

Secagem de sementes de milho com ar natural forçado¹

Luiz Eichelberger², José Antonio Portella³, Luiz Carlos Gutkoski⁴, João Anaracy Santin⁵

Resumo - O objetivo do trabalho foi estudar o emprego de ar ambiente forçado na secagem de sementes de milho. Foram utilizados silos com 4.200 kg de sementes com graus de umidade de 17,8%, 18,9% e 20,5%. Amostras foram coletadas periodicamente em seis camadas internas de cada silo e analisadas quanto à umidade e à qualidade fisiológica. As sementes resultaram em graus de umidade de 13,0%, 12,5% e 12,8%, respectivamente. No silo com sementes mais úmidas, a média da germinação manteve-se em torno de 85% até 336 horas de secagem e após diminuiu para 81%. O vigor baixou de 72% para 59% com o aumento do tempo de secagem, não sendo afetado pela altura de camada. Com 18,9%, a germinação e o vigor não foram afetados pelo tempo de secagem. Isto permite concluir que ar ambiente forçado com fluxo de 4,0 m³/min/t pode ser utilizado na região de Passo Fundo, RS para secagem de sementes de milho com grau de umidade de até 19%.

Palavras chave - Ar ambiente; Zea mays; silo alambrado; germinação; vigor.

Corn seeds drying with natural forced air

Abstract - The objective of this experiment was to study the utilization of ambient forced air on corn seed drying. Silos with 4,200 kg of seeds with moisture content of 17.8%, 18.9% and 20.5% were used. Samples were collected periodically at six internal layers of each silo and analyzed as for moisture content and physiological quality. Drying reduced moisture contents of the seeds to 13.0%, 12.5% and 12.8%, respectively. In the silo with the moistest seeds, average seed germination stayed around 85% up to 336 hours of drying and after it decreased to 81%. Vigour lowered from 72% to 59% during the drying period, not being affected by layer height. With 18,9%, germination and vigour were not affected by the drying time. It can be concluded that ambient forced air with air flow of 4.0 m³/min/ton can be used the Passo Fundo, RS region to dry corn seeds with moisture content up to 19%.

Key words - Ambient air; Zea mays; wired silo; germination; vigour.

INTRODUÇÃO

A colheita antecipada de sementes tem sido recomendada e adotada pelos produtores de sementes, pois proporciona a redução de perdas na colheita, evita condições ambientes adversas na fase final e resulta em maior qualidade e menos danos mecânicos na colheita. Segundo Moraes (2000), a perda de qualidade das sementes após a maturidade fisiológica depende da espécie, do cultivar, das condições de campo antes da colheita e das operações de pós-colheita. Assim, a secagem das sementes é um processo crítico dentro do manejo pós-colheita (VILLELA e SILVA, 1992; PESKE e BARROS, 1997; BAUDET et al., 1999) e, juntamente com as condições de armazenamento, é determinante da qualidade das sementes para semeadura (ROBERTS, 1986). Para adequada conservação das sementes durante

o armazenamento, a secagem até níveis entre 12% e 13% de umidade é condição fundamental (SILVA FILHO, 1999).

A tecnologia de aeração consiste em forçar fluxo de ar através de uma camada de sementes com o objetivo de modificar o microclima da massa de sementes armazenadas, tornando-o desfavorável ao desenvolvimento de organismos nocivos ou prejudiciais e, ao mesmo tempo, criar condições favoráveis à conservação prolongada das mesmas (FARONI e DEVILLA, 2001). O objetivo básico da aeração é baixar a temperatura das sementes. O resfriamento até 8 °C em regiões temperadas ou 12 a 15 °C em regiões subtropicais é suficiente para deter a proliferação de insetos e limitar a contaminação por fungos (LASSERAN, 1993).

Segundo Roa e Villa (1977), a secagem de sementes utilizando-se ar natural forçado é um processo simples e pode ser realizada em silos completamente

¹ Trabalho financiado pelo CNPq, executado em parceria entre Embrapa Trigo e Universidade de Passo Fundo em colaboração do Grupo Fockink. Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 294, Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS - luizei@cnpt.embrapa.br.

² Engenheiro Mecânico, Doutor, Pesquisador da Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 294, Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS - portella@cnpt.embrapa.br.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor da Universidade de Passo Fundo, Rodovia BR 285, km 171, Bairro São José, Caixa Postal 611, 99001-970, Passo Fundo, RS - gutkoski@upf.tche.br.

⁴ Químico Industrial, Doutor, Professor da Universidade de Passo Fundo, Rodovia BR 285, km 171, Bairro São José, Caixa Postal 611, 99001-970, Passo Fundo, RS - santin@upf.tche.br.

cheios, obtendo-se alta eficiência térmica. Além disso, evita o manuseio das sementes, reduzindo o risco de danos mecânicos. Em trabalho com grãos de milho, Eichelberger et al. (2006), concluíram que a secagem com ar ambiente forçado é capaz de reduzir a umidade de grãos de milho para 13% no outono em Passo Fundo, sendo técnica e economicamente viável

Quando ar ambiente forçado é utilizado para retirada de água de sementes, o processo é dependente das propriedades psicrométricas do ar e é utilizado em regiões com umidade relativa do ar mais baixa. Ao utilizar ar ambiente forçado para secagem de milho de 18% para 13,8% de umidade, Rodriguez (1994) concluiu que as sementes não sofreram redução de poder germinativo durante a secagem, e que o sistema é altamente eficiente energeticamente. No entanto, o custo operacional foi elevado. Em trabalho realizado em Pelotas/RS, Garcia et al. (2001) verificaram que sementes de trigo com 18% de umidade podem ser secadas até 13% em secador estacionário de fundo falso utilizando ar natural forçado sem causar efeitos imediatos prejudiciais à qualidade fisiológica.

Evidencia-se, assim, a necessidade de pesquisas locais para avaliar a qualidade final das sementes, justamente por ser o sistema altamente dependente das características psicrométricas do ar.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o emprego de ar ambiente forçado na secagem de sementes de milho em equipamentos nos quais as mesmas permanecem armazenadas até o beneficiamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Centro de Pesquisas Agropecuárias (CEPAGRO) da Universidade de Passo Fundo (UPF), onde foram implantadas três lavouras de milho (*Zea mays*, L) do híbrido P30R32, com intervalo de semeadura de 20 dias, a partir de 10 de outubro de 2005 e conduzidas de acordo com tecnologia recomendada para a cultura. As sementes das três lavouras foram colhidas com colhedora no mesmo dia (13 de março de 2006).

Foram utilizados três silos do tipo alambrado com fundo falso perfurado, com diâmetro de 1,5 m e altura de

3,2 m, construídos sobre plenum de concreto, cada um equipado com ventilador com motor de 1,5 HP, gerando fluxo de ar de 4,0 m³/min/t com o silo cheio. Em cada silo foram acondicionados 4.200 kg de sementes oriundas das lavouras de cada época de semeadura, sem pré-limpeza e com grau de umidade de 20,5% (silo A), 18,9% (silo B) e 17,8% (silo C). O experimento foi organizado em delineamento inteiramente casualizado com três fatores: umidade de colheita, altura de camada e tempo de secagem.

Os ventiladores foram ligados ininterruptamente até 14 dias e após, somente durante o dia, quando não havia ocorrência de chuvas. A secagem foi encerrada quando o grau de umidade de 14% da frente de secagem atingiu a camada superior da massa de sementes.

Amostras foram coletadas em 0, 4, 8, 14 e 22 dias (silo C), 25 dias (silo B) e 30 dias (silo A), em seis camadas horizontais internas de cada silo (10 cm, 60 cm, 110 cm, 160 cm, 210 cm e 260 cm de altura de camada, a partir do fundo do silo). Como repetição dos tratamentos, cada altura de camada foi amostrada três vezes ao longo na circunferência do silo, através de aberturas, com amostrador com alcance até o centro do silo. As amostras úmidas foram secas em secador estacionário de leito fixo, à temperatura de 38°C, até 13% de grau de umidade. As análises foram realizadas conforme metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). O grau de umidade foi determinado pelo método da estufa a 105±3°C por 24 horas. O teste de germinação, bem como a avaliação de sementes mortas e de plântulas anormais, foi efetuado em germinador a 25°C em rolos de papel germitest, umedecidos com volume de água 2,5 vezes o seu peso. As contagens foram efetuadas aos quatro e oito dias. Para avaliar o vigor foi utilizado o teste de envelhecimento acelerado (EA) em que as sementes foram envelhecidas em câmara tipo BOD, à temperatura de 43°C por 72 horas, em caixas de plástico do tipo gerbox, sobre tela de plástico com 40 mL de água no fundo. Após o envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação efetuado em germinador a 25°C em rolos de papel germitest, umedecidos com volume de água 2,5 vezes o seu peso. As contagens foram efetuadas aos quatro e oito dias. Também foi monitorada a umidade relativa

do ar, a temperatura e a precipitação pluvial durante o período de secagem através da Estação Meteorológica da Embrapa Trigo. O tempo de operação dos ventiladores foi medido por horímetro.

Foi feita análise de variância para estudo dos efeitos das interações tempo de secagem x altura de camada, tempo de secagem x umidade de colheita e altura de camada x umidade de colheita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados meteorológicos de precipitação pluvial, de temperatura média e de umidade relativa média do ar (UR) média encontram-se na Figura 1. Observou-se que nos primeiros cinco dias não houve precipitação pluvial e a UR manteve-se abaixo de 60%. Seguiram-se 12 dias com precipitações pluviais intermitentes, período em que a UR se manteve, em média, ligeiramente acima de 80%. Quatorze dias sem precipitação pluvial ou de baixa intensidade completaram o período de secagem. A temperatura média se manteve mais elevada nos primeiros 12 dias, em torno de 23°C, baixando para aproximadamente 19°C até o final do período de secagem, comportamento normal para o outono no Sul do Brasil. Isso fez com que a UR se mantivesse mais elevada nesse período em relação ao início do período de secagem.

A Figura 2 mostra o comportamento da umidade das sementes de milho, por camada de 50 cm, durante o período de secagem. Nas datas das amostragens, os ventiladores haviam funcionado por zero, 94, 186, 323 e 420 (silo com 17,8%); 439 (silo com 18,9%) e 488 (silo com

20,5%) horas. Até 27 de março os ventiladores operaram, em tempo integral, por 323 horas (aproximadamente 14 dias). Após essa data, quando a umidade média das sementes nos três silos havia baixado de 15%, os ventiladores foram ligados somente durante o dia nos períodos sem precipitação pluvial ou nebulosidade.

Os efeitos das interações de tempo de secagem e altura de camada, de tempo de secagem e umidade de colheita e de altura de camada e umidade de colheita sobre o grau de umidade das sementes foram significativos. Independentemente da umidade de colheita e da camada interna dos silos, observou-se decréscimo da umidade das sementes durante o período de secagem. No entanto, este decréscimo foi mais lento quanto mais elevada a localização da camada de sementes. Observou-se que, com quatro dias de aeração (94 horas), nos três silos, a camada inferior (até 60 cm) havia baixado o grau de umidade para menos de 14%, decrescendo ainda cerca de dois pontos percentuais até o final do período de secagem. Nas camadas superiores, observou-se decréscimo inicial mais lento da umidade, acelerando no final do período de secagem, quando a frente de secagem atingiu a superfície da massa de sementes.

Apesar da diminuição da umidade ter sido linear, entre as datas de 17 e 21 de março, ou seja, entre a segunda e a terceira coleta, nos três silos, as camadas mais secas apresentaram acréscimos de umidade devido à ocorrência de precipitações pluviais e conseqüente elevação da UR (Figura 1), evidenciado a dependência deste sistema de secagem desta condição climática. Observando-se o

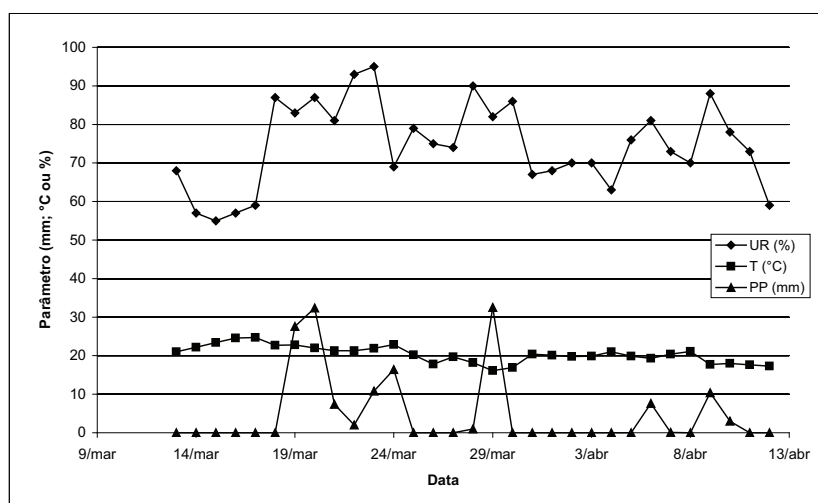


Figura 1 - Precipitação pluvial (PP), temperatura média (T) e umidade relativa média do ar (UR) medidas durante o processo de secagem de sementes de milho usando ar natural forçado.

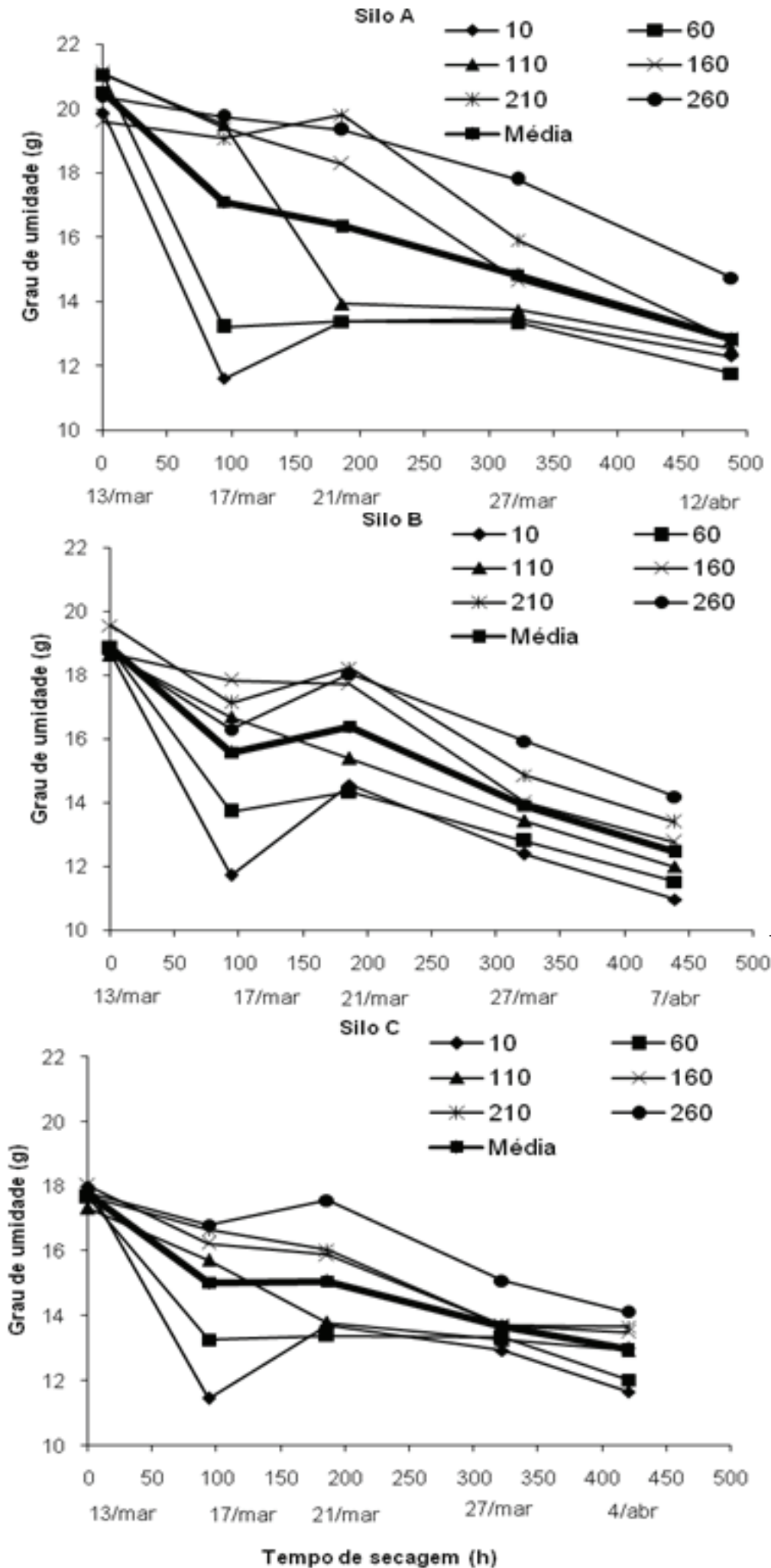


Figura 2 - Grau de umidade média e de seis alturas de camada (10 cm, 60 cm, 110 cm, 160 cm, 210 cm e 260 cm) de três silos (A, B e C) contendo sementes de milho colhidas com três níveis de umidade (20,5%, 18,9% e 17,8%, respectivamente) submetidas a secagem usando ar natural forçado.

comportamento das camadas de baixo para cima nos três silos durante esse período, a camada que mais aumentou o grau de umidade foi a de 10 cm do fundo por estar exposta ao primeiro ar úmido e ocorreu devido à troca de umidade entre este ar úmido e as sementes secas. A segunda camada (60 cm) praticamente não absorveu água. Essas duas camadas já estavam abaixo de 14 % de umidade. O ar já mais seco, devido à absorção de água pelas camadas mais secas, proporcionou que a terceira camada (110 cm) secasse, mesmo durante o período de UR elevada. Isto ocorreu nos três silos. Com a reabsorção de água pelo ar, as três camadas superiores tenderam a umedecer nos silos com sementes mais secas (silos B e C) e a secar no silo com sementes mais úmidas (silo A). Ao final do período de secagem, o gradiente de umidade entre a camada inferior e a superior foi semelhante nos três silos, em média de 2,6 pontos percentuais. Esse gradiente condiz com o encontrado por Garcia et al. (2001) para trigo e por Paula (1992) para soja, nos valores entre 2,4 e 5,0 pontos percentuais de diferença entre a camada superior e inferior da massa de sementes. No entanto esses autores utilizaram fluxos de ar inferiores ao utilizado neste trabalho.

Os silos A (20,5% de umidade inicial), B (18,9%) e C (17,8%) resultaram em grau de umidade médio de 12,8%, 12,5% e 13,0% ao final de 488 horas, 439 horas e 420 horas de secagem, respectivamente. Secando sementes de trigo em Pelotas-RS no mês de novembro de 17,8% para 13% de umidade, com altura de camada de 5,25 m, Garcia et al. (2001) demoraram 300 horas e concluíram que o processo é tecnicamente viável, pois não houve alteração na qualidade fisiológica das sementes. A maior demora de secagem no presente trabalho pode ser explicada pela ocorrência de chuvas durante esse período, pelo maior tamanho da semente de milho em relação ao trigo e, provavelmente, pelas condições ambientais diferentes entre os locais e épocas do ano.

Quanto à germinação e às sementes mortas, as interações de tempo de secagem e altura de camada, de tempo de secagem e umidade de colheita e de altura de camada e umidade de colheita foram significativas, enquanto que para plântulas anormais, apenas a interação tempo de secagem e umidade de colheita foi

PESQ. AGROP. GAÚCHA, PORTO ALEGRE, V.15, N.2, P.159-169, 2009.

significativa. As sementes utilizadas nesse trabalho foram colhidas sob condições de severo dano mecânico, uma vez que 12,1% das sementes apresentaram dano mecânico visível. Esse elevado dano mecânico associado à elevada umidade de colheita evidencia que provavelmente houve danos por amassamento. Possivelmente por isso, a germinação média inicial dos dois silos com sementes mais secas ficou em 85% (Figura 3) e a do silo A, com sementes mais úmidas, ficou em 83%. Com umidade mais elevada, o efeito do dano mecânico por amassamento é maior (AGUIRRE e PESKE, 1992). Apesar de estarem acima do padrão mínimo, as germinações iniciais obtidas no presente trabalho foram relativamente baixas para sementes de milho, considerando que no comércio, em geral, a germinação supera 95%.

Observados os dados de germinação nos três silos, constata-se que houve elevação da germinação nos primeiros dias de secagem, possivelmente causada pela reparação de pequenos e imperceptíveis danos causados pelo amassamento, cujo efeito é latente, expressando-se algum tempo depois (AGUIRRE e PESKE, 1992). Esta reparação é possivelmente causada pela secagem lenta em que a respiração das sementes se prolonga e a síntese de substâncias pode recompor esses danos (BEWLEY e BLACK, 2004). Nos silos com sementes mais secas (B e C), chegou a 90%, enquanto que no silo com sementes mais úmidas (A) isso ocorreu apenas nas camadas mais baixas (10 e 60 cm). O decréscimo da germinação no final do período de secagem possivelmente deveu-se ao efeito latente do dano mecânico associado à demora de secagem. Esse decréscimo foi mais acentuado nas camadas mais altas, principalmente no silo com sementes mais úmidas. Essa reparação está manifestada pela diminuição de plântulas anormais observada no teste de germinação no início do período de secagem, o que ocorreu nos três silos (Figura 4). No final do período de secagem, possivelmente devido ao efeito latente do dano mecânico associado à demora na secagem, ocorreu aumento das anormalidades nas plântulas.

A morte de sementes (Figura 5) ocorreu pelo efeito da demora de secagem no silo A, com sementes mais úmidas, que foi tanto maior quanto mais elevada foi a localização das camadas deste silo. Nos demais silos,

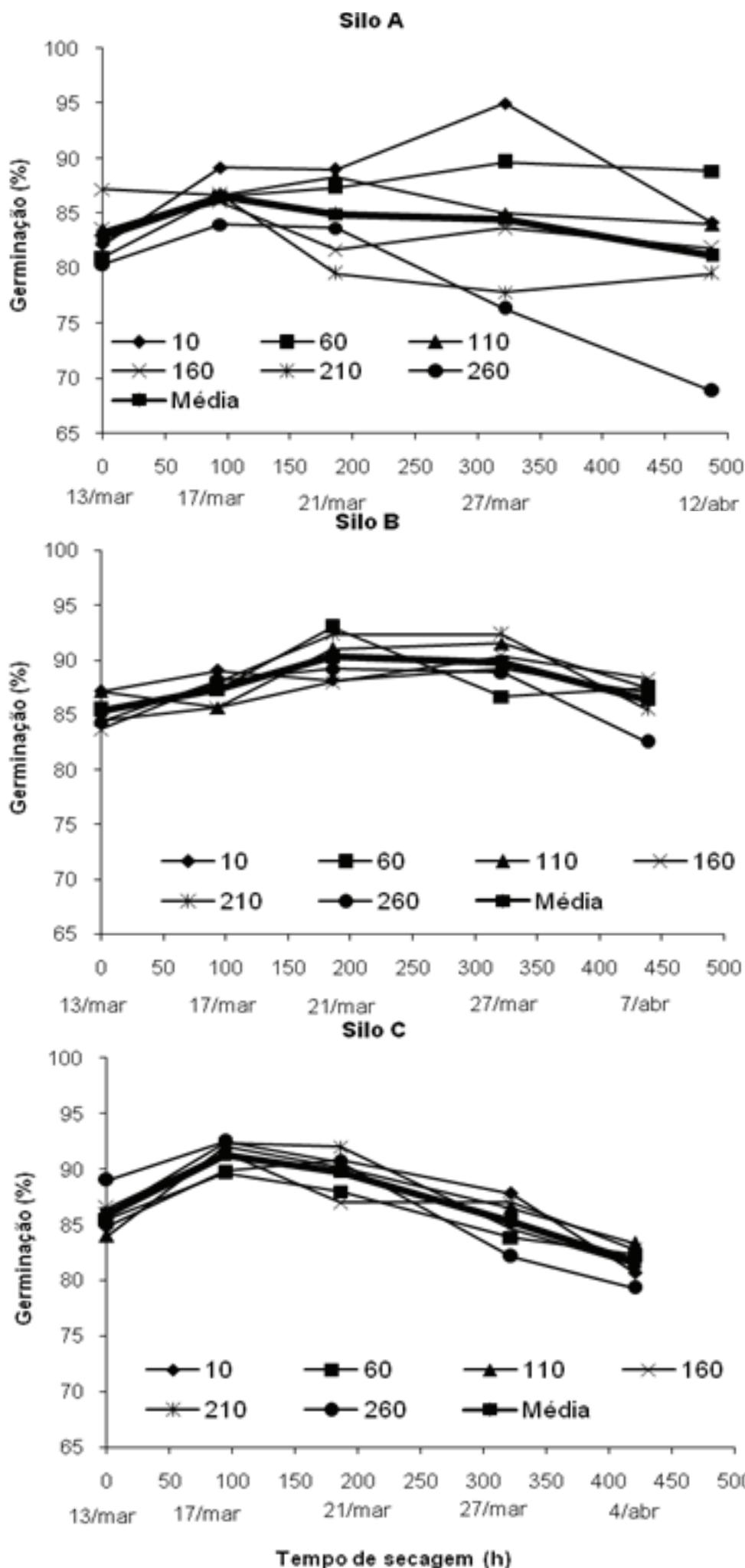


Figura 3 – Germinação média e de seis alturas de camada (10 cm, 60 cm, 110 cm, 160 cm, 210 cm e 260 cm) de três silos (A, B e C) contendo sementes de milho colhidas com três níveis de umidade (20,5%, 18,9% e 17,8%, respectivamente) submetidas a secagem usando ar natural forçado.

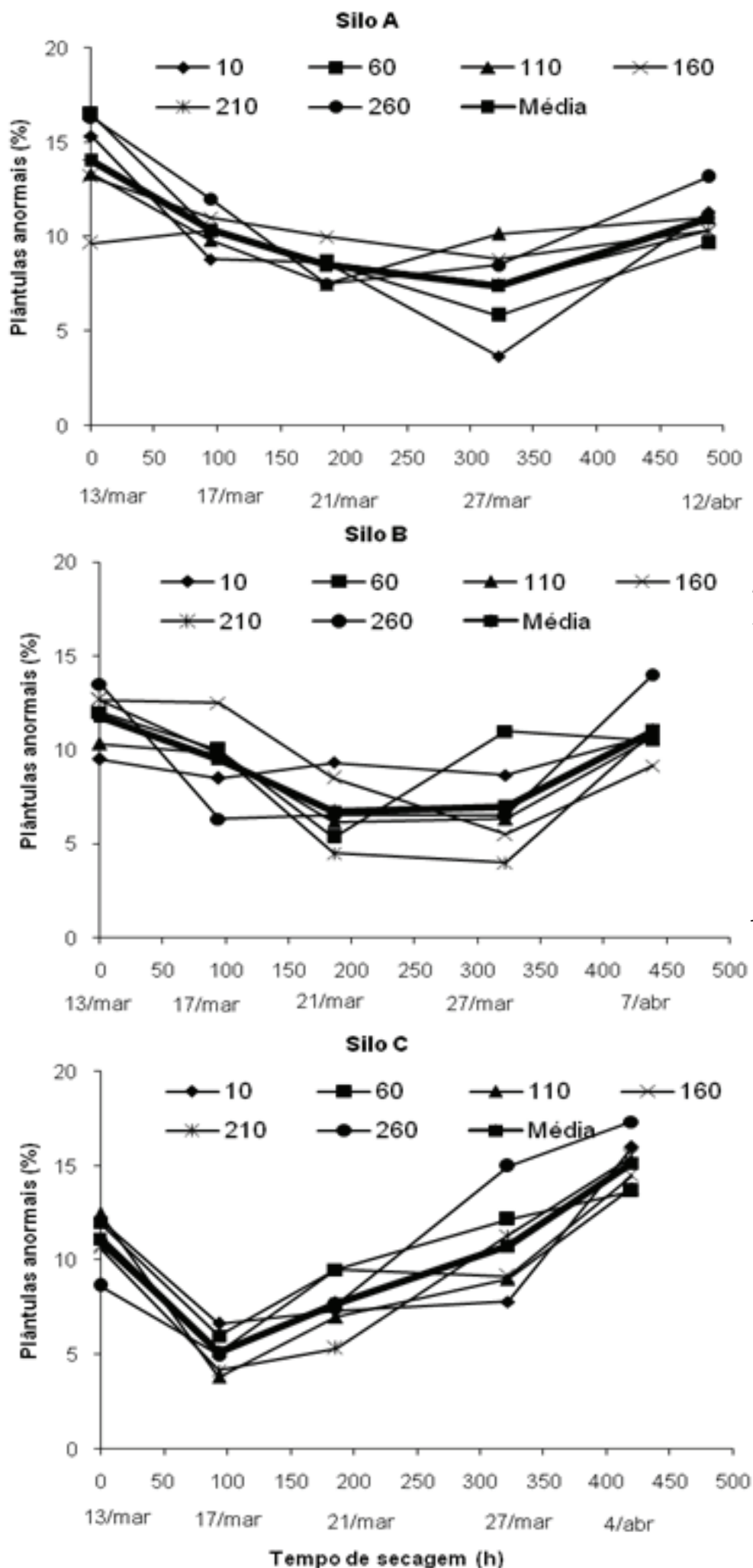


Figura 4 - Porcentagem de plântulas anormais média e de seis alturas de camada (10 cm, 60 cm, 110 cm, 160 cm, 210 cm e 260 cm) de três silos (A, B e C) contendo sementes de milho colhidas com três níveis de umidade (20,5%, 18,9% e 17,8%, respectivamente) submetidas a secagem usando ar natural forçado.

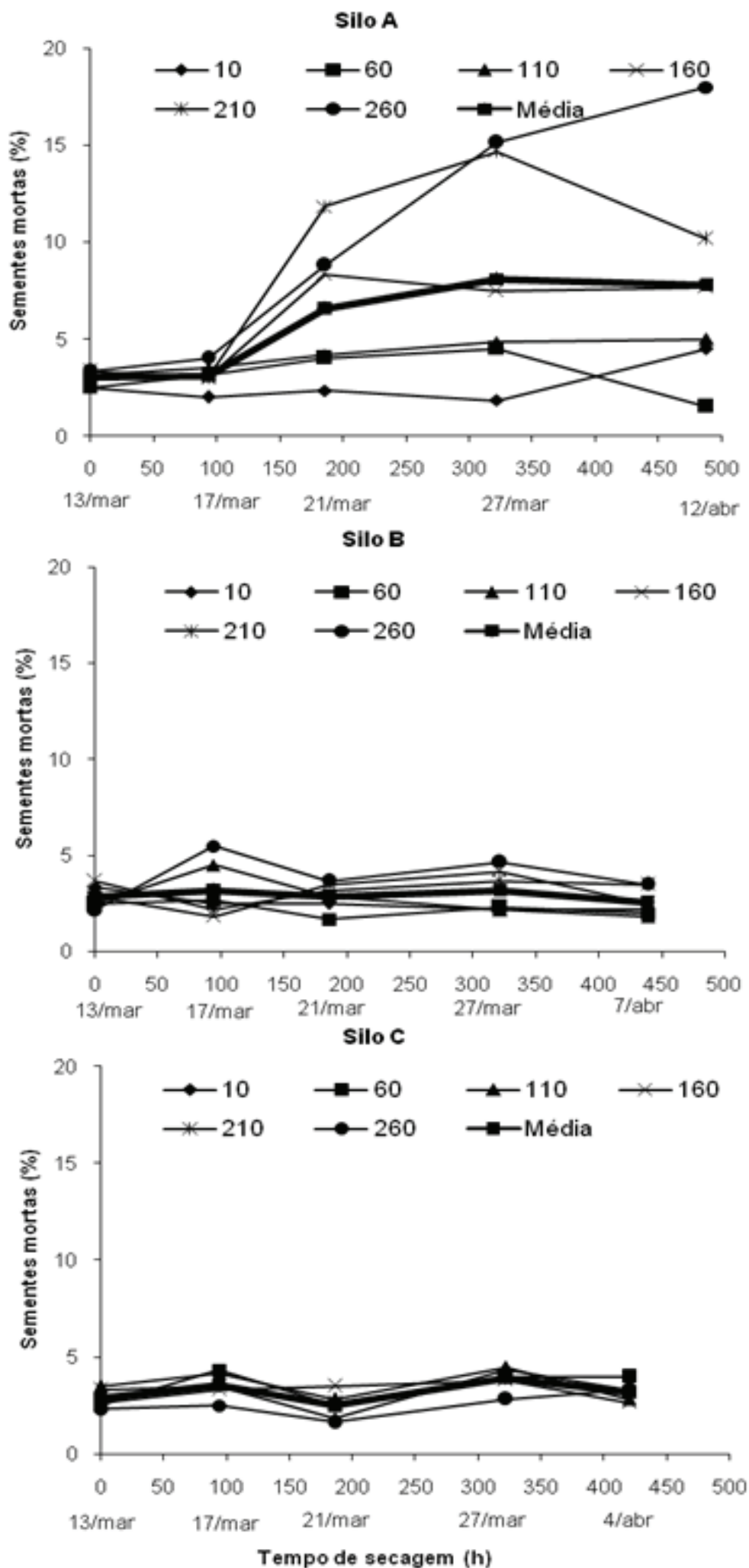


Figura 5 - Porcentagem de sementes mortas média e de seis alturas de camada (10 cm, 60 cm, 110 cm, 160 cm, 210 cm e 260 cm) de três silos (A, B e C) contendo sementes de milho colhidas com três níveis de umidade (20,5%, 18,9% e 17,8%, respectivamente) submetidas a secagem usando ar natural forçado.

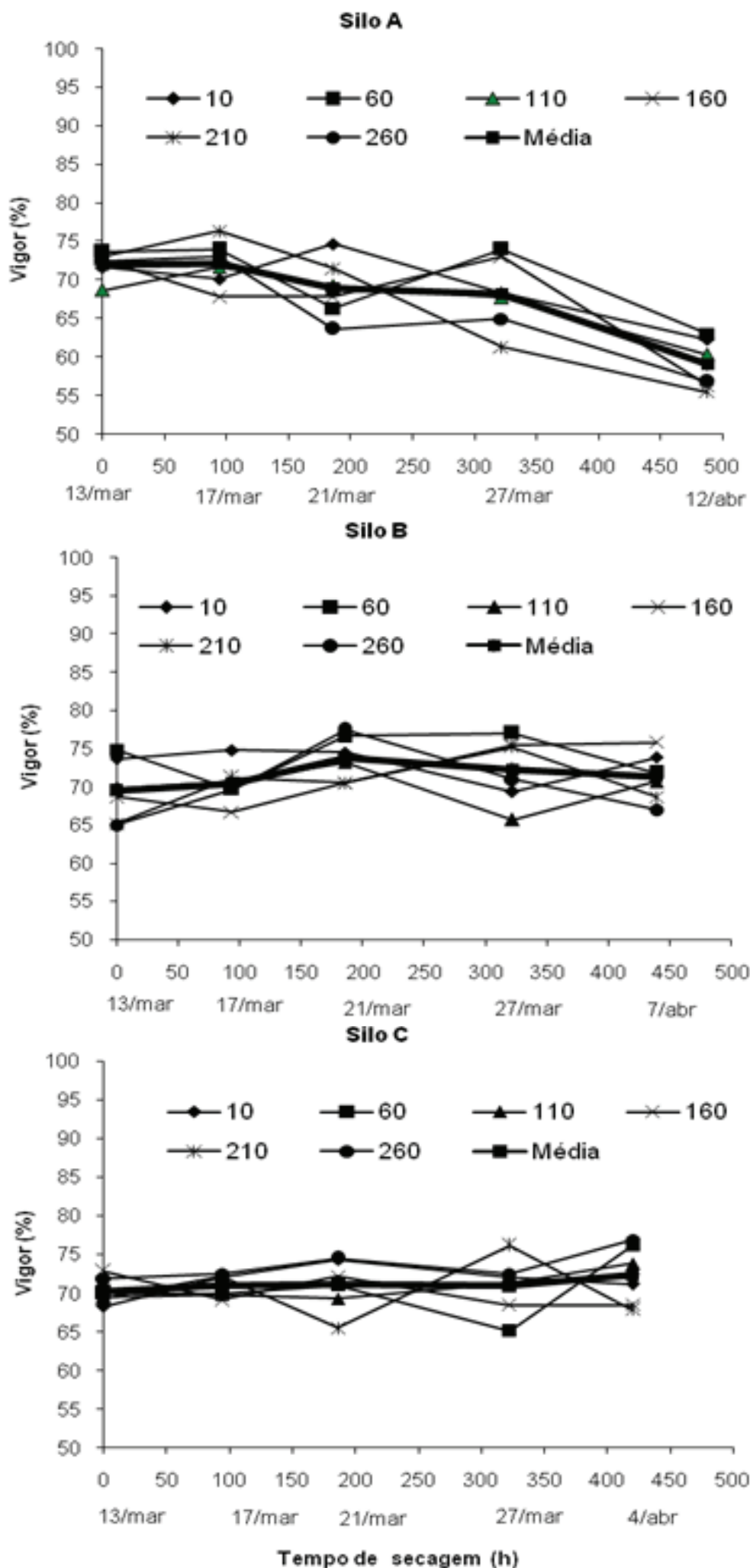


Figura 6 - Vigor médio e de seis alturas de camada (10 cm, 60 cm, 110 cm, 160 cm, 210 cm e 260 cm) de três silos (A, B e C) contendo sementes de milho colhidas com três níveis de umidade (20,5%, 18,9% e 17,8%, respectivamente) submetidas a secagem usando ar natural forçado.

com sementes mais secas, a percentagem de sementes mortas se manteve constante durante o período de secagem, com média de 3%. O mesmo ocorreu no silo A, com umidade inicial de 20,5%, até 94 horas de secagem e nas duas camadas inferiores durante todo o período de secagem. Isso demonstra que a morte dessas sementes ocorreu ainda no campo ou durante o processo de colheita, neste último caso decorrente dos danos mecânicos. Nas demais camadas do silo A, a partir de 94 horas de secagem, o número de sementes mortas aumentou com o tempo de secagem e foi tanto maior quanto mais alta a camada dentro do silo. A camada mais elevada teve 18% de sementes mortas ao final do período de secagem. Garcia et al. (2005) com sementes de trigo e Rangel et al. (1997) com sementes de arroz constataram que sementes secadas com ar natural para 13% não apresentaram efeitos prejudiciais imediatos à germinação.

No silo A, a germinação das camadas superiores foi prejudicada pelo retardamento da secagem, sendo tanto mais baixa quanto mais elevada foi a camada dentro do silo ao final do período de secagem (Figura 3). A média de germinação deste silo foi de 81% no final do período de secagem, no entanto apresentou 84% de germinação na camada mais baixa e somente 69% na camada mais elevada do silo no final do período de secagem. Quando se observa a germinação média, esta se manteve em torno de 85% até 336 horas de secagem e após diminuiu para 81%. A Figura 6 mostra que apenas a interação tempo de secagem e umidade de colheita foi significativa com perda de vigor das sementes. No silo A, com sementes mais úmidas, em função do tempo de secagem, em todas as camadas o vigor baixou, em média, de 72% para 58%. Tanto pelo comportamento da média da germinação e

do vigor, como pela germinação e vigor dentro de cada camada, observou-se que houve efeito deletério desse sistema de secagem sobre a qualidade fisiológica da semente neste silo, o que pode ser atribuído à elevada umidade de colheita das sementes nele colocadas, associada às condições de elevada UR que retardou a secagem.

No silo B, com grau de umidade de 18,9%, a média da germinação foi de 86% no final do período de secagem (Figura 3), enquanto que no silo C, com 17,8% de umidade, esta germinação foi de 82%, acima de 80%, mínimo permitido pela legislação para comercialização. Conforme se observa na Figura 6, o tempo de secagem e a altura de camada não afetaram ao vigor nesses dois silos, sendo a média de ambos de 71%. Empregando a mesma metodologia do presente trabalho, Eichelberger et al. (2006) estudaram aspectos econômicos e concluíram que o sistema é técnica e economicamente viável, primeiro, porque foi capaz de reduzir a umidade até 13% e, segundo, porque o custo de consumo de energia ficou entre R\$ 1,42 e R\$ 1,31 por saco de 60 kg, considerando o preço unitário de então da energia elétrica de R\$ 0,226090 por KWh.

CONCLUSÕES

Ar ambiente forçado com fluxo de 4,0 m³/min/t foi capaz de reduzir a umidade de sementes de milho para 13%, sendo tecnicamente viável.

Ar ambiente forçado, quando utilizado para secagem de sementes de milho com grau de umidade de até 19%, não causou danos à qualidade fisiológica das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, R. PESKE, S.T. Manual para el Beneficio de Semillas. 2 ed. Cali: CIAT, 1992. 248p.
BAUDET, L.M.L.; VILLELA, F.A.; CAVARIANI, C. Princípios de Secagem. Seed News, Pelotas, n.10, p.20-27, 1999.
BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: Physiology of Development and Germination. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regras para Análise de Sementes. Brasília: MAPA, 1992. 365 p.

EICHELBERGER, L.; PORTELLA, J.A.; GUTKOSKI, L.C.; SANTIN, J.A. Secagem de Grãos de Milho com Ar Natural Forçado: Resultados Preliminares. 2006. REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO, 51., REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE SORGO, 34, PESQ. AGROP. GAÚCHA, PORTO ALEGRE, v.15, n.2, p.159-169, 2009.

- Passo Fundo, 2006. Anais... Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006, CD-ROM.
- FARONI, L.R.D. & DEVILLA, I.A. Tecnologia de Aeração e Resfriamento de Grãos. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS COLHEITA SAG-MERCOSUL, 2, Londrina, 2001. Resumos e palestras. Londrina: FAPEAGRO, 2001. p. 298-327.
- GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. Secagem Estacionária de Sementes de Trigo com Ar Ambiente Forçado. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.23, n.2, p.275-280, 2001.
- GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. Qualidade Fisiológica de Sementes de Trigo Submetidas à Secagem Estacionária com Ar Ambiente Forçado. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.27, n.1, p.158-166, 2005.
- LASSERAN, J.C. Mejoramiento del Manejo de la Ventilación y del Sistema de Conduitos para Controlar la Calidad de los Granos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE GRÃOS, 1993, Canela. Anais... Canela: CESA / FAO, 1994. p.197-213.
- MORAES, M.L.B. Comportamento da Pressão Estática e da Frente de Secagem em uma Coluna de Sementes de Arroz. 2000. 50f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas.
- PAULA, P.R.T. Secagem de Sementes de Soja em Baixas Temperaturas e Pequenos Fluxos de Ar. 1992. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas.
- PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Produção de Sementes de Arroz. In: PESKE, S.T.; NEDEL, J.L.; BARROS, A.C.S.A. (Eds.). Produção de Semente de Arroz Irrigado. Pelotas: UFPel, 1997. p.351-412.
- RANGEL, M.A.S.; ZIMMER, G.J.; VILLELA, F.A. Secagem Estacionária de Sementes de Arroz com Ar Ambiente. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.32, n.10, p.1081-1090, 1997.
- ROA, G.; VILLA, L.C. Secagem e Armazenamento de Grãos e Sementes em Silos Mediante a Utilização do Ar Ambiente com Auxílio de Coletores Solares. Campinas: UNICAMP, 1977. 51P.
- ROBERTS, E.H. Quantifying Seed Deterioration. In: SEGOE, S. Physiology of Seed Deterioration. Madison: Crop Science Society of America, 1986. p.101-123.
- RODRIGUEZ, J.C. Evaluación de un Sistema de Secado de Granos com Aire Natural. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE GRÃOS, 1993, Canela. Anais... Canela: CESA / FAO, 1994. p.215-234.
- SILVA FILHO, P.M. Processo de Secagem, Desempenho da Semente e Qualidade Industrial de Trigo. 1999. 64f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999.
- VILLELA, F.A.; SILVA, W.R. Curvas de Secagem de Sementes de Milho Utilizando o Método Intermitente. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.49, n.1, p.145-153, 1992.