



Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Brasil

Schuh, Gelson C.; Antunes, Luidi E. G.; Ferrari Filho, Edar; Dionello, Rafael G.; Bender, Renar J.  
Secagem de linhagens de milho colhido em espiga para seleção de plantas-mãe na produção de  
sementes

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 8, núm. 1, 2013, pp. 8-14  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119025752025>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## Secagem de linhagens de milho colhido em espiga para seleção de plantas-mãe na produção de sementes

Gelson C. Schuh<sup>1</sup>, Luidi E. G. Antunes<sup>1</sup>, Edar Ferrari Filho<sup>1</sup>, Rafael G. Dionello<sup>1</sup> & Renar J. Bender<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Avenida Bento Gonçalves, 7712, Agronomia, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: gelsonschuh@yahoo.com.br; luidieric.antunes@gmail.com; edarff@gmail.com; rafdionello@hotmail.com; rjbe@ufrgs.br

### RESUMO

No presente trabalho, o objetivo foi avaliar a sensibilidade de diferentes genótipos de milho colhidos em espigas à secagem, realizando-se a secagem artificial em diferentes teores de umidade de colheita e em diferentes temperaturas de secagem. Foram cultivadas seis linhagens de milho da empresa DuPont, divisão Pioneer Sementes Ltda, no distrito de Morrinhos, GO. As espigas foram colhidas manualmente, em três graus de umidade (40, 35 e 30%) e secadas artificialmente em dois secadores de pequena escala, a 35 e 43 °C, até atingirem teor de água de 10 a 12%. Após a secagem as espigas foram debulhadas manualmente e, em seguida, tratadas com fungicidas e enviadas ao laboratório para os testes de germinação, teste de frio e teste frio modificado. Foram observadas diferenças estatísticas nas variáveis avaliadas permitindo concluir que a sensibilidade à secagem de sementes de milho colhidas em espiga é dependente da linhagem. Temperatura do ar de secagem de 43 °C acarreta perdas qualitativas das sementes nas linhagens avaliadas. As linhagens 3 e 6 apresentaram melhor qualidade fisiológica quando a colheita foi realizada com teores de água das sementes entre 35 e 40%.

**Palavras-chave:** genótipos, germinação, grau de umidade na colheita

### *Drying of corn strains harvested as cobs for selection of mother plants for seed production*

### ABSTRACT

In this study, the objective was to evaluate the sensitivity of different genotypes of harvested corn cob to drying, performing artificial drying of cobs harvested at different moisture contents and drying temperatures. Six maize lines from DuPont division Pioneer Seeds Ltd., District of Morrinhos – GO were grown. The ears were manually harvested at three moisture contents (40, 35 and 30%) and dried artificially in two small-scale dryers at 35 and 43 °C until a water content of 10 to 12%. After drying, the cobs were shelled manually and then treated with fungicides and sent to the laboratory for the germination test, cold test and modified cold test. Statistical differences in variables assessed permit to conclude that the sensitivity of drying corn seed harvested is dependent on the strain. Drying at a temperature of 43 °C leads to loss of seed quality in the tested strains. The strains 3 and 6 showed better physiological quality when harvested with water content of 35 to 40%.

**Key words:** genotypes, germination, harvest moisture

## INTRODUÇÃO

Para a produção de sementes de qualidade é essencial que a colheita seja realizada o mais próximo da maturidade fisiológica. Diversos autores correlacionam maiores qualidades fisiológicas em sementes de milho com a colheita antecipada (Tekrony & Hunter, 1995; Roveri et al., 2004; Araújo et al., 2006).

O alto teor de água com que as sementes de milho em espiga são colhidas, faz com que a secagem seja imprescindível para reduzir este teor ao adequado para o armazenamento (Ahrens et al., 1998; Silva, 2000; Elias, 2007). Segundo Brooker et al. (1992) o conteúdo de água inicial e final das sementes é o principal parâmetro que pode estar associado à perda de qualidade das sementes durante o processo de secagem. Carvalho & Nakagawa (2000) afirmaram que o elevado conteúdo de água durante o armazenamento é uma das principais causas da perda do poder germinativo e do vigor de sementes. Entre os diversos fatores que podem afetar a qualidade das sementes estão as condições de secagem temperatura; tempo de exposição a altas temperaturas, volume e pressão estática do ar de secagem; taxa de secagem; umidade relativa e método de secagem.

Em termos de teor de água nas sementes, os autores Daynard & Duncan (1969); Araújo et al. (2006) citam que o ponto de maturidade fisiológica do milho pode variar de 28 a 42%, dependendo do genótipo avaliado.

Conforme Pammenter & Berjak (1999); Pammenter & Berjak (2000) citados por Carvalho et al. (2008) é importante conhecer quando se inicia a tolerância à dessecação durante a maturação indicando a época mais precoce e o teor de água inicial em que as sementes podem ser colhidas e submetidas à secagem artificial, acarretando em menor tempo de exposição aos riscos de intempéries e ataque de pragas e moléstias no campo de produção.

Conforme Amaral & Dalpasquale (2000), a temperatura do ar de secagem deve variar entre 40 e 50 °C para secagem de milho em espigas, limite que não deve ser ultrapassado para não comprometer a qualidade fisiológica das sementes.

Segundo Brooker et al. (1974), a temperatura máxima de secagem para não causar danos às sementes deve girar em torno de 40,5 a 43,3 °C; os autores citam que a temperatura de secagem não deve ser muito baixa para não prolongar o processo de secagem o que pode permitir o desenvolvimento de fungos e acelerar o processo de deterioração das sementes.

Vários autores constataram haver uma tolerância diferente de sementes de milho secadas em altas temperaturas, em função do material genético considerado (Ahrens et al., 1998; Roveri et al., 2004).

Genótipos tolerantes a altas temperaturas de secagem podem proporcionar redução no tempo de secagem, uma etapa crítica no sistema de produção de sementes de milho (Roveri et al., 2004).

A partir dessas considerações objetivou-se avaliar o efeito de diferentes umidades de colheita e temperaturas de secagem sobre a qualidade, em seis diferentes genótipos de sementes de milho colhidos em espigas.

## MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de milho foram cultivadas em uma propriedade localizada no município de Morrinhos, estado de Goiás. Seis linhagens foram utilizadas, as quais, por motivo de confidencialidade, serão identificadas por números de 1 a 6 e também por não serem objeto do trabalho. Essas linhagens são utilizadas em escala comercial como progenitores de diversos híbridos comerciais da Pioneer Hi-Bread Ltda.

A semeadura foi feita de modo a garantir seis plantas por metro linear. A semeadura da planta polinizadora foi dividida em quatro datas: 23/02, 02/03, 07/03 e 10/03/2009; já as linhagens foram semeadas na mesma data da segunda planta polinizadora (02/03/2009). Esta distribuição no tempo do cultivo das plantas produtoras de polens tem a finalidade de tornar a polinização mais eficiente aumentando a probabilidade de haver pólen viável no ambiente no momento em que a planta produtora estiver com os estigmas receptivos para a polinização.

Durante o desenvolvimento das sementes as espigas foram amostradas para a determinação do teor de água utilizando-se o equipamento de capacidade GAC 2100 (Grain Analysis Computer). Quando o grau de umidade das sementes no ponto de colheita estava próximo às três anteriormente programadas (40, 35 e 30%), as amostras foram submetidas à aferição em estufa, por 24 h a 105 °C ( $\pm 3$  °C), conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009) e a partir deste momento todas as determinações do grau de umidade foram conforme a RAS. Ao tingir a umidade desejada foi realizada a colheita. Durante todo o período de colheita não houve precipitação, a umidade relativa oscilou entre 47 a 65% e a temperatura média do ar foi de 22 °C.

As espigas de cada linhagem foram colhidas, espalhadas manualmente e submetidas à secagem artificial nas temperaturas de 35 e 43 °C, até atingir o conteúdo de água entre 10 e 12%.

Para a secagem das sementes foram utilizados dois secadores experimentais de pequena escala, com seis compartimentos dispostos em linha, em que as espigas foram distribuídas aleatoriamente. A secagem foi realizada com ventilador centrífugo, cujo fluxo do ar foi ajustado por meio de um registro afixado após a saída de ar do ventilador, para manter a média de  $23,0 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1} \text{ t}^{-1}$ . O sistema de aquecimento do ar usado foi com GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), mantendo-se constante a temperatura (35 e 43 °C) conforme determinado para o experimento.

Finalizada a secagem as espigas foram debulhadas manualmente e classificadas em peneira 16 de crivo circular e depois subdivididas em quatro amostras de aproximadamente 500 g; essas amostras foram colocadas em sacos de papel e acondicionadas em câmara fria, até o término da secagem de todos os materiais, período este inferior a 25 dias.

Os testes laboratoriais foram realizados no Laboratório de Qualidade, na Unidade de Beneficiamento de Sementes de Milho, na cidade de Itumbiara, GO. Para cada tratamento foram realizados: teste de germinação (TG), teste de frio (TF) e teste de frio modificado (TFM). Para os testes de germinação (TG) e vigor (TF e TFM) as sementes foram previamente tratadas com calda de Maxim XL (1,0 mL kg<sup>-1</sup>), K-Obiol (0,08 mL

$\text{kg}^{-1}$ ) e Actellic (0,016 mL  $\text{kg}^{-1}$ ), na dosagem de 7 mL  $\text{kg}^{-1}$  de semente. A taxa de secagem (TS) das sementes foi calculada, mostrando o resultado em horas necessárias para reduzir um ponto percentual do teor de água.

O teste de germinação foi conduzido conforme as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Para o teste de frio 100 sementes por repetição foram distribuídas em papel toalha umedecido com água destilada, na proporção de três vezes seu peso seco, perfazendo o total de 400 sementes por tratamento. Os rolos foram confeccionados seguindo-se os mesmos padrões do teste de germinação e após a semeadura foram colocados no interior de sacos plásticos e mantidos em câmara regulada a 10 °C, durante 7 dias; decorrido este prazo os rolos foram transferidos para o germinador regulado para 25 °C.

Nas avaliações, realizadas aos quatro e sete dias, foram consideradas plântulas normais as que apresentavam parte aérea com 2,5 cm, duas raízes seminais e a raiz principal.

Para o teste de frio modificado todas as amostras foram pré-resfriadas a 10 °C, por no mínimo 12 h antes da instalação do teste. Foram utilizadas 400 sementes (4 x 100) por tratamento. Para a germinação utilizaram-se duas folhas de papel de germinação, as quais foram embebidas em água, até saturar; após a saturação foram drenadas uniformemente removendo-se o excesso de umidade. As sementes foram então distribuídas uniformemente no papel e após a disposição no papel umedecido foi colocada uma segunda folha de papel umedecido cobrindo as sementes. Dessas duas folhas foi feito um cilindro com diâmetro de 3,5 a 4,0 cm. Foram utilizados 12 rolos dispostos verticalmente, por cesta; nas câmaras de embebição a temperatura da água (filtrada) foi de 4 °C (+1 °C).

A temperatura da água foi monitorada antes da imersão quando as sementes foram submersas e novamente após 2 – 3 h e diariamente, durante o período de embebição. Este processo teve duração de 72 h (+ 2 h). Após este período foram removidas as cestas e o excesso de água foi drenado; posteriormente, o material foi levado à câmara a 25 °C (+ 2 °C) permanecendo durante 96 h (+ 4 h). Ao final, as amostras foram retiradas do germinador e avaliadas conforme as Regras de Análises de Sementes (Brasil, 2009).

Visando determinar a taxa de secagem foram anotadas a data e a hora do início e fim da secagem de cada tratamento. O tempo total foi dividido pela quantidade de conteúdo de água retirado do material, em que o resultado fornece o tempo necessário, em horas, para se retirar um ponto percentual do conteúdo de água das sementes (H/P).

O experimento foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 (linhagens) x

3 (umidade de colheita) x 2 (temperaturas de secagem), com 4 repetições para cada tratamento, cujos dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas aplicando-se o teste de Tukey e se adotando o nível de 5% de probabilidade. A avaliação estatística dos resultados foi realizada por meio do Aplicativo Computacional Minitab.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de germinação das sementes encontradas no teste de germinação (TG%), visualizados na Tabela 1, mostraram que todos os materiais apresentaram um percentual de germinação elevado (em média 98,3%), independente da temperatura de secagem e da umidade das sementes.

Para as sementes da linhagem 2 os índices mais elevados de germinação média foram encontrados nos tratamentos com umidade de colheita mais baixa (30%), independentemente da temperatura do ar de secagem. Os piores resultados foram observados quando se colheu com umidades mais elevadas (40%), também independente da temperatura do ar de secagem.

Para as sementes da linhagem 4, os piores resultados de germinação independentemente da temperatura do ar de secagem, foram expressos realizando-se a colheita com umidade mais baixa (30%) enquanto os melhores resultados ocorreram quando os grãos foram colhidos com umidades intermediárias (35%), que não diferiram estatisticamente de quando foram colhidas com umidades mais altas (40%), independente da temperatura do ar de secagem. Resultados semelhantes aos encontrados por Araújo et al., (2006) que, trabalhando com secagem de sementes de milho-doce em diferentes umidades de colheita, observaram maior taxa de germinação nos grãos colhidos com maior umidade.

Conforme Villela & Silva (1991) a temperatura alcançada pela semente e o tempo de exposição a esta temperatura, são os principais fatores que, potencialmente, podem afetar a qualidade das sementes. Segundo o autor, o dano térmico pode ocorrer durante a última fase de secagem, quando o grau de umidade da semente e a velocidade de secagem são menores em virtude da redução da velocidade de evaporação. Nem sempre o dano ocasionado pela secagem se manifesta imediatamente podendo levar um tempo maior para se manifestar, ou seja, um dano latente na semente.

Jorge et al. (2005) observaram, estudando duas temperaturas do ar de secagem de 35 e 42 °C em sementes de milho colhidas com 29% de umidade, uma redução na germinação das sementes quando foi utilizada temperatura de 42 °C, em comparação com a temperatura de 35 °C, resultados diferentes dos encontrados neste trabalho, no qual não se

**Tabela 1.** Percentuais médios do teste de germinação (TG%) de cada tratamento, temperaturas de secagem (35 e 43 °C) e umidades de colheita (U.C.) (30, 35 e 40%), de seis linhagens de sementes de milho, produzidas na safra 2009. Pioneer Sementes Itumbiara, GO, 2009

Linhagem	Temperatura 35 °C			Temperatura 43 °C		
	U.C. 30%	U.C. 35%	U.C. 40%	U.C. 30%	U.C. 35%	U.C. 40%
1	98,3 a	99,0 a	98,5 a	98,5 a	99,3 a	98,8 a
2	98,5 ab	96,3 bcd	94,3 d	98,8 a	96,8 abc	95,8 cd
3	99,3 a	99,5 a	99,0 a	99,0 a	99,5 a	99,5 a
4	94,5 c	99,0 a	98,0 ab	96,0 bc	98,8 a	98,3 ab
5	98,5 a	98,5 a	99,0 a	98,8 a	98,3 a	98,5 a
6	98,8 a	99,8 a	99,5 a	99,8 a	98,8 a	99,3 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

observaram efeitos diferentes em função das temperaturas do ar de secagem, pelo menos efeitos imediatos. Neste mesmo trabalho os autores encontraram um efeito imediato e latente da temperatura do ar de secagem de 42 °C, na germinação de sementes de milho constatando reduções de germinação após a secagem e depois de sete meses de armazenamento.

Verificou-se que nas sementes das demais linhagens (1, 3, 5 e 6) no TG não houve diferença estatística entre nenhum tratamento.

O teste de germinação demonstrou que ocorreram diferenças de comportamento nas diferentes linhagens estudadas, referentes ao teor de água em que se inicia o processo de secagem. Roveri et al. (2005), observaram diferenças significativas para os valores de germinação entre os híbridos e recíprocos de sementes de milho estudados quando submetidos a secagem em temperaturas do ar de 45 °C. Essas diferenças indicam efeito materno para a característica em questão.

São apresentados na Tabela 2, os resultados percentuais médios do teste de frio (TF%) de cada tratamento, em diferentes temperaturas de secagem e umidades de colheita de seis linhagens de sementes de milho da safra de 2009.

Avaliando os resultados do teste de frio (TF), Tabela 2, foi possível verificar redução da germinação das sementes devido à maior exposição a condições adversas, valores esses inferiores em comparação ao TG. Tais resultados foram observados também por Roveri et al. (2005) e Araújo et al. (2006). Conforme Roveri et al. (2005), a redução na germinação no teste do frio indica uma sensibilidade maior desse teste em detectar danos por secagem. A temperatura do ar de secagem e o grau de umidade em que se iniciou a secagem das sementes podem ter modificado o mecanismo básico de arranjo das membranas resultando em reduções no vigor, expresso em menor germinação de linhagens intolerantes ao teste de frio.

Quando se compararam os tratamentos isoladamente em cada linhagem (mesma linha), no teste de frio, Tabela 2, as sementes das linhagens 5 e 6 não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos empregados; já para as sementes das linhagens 1 e 3 os menores índices de germinação

foram obtidos com o emprego da temperatura do ar de secagem de 43 °C, independentemente da umidade de colheita. Os melhores resultados foram obtidos quando se usou temperatura do ar de secagem mais baixa (35 °C), independente da umidade de colheita, o que pode ser explicado, provavelmente, pelo fato da temperatura do ar de secagem danificar o embrião das sementes e, por consequência, reduzindo a germinação. Mesmo sendo um processo mais lento, o realizado em temperaturas mais baixas garante uma qualidade melhor às sementes, fato passível de ter sido observado por Jorge et al. (2005), quando avaliaram a germinação e o vigor de sementes de milho, secadas em espiga, em temperaturas do ar de secagem de 35 e 42 °C, ou seja, eles verificaram redução na germinação e no vigor das sementes na maior temperatura de secagem.

Como visto no TG, os resultados do TF mostraram a mesma tendência de comportamento das sementes das linhagens 2 e 4, em que a linhagem 2 expressou melhores resultados realizando a colheita com teores de água mais baixos nas sementes, enquanto as sementes da linhagem 4 apresentaram melhores índices de germinação com a colheita das sementes com graus de umidade maior (35 e 40%). Neste teste (TF) a temperatura de secagem de 35 °C apresentou os melhores índices de germinação, em ambas as linhagens.

As mesmas considerações feitas para o TF foram válidas para o teste de frio modificado (TFM), expresso na Tabela 3. No TFM as condições adversas em que as sementes ficaram expostas, são ainda mais intensas diferenciando-se ainda mais as linhagens aos danos causados pela temperatura do ar de secagem e o teor de água das sementes no início da secagem.

Conforme a Tabela 3, os resultados do teste de frio modificado (TFM), quando se analisou separadamente as sementes de cada linhagem, ainda foram mais visíveis às diferenças entre o tratamento temperatura do ar de secagem, passível de ser justificado pelo fato da temperatura de 43 °C ser elevada para a secagem de sementes, o que ficou evidenciado em um teste mais sensível, como o TFM, o que não foi demonstrado no teste de germinação. A temperatura de secagem pode ter alterado o mecanismo básico da

**Tabela 2.** Percentuais médios do teste de frio (TF%) de cada tratamento, temperaturas de secagem (35 e 43 °C) e umidades de colheita (U.C.) (30, 35 e 40%), de seis linhagens de sementes de milho, produzidos na safra 2009. Pioneer Sementes Itumbiara, GO, 2009

Linhagem	Temperatura 35 °C			Temperatura 43 °C		
	U.C. 30%	U.C. 35%	U.C. 40%	U.C. 30%	U.C. 35%	U.C. 40%
1	95,0 ab	97,5 a	98,5 a	90,8 bc	91,3 bc	89,5 c
2	97,3 a	96,5 ab	93,0 ab	88,8 bc	83,0 c	91,5 bc
3	98,5 a	99,3 a	98,5 a	98,3 ab	97,3 ab	95,8 b
4	84,5 b	93,8 a	97,0 a	90,8 b	95,8 a	90,8 b
5	90,5 a	92,3 a	95,3 a	93,3 a	92,8 a	91,8 a
6	98,5 a	97,5 a	98,0 a	97,3 a	98,5 a	96,5 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Tabela 3.** Percentuais médios do teste de frio modificado (TFM%) de cada tratamento, temperaturas de secagem (35 e 43 °C) e umidades de colheita (U.C.) (30, 35 e 40%), de seis linhagens de sementes de milho, produzidos na safra 2009. Pioneer Sementes Itumbiara, GO, 2009

Linhagem	Temperatura 35 °C			Temperatura 43 °C		
	U.C. 30%	U.C. 35%	U.C. 40%	U.C. 30%	U.C. 35%	U.C. 40%
1	35,0 c	75,5 b	92,8 a	20,5 d	35,0 c	46,8 c
2	70,0 a	66,3 a	64,0 a	10,3 c	24,5 bc	40,8 b
3	89,0 ab	93,5 a	89,0 ab	68,5 bc	67,5 bc	55,3 c
4	32,3 c	81,0 a	90,3 a	13,5 d	24,3 cd	50,3 b
5	42,8 a	31,3 ab	39,5 ab	19,8 c	24,0 bc	34,0 ab
6	91,5 a	96,0 a	91,8 a	64,5 b	88,8 a	83,0 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

configuração das membranas resultando em severas reduções na germinação das linhagens intolerantes no teste frio. O efeito da temperatura de secagem também foi detectado no teste frio, em pesquisa desenvolvida por Madden & Burris (1995). Os autores observaram que sementes de milho híbrido tiveram sua viabilidade reduzida após secagem conduzida na temperatura de 45 °C.

Em qualquer linhagem analisada os melhores índices de germinação média estiveram no emprego da temperatura do ar de secagem de 35 °C, exceto a linhagem 6, que apresentou valores similares de germinação em ambas as temperaturas: 35 e 43 °C.

As sementes das linhagens 2 e 4 apresentaram a mesma tendência no TFM como nos demais testes (TG e TF), expressando melhores índices de germinação com distintos teores de água. A linhagem 2 apresentou seu melhor índice médio de germinação 70% com temperatura do ar de secagem de 35 °C e umidade de colheita inferior (30%); já a linhagem 4 apresentou o melhor índice de germinação (90,3%) com emprego da temperatura de 35 °C e umidade de colheita superior (40%).

A mesma tendência de resultados encontrados nos diferentes testes (TG, TF e TFM), Tabelas 1, 2 e 3, referente às linhagens 2 e 4, pode determinar o momento mais indicado para iniciar o processo de secagem dessas linhagens e reforçar o conceito de que linhagens se comportam de maneira distinta, sendo umas mais tolerantes e outras mais sensíveis à secagem, dependendo da temperatura do ar de secagem utilizada e do conteúdo de água das sementes no início do processo; outro fator significativo que precisa ser ressaltado diz respeito ao empalhamento das espigas que revestem as sementes de cada linhagem, a qual varia entre as linhagens, podendo interferir nos resultados.

Na Tabela 4 são comparados os resultados percentuais médios do teste de germinação (TG%), teste de frio (TF%) e teste de frio modificado (TFM%) de cada uma das seis linhagens de sementes de milho da safra de 2009.

**Tabela 4.** Percentual médio do teste de germinação (TG%), teste de frio (TF%) e teste de frio modificado (TFM%) de seis linhagens de milho submetidas aos tratamentos, duas temperaturas de secagem (35 e 43 °C) e três umidades de colheita (30, 35 e 40%), produzidas na safra 2009. Pioneer Sementes Itumbiara, GO, 2009

Linhagem	Média dos Tratamentos		
	(TG%)	(TF%)	(TFM%)
1	98,7 A	93,8 B	50,9 B
2	96,7 B	91,7 B	46,0 BC
3	99,3 A	97,9 A	77,1 A
4	97,4 B	92,1 B	48,6 B
5	98,6 A	92,6 B	31,9 C
6	99,3 A	97,7 A	85,9 A

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

**Tabela 5.** Percentuais médios do teste de germinação (TG%), teste de frio (TF%) e teste de frio modificado (TFM%) de cada tratamento, temperaturas de secagem (35 e 43 °C) e umidades de colheita (U.C.) (30, 35 e 40%), das seis linhagens avaliadas, produzidos na safra 2009. Pioneer Sementes Itumbiara, GO, 2009

Teste	Temperatura 35 °C			Temperatura 43 °C		
	U.C. 30%	U.C. 35%	U.C. 40%	U.C. 30%	U.C. 35%	U.C. 40%
TG	97,9 a	98,8 a	98,0 a	98,5 a	98,5 a	98,3 a
TF	94,0 ab	96,1 ab	96,7 a	93,0 b	93,3 ab	92,6 b
TFM	60,1 ab	73,9 a	77,9 a	35,0 c	41,8 bc	51,7 bc

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Quando se comparou a média de cada linhagem dentro de cada teste (TG, TF e TFM), Tabela 4, foi possível separar as linhagens em grupos. Esta conclusão pode ser embasada uma vez que todas as linhagens passaram pelos mesmos tratamentos (temperatura do ar de secagem e grau de umidade inicial das sementes) ficando, como único fator de resposta, a germinação podendo-se agrupar em linhagens mais tolerantes (3 e 6); grupo intermediário (linhagem 1) e o grupo que teve piores índices de germinação e vigor, portanto mais sensíveis (linhagens 2, 4 e 5).

Esses resultados expostos na Tabela 4 e os dados das demais tabelas que mostraram grande variação de germinação e vigor das sementes submetidas às mesmas condições de secagem, reforçaram a ideia de que a sensibilidade das sementes, a etapa de secagem e a tolerância de germinação em condições adversas, variam com a linhagem estudada.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados percentuais médios do teste de germinação (TG%), teste de frio (TF%) e teste de frio modificado (TFM%) das seis linhagens, para cada um dos diferentes tratamentos em sementes de milho da safra 2009.

Quando se analisaram os tratamentos empregados também se compararam, as médias das 6 linhagens nos 6 tratamentos (2 temperaturas do ar de secagem e 3 umidades de colheita das sementes), Tabela 5. Como verificado nas tabelas anteriores, analisadas com as linhagens isoladas, os maiores valores de germinação foram observados nos tratamentos com o emprego da temperatura do ar de secagem de 35 °C, independentemente do conteúdo de água das sementes, exceto no TG, quando todos os tratamentos foram estatisticamente iguais; evidenciou-se, mais uma vez, que o teste de frio, quando em condições mais drásticas (TFM), permitiu uma diferenciação maior entre lotes de sementes; entretanto, reduziu acentuadamente a germinação das sementes (Molina et al., 1987; Roveri et al., 2005).

Conforme referências citadas diversos autores utilizaram, em seus experimentos, temperaturas do ar de secagem mais elevadas, como Amaral & Dalpasquale (2000) que empregaram temperatura de 50 °C na secagem de milho em espigas porém a temperatura do ar de secagem de 43 °C utilizada na secagem das sementes em espigas neste trabalho foi capaz de diferenciar as linhagens tolerantes e as sensíveis a elevadas temperaturas do ar de secagem, em ambos os testes de vigor (TF e TFM).

Já com a umidade de colheita com os resultados médios das linhagens dos testes de vigor (TF e TFM), foi possível aferir que os melhores índices de germinação se situam nos tratamentos de 35 e 40%, de acordo com diversos autores que correlacionaram o aumento da qualidade fisiológica em sementes de milho à colheita antecipada (Tekrony & Hunter, 1995).

Na Tabela 6 pode-se visualizar a taxa média de secagem (TS H/P) das seis linhagens de milho submetidas a duas temperaturas de secagem e três umidades de colheita, produzidas na safra 2009.

**Tabela 6.** Taxa média de secagem (TS H/P) de seis linhagens de milho submetidas a duas temperaturas de secagem (35 e 43 °C) e três umidades de colheita (30, 35 e 40%) produzidas na safra 2009. Pioneer Sementes Itumbiara, GO, 2009

Linhagem	Média dos Tratamentos (TS H/P)
1	3,01 C
2	3,41 BC
3	3,98 B
4	5,13 A
5	3,74 B
6	4,09 B

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

A taxa de secagem de sementes de milho não pode ser muito elevada para não comprometê-las, porém, segundo Roveri et AL. (2004) linhagens tolerantes a altas temperaturas de secagem podem proporcionar redução no tempo de secagem, uma etapa crítica no sistema de produção de sementes de milho. Navratil & Burris (1984), comprovaram que sementes de linhagem de milho tolerantes à dessecção apresentaram maior taxa de secagem seguida da linhagem de tolerância intermediária; a linhagem intolerante apresentou a menor taxa de secagem.

Neste trabalho, porém, não houve uma correlação direta entre taxa de secagem e tolerância à dessecção das sementes; foram analisadas, primeiro, as linhagens que obtiveram os melhores índices de germinação em todos os testes (linhagens 3 e 6) e se posicionaram no grupo intermediário de valores médios de taxa de secagem, necessitando 3,98 e 4,09 h para a retirada de um ponto percentual do teor de água das sementes, respectivamente, Tabela 6.

As sementes da linhagem 4 que expressaram os piores resultados nos testes de germinação e vigor, expressaram também a menor taxa de secagem (Tabela 6), ou seja, foi a linhagem que necessitou de mais horas para a retirada de um ponto percentual de umidade das sementes (5,13 H/P).

As sementes da linhagem 2, que também obtiveram os piores índices nos testes de germinação e vigor no cálculo da taxa de secagem, ficaram no grupo que careceu de menor tempo para a retirada de um ponto percentual de umidade das sementes (3,41 H/P), ou seja, maior taxa de secagem; o mesmo ocorreu com a linhagem 1, que apresentou a maior taxa de secagem, mas não foi expresso em melhor germinação e vigor dos genótipos avaliados.

Estudando a secagem de sementes de milho em espiga em temperatura de 30 °C com fluxo de ar de  $20 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1} \text{ t}^{-1}$ , Neves et al. (2005) obtiveram, resultados da taxa de secagem de 4,1 e 6,25 H/P, respectivamente quando trabalharam com alturas de camada de 50 e 150 cm.

Ressalta-se que são necessários mais estudos envolvendo a avaliação da quantidade de palhas por espigas, avaliação da qualidade do empalhamento (número de palhas por espigas) de cada linhagem e a capacidade de dobramento natural das espigas após a maturação, utilizando-se critérios de avaliação para só então quantificar essas diferenças que possam existir

entre as linhagens, visando esclarecer as diferenças nos resultados.

## CONCLUSÕES

Há variabilidade na sensibilidade de secagem artificial com o uso de temperatura do ar de secagem de 43 °C em linhagens de sementes de milho colhido em espigas, evidenciando que a suscetibilidade dessas sementes depende dos genótipos.

Temperatura do ar de secagem de 43 °C acarreta perdas qualitativas das sementes nas linhagens avaliadas.

A maioria das linhagens avaliadas apresenta melhor qualidade fisiológica quando a colheita é realizada com teores de água das sementes entre 35 e 40%.

O teste de germinação é um teste que pouco diferencia possíveis danos ocasionados nas sementes.

As linhagens 3 e 6 se apresentaram mais tolerantes à secagem artificial devendo ser colhidas com umidades maiores (35 e 40%), apresentando os melhores resultados de qualidade; as linhagens 2, 4 e 5 expressaram maior sensibilidade à secagem artificial, apresentando resultados inferiores de qualidade.

A secagem realizada de forma inadequada pode incorrer em injúrias irreversíveis às sementes, comprometendo a qualidade e sua comercialização, enquanto o genótipo, o teor de água das sementes no início da secagem e a temperatura do ar de secagem têm influência direta na qualidade final das sementes.

## AGRADECIMENTOS

À Pioneer Sementes LTDA, ao CNPq e à UFRGS.

## LITERATURA CITADA

- Ahrens, D. C.; Barros, A. S. R.; Villela, F. A.; Lima, D. Qualidade de sementes de milho (*Zea mays L.*) sob condições de secagem intermitente. *Scientia Agrícola*, v.55, n.2, p.320-325, 1998. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161998000200023>>
- Amaral, D.; Dalpasquale, V. A. Custos de secagem de sementes de milho (*Zea mays L.*) em espigas usando simulação matemática. *Engenharia Agrícola*, v.20, n.1, p.56, 2000.
- Araújo, E. F.; Araújo, R. F.; Sofiatti, V.; Silva, R. F. da. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce colhidas em diferentes épocas. *Bragantia*, v.65, n.4, p.687-692, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052006000400020>>
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/SDA/ACS, 2009. 395p.
- Brooker, D. B.; Bakker-Arkema, F. W.; Hall, C. W. *Drying and storage of grains and oilseeds*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 450p.
- Brooker, D.B.; Bakker-Arkema, F.W.; Hall, C.W. *Drying cereal grains*. Westport : Avi Publishing, 1974. 265p.

- Carvalho, L. R. de; Davide, A. C.; Silva, E. A. A. da; Carvalho, M. L. M. de. Classificação de sementes de espécies florestais dos gêneros *Nectandra* e *Ocotea* (Lauraceae) quanto ao comportamento no armazenamento. Revista Brasileira de Sementes, v.30, n.1, p.1-9, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222008000100001>>
- Carvalho, N. M.; Nakagawa, L. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.
- Daynard, T. B.; Duncan, W. G. The black layer and grain maturity in corn. Crop Science, v.9, n.4, p.473-476, 1969. <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1969.0011183X000900040026x>>
- Elias, M. C. Pós-colheita de arroz: secagem, armazenamento e qualidade. Pelotas: UFPEL, 2007. 422p.
- Jorge M. H. A.; Carvalho, M. L. M. de; Von Pinho, E. V. de R.; Oliveira, J. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho colhidas e secas em espigas. Bragantia, v.64, n.4, p.679-686, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052005000400018>>
- Madden, R. F.; Burris, J. S. Respiration and mitochondrial characteristics of imbibing maize embryos damaged by high temperatures during desiccation. Crop Science, v.35, n.6, p.1661-1667, 1995. <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500060025x>>
- Molina, J. C.; Irigon, D. L.; Zonta, E. P. Comparação entre metodologias do teste de frio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). Revista Brasileira de Sementes, v.9, n.3, p.77-85, 1987. <<http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1987/v9n3/artigo09.pdf>>. 28 Jul. 2012.
- Navatril, R. J.; Burris, J. S. The effect of drying temperature on corn seed quality. Canadian Journal of Plant Science, v.64, n.3, p. 487-496, 1984. <<http://dx.doi.org/10.4141/cjps84-071>>
- Neves, E. das; Peske, S. T.; Villela, F. A.; Baudet, L.; Peres, W. B. Secagem de sementes de milho em espiga, em função da altura da camada e fluxo de ar. Revista Brasileira de Sementes, v.27, n.2, p.117-124, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222005000200017>>
- Roveri, J. S. C. B.; Von Pinho, E. V. de R.; Von Pinho, R. G.; Ramalho, M. A. P.; Silva Filho, J. L. da. Características físicas do pericarpo de sementes de milho associadas com a tolerância à alta temperatura de secagem. Revista Brasileira de Sementes, v.27, n.1, p.125-131, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222005000100015>>
- Roveri, J. S. C. B.; Von Pinho, E. V. DE R.; Von Pinho, R. G.; Silveira, C. M. da. Tolerância de sementes de linhagens de milho à alta temperatura de secagem. Ciência e Agrotecnologia, v.28, n.5, p.1107-1114, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000500019>>
- Silva, J. S.; Afonso, A. D. L.; Donzelles, S. M. L. Secagem e secadores. In: Silva, J. S. (Ed.). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. p.107-138.
- Tekrony, D. M.; Hunter, J. L Effect of seed maturation and genotype on seed vigor in maize. Crop Science, v.35, p.857-862, 1995. <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500030037x>>
- Villela, F. A.; Silva, W. R. da. Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho. Piracicaba: Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v.48, p.185-209, 1991. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0071-12761991000100011>>