graneleiros de qualquer porte, por intermédio da injeção de ar frio e seco. Esses processos envolviam tanto a aeração como a refrigeração, normalmente confundidos em sua terminologia.

A aeração, ou ventilação, processo de injeção

de ar no interior da massa de sementes, pode ser realizada com o ar em sua condição natural ou alterada quanto à sua temperatura ou umidade relativa do ar. Segundo JUSTICE & BASS (1978), no primeiro caso a aeração é empregada para buscar a equalização entre as temperaturas da massa de sementes e do ar ambiente; no segundo caso, o objetivo é o de levar a temperatura da massa a valores inferiores aos ambientais. O controle adicional da porcentagem de umidade relativa do ar injetado é normalmente requerido, associado à refrigeração, para evitar acréscimos de umidade na massa a ser aerada.

A aeração tem sido mais utilizada em milho do que a refrigeração e tem sido descrita, segundo JOHNSON (1957), em diversos tipos de estruturas de armazenamento e sob várias condições. É, segundo FERREIRA & MUIR (1981), um procedimento empregado com frequência em regiões de clima temperado mas pouco usado, de modo geral, em climas tropical e subtropical em razão das restrições feitas ao seu emprego em condições de alta umidade relativa do ar. Em estudo usando modelos de simulação sobre a viabilidade técnica de aerar milho armazenado nas condições brasileiras, os autores concluíram que existem restrições na utilização desse sistema em algumas regiões como o norte do país.

LASSERAN (1981) salienta que a aeração ou ventilação tem aplicações múltiplas, segundo a natureza e o nível de umidade dos grãos, além de ter um importante papel

na sucessão das operações de condicionamento e conservação; distingue como principais tipos a aeração de resfriamento, a aeração de manutenção contínua, a aeração-secante e a seca-aeração. A aeração de resfriamento é usada em sementes com umidade entre 14 e 17% para corrigir um início de aquecimento ou, ainda, para resfriar a massa, progressivamente, cada vez que a temperatura exterior permitir. A aeração de manutenção contínua é usada para grãos úmidos (mais de 15% de água) em conservação provisória, antes do acondicionamento definitivo. A aeração secante tem por objetivo manter o grão a uma temperatura suficientemente baixa ocasionando uma lenta dessecação. A seca-aeração, segundo CLOUD & MOREY (1980), é um processo que consiste na transferência do milho quente para um depósito aerado, eliminando o resfriamento dentro do secador; a secagem é feita usando o calor acumulado do grão e a sua utilização, em sementes, exige movimentação da massa com decorrentes riscos de danos mecânicos; há, ainda, um reduzido aproveitamento do calor remanescente já que, a secagem das sementes é feita em temperaturas mais baixas do que as da secagem de grãos.

A refrigeração, conforme JUSTICE & BASS (1978), é realizada pela transferência de calor de um corpo para outro. Sendo os cereais maus condutores de calor, ou bons isolantes térmicos, apresentam pouca troca térmica com o ambiente exterior; KAZARIAN & HALL (1965) afirmam que muitos dos problemas encontrados nos processos de aeração,

refrigeração e secagem podem ser analisados pelos princípios de transferência de calor.

O estudo do gradiente de temperatura em sistemas de armazenamento de grãos ou sementes, segundo YACIUK (1973), é importante por várias razões: o gradiente de temperatura acarreta a transferência de umidade entre grãos, as reações químicas de deterioração ocorrem com maior velocidade em temperaturas mais elevadas e a temperatura influencia a atividade de microrganismos e insetos de armazenamento.

Grandes massas de sementes, uma vez resfriadas, mantêm inalterada a sua temperatura por tempo considerável, o que é uma característica desejável. Mas, por outro lado, no caso de formação de focos aquecidos na massa não resfriada, o calor não se transmite para fora do silo ou armazém, mantendo-se no interior da massa de sementes.

FERREIRA (1977), estudando o efeito da variação da temperatura da massa de grãos de milho armazenados, observaram que as temperaturas no interior do recipiente-teste, que era um tambor de 200 l revestido com alumínio, variaram apenas no sentido radial, havendo interdependência térmica entre as camadas radiais da massa de grãos. LO et al. (1975), concluíram que as taxas de variação na umidade e temperatura dos grãos de trigo, decrescem à medida em que os grãos se distanciam da parede do silo.

PUZZI (1986), referindo-se ao armazenamento em

silos, considera que, quando o ar frio é forçado através da massa de sementes, forma-se uma zona de resfriamento. Suspensa a aeração do silo, com a zona de resfriamento no interior da massa, os desníveis de temperatura entre diferentes pontos poderão ocasionar diferenças de qualidade do produto ensilado.

Diversos fatores podem afetar a movimentação da umidade e da temperatura em uma massa de grãos de milho. SABBAH et. al. (1972), estudando o efeito da equalização de temperatura depois da secagem, em milho resfriado, observou que a taxa de umidade transferida e por conseguinte, a taxa de resfriamento atribuída à remoção de água, depende mais da temperatura e da umidade do grão do que da velocidade do ar insuflado.

Estudando a resistência da massa de grãos de milho ao fluxo de ar, KAY et al. (1989) concluíram que o formato assimétrico do milho sugere que existam diferenças entre as resistências vertical e horizontal à passagem de ar. Como a resistência horizontal é menor do que a vertical, isto poderia indicar que ocorre maior ventilação lateral do que vertical ao redor dos dutos comuns de aeração. Resultados semelhantes, ou seja, variação vertical menor do que a variação lateral no tempo de resfriamento em milho armazenado em silos, foram encontrados por BURREL & LAUNDON (1967).

A troca de calor e de umidade do ar intergranular com a massa de grãos de milho, segundo JUSTICE

& BASS (1978) e MULTON (1980), ocorre em um processo lento. Isso pode promover gradientes de temperatura e umidade em grandes volumes de sementes armazenadas, levando à alterações nas taxas respiratórias e no desenvolvimento de microrganismos em alguns pontos.

Existem, basicamente, dois processos gerais de uso da refrigeração no armazenamento de sementes. No primeiro caso, o material entra em contato com o ar frio apenas no início do armazenamento definitivo; no segundo, a refrigeração é empregada em pré-beneficiamento e novamente aplicada no armazenamento definitivo. Segundo BURREL & LAUDON (1967), em trabalhos envolvendo refrigeração de diversos depósitos de cereais, a temperatura inicial parece ter pouca influência sobre o tempo necessário para trazer o grão a uma dada temperatura de resfriamento.

O tipo de depósito e a embalagem das sementes podem afetar a eficiência da refrigeração. As embalagens mais utilizadas em armazenamento são feitas de papel mas, a grande maioria das firmas produtoras, tem utilizado contêineres ou sacos de aniagem para acondicionamento antes da embalagem definitiva, para melhor aproveitamento de espaço e diminuição de custos.

FREITAS (1992), estudando o comportamento de sementes de milho, durante o armazenamento em diferentes ambientes e embalagens, concluiu que as sementes armazenadas em câmara fria, independentemente do tipo de embalagem, foram

as que melhor conservaram a germinação, por até 16 meses, em virtude da menor taxa de respiração proporcionada pela condição de baixa temperatura (8°C) no interior da câmara. Já, as sementes armazenadas em condições não controladas de ambiente, com temperaturas variando em média de 17 a 23°C e mantidas em papel multifoliado, apresentaram maiores quedas na qualidade fisiológica ao longo do armazenamento.

Diversos trabalhos, envolvendo variações de temperatura e umidade no armazenamento de sementes de milho, demonstram que uma das combinações ideais para períodos curtos, entre a colheita e a próxima estação de semeadura, seria a proporcionada por sementes com 12 - 13% de água e ambientes com 20°C e umidade relativa do ar abaixo de 60%, (DELOUCHE et al., 1973; MORA & ECHANDI, 1976; MAEDA et al., 1987).

A maioria das pesquisas envolvendo condições ambientais controladas é feita com modelos de simulação ou com armazenamento de pequenos volumes. Um dos poucos trabalhos, envolvendo armazenamento de pilhas de sacos de milho em larga escala, foi desenvolvido por GOUCH et al. (1989). Os autores estudaram a difusão da umidade e do calor em pilhas de cereais armazenados em clima tropical, encontrando temperaturas superiores às do ambiente no centro da pilha.

No Brasil os equipamentos, mais comumente utilizados para refrigeração de sementes, são as unidades

refrigeradoras móveis ou as unidades refrigeradoras fixas. As unidades fixas são usadas em um sistema que promove a equabilidade de calor intra-grão e o equilíbrio higroscópico, consistindo na injeção de ar frio e seco no interior da massa de sementes. Este sistema dispensa o isolamento térmico porque trata a massa de sementes que tem excelentes características térmicas de isolamento. Para utilização desse sistema há a necessidade de adequação dos armazéns com túneis subterrâneos para a passagem do ar, bem como modificação da maneira usual de empilhamento para permitir a passagem do ar frio e seco do interior para o exterior da pilha. ✓

O sistema de refrigeração, que emprega unidades móveis, consiste no uso de equipamento frigorífico, compacto e móvel, que resfria por meio de injeção de ar frio e seco, podendo ser usado em silos ou armazéns. Os produtos ou o ambiente são resfriados por meio de injeção de ar frio, gerado no equipamento e injetado pelo ventilador de alta pressão. É indispensável a utilização de um sistema de distribuição de ar eficiente e da vedação das paredes dos silos ou armazéns.

Apesar de grande número de produtores de sementes, principalmente no Brasil Central, utilizarem essas técnicas de armazenamento refrigerado, pouco se sabe sobre a distribuição da temperatura em grandes pilhas, em virtude da reduzida condutividade térmica apresentada por esse material.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido nos laboratórios de Sementes do Departamento de Agricultura e de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP e no Laboratório de Sementes e Armazéns da Empresa Sementes Agroceres S.A., unidade de Santa Cruz das Palmeiras, SP. A fase experimental foi realizada no período de março de 1991 a janeiro de 1992.

3.1. Sementes e condições de armazenamento

Sementes de um lote de milho da cultivar AG-303 (híbrido duplo de ciclo precoce, semi-dentado), produzidas por Sementes Agroceres S.A., na safra 1990/91, foram classificadas por tamanho, tratadas, ensacadas e armazenadas por um período de 6 meses. Foram utilizadas apenas as sementes retidas, durante a classificação, na peneira com crivos de diâmetro com 22/64 de polegada e selecionadas pelo separador de cilindro alveolado como

longas, (não retidas em alvéolos com diâmetro 28/64 de polegada).

O tratamento foi efetuado com o fungicida Captan 20%, na dosagem de 160 ml/100 kg de semente, e os inseticidas Deltametrina 2,5% e Pirimiphós metil 50% na dosagem de 2 ml de cada produto por kg de semente.

Após o tratamento, as sementes foram acondicionadas em duas embalagens: sacos de papel kraft trifoliado e de aniagem (juta) contendo 20 e 51 kg, respectivamente.

Foram utilizados dois armazéns. Um, definido como convencional de 3.780 m³ (27m x 20m x 7m), sem controles atmosféricos especiais e outro denominado refrigerado de 3.649,8 m³ (23,7m x 22m x 7m), com controle da temperatura e da umidade relativa do ar. Para o controle das condições do ambiente do armazém refrigerado foi usado o equipamento Granifrigor, produzido pela empresa SULZER Equipamentos e Sistemas Industriais, ajustado para manter o armazém com 50% de umidade relativa do ar e temperatura de aproximadamente 20°C. A tubulação de saída de ar foi instalada no teto do armazém ao longo de seu comprimento.

O armazém convencional era construído em alvenaria, com piso em concreto de 10 cm de espessura e telhado de alumínio em arco com exaustores de teto. O armazém refrigerado, também de alvenaria, teve suas paredes revestidas, internamente, com piche, uma camada de 5 cm de

isopor e outra de 2 cm de argamassa; o piso recebeu 10 cm de brita e 10 cm de concreto. A cobertura do armazém refrigerado, composta por telhas galvanizadas, era internamente recoberta por placas de isopor sustentadas por placas metálicas fixadas à estrutura do telhado.

Os sacos de sementes foram dispostos, nos dois armazéns, em blocos de quatro pilhas justapostas que constituíram as repetições. As pilhas com embalagens de papel tinham lastros de 40 sacos, com área de base de $8,41 \text{ m}^2$ ($2,9\text{m} \times 2,9\text{m}$) e 5,2 m de altura; as pilhas de aniagem tinham lastros de 20 sacos, área da base de $9,8 \text{ m}^2$ ($2,8\text{m} \times 3,5\text{m}$) e altura de 5,2 m.

À medida em que a pilha era construída, as embalagens do lote utilizado para o estudo eram distribuídas em pontos pré-estabelecidos (pontos de amostragem) e pares termoeletrônicos eram inseridos dentro das embalagens, devidamente etiquetadas e amostradas para avaliação da qualidade inicial.

Os nove pontos de amostragem, mostrados pela Figura 1, representavam tratamentos e foram denominados, conforme sua posição na pilha em relação à largura, em centrais (1, 4, 7) intermediários (2, 5, 8) e laterais (3, 6, 9) e em relação à altura, em superiores (7, 8, 9), médios (4, 5, 6) e inferiores (1, 2, 3).

Figura 1 - Detalhe de uma pilha com indicações dos pontos de amostragem, de 1 a 9 (A) e a sua denominação (B).

Ao final de 6 meses de armazenamento, as pilhas foram desmontadas e, de cada ponto de amostragem, foi retirada uma amostra de 2 kg de sementes, que em seguida, foi submetida aos testes para avaliação da qualidade.

Os dados de temperatura e de umidade relativa do ar nos armazéns, registrados em termohigrógrafos, bem como os das temperaturas nos pontos de amostragem no interior da pilha, medidos por pares termoeletrônicos, foram coletados diariamente durante o período de armazenamento e, posteriormente, transformados em médias semanais.

3.2. Testes para avaliação da qualidade

Os testes para a avaliação da qualidade foram efetuados em duas épocas: por ocasião da formação das pilhas (E₀) e no final do período de armazenamento (E₁).

3.2.1. Determinação do grau de umidade

A determinação da porcentagem de água das sementes, nos diferentes pontos de amostragem, foi avaliada pelo método de estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas com a utilização de duas subamostras, para cada uma das quatro repetições por tratamento, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1980). Foram utilizadas amostras de 100 g de sementes por subamostra e estufa

elétrica de desidratação, sem ventilação forçada. O grau de umidade foi expresso em porcentagem na base úmida.

3.2.2. Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado com duas subamostras de 50 sementes para cada uma das quatro repetições dos tratamentos, semeadas em papel toalha no sistema de rolo e mantidas em germinador à temperatura constante de 30°C. As avaliações foram feitas aos quatro e sete dias, após semeadura, e os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1980).

3.2.3. Teste de envelhecimento artificial

Com duas subamostras de 50 sementes para cada uma das quatro repetições dos tratamentos, o teste de envelhecimento artificial foi instalado conforme o método do gerbox adaptado, descrito por TAO (1980) à temperatura de 42°C em estufa incubadora por 96 h. Após esse período foi efetuado o teste de germinação como descrito em 3.2.2., com contagem de plântulas normais aos quatro dias após semeadura.

3.2.4. Teste de frio

O teste de frio foi conduzido com quatro repetições de 100 sementes de cada tratamento e instalado em caixas plásticas (60 x 30 x 10 cm) contendo uma mistura de areia e solo proveniente da área em que havia sido cultivado milho, nas proporções respectivas, em peso, de 2/3 e 1/3. Foi adicionada água até que fosse atingida a capacidade de campo do substrato.

As caixas contendo as sementes permaneceram em câmara fria (10°C) por sete dias e, posteriormente, foram mantidas em casas de vegetação por sete dias, quando as plântulas emersas foram contadas.

3.2.5. Exame de sementes infestadas

Após embebição em água por 16 horas, quatro repetições de 50 sementes, de cada tratamento, foram seccionadas longitudinalmente e examinadas individualmente para verificação de sinal de ataque, ou de presença de insetos, conforme descrito nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1980).

3.2.6. Teste de sanidade

Foi realizado pelo método de papel de filtro com congelamento descrito por MENTEN (1988) e conduzido com 4 repetições de 100 sementes, colocadas em placas de Petri plásticas de 9 cm de diâmetro contendo três folhas de papel de filtro umedecidas. As placas foram mantidas 24 h em incubação, à temperatura de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, sob regime de 12 horas de escuro e 12 horas de luz com comprimento de onda próximo ao ultra-violeta (NUV).

Após esse período, as sementes foram conservadas por mais 24 horas à temperatura de -18°C , e novamente, submetidas à incubação, onde permaneceram por mais cinco dias. A determinação da identidade e porcentagem dos microrganismos presentes nas sementes foi realizada com o auxílio de microscópio estereoscópico e/ou microscópico composto de acordo com BARNETT & HUNTER (1972).

3.2.7. Emergência em campo

Constituiu na semeadura em campo, de 200 sementes de cada tratamento, distribuídas em quatro repetições. Cada repetição de 50 sementes foi semeada no campo em uma linha de 2 m na profundidade de 7 cm, sendo o espaçamento entre linhas de 0,3 m. Após 15 dias sob condições de irrigação, foi efetuada a contagem do número de plântulas emersas.

3.3. Métodos estatísticos

A análise dos dados foi efetuada, separadamente para cada ambiente e embalagem utilizados, no Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores - SANEST (ZONTA et al., 1984).

Para os testes de avaliação da qualidade em cada época, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, dentro do esquema de análise de variância apresentado na Tabela 1.

A comparação dos dados de avaliação da qualidade, entre as duas épocas, seguiu o esquema de parcelas subdivididas como o indicado na Tabela 2.

Os dados dos testes de sanidade para os fungos de maior incidência foram transformados para $\text{arc sen } \sqrt{\text{porcentagem}/100}$ e os do exame de sementes infestadas para $\sqrt{x + 0,5}$. A comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1. Esquema da análise da variância dos dados obtidos nos testes de avaliação da qualidade das sementes, individualmente para cada época.

C.V.	G.L.
Ambiente (A)	01
Tratamento (T)	08
A x T	08
Resíduos	54
Total	71

Tabela 2. Esquema da análise da variância na comparação entre as duas épocas de avaliação da qualidade para cada ambiente e embalagem.

C.V.	G.L.
Tratamento (T)	08
Resíduo (A)	27
Parcela	35
Época (E)	01
E x T	08
Resíduo (B)	27
Total	71

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para evitar a interferência da variabilidade de materiais provenientes de diferentes lotes, necessários à formação das pilhas, nos resultados relativos aos pontos de amostragem, foram utilizadas sementes provenientes de um único lote. À medida em que a pilha era formada, as embalagens do lote eram inseridas nos pontos estratégicos dos planos de amostragem. As embalagens utilizadas, papel e aniagem, eram de diferentes tamanhos, o que impossibilitou a comparação estatística entre elas.

Todos os dados, inclusive os transformados para fins de análise estatística, os obtidos na determinação do número de sementes infestadas e no teste de sanidade, foram apresentados através de médias originais, para maior facilidade de interpretação. As aproximações foram efetuadas, para menos, quando a parte fracionária era inferior a cinco décimos e, para mais, nos demais casos.

A análise estatística, referente aos dados obtidos na recuperação de fungos, foi efetuada apenas para os de maior incidência, que possibilitaram o ajuste à

distribuição normal através das transformações de dados.

4.1. Caracterização do lote no início do armazenamento

Com a finalidade de verificar a variabilidade qualitativa intrínseca do lote de sementes empregado e, ao mesmo tempo, obter os dados de referência relativos ao momento de início do armazenamento (E_0), foram efetuadas determinações do grau de umidade e avaliações das qualidades fisiológica e sanitária das sementes embaladas em papel e em aniagem.

A Tabela 3 mostra as médias obtidas na determinação do grau de umidade nos diferentes pontos de amostragem para as duas embalagens. As umidades das sementes embaladas em sacos de aniagem não diferiram entre si nos diferentes pontos. No caso das sementes embaladas em papel, apesar de ocorrerem diferenças estatísticas significativas, isso não foi traduzido como uma diferença marcante entre pontos, já que a variação encontrada nunca superou a diferença de 0,5% permitida, entre repetições, pelas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1980).

A caracterização fisiológica inicial das sementes é mostrada na Tabela 4. Não houve diferença significativa entre os pontos de amostragem em todos os testes realizados, incluindo os de germinação e de vigor, o que mostra a homogeneidade do lote no início do armazenamento

Tabela 3 - Graus de umidade médios (%) obtidos nos diferentes pontos de amostragem de pilhas de sementes de milho, embalados em papel e anilagem antes do armazenamento. Piracicaba, 1991/92.

Pontos de amostragem	PAPEL	ANILAGEM
1	12,6 ab	12,4 a
2	12,7 a	12,5 a
3	12,5 abc	12,6 a
4	12,6 ab	12,5 a
5	12,2 c	12,3 a
6	12,7 a	12,4 a
7	12,3 bc	12,4 a
8	12,3 bc	12,2 a
9	12,2 c	12,5 a
Médias	12,4	12,4
C.V.(%)	1,7	2,3

* - Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Dados (%) médios obtidos na caracterização fisiológica inicial de sementes de milho acondicionadas em embalagens de papel e anagem em nove pontos de amostragem. Piracicaba 1991/92.

Pontos de amostragem	GERMINAÇÃO	ENVELH. ARTIFICIAL	TESTE FRIO	EMERGÊNCIA EM CAMPO
PAPEL				
1	90,0 a	93,3 a	76,1 a	92,0 a
2	87,4 a	93,4 a	78,5 a	90,3 a
3	88,4 a	93,6 a	77,0 a	91,6 a
4	86,9 a	92,4 a	76,4 a	92,8 a
5	87,1 a	94,6 a	76,0 a	91,5 a
6	90,9 a	93,1 a	78,2 a	91,0 a
7	89,0 a	92,1 a	77,5 a	91,9 a
8	87,9 a	91,9 a	76,9 a	91,5 a
9	86,1 a	93,5 a	76,9 a	90,4 a
Média	88,2	93,1	77,1	91,4
C.V.(%)	4,2	2,4	3,3	3,3
ANIAGEM				
1	84,8 a	92,3 a	73,1 a	89,3 a
2	83,4 a	92,9 a	74,6 a	90,3 a
3	87,9 a	92,4 a	75,3 a	92,1 a
4	87,3 a	94,5 a	73,9 a	91,9 a
5	88,3 a	92,4 a	76,0 a	89,3 a
6	86,5 a	92,4 a	77,6 a	90,5 a
7	86,9 a	92,6 a	79,5 a	87,9 a
8	86,1 a	92,8 a	74,1 a	89,4 a
9	85,8 a	92,3 a	76,8 a	89,9 a
Média	86,3	92,7	76,5	90,0
C.V.(%)	3,6	1,8	5,3	3,6

* - Em cada coluna, médias seguida por letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 5, que indica a qualidade sanitária e relativa à ocorrência de fungos associados às sementes, mostra que nos dados obtidos na avaliação da incidência de *Penicillium spp* e *Fusarium moniliforme*, que sofreram análise estatística, não foram encontradas diferenças significativas entre os pontos de amostragem da pilha de sacos de papel. Houve também, na pilha de papel, uma variação pouco expressiva da incidência dos fungos de menor frequência como *Aspergillus spp*, *Alternaria sp*, *Cephalosporium sp* e *Trichoderma sp*. Já, na pilha com embalagens de aniagem, houve variação significativa, na incidência dos fungos *Penicillium spp* e *Aspergillus spp* entre pontos de amostragem e variações pouco expressivas com relação aos fungos de menor incidência.

Apesar da homogeneidade na qualidade sanitária inicial ter sido afetada pela diferença de incidência de alguns microrganismos em pontos da pilha de aniagem, os níveis de infestação por insetos foram similares entre os nove pontos de amostragem para as duas embalagens (Tabela 6), variando de 0,0 a 1,0% de infestação.

Pelos resultados das Tabelas 3, 4 e 5, pode-se observar que, de modo geral, o lote era homogêneo com relação a sua qualidade fisiológica e sanitária, com algumas exceções no que diz respeito à incidência de fungos em alguns pontos de amostragem.

Tabela 5 - Porcentagem média de incidência de fungos detectados em sementes de milho acondicionadas em embalagens de papel e anilagem em nove pontos de amostragem, antes do armazenamento. Piracicaba, 1991/92.

PONTOS DE AMOSTRAGEM										
FUNGOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	CV %
Embalagem de papel										
<i>Fusarium moniliforme</i>	46,2a	49,7a	49,0a	44,1a	38,9a	41,7a	47,7a	46,0a	47,7a	9,9
<i>Penicillium spp</i>	8,8a	11,1a	9,1a	8,6a	7,9a	6,8a	6,2a	9,0a	5,9a	33,1
<i>Alternaria sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	
<i>Aspergillus spp</i>	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	1,0	0,3	
<i>Cephalosporium spp</i>	3,3	2,5	4,5	2,3	2,5	2,0	1,0	0,0	0,3	
<i>Trichoderma sp</i>	0,0	0,0	1,7	0,0	0,3	0,0	0,3	0,8	0,3	
Embalagem de anilagem										
<i>Fusarium moniliforme</i>	35,6ab	29,3a	34,9ab	37,9ab	40,6ab	42,7b	37,6ab	43,4b	43,7b	12,9
<i>Penicillium spp</i>	8,6ab	8,5ab	7,3a	10,9ab	12,8ab	12,2ab	6,7a	15,8b	13,0ab	22,8
<i>Alternaria sp</i>	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	
<i>Aspergillus spp</i>	1,0	1,5	0,5	0,0	1,0	1,0	0,0	0,5	0,3	
<i>Cephalosporium spp</i>	5,0	3,3	1,0	2,3	2,7	2,3	1,7	4,7	5,3	
<i>Trichoderma sp</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	

* - Em cada linha, médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 6 - Dados médios (%) obtidos na determinação de sementes infestadas, em diferentes pontos de amostragem (1 a 9) de pilhas de milho armazenadas por 6 meses em embalagens de papel e aniagem. Piracicaba, 1991/92.

Pontos de amostragem	PORCENTAGEM DE INFESTAÇÃO	
	PAPEL	ANIAGEM
1	0,4 a	0,4 a
2	0,1 a	0,5 a
3	0,3 a	0,6 a
4	0,5 a	0,3 a
5	0,2 a	0,3 a
6	0,6 a	0,4 a
7	0,6 a	0,4 a
8	0,4 a	0,2 a
9	0,5 a	0,5 a
Médias	0,9 a	0,8 a
C.V. (%)	38,2	30,2

* - Em cada coluna, médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.2. Ambientes e posições na pilha

Os dados do comportamento das sementes, após 6 meses de armazenamento, quanto ao teor de água e à qualidade fisiológica, encontrados nos ambientes refrigerado e convencional, bem como a comparação de médias entre os pontos de amostragem, são mostrados nas Tabelas 7 e 8.

A Tabela 7, referente aos resultados das análises das sementes embaladas em papel, mostra que foram detectadas, unicamente no teste de envelhecimento artificial, diferenças significativas entre as sementes armazenadas em ambientes distintos; as sementes conservadas em armazém refrigerado superaram, em termos qualitativos, as mantidas em armazém convencional. Nos demais testes, apesar de não existirem diferenças estatísticas significativas, observa-se uma tendência de valores superiores para o vigor das sementes conservadas em armazém refrigerado.

Com relação à umidade média, não foram observadas diferenças significativas entre as sementes em ambos os armazéns; a variação entre a umidade nos pontos de amostragem foi maior no armazém convencional (1,1%), do que no armazém refrigerado (0,2%). Os pontos médio central e médio intermediário (4 e 5), da pilha do armazém convencional, apresentaram maior umidade do que os pontos intermediário inferior, lateral inferior e lateral superior (2, 3 e 9).

Tabela 7 - Dados (%) médios obtidos na determinação do grau de umidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de papel, mantidas em armazém refrigerado (R) e convencional (C) por 6 meses, em diferentes pontos de amostragem na pilha. Piracicaba, 1991/92.

Pontos de Amostragem	UMIDADE		GERMINAÇÃO		ENVELHEC. ARTIFICIAL		TESTE FRIO		EMERGÊNCIA	
	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C
1	11,5aA	11,3aAB	94,5aA	95,5aA	84,3aA	86,8aAB	82,0aA	83,5aA	82,5aA	81,0aA
2	11,6aA	11,1bB	95,3aA	94,8aA	86,3aA	90,3aAB	80,3aA	82,3aA	83,0aA	85,5aA
3	11,5aA	10,9bB	94,0aA	95,8aA	87,8aA	87,3aAB	83,5aA	82,0aA	83,8aA	89,3aA
4	11,6bA	12,0aA	94,8aA	95,0aA	85,5aA	75,0bC	75,3aA	76,3aA	86,0aA	78,0aA
5	11,5aA	11,9aA	96,0aA	93,8aA	89,5aA	90,8aA	76,8aA	73,5aA	84,3aA	86,0aA
6	11,6aA	11,5aAB	96,0aA	96,3aA	91,3aA	87,3aAB	81,0aA	79,0aA	87,3aA	88,5aA
7	11,6aA	11,6aAB	94,0aA	91,3aA	88,5aA	81,0bBC	75,0aA	74,8aA	87,0aA	83,8aA
8	11,4aA	11,7aAB	95,3aA	94,3aA	89,8aA	88,8aAB	77,5aA	76,0aA	87,3aA	87,3aA
9	11,4aA	11,1aB	95,0aA	96,3aA	87,3aA	86,0aAB	83,0aA	80,0aA	88,5aA	87,8aA
MÉDIA	11,5a	11,4a	95,0a	94,7a	87,8a	85,9b	79,3a	78,6a	85,5a	85,2a
C.V.(%)	2,4	2,8	2,3	2,2	4,2	4,5	6,6	5,6	5,4	6,1

* - Para cada determinação, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha e letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Dados (%) médios obtidos na determinação do grau de umidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de anilagem, mantidas em armazém refrigerado (R) e convencional (C) por 6 meses, em diferentes pontos de amostragem na pilha. Piracicaba, 1991/92.

Pontos de Amostragem	UMIDADE		GERMINAÇÃO		ENVELHEC. ARTIFICIAL		TESTE FRIO		EMERGÊNCIA	
	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C
1	11,6aAB	12,1aA	91,3aB	92,0aB	80,8aB	53,3bB	80,5aAB	71,5aB	88,8aA	70,5aA
2	11,1aAb	11,5aABC	94,0aAB	95,0aAB	84,5aAB	79,0aA	81,5aAB	81,3aAB	86,5aA	82,0aA
3	11,1aB	11,4aABC	96,8aA	94,5aAB	88,5aAB	81,8aA	85,0aA	81,8aA	87,8aA	82,3aA
4	11,5aAB	11,6aABC	95,5aA	93,3aAB	91,8aA	76,0bA	82,8aAB	76,0aAB	83,0aA	78,5aA
5	11,7aAB	11,5aABC	94,0aAB	94,8aAB	86,0aAB	75,3bA	82,8aAB	76,3aAB	82,8aA	79,0aA
6	12,0aA	11,7aAB	95,3aA	93,5aAB	91,3aA	74,5bA	80,8aAB	80,3aAB	87,3aA	80,3aA
7	11,4aAB	11,4aABC	95,3aA	94,5aAB	88,0aAB	69,5bAB	75,5aB	73,0aAB	83,0aA	83,8aA
8	11,6aAB	10,7bC	94,3aAB	93,5aAB	88,0aAB	76,5bA	78,5aAB	76,5aAB	83,5aA	82,8aA
9	11,5aAB	11,0aBC	95,3aA	97,5aA	90,5aA	80,3bA	79,3aAB	75,3aAB	77,0aA	83,3aA
MÉDIA	11,5a	11,4a	94,6a	94,3a	87,7a	74,0b	80,7a	76,9b	84,4a	80,3b
C.V.(%)	3,4	3,3	1,6	2,0	4,2	9,8	4,7	5,4	7,8	8,0

* - Para cada determinação, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha e letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O teste de germinação não detectou diferenças significativas entre o comportamento das sementes, tanto nos ambientes como nos pontos de amostragem.

O teste de envelhecimento artificial detectou diferenças significativas entre armazéns e indicou superioridade do armazém refrigerado sobre o convencional nos pontos 4 e 7 e na média geral. Entre os pontos, foram observadas diferenças nas sementes do armazém convencional, com inferioridade do ponto 4, que não diferiu do 7, sobre os demais pontos.

Os testes de frio e de emergência em campo não revelaram diferenças significativas entre pontos e ambientes, apesar da média geral, nos dois testes, ter sido superior, em valores absolutos, nas sementes do armazém refrigerado. Contudo, da mesma forma que o indicado pelo teste de envelhecimento artificial, o teste de emergência apresentou tendências das sementes dos pontos 1, 4 e 7 (centrais) no armazenamento convencional serem qualitativamente inferiores às dos demais pontos; por outro lado, considerado o armazenamento refrigerado, a tendência de inferioridade foi detectada nos pontos 1, 2 e 3 (inferiores).

Nas pilhas com embalagens de aniação (Tabela 8), o efeito do ambiente no vigor das sementes foi observado através dos testes de envelhecimento artificial, de frio e de emergência em campo, mostrando a superioridade estatística da condição refrigerada sobre a convencional na manutenção da

qualidade das sementes de milho. O efeito dos pontos de localização na pilha foi detectado por todos os testes, excetuando-se o de emergência em campo.

A média de umidade das sementes do armazém refrigerado não diferiu da média do convencional; no entanto, foram detectadas diferenças na umidade das sementes dos diferentes pontos de amostragem, tanto no armazém refrigerado como no convencional. Dentro do armazém convencional ocorreram diferenças significativas entre o ponto central inferior (1), mais úmido, e os pontos intermediário e lateral superiores (8 e 9), os mais distanciados do ponto 1. A variação da umidade entre os pontos foi maior no armazém convencional (1,4%) do que no refrigerado (0,9%).

Não ocorreram diferenças significativas entre a germinação média das sementes armazenadas nos dois ambientes, mas diferenças significativas entre pontos. A germinação no ponto 1 (inferior central), dos dois armazéns, foi menor do que a do ponto 9 (superior lateral).

O teste de envelhecimento artificial mostrou diferenças significativas entre a média de vigor das sementes armazenadas nos dois ambientes, com superioridade do armazém refrigerado em todos os pontos, com exceção dos intermediário e lateral inferiores (2 e 3). As sementes do ponto 1 (central inferior) apresentaram resultados inferiores de vigor, apesar de não diferirem do ponto 7 (central superior) no armazém convencional. No armazém refrigerado o ponto 1

(central inferior) diferiu dos pontos 9, 6 e 4 (superior lateral, médio lateral e médio central) que apresentavam resultados superiores.

No teste de frio foram detectadas diferenças nas médias de vigor das sementes armazenadas nos diferentes armazéns, sendo que as do refrigerado apresentaram valores superiores. Dentro de cada condição de armazenamento, resultados inferiores foram encontrados nas sementes do ponto 1 (central inferior) no armazém convencional e no ponto 7 (central superior) no armazém refrigerado.

Embora o teste de emergência tenha permitido detectar superioridade no vigor das sementes do armazém refrigerado sobre as do convencional, não foram encontradas diferenças entre os pontos de amostragem.

A determinação do número de sementes infestadas ao final do período de armazenamento (Tabela 9) mostrou não haver diferenças significativas entre as sementes submetidas aos diferentes tratamentos. A porcentagem de sementes infestadas encontrada nos pontos de amostragem variou de 0,0 a 0,6%, sendo a média de infestação nos diferentes ambientes e embalagens igual a 0,2%.

Tabela 9 - Dados (%) médios obtidos na determinação de sementes infestadas de milho, acondicionadas em sacos de papel e aniagem, mantidas em armazém refrigerado (R) e convencional (C). Piracicaba 1991/92.

Pontos de amostragem	PAPEL		ANIAGEM	
	R	C	R	C
1	0,2aA	0,0aA	0,2aA	0,0aA
2	0,4aA	0,0aA	0,4aA	0,0aA
3	0,4aA	0,2aA	0,4aA	0,2aA
4	0,0aA	0,2aA	0,2aA	0,0aA
5	0,4aA	0,6aA	0,4aA	0,6aA
6	0,2aA	0,6aA	0,2aA	0,6aA
7	0,0aA	0,0aA	0,0aA	0,0aA
8	0,4aA	0,0aA	0,4aA	0,0aA
9	0,0aA	0,4aA	0,0aA	0,4aA
Média	0,2a	0,2a	0,2a	0,2a
C.V.(%)	29,0		28,9	

* - Para cada armazém, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha e letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10 - Dados (%) médios de incidência (%) de *Penicillium* spp e *Fusarium moniliforme* nas sementes de milho embaladas em papel e anagem em armazém refrigerado e convencional. Piracicaba 1991/92.

Pontos de amostragem	<i>Penicillium</i> spp		<i>Fusarium moniliforme</i>	
	R	C	R	C
PAPEL				
1	0,0 aA	0,7 aA	19,5 aA	23,8 aA
2	0,0 aA	2,4 bA	17,0 aA	29,0 aA
3	0,1 aAB	5,1 bA	21,7 aA	31,4 aA
4	1,8 aABC	0,1 aA	18,9 aA	29,4 aA
5	0,1 aAB	0,1 aA	18,4 aA	26,9 aA
6	3,3 aBC	1,1 aA	22,0 aA	27,2 aA
7	0,1 aAB	0,0 aA	20,1 aA	26,0 aA
8	1,1 aABC	0,7 aA	22,0 aA	24,7 aA
9	5,6 bC	0,0 aA	25,2 aA	26,2 aA
Média	0,8a	0,7a	20,5a	27,1b
C.V. (%)	89,2	144,3	14,3	12,7
ANIAGEM				
1	0,0 aA	2,4 bA	12,3 aA	34,8 bB
2	0,0 aA	3,1 bA	17,7 aAB	27,7 bAB
3	0,1 aA	1,0 aA	19,6 aAB	27,7 aAB
4	0,1 aA	0,1 aA	23,5 aAB	27,4 aAB
5	0,0 aA	0,1 aA	22,9 aAB	24,0 aAB
6	2,2 aA	0,3 aA	28,0 aAB	19,2 aA
7	1,5 bA	0,0 aA	28,2 aAB	21,0 aAB
8	0,1 aA	0,1 aA	25,9 aAB	22,9 aAB
9	0,1 aA	1,1 aA	32,5 aB	27,8 aAB
Média	0,2a	0,6a	23,1a	25,7a
C.V. (%)	144,2	108,8	17,3	13,4

* - Para cada fungo, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha, e letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 10 mostra a recuperação de fungos ao final do período de armazenamento. A análise estatística, efetuada para os fungos de maior incidência, permitiu verificar que houve diferenças significativas entre as incidências médias de *Fusarium moniliforme* nos dois armazéns, apenas para as sementes embaladas em sacos de papel; contudo, não foram encontradas diferenças para pontos, tanto entre armazéns como dentro de cada armazém. Houve maior recuperação de *Fusarium moniliforme* nas sementes do armazém convencional.

Não foram detectadas diferenças significativas na incidência de *Fusarium moniliforme* entre pontos, para sementes embaladas em papel, tanto no armazém refrigerado como no convencional. Já, para as sementes embaladas em aniagem, no armazém refrigerado foram detectadas diferenças significativas na incidência de *Fusarium moniliforme* entre os pontos 1 e 9, sendo que no ponto 9 houve maior recuperação. No armazém convencional o ponto 1 apresentou incidência superior à do ponto 6.

A análise dos dados obtidos na recuperação de *Penicillium spp* mostrou que ocorreram diferenças significativas entre pontos apenas para as sementes embaladas em papel na pilha do armazém refrigerado. As sementes dos pontos 6 e 9 apresentaram incidências superiores às dos pontos 1 e 2.

De um modo geral, ~~pode-se afirmar que~~

ocorreram diferenças pouco expressivas entre a recuperação de fungos nos dois armazéns; ocorreram maiores variações entre os pontos de amostragem, o que indica ter havido maior efeito da localização na pilha do que do ambiente de armazenamento.

Os fungos de armazenamento estudados, (*Penicillium spp* e *Aspergillus spp*) foram detectados em incidências que variaram, em média, de 0,0 a 0,7%. Não foram observadas tendências de, em pontos específicos, haver desenvolvimento preferencial destes fungos. Não foi observada correspondência entre os pontos de maior deterioração com os pontos de maior incidência de fungos, o que pode indicar que a presença de fungos nas sementes não tenha sido a causa principal de deterioração.

A análise dos resultados obtidos no estudo do comportamento das sementes armazenadas nas duas embalagens permitiram a observação de algumas inferências comuns.

Tanto para as embalagens de papel como para as de aniagem houve maior variação da umidade das sementes no armazém convencional; no entanto, essa variação foi superior nas sementes embaladas em sacos de aniagem.

O efeito do ambiente na qualidade fisiológica das sementes foi mais acentuado nas sementes embaladas em aniagem, onde os testes de envelhecimento artificial, de frio e de emergência detectaram maior deterioração nas sementes mantidas no armazenamento convencional; para sementes embaladas em papel, esse mesmo comportamento foi detectado

unicamente pelo teste de envelhecimento artificial.

A diferença de comportamento das sementes, nos dois ambientes, pode ser entendida através da análise das variações de temperatura e de umidade dos armazéns (Figuras 2 e 3).

Nas primeiras semanas do armazenamento, até que fosse ajustado o funcionamento do equipamento refrigerador e efetuada a ocupação dos armazéns, a temperatura e a umidade eram elevadas nos dois ambientes. No refrigerado, a partir da terceira semana, a injeção de ar frio e seco permitiu que a umidade e a temperatura do ambiente decrescessem acentuadamente; a partir desse ponto, as variações detectadas foram decorrentes do ajuste operacional dado ao aparelho de refrigeração e às eventuais aberturas das portas do armazém.

Não houve registro da temperatura e da umidade do armazém convencional, no período compreendido entre a sexta e a décima semanas, em virtude de problemas no funcionamento do termohigrógrafo. Foram observadas maiores amplitudes nas flutuações de temperatura e de umidade relativa do ar do armazém convencional em comparação com as do armazém refrigerado. Apesar disso, as variações encontradas, principalmente em relação à temperatura, não sugeriram a existência de situações nitidamente desfavoráveis à conservação das sementes mantidas no armazém convencional.

Figura 2 - Temperaturas médias semanais registradas nos armazéns refrigerado e convencional no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras. - SP.

Figura 3 - Umidades relativas do ar : médias semanais registradas nos armazéns refrigerado e convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP.

A superioridade geral, encontrada na qualidade fisiológica das sementes armazenadas sob refrigeração em grande escala, já era esperada, uma vez que, diversos autores (DELOUCHE *et al.*, 1973; MORA & ECHANDI, 1976; MAEDA *et al.*, 1987), confirmaram em experimentos, com pequenos volumes de sementes, que a combinação de temperaturas inferiores à 20°C e umidade de sementes em torno de 12% são condições próximas às ideais para conservação de sementes de milho. Essas condições gerais, apesar de aparentemente existentes nos dois ambientes estudados, tiveram no armazenamento refrigerado, principalmente em relação à temperatura, um atendimento mais eficiente representado por uma menor amplitude na variação de seus valores ao longo do tempo.

Os testes de vigor (envelhecimento artificial, no caso de embalagem de papel e envelhecimento artificial, frio e emergência para as embalagens de anilagem) mostraram o efeito da posição na pilha na qualidade fisiológica. Em todos os casos citados ocorreu maior deterioração em pontos centrais (inferiores, médios ou superiores), dependendo do ambiente ou do teste.

A qualidade sanitária das sementes nos dois armazéns apresentou variações insuficientes para detectar quaisquer tendências.

Figura 4 - Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de papel do armazém refrigerado, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - S.P.

Figura 5 - Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos central, intermediário e lateral da pilha com embalagem de papel do armazém refrigerado, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras-S.P.

TEMPERATURA (°C)

Figura 6 - Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de aniagem do armazém refrigerado, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - S.P.

Figura 7 - Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos central, intermediário e lateral da pilha com embalagem de aniagem do armazém refrigerado, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - S.P.

TEMPERATURA (°C)

Figura 8 = Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de papel do armazém convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - S.P.

TEMPERATURA (°C)

Figura 9 - Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos central, intermediário e lateral da pilha com embalagem de papel do armazém convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - S.P.

TEMPERATURA (°C)

Figura 10 - Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de aniação do armazém convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - S.P.

Figura 11 - Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos central, intermediário e lateral da pilha com embalagem de aniagem do armazém convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - S.P.

O comportamento da temperatura nos diferentes pontos de amostragem é mostrado nas Figuras 4 a 11. Nota-se que, em todos os armazéns e embalagens, os pontos centrais (1, 4 e 7) mantiveram temperaturas mais elevadas durante o armazenamento; além disso, no armazém refrigerado, a variação da temperatura entre os pontos inferiores (1, 2 e 3) foi maior do que a encontrada entre os pontos médios (4, 5 e 6) e superiores (7, 8 e 9), principalmente nas pilhas com embalagem de aniagem.

Os pontos centrais (1, 4 e 7) permaneceram com temperaturas mais elevadas do que os intermediários e laterais, da mesma forma que o ocorrido com os pontos inferiores (1, 2 e 3) em relação aos médios e superiores. Estes resultados são coincidentes com os encontrados por YACIUK et al. (1975) e por FERREIRA (1977), que observaram que a temperatura, em uma massa de grãos de milho, varia no sentido radial.

Apesar da temperatura do armazém refrigerado ter sido mantida abaixo de 20°C a partir da terceira semana de armazenamento (Figura 2), temperaturas superiores foram detectadas nos pontos centrais (1, 4 e 7) e nos pontos intermediários (2, 5 e 8) das pilhas com embalagem de papel (Figuras 5 e 6). O mesmo comportamento foi observado nos pontos inferiores (1, 2 e 3) da pilha com embalagens de aniagem do armazém refrigerado (Figura 6). Temperaturas da massa de sementes, superiores às aquelas obtidas no ambiente do

armazém, também foram encontradas por FERREIRA (1977) em estudos sobre a variação da temperatura em grãos de milho armazenado.

Nas pilhas com embalagens de anagem do armazém refrigerado, a variação da temperatura (Figura 6) entre os pontos inferiores (1, 2 e 3) foi maior do que a existente entre os pontos médios e superiores. Paralelamente, a Figura 7 permite observar que, individualmente, os pontos inferiores (1, 2 e 3) apresentaram temperaturas superiores à dos seus correspondentes nos planos intermediário e superior; esta mesma tendência, apesar de presente na pilha com embalagens de papel (Figura 5), ocorreu indicando menores diferenças do que as encontradas na pilha com embalagens de anagem.

No armazenamento convencional, independentemente da embalagem considerada, foram observadas maiores variações de temperatura entre os pontos dos planos inferior, médio e superior (Figura 8 e 10) do que entre os pontos dos planos central, intermediário e lateral (Figuras 9 e 11). Com exceção feita aos pontos 3, 6 e 9 do plano lateral, todos os demais se mantiveram com temperaturas superiores a 20°C durante o período de armazenamento.

As variações de temperatura, que ocorreram no interior das pilhas nos dois tipos de armazenamento, foram detectadas em estudos, sobre temperatura da massa de grãos de milho, realizados por JOHNSON (1957), TOSELLO (1959) e

MULTON (1980); esses autores afirmaram que as alterações de temperatura das massas dos grãos são lentas, o que dificulta o equilíbrio calórico entre a massa e a atmosfera circundante.

Independentemente do tipo de armazenamento considerado, a qualidade fisiológica foi, de modo geral, prejudicada nos pontos em que a temperatura manteve-se mais elevada, como por exemplo nos pontos centrais 1, 4 e 7 (Tabelas 7 e 8; Figuras 4, 5, 8 e 9).

Tanto para as sementes armazenadas em papel, como em aniagem, o teste de envelhecimento artificial foi o mais sensível no sentido de detectar as diferenças no vigor devidas às diferentes condições dos armazéns ou aos pontos de amostragem. Esses resultados vêm reafirmar a observação feita por ZINK (1970) de que o teste de envelhecimento é um teste sensível e mais apropriado, às condições brasileiras de clima tropical e subtropical, do que o teste de frio, originalmente desenvolvido para as condições de clima temperado. Provavelmente, pelas condições de campo haverem sido menos severas do que a dos testes de frio e de envelhecimento artificial, o teste de emergência não detectou diferenças de significado estatístico entre os tratamentos.

A não correspondência, entre as indicações dos testes de frio e de envelhecimento acelerado com as do teste de emergência em campo, pode estar relacionada com a afirmação de BURRIS (1976) de que o vigor, apesar de exercer

influência sobre a emergência das plântulas em campo, tem a amplitude de sua ação afetada pelas condições do ambiente em que a semeadura foi realizada.

4.3. Efeito do período de armazenamento

As sementes do lote de milho empregado, apesar de terem um comportamento relativamente homogêneo no início do armazenamento, apresentaram variações na sua qualidade fisiológica após serem submetidas, durante seis meses, a diferentes condições de conservação.

A Tabela 11 mostra as comparações das médias dos dados obtidos, nas sementes da pilha com embalagens de papel do armazém refrigerado, antes e após o armazenamento. A umidade das sementes diminuiu, após o armazenamento, em todos os pontos de amostragem. A germinação das sementes por sua vez, elevou-se após o período de armazenamento; as diferenças estatísticas, entre as duas épocas, foram observadas em todos os pontos exceto no ponto 1 (central inferior) em que os resultados de E_0 superaram os de E_1 . No caso do teste de envelhecimento artificial, de modo geral, houve queda para o vigor das sementes após o armazenamento; no entanto não foram observadas diferenças significativas entre épocas nos pontos 6, 7 e 8 (médio lateral, superior central e superior intermediário). Da mesma forma que no teste de germinação, o teste de frio detectou valor superior

Tabela 11 - Dados (%) médios obtidos, na determinação do grau de umidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de papel, em diferentes pontos de amostragem (1 a 9), antes (E₀) e ao final (E₁) do armazenamento refrigerado por 6 meses. Piracicaba, 1991/92.

Pontos de Amostragem	UMIDADE		GERMINAÇÃO		ENVELHEC. ARTIFICIAL		TESTE FRIO		EMERGÊNCIA	
	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁
1	12,9a	11,5b	91,5a	94,5a	91,8a	84,3b	80,8a	82,0a	91,8a	82,5b
2	12,8a	11,6b	86,0b	95,3a	93,5a	86,3b	78,0a	80,3a	91,3a	83,0b
3	12,2a	11,5b	90,5b	94,0a	93,0a	87,8b	76,8b	83,5a	92,3a	83,8b
4	12,4a	11,6b	88,0b	94,8a	92,3a	85,5b	75,3a	75,3a	91,5a	86,0a
5	12,1a	11,5b	86,8b	96,0a	94,5a	89,5b	76,0a	76,8a	90,5a	84,3b
6	12,9a	11,6b	91,5b	96,0a	92,5a	91,3a	78,0a	81,0a	89,5a	87,3a
7	12,8a	11,6b	89,8b	94,0a	92,0a	88,5a	75,5a	75,0a	93,0a	87,0b
8	12,7a	11,4b	88,3b	95,3a	92,3a	89,8a	77,3a	77,5a	91,5a	87,3a
9	12,6a	11,4b	86,8b	95,0a	93,0a	87,3b	74,0b	83,0a	86,5a	88,5a
MÉDIA	12,6a	11,5b	88,8b	95,0a	92,8a	87,8b	76,8b	79,4a	90,9a	85,5b
CV % (épocas)	1,8		3,1		2,9		5,7		4,3	
CV % (pontos)	1,5		2,3		2,7		3,6		2,8	

* - Para cada determinação, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

para a média obtida ao final do armazenamento mas, em relação aos pontos, as diferenças significativas ocorreram apenas nos pontos 3 e 9 (lateral inferior e superior) em que E₁ superou E₀. Em termos gerais, o teste de emergência mostrou redução no estabelecimento após o armazenamento; contudo, considerados os pontos isoladamente, não foram encontradas diferenças estatísticas entre E₀ e E₁ nos pontos 4, 6, 8 e 9.

A Tabela 12 mostra a incidência de *Penicillium spp*, *Fusarium moniliforme* e *Aspergillus spp* nas sementes embaladas em papel e mantidas no armazém refrigerado, nas épocas inicial e final de armazenamento. Os fungos *Penicillium spp* e *Fusarium moniliforme* mostraram uma redução significativa em sua incidência após o período de armazenamento em todos os pontos de amostragem. Para *Aspergillus spp* não foram encontradas diferenças de incidência, que foi de 0,1%, nas duas épocas. Os fungos *Alternaria sp*, *Cephalosporium sp* e *Trichoderma sp* (Tabela 13), foram detectados em incidências inferiores a 0,0% em E₀ e 0,2% em E₁.

A comparação de médias entre épocas, para os dados obtidos na avaliação da qualidade das sementes de milho embaladas em aniagem, mantidas no armazém refrigerado, é mostrada na Tabela 14. A umidade das sementes, em todos os pontos de amostragem, diminuiu após o armazenamento. A germinação das sementes, em termos médios, foi maior após o período de armazenamento; para as sementes dos pontos 1, 3 e

5 não foram detectadas diferenças entre épocas. Com relação ao vigor, as sementes submetidas ao teste de frio apresentaram médias superiores na época final; no entanto, diferenças significativas na comparação entre os pontos, só foram encontradas nos pontos 3 e 4. Os testes de envelhecimento artificial e de emergência mostraram resultados médios superiores na época inicial; os pontos 1, 2, 5, 7 e 8 no teste de envelhecimento artificial, e 4, 5 e 9 no teste de emergência, indicaram superioridade estatística de E₀ sobre E₁.

As Tabelas 15 e 13 mostram a incidência de fungos nas sementes embaladas em aniagem no armazém refrigerado. Houve maior incidência de *Penicillium spp* na época 1 em todos os pontos. Para *Fusarium moniliforme* esta diferença foi detectada nos pontos 1, 4, 5, 6 e 8; mas, para *Aspergillus spp*, não foram encontradas diferenças entre as épocas inicial e final. Os demais fungos foram detectados em incidências inferiores a 0,9%.

A Tabela 16 apresenta os dados obtidos na pilha com embalagens de papel no armazém convencional. Da mesma forma que o ocorrido no armazém refrigerado, houve redução da umidade das sementes após o armazenamento, exceto nos pontos 7 e 8 em que E₀ não diferiu estatisticamente de E₁.

Tabela 12 - Dados médios de incidência (%) de *Penicillium* spp, *Fusarium moniliforme* e *Aspergillus* spp nas épocas inicial (Eo) e final (E1) do armazenamento refrigerado, embalagem de papel. Piracicaba, 1991/92.

Pontos de Amostragem	Porcentagem de incidência					
	<i>Penicillium</i> spp		<i>F. moniliforme</i>		<i>Aspergillus</i> spp	
	Eo	E1	Eo	E1	Eo	E1
1	6,0b	0,0a	47,0b	19,5a	0,3a	0,1a
2	11,8b	0,0a	44,0b	17,0a	0,3a	0,0a
3	9,0b	0,1a	51,5b	21,7a	0,1a	0,1a
4	12,6b	1,8a	44,4b	18,9a	0,1a	0,0a
5	7,4b	0,1a	42,4b	18,4a	0,1a	0,0a
6	4,3a	3,3a	44,4b	22,0a	0,0a	0,5a
7	11,8b	0,1a	47,5b	20,1a	0,0a	0,5a
8	14,4b	1,1a	44,5b	22,0a	0,7a	0,5a
9	6,2a	5,6a	48,5b	25,2a	0,0a	0,1a
Médias	9,0b	0,8a	46,0b	20,5a	0,1a	0,1a
CV % (pontos)	31,5		7,5		129,7	
CV % (épocas)	40,4		13,0		259,8	

* - Para cada fungo, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13 - Porcentagem média de incidência de fungos *Alternaria* sp, *Cephalosporium* spp. e *Trichoderma* sp nas épocas inicial (E₀) e final (E₁) de armazenamento refrigerado e convencional, embalagem de papel (P) e anilagem (A). Piracicaba, 1991/92.

Pontos de Amostragem	<i>Alternaria</i> sp.				<i>Cephalosporium</i> sp.				<i>Trichoderma</i> sp.			
	E ₀		E ₁		E ₀		E ₁		E ₀		E ₁	
	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C
PAPEL												
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	6,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	7,5	1,5	0,0	0,5	1,5	0,0	0,0
4	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	4,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0
6	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5
7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	3,5	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	1,0	1,0
Médias	0,1	0,0	0,2	0,0	0,6	3,4	0,2	0,0	0,4	0,4	0,7	0,2
ANILAGEM												
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
2	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	1,5
3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	1,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,5
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0
8	0,5	0,0	1,0	0,0	0,5	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5
9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	1,5
Médias	0,2	0,0	0,2	0,0	0,8	5,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	0,7

Tabela 14 - Dados (%) médios obtidos, na determinação do grau de unidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de anilagem, em diferentes pontos de amostragem (1 a 9), antes (E₀) e ao final (E₁) do armazenamento refrigerado por 6 meses. Piracicaba. 1991/92.

Pontos de Amostragem	UNIDADE		GERMINAÇÃO		ENVELHEC. ARTIFICIAL		TESTE FRIO		EMERGÊNCIA	
	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁
1	12,4a	11,6b	91,5a	91,3a	92,0a	80,8b	74,8a	80,5a	90,5a	88,8a
2	12,8a	11,1b	90,3b	94,0a	93,3a	84,5b	78,0a	81,5a	90,3a	86,5a
3	13,0a	11,1b	93,3a	96,8a	91,8a	88,5a	75,3b	85,0a	93,0a	87,8a
4	13,0a	11,5b	91,0b	95,5a	95,3a	91,8a	72,8b	82,8a	92,8a	83,0b
5	12,5a	11,7b	91,5a	94,0a	92,0a	86,5b	80,5a	82,8a	90,8a	82,8b
6	12,7a	12,0b	88,0b	95,3a	93,0a	91,3a	79,5a	80,8a	90,5a	87,3a
7	12,6a	11,4b	88,5b	95,3a	93,0a	88,0b	80,8a	75,5a	87,0a	83,0a
8	12,4a	11,6b	85,0b	94,3a	92,8a	88,0b	75,3a	78,5a	89,0a	83,5a
9	12,6a	11,5b	88,3b	95,3a	90,8a	90,5a	78,3a	79,3a	87,8a	77,0b
MÉDIA	12,6a	11,5b	89,7b	94,6a	92,7a	86,7b	77,2b	80,7a	90,1a	84,4b
CV % (épocas)	2,7		2,7		3,0		5,2		6,0	
CV % (pontos)	1,8		1,9		2,4		3,4		4,0	

* - Para cada determinação, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

atob.

Tabela 15 - Dados médios de incidência (%) de *Penicillium* spp, *Fusarium moniliforme* e *Aspergillus* spp nas épocas inicial (Eo) e final (E1) do armazenamento refrigerado, embalagem de anilagem. Piracicaba, 1991/92.

Pontos de Amostragem	Porcentagem de incidência					
	<i>Penicillium</i> spp		<i>F. moniliforme</i>		<i>Aspergillus</i> spp	
	Eo	E1	Eo	E1	Eo	E1
1	8,7b	0,0a	28,6b	12,3a	0,1a	0,0a
2	9,0b	0,0a	17,3a	17,7a	1,0a	0,1a
3	9,4b	0,1a	30,7a	19,6a	0,1a	1,1a
4	10,5b	0,1a	36,3b	23,4a	0,0a	0,4a
5	9,9b	0,0a	43,4b	22,9a	0,5a	0,0a
6	6,2b	2,2a	42,5b	28,2a	0,0a	0,4a
7	7,5b	1,5a	30,1a	28,2a	0,0a	0,1a
8	13,8b	0,1a	46,5b	25,9a	0,1a	0,0a
9	13,7b	0,1a	39,5a	32,5a	0,1a	0,0a
Médias	9,7b	0,2a	34,7b	23,1a	0,1a	0,1a
CV % (pontos)	25,5		10,0		138,0	
CV % (épocas)	37,5		17,1		209,7	

* - Para cada fungo, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16 - Dados (%) médios obtidos, na determinação do grau de unidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de papel, em diferentes pontos de amostragem (1 a 9), antes (E_0) e ao final (E_1) do armazenamento convencional por 6 meses. Piracicaba. 1991/92.

Pontos de Amostragem	UNIDADE		GERMINAÇÃO		ENVELHEC. ARTIFICIAL		TESTE FRIO		EMERGÊNCIA	
	E_0	E_1	E_0	E_1	E_0	E_1	E_0	E_1	E_0	E_1
1	12,3a	11,3b	88,5b	95,5a	94,7a	86,8b	71,5b	83,5a	92,3a	81,0b
2	12,6a	11,1b	88,7b	94,8a	93,3a	90,3a	79,0a	82,3a	89,3a	85,5a
3	12,8a	10,9b	86,3b	95,8a	94,3a	87,3b	77,3a	82,0a	91,0a	89,3a
4	12,8b	12,0b	85,8b	95,0a	92,5a	75,0b	77,5a	76,3a	94,0a	78,0b
5	12,3a	11,9b	87,5b	93,8a	94,8a	90,8a	76,0a	73,5a	92,5a	86,0b
6	12,5a	11,5b	90,3b	96,3a	93,8a	87,3b	78,5a	79,0a	92,5a	88,5a
7	11,8a	11,6a	88,3a	91,3a	92,3a	81,0b	79,5a	74,8a	90,8a	83,8b
8	11,8a	11,7a	87,5b	94,3a	91,5a	88,8a	76,5a	76,0a	91,5a	87,3a
9	11,8a	11,1b	85,5b	96,3a	94,0a	86,0b	79,8a	80,0a	94,3a	87,8b
MÉDIA	12,3a	11,4b	87,6b	94,8a	93,4a	85,9b	77,3a	78,6a	92,0a	85,2b
CV % (épocas)	2,0		3,4			3,2	4,6		4,8	
CV % (pontos)	1,8		2,5			2,7	3,1		3,7	

* - Para cada determinação, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A germinação da época final superou a encontrada no início do armazenamento; somente no ponto 7 não houve diferença significativa entre as duas épocas de análise. O teste de frio não indicou diferenças estatísticas entre as épocas, com exceção do ponto 1 que apresentou resultado superior na época final. O teste de envelhecimento artificial detectou a superioridade do vigor das sementes na época inicial, apesar dos pontos intermediários 2, 5 e 8 não mostrarem diferenças significativas entre as épocas. A emergência foi superior na época inicial, muito embora os pontos 2, 3, 6 e 8 não apresentassem diferenças significativas entre E₀ e E₁.

A análise da Tabela 17, permite verificar que a incidência de *Penicillium* foi maior na época inicial, exceto para os pontos 1, 3 e 8; a incidência de *Fusarium moniliforme* foi maior em E₀ para todos os pontos; não foram encontradas diferenças entre épocas na incidência de *Aspergillus sp*, para as sementes provenientes da pilha de papel do armazém convencional. Apesar dos fungos *Alternaria sp* e *Trichoderma sp* não terem apresentado incidências maiores do que 0,4%, o fungo *Cephalosporium sp* foi recuperado em 3,4% das sementes analisadas (Tabela 13).

Os dados obtidos na pilha com embalagens de aniagem do armazém convencional (Tabela 18), mostraram haver superioridade de E₀ sobre E₁ para a umidade das sementes, exceto para os pontos 1, 4 e 6 em que E₀ não diferiu de E₁. Em todos os pontos de amostragem, para os testes de

Tabela 17 - Dados médios de incidência (%) de *Penicillium* spp, *Fusarium moniliforme* e *Aspergillus* spp nas épocas inicial (Eo) e final (E1) do armazenamento convencional, embalagem de papel. Piracicaba, 1991/92.

Pontos de Amostragem	Porcentagem de incidência					
	<i>Penicillium</i> spp		<i>F. moniliforme</i>		<i>Aspergillus</i> spp	
	Eo	E1	Eo	E1	Eo	E1
1	5,0a	0,7a	45,5b	23,8a	0,1a	0,0a
2	10,5b	2,4a	55,5b	29,0a	0,0a	0,0a
3	9,2a	5,1a	46,5b	31,4a	0,0a	0,0a
4	5,4b	0,1a	43,9b	29,4a	0,1a	0,0a
5	8,5b	0,1a	35,4b	26,9a	0,1a	0,0a
6	8,6b	1,1a	39,0b	27,2a	0,1a	0,0a
7	2,3b	0,0a	48,0b	26,0a	0,1a	0,0a
8	4,7a	0,7a	47,5b	24,7a	0,1a	0,0a
9	5,6b	0,0a	46,9b	26,2a	0,1a	0,1a
Médias	6,4b	0,7a	45,3b	27,1a	0,0a	0,0a
CV % (pontos)	46,3		9,2		237,2	
CV % (épocas)	59,4		8,4		259,8	

* - Para cada fungo, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 18 - Dados (%) médios obtidos, na determinação do grau de umidade e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho acondicionadas em sacos de anilagem, em diferentes pontos de amostragem (1 a 9), antes (E₀) e ao final (E₁) do armazenamento convencional por 6 meses. Piracicaba. 1991/92.

Pontos de Amostragem	UMIDADE		GERMINAÇÃO		ENVELHEC. ARTIFICIAL		TESTE FRIO		EMERGÊNCIA	
	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁	E ₀	E ₁
1	12,4a	12,1a	78,0b	92,0a	92,5a	53,3b	71,5a	71,5a	88,0a	70,5b
2	12,2a	11,5b	76,5b	95,0a	92,5a	79,0b	71,3b	81,3a	90,3a	82,0a
3	12,3a	11,4b	82,5b	94,5a	93,0a	81,8b	75,3b	81,8a	91,3a	82,3b
4	12,0a	11,6a	83,5b	93,3a	93,8a	76,0b	75,0a	76,0a	91,0a	78,5b
5	12,1a	11,5b	85,0b	94,8a	92,8a	75,3b	71,5a	76,3a	87,8a	79,0a
6	12,1a	11,7a	85,0b	93,5a	91,8a	74,5b	75,8a	80,3a	90,5a	80,3b
7	12,3a	11,4b	85,3b	94,5a	92,3a	69,5b	78,3a	73,0a	88,8a	83,8a
8	12,0a	10,7b	87,3b	93,5a	92,8a	76,5b	73,0a	76,5a	89,8a	82,8a
9	12,4a	11,0b	83,3b	97,5a	93,8a	80,3b	75,3a	75,3a	92,0a	83,3a
MÉDIA	12,2a	11,4b	82,9b	94,3a	92,8a	74,0b	74,1b	76,9a	89,9a	80,3b
CV % (épocas)	2,8		2,3		6,6		5,6		7,2	
CV % (pontos)	2,3		2,4		4,1		3,6		3,5	

* - Para cada determinação, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

germinação e de envelhecimento artificial, houve diferenças entre épocas, sendo os resultados da época final superiores aos da época inicial no teste de germinação. No teste de envelhecimento artificial, contudo, os resultados foram inversos, com superioridade de Eo sobre E1. O teste de frio mostrou resultados superiores de vigor da época final, nas médias gerais e nos pontos 2 e 3. Na emergência em campo ocorreu o contrário, ou seja, E1 foi inferior a Eo com diferenças estatísticas detectadas nos pontos 1, 3, 4 e 6.

As Tabelas 13 e 19 mostram as médias de incidência de fungos obtidas na comparação entre épocas para sementes da pilha de aniagem do armazém convencional. De modo geral, a incidência de *Penicillium spp* foi superior na época inicial, com exceção do ponto 2 que não mostrou diferença significativa. *Fusarium moniliforme* apresentou maior recuperação em Eo, excetuando-se o ponto 1 que não indicou diferenças entre Eo e E1. O fungo *Cephalosporium sp* teve maior incidência na época inicial, mas não foi detectado na época final. Os demais fungos detectados ocorreram em incidências menores que 0,7%.

Tabela 19 - Dados médios de incidência (%) de *Penicillium* spp, *Fusarium* moniliforme e *Aspergillus* spp nas épocas inicial (Eo) e final (E1) de armazenamento convencional, embalagem de anilagem. Piracicaba, 1991/92.

Pontos de Amostragem	Porcentagem de incidência					
	Penicillium spp		F.moniliforme		Aspergillus spp	
	Eo	E1	Eo	E1	Eo	E1
1	8,4b	2,4a	42,9a	34,8a	0,1a	0,1a
2	8,0a	3,1a	43,0b	27,7a	0,3a	0,1a
3	5,5b	1,0a	39,3b	27,7a	0,1a	0,0a
4	11,3b	0,1a	39,5b	27,4a	0,0a	0,0a
5	11,9b	0,1a	37,8b	24,0a	0,3a	0,0a
6	19,8b	0,3a	42,9b	19,2a	1,0a	0,3a
7	6,0b	0,0a	45,5b	21,0a	0,1a	0,0a
8	17,9b	0,1a	40,4b	22,9a	0,1a	0,0a
9	12,3b	1,1a	48,0b	27,8a	0,1a	0,0a
Médias	11,2b	0,6a	42,1b	25,7a	0,1a	0,0a
CV % (pontos)	27,6		9,1		159,8	
CV % (épocas)	38,5		11,5		250,8	

* - Para cada fungo, médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.4. Considerações gerais

O lote estudado era, na época inicial, relativamente homogêneo em sua qualidade fisiológica e sanitária, com exceções relacionadas às incidências de fungos em alguns pontos de localização nas pilhas. No final do armazenamento (E₁), não foi observado que os pontos de maior incidência de fungos em E₀ mantivessem esta tendência. De modo geral, houve redução, na incidência de fungos de armazenamento e de campo na época final, excetuando-se *Trichoderma sp* que apesar de apresentar pequena incidência, foi detectado, em E₁, com porcentagens superiores na embalagem de papel do armazém refrigerado e na embalagem de aniação do convencional.

As diferenças de incidência na recuperação de fungos, entre os dois ambientes estudados, foram pouco expressivas. As maiores variações ocorreram entre os pontos de amostragem, o que pode indicar maior efeito da localização na pilha do que do ambiente de armazenamento. Não houve correspondência entre os pontos de maior incidência de fungos e aqueles de maior deterioração, indicados pela análise da qualidade fisiológica. Isso pode sugerir que a presença de fungos não tenha sido a principal causa da deterioração das sementes ao final do período de armazenamento.

Com relação a incidência de insetos, a determinação da porcentagem de infestação permitiu verificar

que não ocorreram diferenças significativas entre pontos e ambientes nas diferentes épocas.

O efeito do ambiente e da posição na pilha na qualidade fisiológica foi mais acentuado nas sementes embaladas em aniagem, onde número superior de testes detectaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Em todos os ambientes e embalagens estudados, os pontos centrais da pilha (1, 4 e 7) mantiveram temperaturas superiores a 20°C durante o armazenamento, havendo correspondência entre esses pontos e os que apresentaram qualidade fisiológica inferior.

O teste de envelhecimento artificial foi o mais sensível para detectar diferenças de qualidade fisiológica entre ambientes, pontos de localização na pilha e épocas de armazenamento.

Na comparação de qualidade das sementes entre as épocas inicial e final, o esperado era que os resultados de E₀ fossem superiores aos de E₁. Contudo, independentemente da condição de armazenamento, os testes de germinação e de frio mostraram resultados que indicaram superioridade na época final. Uma explicação para esse fato é a redução, em E₁, da incidência de fungos como *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus spp* e *Penicillium spp*, que podem afetar negativamente o desempenho das sementes de milho, de acordo com FUTREL & KILGORE (1969); BALMER & PEREIRA (1987) e LUCCA FILHO (1987). O teste de germinação mostrou valores

elevados de plântulas anormais infeccionadas, o que sugere efeitos da presença de fungos na redução da germinação. VON PINHO (1991) em trabalho com conservação de sementes de milho com incidência de *Fusarium moniliforme*, encontrou resultados superiores no teste de frio após 6 meses de armazenamento. O autor sugere que, com o decorrer do tempo, esse fungo poderia tornar-se menos agressivo dando, assim, condições para a semente manifestar seu potencial de germinação. BALMER (1978) afirma que as condições do teste de frio, de baixa temperatura e alta umidade, são propícias ao desenvolvimento de *Fusarium moniliforme*.

5. CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados do presente trabalho permitem as seguintes conclusões:

- A refrigeração do ambiente do armazém permite melhor conservação da qualidade fisiológica de sementes de milho. A intensidade desse efeito pode depender da embalagem empregada.

- As sementes são afetadas, quanto à sua qualidade fisiológica, de acordo com a sua localização na pilha; aquelas situadas nos pontos centrais das pilhas tendem a apresentar maior deterioração do que as demais.

- O equilíbrio calórico, entre as sementes e o ambiente, é mais lentamente atingido nas regiões da base e do centro das pilhas do que nos demais pontos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, H.K. & MIROCHA, C.J. Survival of *Fusarium graminearum* on corn stored at low temperature. Plant Disease, St. Paul, 70(1):78, 1986.
- ABDUL-BAKI, A.A. & ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. Seed biology. New York, Academic Press, 1972. cap. 4, p. 283-315.
- AGARWAL, V.K. & SINCLAIR, J.B. Principles of seed pathology. Boca Raton, CRC Press, 1987. 2v.
- ANDERSON, J.D. & BAKER, J.E. Deterioration of seeds during aging. In: SYMPOSIUM ON DETERIORATION MECHANISMS IN SEEDS; ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN PHYTOPATOLOGICAL SOCIETY, 73., New Orleans, 1981. Phytopathology, St. Paul, 73(2):321-5, 1983.

- ASSUNÇÃO, V. Armazenamento de sementes. Brasília, ABEAS, 1985. 10p.
- BACCHI, O. Estudos sobre a conservação de sementes. Bragantia, Campinas, 17(15):205-12, 1958.
- BALDO, R. & MARCHETTI, A. Conservazione dei cereali con la refrigerazione. Tecnica Molitoria, Pinerolo, 38:202-27, mar. 1987.
- BALMER, E. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, 1978. v.2, p.480-504.
- BALMER, E. & PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P. Melhoramento e produção do milho. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.2, p.597-631.
- BARNETT, H.L. & HUNTER, B.B. Illustrated genera of imperfect fungi. 3. ed. Minneapolis, Burgess, 1972. 241p.
- BASS, L.N. Controlled atmosphere and seed storage. Seed Science and Technology, Zurich, 1(2):463-92, 1973.

- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. Seeds; physiology of development and germination. New York, Plenum Press, 1985. 367p.
- BOTTOMLEY, R.A.; CHRISTENSEN, C.M.; GEDDES, W.F. The influence of various temperatures, humidities and oxygen concentrations on mold growth and biochemical changes in stored yellow corn. Cereal Chemistry, St. Paul, 27(4):271-96, 1950.
- BRASIL. Ministério de Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regras para análise de semente. Brasília, 1980. 188p.
- BRUNNER, H. Conservação de cereais em silos metálicos por meio de resfriamento. In: SULZER DO BRASIL S.A. Manual granifrigor - KKM-110. s.l., 1986. n.p.
- BURGES, H.D. & BURREL, N.J. Cooling bulk grain in the British climate to control storage insects and to improve keeping quality. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 15(1):32-50, 1964.
- BURREL, N.J. & LAUNDON, J.H.J. Grain cooling studies - I: Observations during a large scale refrigeration test on damp grain. Journal of Stored Products Research, London, 1:125-44, 1967.

- BURRIS, J.S. Seed/seedling vigor and field performance. Journal of Seed Technology, East Lansing, 1(2):58-74, 1976.
- CHRISTENSEN, C.M. Some changes in no. 2 corn stored two years at moisture contents of 14,5 and 15,2% and temperatures of 12; 20 and 25°C. Cereal Chemistry, St. Paul, 44(1):95-9, 1966.
- CHRISTENSEN, C.M. & KAUFMANN, H.H. Grain storage; the role of fungi in quality loss. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1969. 154p.
- CHRISTENSEN, C.M. & KAUFMANN, H.H. Microflora. In: CHRISTENSEN, C.M. Storage of cereal grains and their products. St. Paul, American Association Cereal Chemistry, 1974. cap.4, p.158-92.
- CLOUD, H.A. & MOREY, R.V. Dryeration and in storage cooling for corn drying. Minneapolis, University of Minnesota/ Agricultural Extension Service, 1980. 8p. (Paper M-162-1980).
- COME, D. Post harvest physiology of seeds as related to quality and germinability. In: LIEBERMAN, M. Post-harvest; physiology and crop preservation. New York, Plenum Press, 1983. cap. 2, p. 142-65.

- DELOUCHE, J.C. Physiology of seed storage. In: CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 23., 1968. Proceedings. Washington, American Seed Trade Association, 1968. p.83-90.
- DELOUCHE, J.C. & BASKIN, C.C. Accelerate aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, Zurich, 1(2):427-52, 1973.
- DELOUCHE, J.C.; MATTHES, R.K.; DOUGHERTY, G.M.; BOYD, A.H. Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. Seed Science and Technology, Zurich, 1(3):671-700, 1973.
- ELLIS, R.H.; OSEI-BONSU, K.; ROBERTS, E.H. The influence of genotype, temperature and moisture on seed longevity in chickpea, cowpea and soya bean. Annals of Botany, London, 50(1):69-82, 1982.
- FERREIRA, W.A. Estudo da variação da temperatura em grãos de milho (*Zea mays* L.) armazenados. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE ARMAZENAGEM, 2., Brasília, 1977. Anais. Brasília, CIBRAZEM, 1977. v.2, p. 68-78.
- FERREIRA, W.A. & MUIR, W.E. Aeração de milho a granel no Brasil. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, 6(2):41-6, 1981.

- FERREIRA, W.A.; MUIR, W.E.; FRASER, B.M. Aeration of corn in Brazil; a feasibility study. St. Joseph, ASAE, 1979. 9p. (ASAE Paper, 79-5063).
- FREITAS, G.B. de. Influência das condições de armazenamento na conservação de três lotes de sementes de milho (*Zea mays* L.) Viçosa, 1992. 67p. (M.S. - Universidade Federal de Viçosa).
- FUTRELL, M.C. & KILGORE, M. Poor stand of corn and reduction of root growth caused by *Fusarium moniliforme*. Plant Disease Report, Washington, 53:213-5, 1969.
- GILL, N.S. & DELOUCHE, J.C. Deterioration of seed corn during storage. Proceedings Association of Official Seed Analysts, Virginia, 63:33-50, 1973.
- GOUCH, M.C.; BISBROWN, A.J.K.; BRUETON, A.C. The physical effects of tropical humid seasons on bagstacks of grain. Kent, Overseas Development Natural Resources Institute, 1989. 19p. (ODNR - Bulletin, 21).
- HABER, E.S. Longevity of the seed of sweet corn inbreds and hybrids. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, East Lansing, 55(1):410-2, 1950.

- JAMES, E. Preservation of seeds stocks. Advances in Agronomy, London, 19:87-106, 1967.
- JOHNSON, H.K. Cooling stored grain by aeration. Agricultural Engineering, St. Joseph, 38(1):238-46, 1957.
- JUSTICE, O.L. & BASS, L.N. Principles and practices of seed storage. Washington, U.S.D.A. / Agricultural Research Service, 1978. 289p. (USDA / Agricultural Research Service, 506).
- KAY, R.L.; BERN, C.J.; HURGURGH Jr., C.R. Horizontal and vertical airflow resistance of shelled corn at various bulk densities. Transactions of the ASAE, St. Joseph, 32(2):733-6, 1989.
- KAZARIAN, E.A. & HALL, C.W. Thermal proprieties of grain. Transactions of the ASAE, St. Joseph, 8(1):33-7, 48, 1965.
- LASSERAN, J.C. Aeração de grãos. Viçosa, CENTREINAR, 1981. 128p.
- LIKHACHEV, B.S. Changes in viability of maize seed under extreme conditions of storage. Doklady Vsesoyuznoi ordena Lenina Akademii Sel'skohozyaistvennykh Nank imeni V.I. Lenina, Mosckva (4):38-40, 1977. Apud Field Crop

Abstracts, London, 33(5):359, May 1980. (Resumo).

LINDSTROM, E.M. Genetic relation of imbred lines of corn.
In: IOWA STATE COLLEGE OF AGRICULTURE AND MECHANIC ARTS.
Agricultural Experiment Station. Report on Agricultural
research for the year ending. June, 30, 1943. Ames, Iowa
Corn Research Institute, 1943. pt. 2, p.41-5.

LO, K.M.; CHEN, C.S.; CLAYTON, J.T.; ADRIAN, D.D. Simulation
of temperature and moisture changes in wheat storage due
to weather variability. Journal Agricultural Engineering
Research, London, 20, 47-53, 1975.

LOZANO, J.L. & LEOPOLD, A.C. The physiology and genetics of
seed ageing. In: GLOBAL MAIZE GERMOPASM WORKSHOP, México,
1988. Recent advances in the conservation and
utilization of genetic resources; proceedings. México,
CIMMYT, 1988. p.81-93.

LOZANO, J.L. & MAYER, A.M. Water relations and oxigen uptake
by two lines of corn differing in storage performance.
Israel Journal of Botany, Jerusalem, 39:347-54, 1990.

LUCCA FILHO, O.A. Testes de sanidade de sementes de milho.
In: WETZEL, M.M.V.S. & SOAVE, J. Patologia de sementes.
Campinas, Fundação Cargill, 1987. p. 430-40.

- MAEDA, J.A.; LAGO, A.A.; MIRANDA, L.T. de; TELLA, R.
Armazenamento de sementes de cultivares de milho e sorgo
com resistências ambientais diferentes. Pesquisa
Agropecuária Brasileira, Brasília, 22(1):1-7, 1987.
- MATTHES, R.K.; WELCH, C.B.; DELOUCHE, J.C.; DOUGHERTY, G.M.
Drying, processing and storage of corn seed in tropical
and subtropical regions. St. Joseph, ASAE, 1969. 28p.
(ASAE Paper, 69-577).
- MCDONALD Jr., M.B. Assessment of seed quality. Hort
Science, St. Joseph, 15(6):784-8, 1980.
- McROSTIE, G.P. The termal death point of corn from low
temperature. Scientific Agriculture, Ottawa, 19(1):687-99,
1939.
- MENTEN, J.O.M. Primeira semana de atualização em patologia
de sementes. Piracicaba, FEALQ, 1988. 76p.
- MIRANDA, L.T. de. A característica "latência" do milho (*Zea
mays* L.) e suas possibilidades no melhoramento.
Piracicaba, 1972. 93p. (Doutorado - Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

MORA, M.A. & ECHANDI, R.Z. Evaluación del efecto de condiciones de almacenamiento sobre la calidad de semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) y de mays (*Zea mays* L.). Turrialba, San José, 26(4):413-6, 1976.

MORENO, E.M. & RAMIREZ, J.G. Comparison of mexican maize races stored under adverse humidity and temperature. In: GLOBAL MAIZE GERMOPLASM WORKSHOP, México, 1988. Recent advances in the conservation and utilization of genetic resources; proceedings. México, CIMMYT, 1988. p.94-8.

MORENO, E.M. & VIDAL, G.G. Preserving the viability of stored maize seed with fungicides. Plant Disease, St. Paul, 65(3):260-1, 1981.

MORENO, E.M. ; MENENDEZ, A.; RAMIREZ, J.G. Comportamiento de la semilla de mays (*Zea mays* L.) bajo diferentes sistemas de almacenamiento. Turrialba, San José, 37(3):267-74, 1987a.

MORENO, E.M.; RAMIREZ, J.G.; PLATA, H.B. Preservacion de semilla de mays tratada con fungicidas, almacenada con diferentes contenidos de humedad. Turrialba, San José, 37(1):93-9, 1987b.

MULTON, J.L. Water vapour and heat transfers in grains silos and their consequences on storage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE OF GRAINS, Castelgandolfo, 1980. Proceedings, edited by J. Shejba. New York, Elsevier, 1980. p. 437-43. (Developments in Agricultural Engineering, 1).

NEAL, N.P. & DAVES, J.R. Seed viability of corn inbred lines as influenced by age and conditions of storage. Agronomy Journal, Madison, 48:348-83, 1956.

OXLEY, T.A. Scientific principles of grain storage. Liverpool, Northern Publ., 1948. 194p.

PEREIRA, J.A.M. Água no grão. In: CURSO DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES, Viçosa, 1992. Viçosa, CENTREINAR, 1992. p. irreg. (Treinamento na Área de Pós-Colheita - Cursos para Técnicos de Cooperativas).

PIXTON, S.W. Changes in quality of wheat during 18 years storage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE OF GRAINS, Castelgandolfo, 1980. Proceedings, edited by J. Shejba. New York, Elsevier, 1980. p.437-43. (Developments in Agricultural Engineering, 1).

PRASAD, T. & PATHAK, S.S. Impact of various storage systems on biodeterioration of cereals. Indian Phytopathology, New Delhi, 40(1):39-46, 1987.

PUZZI, D. Abastecimento e armazenagem de grãos. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 603p.

QASEN, S.A. & CHRISTENSEN, C.M. Influence of moisture content, temperature, and time on the deterioration of stored corn by fungi. Phytopathology, St. Paul, 48:544-9, 1958.

QASEM, S.A. & CHRISTENSEN, C.M. Influence of various factors on the deterioration of stored corn by fungi. Phytopathology, St. Paul, 50:703-9, 1960.

RANFELT, C. Controlled atmosphere grain storage in China. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE OF GRAINS, Castelgandolfo, 1980. Proceedings, edited by J. edited by J. Shejba. New York, Elsevier, 1980. p.437-43. (Developments in Agricultural Engineering, 1).

ROBERTS, E.H. Viability of seeds. London, Chapman and Hall, 1974. 448p.

ROSS, I.J.; LOEWER, O.J.; WHITE, G.M. Potential for aflatoxin development in low temperature drying systems. Transactions of the ASAE, St. Joseph, 22(6):1439-43, 1979.

SABBAH, M.A.; FOSTER, G.H.; HAUGH, C.G.; PEART, R.M. Effect of tempering after drying on cooling shelled corn. Transactions of the ASAE, St. Joseph, 15:763-5, 1972.

TAO, K.L.J. Vigor "referee" test for soybean and corn. The Newsletter of the Association of Official Seed Analysts, Mississippi, 54(1):40-58, 1980.

TOLEDO, F.F. & MARCOS FILHO, J. Manual das sementes; tecnologia da produção. São Paulo, Agronômica Ceres, 1977. 224p.

TOSELLO, A.G. Silos metálicos em clima tropical. O Agrônomo, Campinas, 11(9/10): 9, 1959.

VON PINHO, E.V. R. Influência do tamanho da semente e do tratamento fungicida e inseticida na preservação da qualidade de sementes de milho durante o armazenamento e seu comportamento no campo. Lavras, 1991. 112p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura de Lavras).

WETZEL, M.M.V.S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J. & WETZEL, M.M.V.S. Patologia de sementes. Campinas, Fundação Cargill, 1987. cap. 9, p.260-75.

WILLIAMSON, W.F. Temperature changes in grain dried and stored in farms. Journal Agricultural Engineering Research, Bedford, 2(1):33-47, 1964.

WOODSTOCK, L.N. & GRABE, D.F. Relationship between seed respiration during inhibition and subsequent seedling growth in *Zea mays* L. Plant Physiology, Rockville, 42(8):1071-6, 1967.

YACIUK, G. Temperatures in grain storage systems. Winnipeg, 1973. 171p. (PhD - University of Manitoba).

YACIUK, G.; MUIR, W.E.; SINHA, R.N. A simulation model on temperatures in stored grains. Journal Agricultural Engineering Research, London, 20:245-58, 1975.

ZINK, E. Vigor de sementes de milho. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2., Pelotas, 1968. Anais. Pelotas, 1970. p.231-2.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; SILVEIRA Jr., P. Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST. Pelotas, UFPel, 1984. (Disquete).