

REFRIGERAÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO ARMazenadas em pilhas com diferentes embalagens¹

MARIA LAENE MOREIRA DE CARVALHO² e WALTER RODRIGUES DA SILVA³

RESUMO - O trabalho foi realizado com o propósito de verificar os efeitos da refrigeração do ambiente de armazenamento, na qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.) dispostas em pilhas, com diferentes embalagens. Sementes da cultivar AG-303 foram classificadas por tamanho, tratadas, embaladas em sacos de papel kraft e de aniação e mantidas, por 6 meses, em armazém convencional e em armazém refrigerado por unidade refrigeradora móvel. A avaliação da qualidade sanitária e fisiológica e os registros de temperatura permitiram concluir que: 1) a refrigeração do ambiente do armazém permite melhor conservação da qualidade fisiológica de sementes de milho; 2) a intensidade desse efeito pode depender da embalagem empregada; 3) as sementes situadas nos pontos centrais das pilhas tendem a apresentar maior deterioração do que as demais; 4) 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.

Termos para indexação: *Zea mays*, fisiologia de sementes, cultivar de milho AG-303, vigor de sementes.

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

ABSTRACT - The work was carried out in order to verify the effects of the cold storage on the physiological quality of corn (*Zea mays* L.) seeds piled with two different packages. Seeds of AG-303 cultivar were classified by size, treated, packed in kraft paper bags and gunny sacks and kept in conventional and cold warehouse for 6 months. Healthy testing and physiological quality evaluation and temperature records may conclude that: 1) the cold storage provides better preservation of the physiological quality of corn seeds; 2) the intensity of that effect may be dependent on the package used; 3) the seeds situated in the central parts of the piles are more likely to deteriorate than the others; 4) 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.

Index terms: *Zea mays*, seed physiology, corn cultivar AG-303, seed vigor.

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.

No que se refere ao ambiente de armazenamento, a umidade e a temperatura são os fatores que mais afetam a manutenção da qualidade das sementes (Bacchi, 1958; Delouche et al., 1973; Justice & Bass, 1978; Ellis & Roberts, 1980; Ellis et al., 1982). Particularmente nas regiões tropicais e subtropicais, os danos causados pelas condições climáticas, durante esse período, podem levar a perdas apreciáveis.

James (1967) sugere que as baixas temperaturas e umidades relativas do ar do ambiente de armazenamento são responsáveis pela redução da intensidade do processo respiratório das sementes, e, conseqüentemente, pela preservação da sua qualidade fisiológica.

¹ Aceito para publicação em 28 de março de 1994.

² Enga. - Agra., Dra., Esc. Sup. de Agric. de Lavras (ESAL), Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

³ Eng. - Agr., Dr., Sc., Esc. Sup. de Agric. Luiz de Queiroz (ESALQ), Caixa Postal 09, CEP 13418-900 Piracicaba, SP.

A temperatura também influencia o desenvolvimento de microrganismos e insetos nas sementes. Johnson (1957) e Qasen & Christensen (1960) concluíram que a atividade de fungos e insetos é prontamente reduzida com a redução da temperatura do grão de milho.

Diferentes mecanismos, equipamentos e condições de armazenamento têm sido estudados no sentido de serem desenvolvidas condições ideais, econômicas e viáveis ao armazenamento de sementes em larga escala (Burrell & Laundon, 1967; Delouche et al., 1973; Ranfelt, 1980; Baldo & Marchetti, 1987). Apesar da refrigeração da massa de sementes vir se destacando como um das opções de armazenamento promissoras, 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.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida 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 Agrocere S.A., unidade de Santa Cruz das Palmeiras, SP, no período de março de 1991 a janeiro de 1992.

Sementes de um lote de milho da cultivar AG-303 produzidas por Sementes Agrocere S.A. na safra 1990/91, foram classificadas por tamanho (peneira 22), tratadas, ensacadas e armazenadas por um período de 6

meses, entre 03 a 09/91. 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 (27 m x 20 m x 7 m), sem controles atmosféricos especiais, e outro, denominado refrigerado de 3.649 m³ (23,7 m x 22 m x 7 m), 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 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, e as de aniagem, de 20 sacos.

À medida que cada 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 na Fig. 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).

Ao final de seis meses de armazenamento, as pilhas foram desmontadas, e de cada ponto de amostragem foi retirada uma amostra de 2 kg de sementes, que

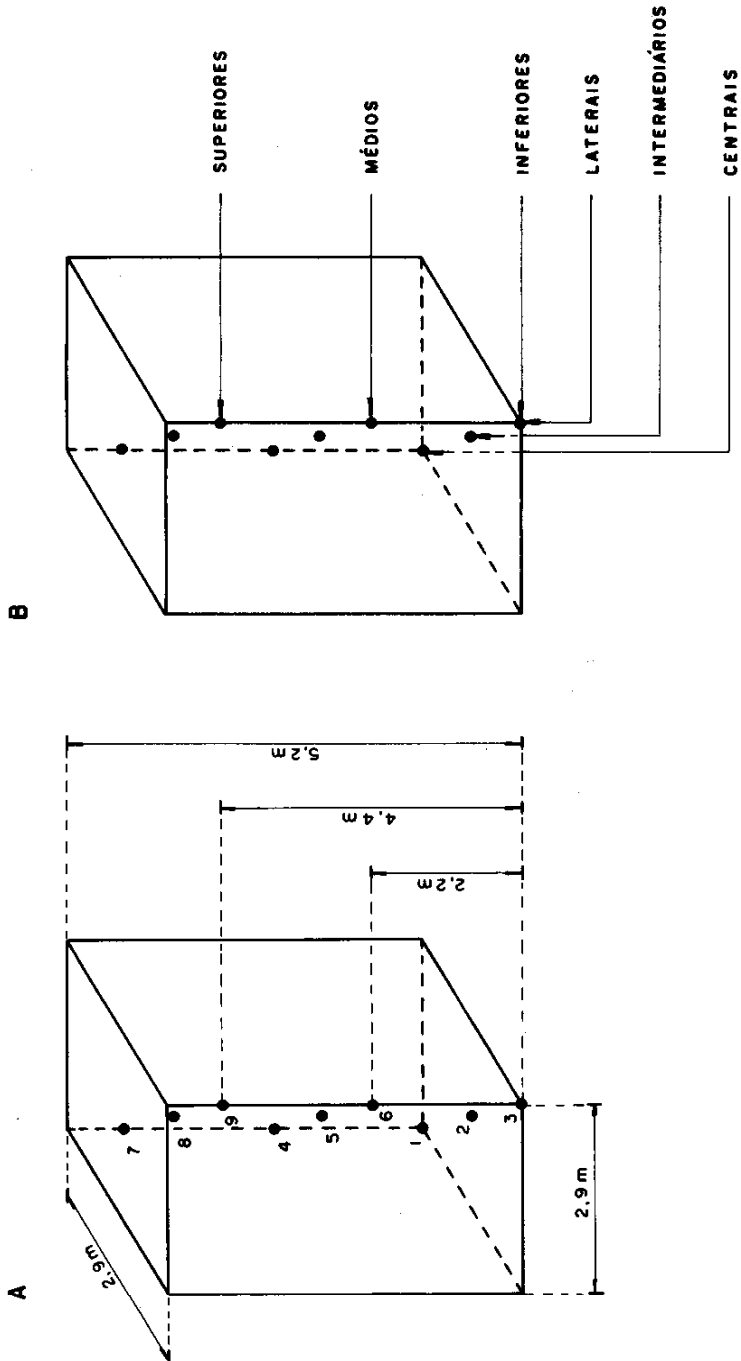


FIG. 1. Detalhe da pilha 4 com indicações dos pontos de amostragem, de 1 a 9 (A) e sua denominação (B).

em seguida, foi submetida aos testes para avaliação da qualidade.

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

A avaliação da qualidade foi feita em duas épocas: por ocasião da formação da pilha (E_0) e ao final do período de armazenamento (E_1).

A umidade das sementes foi determinada pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas, e o teste de germinação foi efetuado em papel-toalha no sistema de rolos, com germinador a 30°C constantes, e contagens aos quatro e sete dias, conforme Brasil (1980).

O vigor das sementes foi avaliado pelo teste de envelhecimento artificial e pelo teste de frio. O teste de envelhecimento artificial foi realizado com quatro repetições de 100 sementes por tratamento, conforme método descrito por Tao (1980), à temperatura de 42°C , por 96 h. O teste de frio foi instalado com quatro repetições de 100 sementes em caixas de plástico contendo uma mistura de areia e solo (2/3 e 1/3 respectivamente) e água até a capacidade de campo. As sementes permaneceram por sete dias a 10°C e foram mantidas em casa de vegetação por sete dias, e então, foram contadas as plântulas emersas.

A emergência em campo consistiu na semeadura, em campo, de 200 sementes de cada tratamento, distribuídas em quatro repetições. Cada repetição de 50 sementes foi semeada em linha de 2 m, na profundidade de 7 cm e espaçamento entre linhas de 0,3 m. Após 15 dias sob irrigação, foi efetuada e contagem do número de plantas emersas.

O exame de sementes infestadas, realizado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, foi efetuado após embebição em água por 16 horas e exame das sementes seccionadas longitudinalmente, conforme Brasil, 1980.

O teste de sanidade foi efetuado pelo método do papel de filtro, descrito por Menten (1988), com quatro repetições de 100 sementes mantidas à temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$, sob regime de doze horas de escuro e doze horas de luz com comprimento de onda próximo a ultravioleta (NUV). Após esse período, foram submetidas a congelamento a $-18^\circ\text{C}/24$ horas e submetidas novamente a incubação por mais cinco dias, até avaliação da identidade e porcentagem de microrganismos presentes.

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. A comparação dos dados de avaliação da qualidade, entre as duas épocas, seguiu o esquema de parcelas subdivididas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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, nos diferentes pontos de amostragem. Não foram encontradas diferenças significativas entre as sementes nos diferentes pontos de amostragem e embalagens para os parâmetros umidade, germinação, vigor e emergência em campo. Os dados médios observados são mostrados na Tabela 1.

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, como mostra a Tabela 2.

Os dados relativos ao comportamento das sementes, após 6 meses de armazenamento, quanto ao teor de água e quanto à qualidade fisiológica, encontrados nos ambientes refrigerado e convencional, bem como a comparação de médias

TABELA 1. Dados (%) médios obtidos na avaliação da qualidade inicial das sementes de milho . Piracicaba, 1991/92.

Parâmetros	% média
Umidade	12,4
Germinação	87,3
Envelhecimento artificial	92,9
Teste de frio	76,8
Emergência em campo	90,7
Sementes infestadas	0,8

entre os pontos de amostragem, são mostrados nas Tabelas 3 e 4. A Tabela 3, 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 quanto ao vigor das sementes conservadas em armazém refrigerado.

O teste de envelhecimento artificial detectou

TABELA 2. 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.

Fungos	Pontos de amostragem								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Embalagem de papel									
<i>Fusarium moniliforme</i>	46,2	49,2	49,0	44,1	38,9	41,7	47,7	46,0	47,7 a
<i>Penicillium</i> spp.	5,5	11,1	9,1	8,6	7,9	6,3	6,2	9,0	5,9 a
<i>Aternaria</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
<i>Aspergillus</i> spp.	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	1,0	0,3
<i>Cephalosporium</i> spp.	3,3	2,5	4,5	2,3	2,5	2,0	1,0	0,0	0,3
<i>Trichoderma</i> sp.	0,0	0,0	1,7	0,0	0,3	0,0	0,3	0,8	0,3
Embalagem de aniagem									
<i>Fusarium moniliforme</i>	35,6	29,3	34,9	37,9	40,6	42,7	37,6	43,4	43,7
<i>Penicillium</i> spp.	8,6	8,5	7,3	10,9	12,8	12,2	6,7	15,8	13,0
<i>Aternaria</i> sp.	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Aspergillus</i> spp.	1,5	1,5	0,5	0,0	1,0	1,0	0,0	0,5	0,3
<i>Cephalosporium</i> spp.	5,0	3,3	1,0	2,3	2,7	2,3	1,7	4,7	5,3
<i>Trichoderma</i> sp.	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0

TABELA 3. 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	11,5 aA	11,3 aAB	94,5 aA	95,5 aA	84,3 aA	86,8 aAB	82,0 aA	83,5 aA	82,5 aA	81,0 aA
2	11,6 aA	11,1 bB	95,3 aA	94,8 aA	86,3 aA	90,3 aAB	80,3 aA	82,3 aA	83,0 aA	85,5 aA
3	11,5 aA	10,9 bB	94,0 aA	95,8 aA	87,8 aA	87,3 aAB	83,5 aA	82,0 aA	83,8 aA	89,3 aA
4	11,6 aA	12,0 aA	94,8 aA	95,0 aA	85,5 aA	75,0 bC	75,3 aA	76,3 aA	86,0 aA	78,0 aA
5	11,5 aA	11,9 aA	96,0 aA	93,8 aA	89,5 aA	90,8 aA	76,8 aA	73,5 aA	84,3 aA	86,0 aA
6	11,6 aA	11,5 aAB	96,0 aA	96,3 aA	91,3 aA	87,3 aAB	81,0 aA	79,0 aA	87,3 aA	88,5 aA
7	11,6 aA	11,6 aAB	94,0 aA	91,3 aA	88,5 aA	81,0 bBC	75,0 aA	74,8 aA	87,0 aA	83,8 aA
8	11,4 aA	11,7 aAB	95,3 aA	94,3 aA	89,8 aA	88,8 aAB	77,5 aA	76,0 aA	87,3 aA	87,3 aA
9	11,4 aA	11,1 aB	95,0 aA	96,3 aA	87,3 aA	86,0 aAB	83,0 aA	80,0 aA	87,5 aA	87,8 aA
Média	11,5 a	11,4 a	95,0 a	94,7 a	87,8 a	85,9 b	79,3 a	78,6 a	85,5 a	85,2 a
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, a 5% de probabilidade.

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.

Nas pilhas com embalagens de aniagem (Tabela 4), o efeito do ambiente no vigor das sementes foi observado através do teste 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.

Os fungos de armazenamento (*Penicillium* spp e *Aspergillus* spp) foram detectados em incidências que variaram, em média, de 0,0 a 0,7%. 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 diferença de comportamento das sementes, nos dois ambientes, pode ser entendida através da análise das variações de temperatura e de umidade dos armazéns (Fig. 2 e 3).

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 a 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 aniagem) 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,

O comportamento da temperatura nos diferentes pontos de amostragem é mostrado nas Fig. 4 e 7. Nota-se que, em todos os armazéns e embalagens, os pontos centrais (1, 4 e 7) mantiveram temperaturas mais elevadas durante o arma-

TABELA 4. 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.

Pontos de amostragem	Umidade		Germinação		Envelhec. artificial		Teste frio		Emergência	
	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C
1	11,6 aAB	12,1 aA	91,3 aB	92,0 aB	80,8 aB	53,3 bB	80,5 aAB	71,5 aB	88,8 aA	70,5 aA
2	11,1 aAB	11,5 aABC	94,0 aAB	95,0 aAB	84,5 aAB	79,0 aA	81,5 aAB	81,3 aAB	86,5 aA	82,0 aA
3	11,1 aB	11,4 aABC	96,8 aA	94,5 aAB	88,5 aAB	81,8 aA	85,0 aA	81,8 aA	87,8 aA	82,3 aA
4	11,5 aAB	11,6 aABC	95,5 aA	93,3 aAB	91,8 aA	76,0 bA	82,8 aAB	76,0 aAB	83,0 aA	78,5 aA
5	11,7 aAB	11,5 aABC	94,0 aAB	94,8 aAB	86,0 aAB	75,3 bA	82,8 aAB	76,3 aAB	82,8 aA	79,0 aA
6	12,0 aA	11,7 aAB	95,3 aA	93,5 aAB	91,3 aA	74,5 bA	80,8 aAB	80,3 aAB	87,3 aA	80,3 aA
7	11,4 aAB	11,4 aABC	95,3 aA	94,5 aAB	88,0 aAB	69,5 bAB	75,5 aB	73,0 aAB	83,0 aA	83,8 aA
8	11,6 aAB	10,7 bC	94,3 aAB	93,5 aAB	88,0 aAB	76,5 bA	78,5 aAB	76,5 aAB	83,5 aA	82,8 aA
9	11,5 aAB	11,0 aBC	95,3 aA	97,5 aA	90,5 aA	80,3 bA	79,3 aAB	75,3 aAB	77,0 aA	83,3 aA
Média	11,5 a	11,4 a	94,6 a	94,3 a	87,7 a	74,0 b	80,7 a	76,9 b	84,4 a	80,3 b
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, a 5% de probabilidade.

zenamento; 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.

Apesar de a temperatura do armazém refrigerado ter sido mantida abaixo de 20°C a partir da terceira semana de armazenamento (Fig. 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 (Fig. 5 e 6). O mesmo comportamento foi observado nos pontos inferiores (1, 2 e 3) da pilha com embalagens de aniagem do armazém refrigerado (Fig. 5). 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), Ferreira (1977) 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 3 e 4; Fig. 4, 5, 6 e 7).

Tanto nas sementes armazenadas em papel, como as mantidas em aniagem, o teste de envelhecimento artificial foi o mais sensível no sentido de detectar as diferenças no vigor, em face das 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 apro-

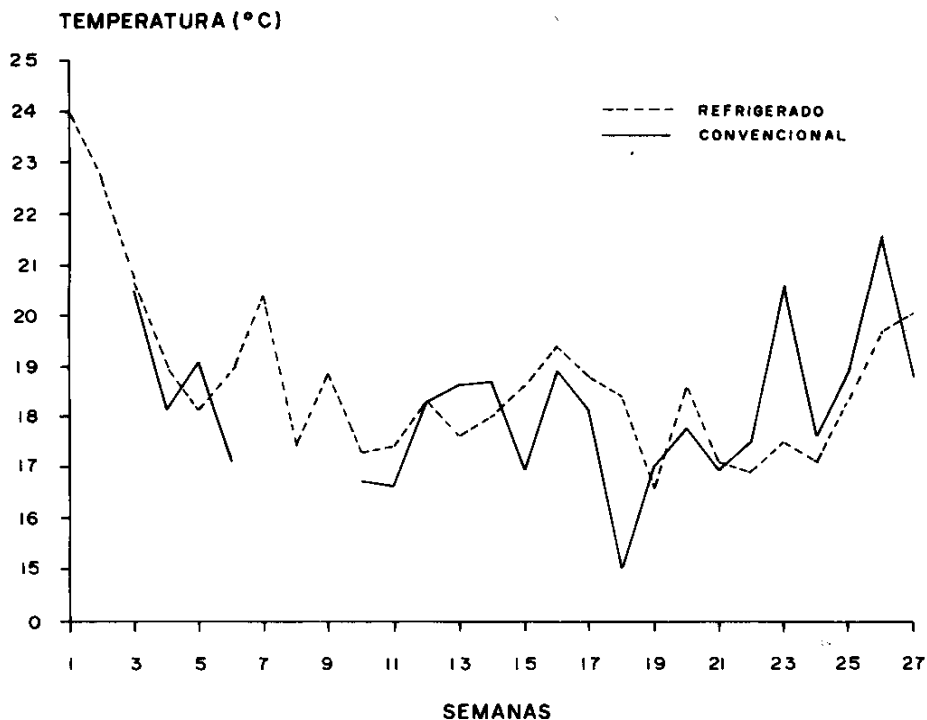


FIG. 2. Temperaturas médias semanais registradas nos armazéns refrigerado e convencional no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP.

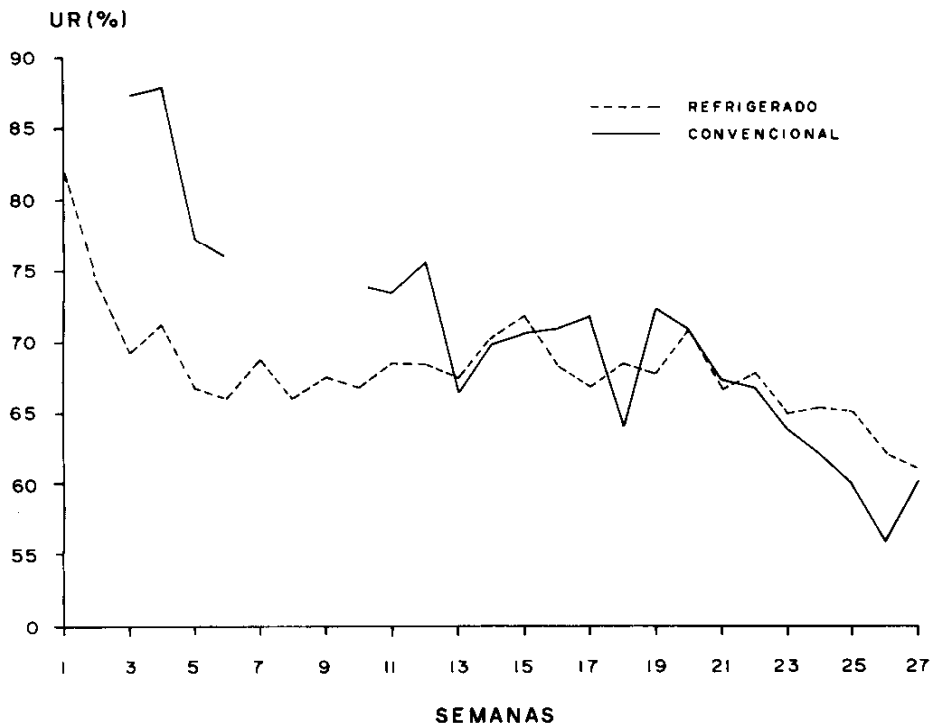


FIG. 3. Umidades relativas médias semanais registradas nos armazéns refrigerado e convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras, SP.

priado, às condições brasileiras de clima tropical e subtropical, do que o teste de frio, originalmente desenvolvido nas condições de clima temperado. Provavelmente pelo fato de as condições de campo haverem sido menos severas do que as dos testes de frio e de envelhecimento acelerado, o teste de emergência não detectou diferenças de significado estatístico entre os tratamentos.

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 (E_1), não foi observado que os pontos de maior incidência de fungos em E_0 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 E_1 , com porcentagens superiores na

embalagem de papel do armazém refrigerado e na embalagem de anigam 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 os 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 da sementes ao final do período de armazenamento.

Com relação à incidência de insetos, a determinação da porcentagem de infestação permitiu verificar que não ocorreram diferenças significativas entre pontos e ambientes nas diferentes épocas.

TEMPERATURA (°C)

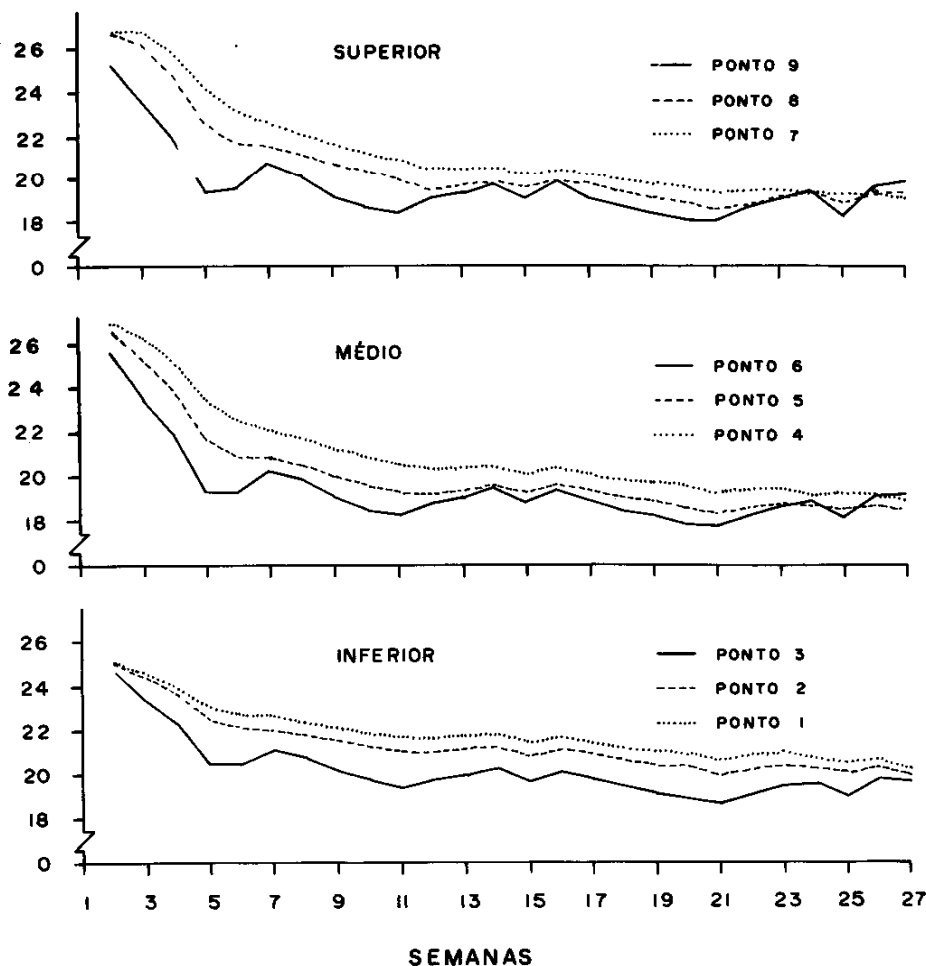


FIG. 4. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de papel do armazém refrigerado, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP.

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.

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 armazenagem, 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, entre outros, que podem afetar negativamente o desempenho das sementes de

TEMPERATURA (°C)

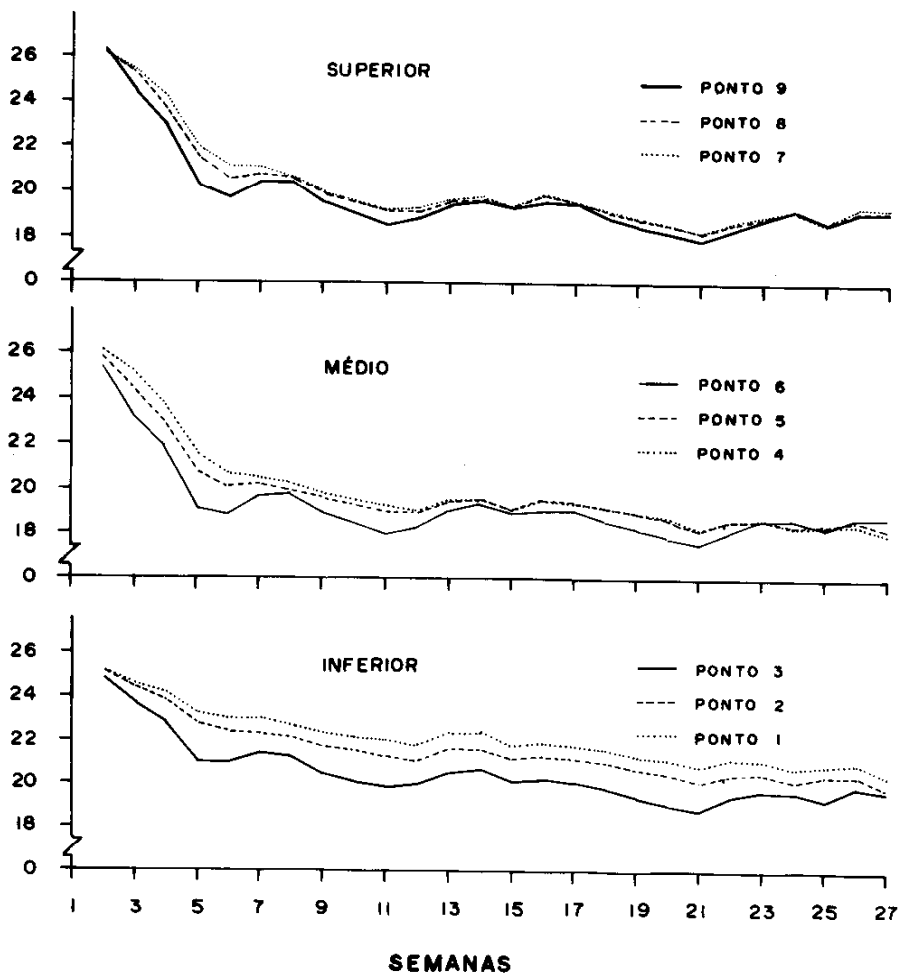


FIG. 5. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de anigem do armazém refrigerado, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP.

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. Pinho (1991), em trabalho de conservação de sementes de milho com incidência de *Fusarium moniliforme*, encontrou resultados su-

periores no teste de frio após seis meses de armazenamento. O autor sugere que com o decorrer do tempo, esse fungo poderia torna-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*.

TEMPERATURA (°C)

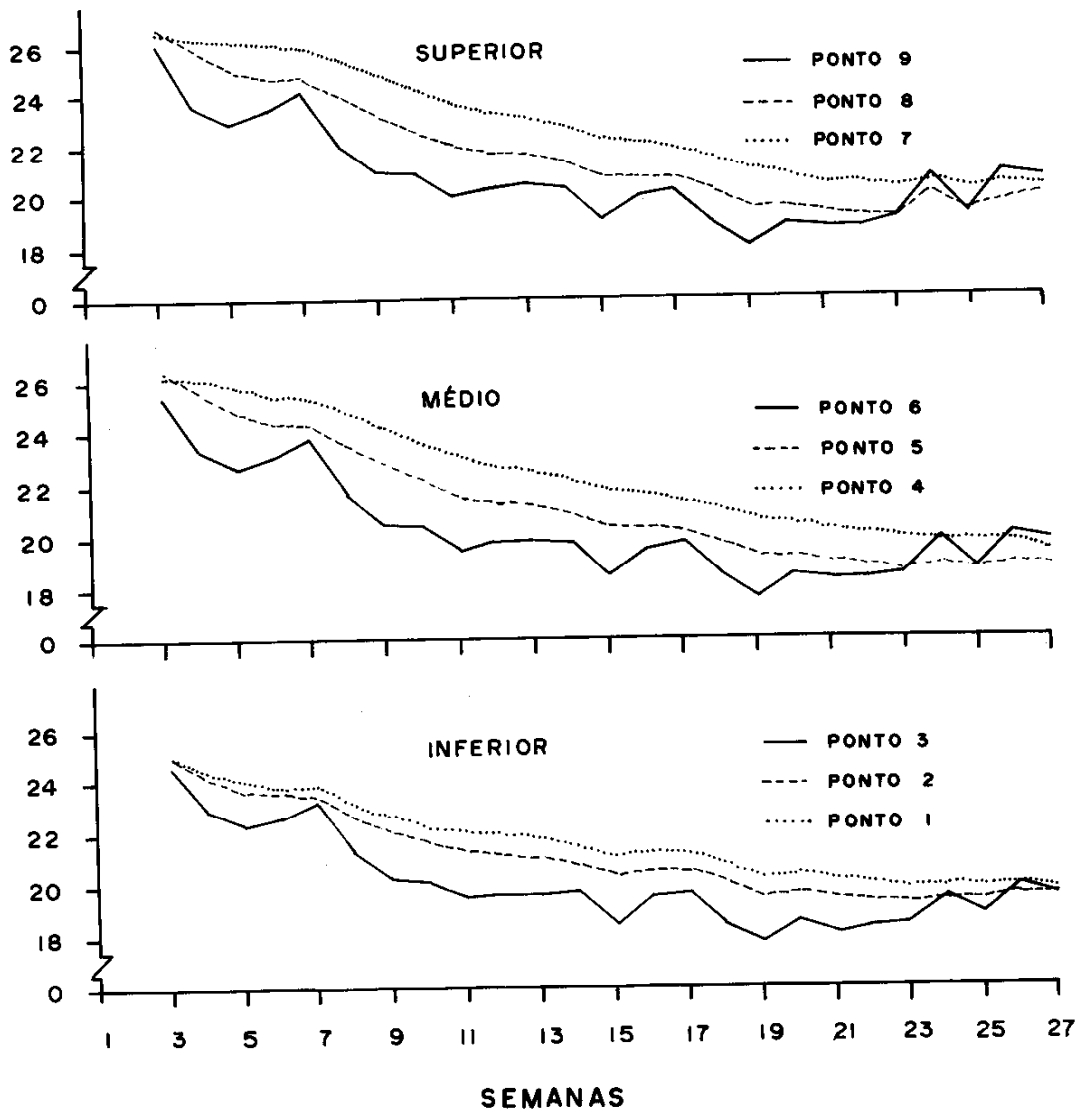


FIG. 6. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de papel do armazém convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP.

TEMPERATURA (°C)

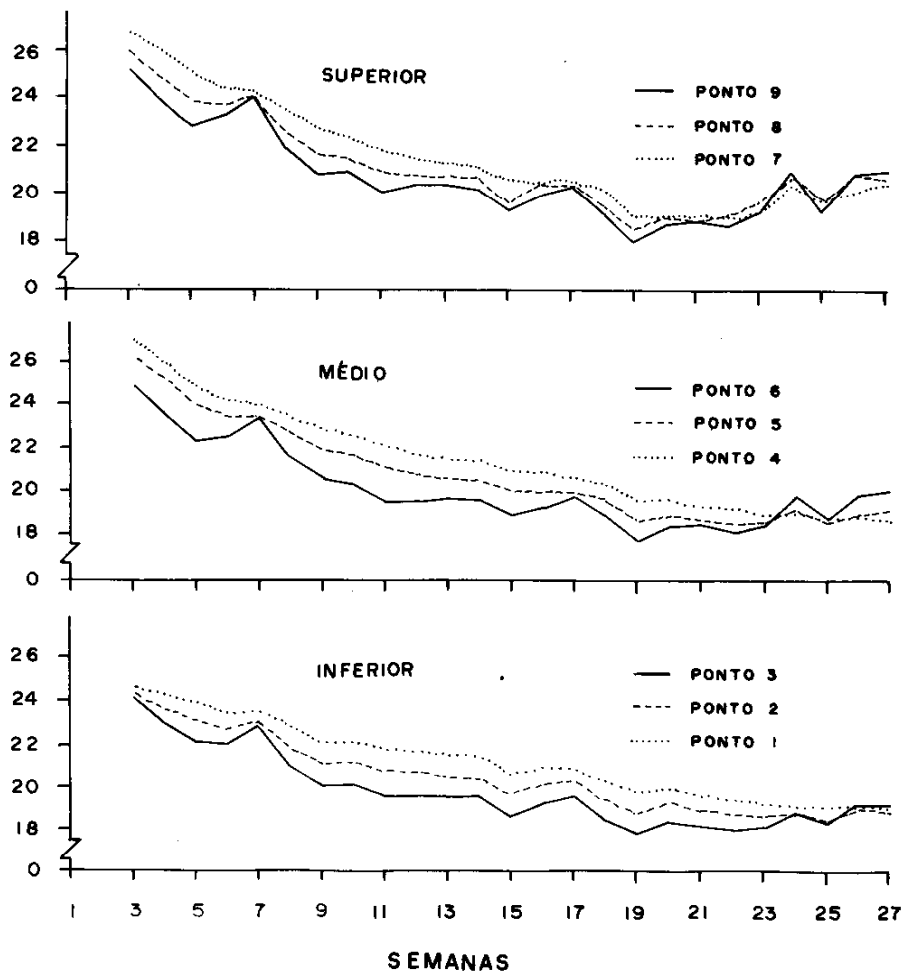


FIG. 7. Temperaturas médias semanais nos pontos de amostragem, dos planos superior, médio e inferior da pilha com embalagem de aniagem do armazém convencional, no período de 04/03/91 a 09/09/91. Santa Cruz das Palmeiras - SP.

CONCLUSÕES

1. A refrigeração do ambiente do armazém permite melhor conservação da qualidade fisiológica de sementes de milho.

2. A intensidade desse efeito pode depender da embalagem empregada.

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

4. 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.

AGRADECIMENTOS

À ESACMA, à ESALQ, ao CNPq e à Sementes AGROCERES S/A, pelo auxílio na condução do experimento.

REFERÊNCIAS

- BACCHI, O. Estudos sobre a conservação de sementes. *Bragantia*, Campinas, v. 17, n.15, p.205-212, 1958.
- BALDO, R.; MARCHETTI, A. Conservazione dei cereali con la refrigerazione. *Tecnica Molitoria*, Pinerolo, v. 38, p. 202-227, 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.
- BRASIL. Ministério de Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de semente**. Brasília, 1980. 188p.
- BURREL, N.J.; LAUNDON, J.H.L. Grain cooling studies - In: Observations during a large scale refrigeration test on damp grain. *Journal of Stored Products Research*, London, v.1. p.125-144, 1967.
- 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, v.1, n.3, p.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, v.50, n.1, p.69-82, 1982.
- ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. Improved equations, the prediction of seed longevity. *Annals of Botany*, London, v.45, n.1, 13-30, 1980.
- FERREIRA, W.A. Estudo da variação da temperatura em grãos de milho (*Zea mays* L.) armazenados. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE ARMAZENAGEM, 2., 1977, Brasília. *Anais...* Brasília: CIBRAZEM, 1977. v.2, p.68-78.
- FUTRELL, M.C.; KILGORE, M. Poor stand of corn and reduction of root growth caused by *Fusarium moniforme*. *Plant Disease Report*, Washington, v.53, p.213-215, 1969.
- JAMES, E. Preservation of seeds stocks. *Advances in Agronomy*, London, v.19, p.87-106, 1967.
- JOHNSON, H.K. Cooling stored grain by aeration. *Agricultural Engineering*, St. Joseph, v.38, n.1, p.238-246, 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).
- LUCCA FILHO, O.A. Testes de sanidade de semente de milho. In: WETZEL, M.M.V.S.; SOAVE, J. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.430-440.
- 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, v.22, n.1, p.1-7, 1987.
- MENTEN, J.O.M. **Primeira semana de atualização em patologia de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1988. 76p.
- MORA, M.A.; ECHANDI, R.Z. Evaluación del efecto de condiciones de almacenamiento sobre la calidad de semillas de arroz (*Oriza sativa* L.) y de mays (*Zea mays* L.). *Turrialba*, San José, v.26, n.4, p.413-416, 1976.
- 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, 1980. Castelgandolfo, *Proceedings...* New York: Elsevier, 1980. p. 437-443. (Developments in Agricultural Engineering, 1).
- PINHO, E.V.R. von. **Influência do tamanho da semente e do tratamento fungicida e inseticida na preservação da qualidade de sementes de milho durante o armazenamento, e seu com-**

- portamento no campo.** Lavras: ESAL, 1991. 112p. Tese de Mestrado.
- QASEN, S.A.; CHRISTENSEN, C.M. Influence of various factors on the deterioration of stored corn by fungi. **Phytopathology**, St. Paul, v.50. p.703-709, 1960.
- RANFELT, C. Controlled atmosphere grain storage in China. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE OF GRAINS, 1980, Castelgandolfo. **Proceedings...** New York: Elsevier, 1980. p.437-443. (Developments in Agricultural Engineering, 1).
- TAO, K.L.J. Vigor "referee" test for soybean and corn. **The Newsletter of the Association of Official Seed Analysts**, Mississippi, v.54, n.1, p.40-58, 1980.
- TOSELLO, A.G. Silos metálicos em clima tropical. **O Agrônomo**, Campinas v.11, n.9/10, p.9, 1959.
- ZINK, E. Vigor de sementes de milho. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2., 1968, Pelotas. **Anais...** Pelotas: [s.n.], 1970. p.231-232.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; SILVEIRA JUNIOR, P. **Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST.** Pelotas: UFPel, 1984. Disquete.