

Incidência de patógenos e vigor de sementes de milho doce submetidas a danos mecânicos

Francisco Guilhien Gomes Junior^{1,2}, Tathiana Silva Timóteo¹, Nilce Naomi Kobori¹, Túlio Lourenço Pupim¹, Bruna Gagliardi¹, Tereza Cristina de Carvalho¹, Maria Heloisa Duarte de Moraes³, José Otávio Machado Menten³, Sílvio Moure Cicero¹

¹Departamento de Produção Vegetal, Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (USP/ESALQ). Avenida Pádua Dias, n.11, Caixa Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba. ²Bolsista da FAPESP. ³Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Nematologia USP/ESALQ. Parte da tese de doutorado do primeiro autor (USP/ESALQ).

Autor para correspondência: Francisco Guilhien Gomes Junior (fggjunio@esalq.usp.br)

Data de chegada: 23/11/2007. Aceito para publicação em: 05/01/2009

1548

RESUMO

Gomes Junior, F.G.; Timóteo, T.S.; Kobori, N.N.; Pupim, T.L.; Gagliardi, B.; Carvalho, T.C.; Moraes, M.H.D.; Menten, J.O.M.; Cicero, S.M.. Incidência de patógenos e vigor de sementes de milho doce submetidas a danos mecânicos. *Summa Phytopathologica*, v.35, n.3, p.179-183, 2009

Com o objetivo de avaliar a incidência de patógenos e o vigor de sementes de milho doce de diferentes classes de tamanhos submetidas a diferentes níveis de danos mecânicos, sementes do híbrido 'SWB551' Dow AgroSciences® foram classificadas em peneiras com crivos de diferentes tamanhos e formas (RG, RM1, RM2 e RP com crivos circulares de 8,7; 7,9; 7,1 e 6,4 mm de diâmetro, respectivamente, e CG, CM e CP com crivos oblongos com dimensões de 8,7 x 19,0, 7,9 x 19,0, 6,4 x 19,0 mm, respectivamente), submetidas a impactos contra uma placa metálica de maneira que fossem obtidos tratamentos com diferentes intensidades de danos mecânicos (0, 1, 3, 5 e 7 impactos) e armazenadas por 5 meses em ambiente

com temperatura de 20°C e 50-60% de umidade relativa do ar. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, perfazendo um fatorial 7 x 5 (7 peneiras x 5 intensidades de danos), totalizando 35 tratamentos. Foram realizadas as avaliações de teor de água das sementes, teste de danos mecânicos (tintura de iodo), teste de germinação, teste de frio e teste de sanidade. Foram evidenciadas variações nos níveis de incidência de patógenos entre as sementes de milho doce com diferentes tamanhos e formas. O aumento da intensidade dos danos mecânicos não favoreceu o aumento da incidência de patógenos nas sementes, mas reduziu o vigor das mesmas.

Palavras-chave adicionais: *Zea mays*, sanidade de sementes, fungos

ABSTRACT

Gomes Junior, F.G.; Timóteo, T.S.; Kobori, N.N.; Pupim, T.L.; Gagliardi, B.; Carvalho, T.C.; Moraes, M.H.D.; Menten, J.O.M.; Cicero, S.M.. Pathogen incidence and vigor in sweet corn seed after mechanical damage. *Summa Phytopathologica*, v.35, n.3, p.179-183, 2009

The objective of this study was to evaluate pathogen incidence and vigor in different size classes of sweet corn seeds, after mechanical damage. Hybrid seeds 'SWB551' Dow AgroSciences® were classified by sieves with different sizes and forms (RG, RM1, RM2 and RP, with circular sieves of 8.7, 7.9, 7.1 and 6.4 mm of diameter, respectively, and CG, CM and CP with oblong sieves with dimensions of 8.7 x 19.0, 7.9 x 19.0, 6.4 x 19.0 mm, respectively). Seeds were submitted for impacts against a metallic plate in order to have different intensities of mechanical damage (0, 1, 3, 5 and 7 impacts) and stored at the

temperature of 20°C and 50-60% of relative humidity. The experimental design was a completely randomized with four repetitions, performing a factorial 7 x 5 (7 sieves and 5 damages intensities), totalizing 35 treatments. Seeds water content, mechanical damage (iodine dyeing), germination test, cold test and seed health test were evaluated. Variations in the incidence of pathogens among seeds with different sizes and forms were evidenced. Increasing mechanical damage did not favor increasing of pathogens incidence in seeds; however, it caused reduction on seed vigor.

Keywords: *Zea mays*, seed health, Pungi

A injúria mecânica e a mistura varietal, são apontadas pelos tecnologistas, como dos mais sérios problemas da produção de sementes (4). Os danos podem ser provocados nas sementes a partir da colheita e nas etapas como beneficiamento, transporte e armazenamento (1, 4), e até mesmo durante a semeadura (1). Os danos são representados por quebras do pericarpo de tamanhos microscópicos até quebras grosseiras do pericarpo e da semente, facilmente visíveis a olho nu e também injúrias internas no embrião (18). Durante o beneficiamento, toda vez que as sementes passam por elevadores, transportadores, e através de máquinas, ocorrem quedas,

impactos e abrasões os quais causam lesões no tegumento (16). Estas injúrias são influenciadas por vários fatores, com destaque para a intensidade e número de impactos, local do impacto, teor de água das sementes e as características da semente, como tamanho, forma, espessura do tegumento, tipo de tecido de reserva e posição do eixo embrionário (4). Em milho doce foi observado que os danos mecânicos variam com o tamanho das sementes, sendo as maiores mais sensíveis aos danos durante o beneficiamento. As sementes retidas em peneiras com diâmetros de crivos de 8,3 a 9,9 mm e de 7,5 a 8,2 mm apresentaram maior incidência de danos mecânicos quando comparadas às sementes

pequenas, retidas em peneiras com diâmetro de crivo de 6,4 a 7,4 mm (8). Também existem relatos quanto ao efeito dos danos mecânicos no vigor de sementes de milho doce. Nascimento et al. (14) observaram redução de até 51% no percentual de plântulas normais no teste de frio a partir de sementes colhidas mecanicamente em comparação àquelas colhidas e trilhadas manualmente.

Vários são os fatores que contribuem para o baixo potencial fisiológico observado em sementes de milho doce; além da alta sensibilidade aos danos por embebição (6), fragilidade do sistema de membranas após a secagem, características texturais do endosperma e da baixa concentração de reservas, tornando as sementes suscetíveis à colonização por fungos patogênicos (9, 17, 19). Também o pericarpo é bastante fino quando comparado ao milho comum, o que pode favorecer a colonização microbiana e também, devido à grande quantidade de açúcar presente nas sementes, pode acelerar ainda mais o processo. Nas sementes de milho tem sido observada maior incidência de fungos em decorrência do aumento do nível de danos mecânicos, principalmente pelos fungos *Fusarium verticillioides* e *Cephalosporium* sp. (12). Esses danos, quando localizados mais próximos do embrião, promovem alterações fisiológicas qualitativas, principalmente pela presença de *Aspergillus* sp. e *F. verticillioides* (5). Dentre os principais fungos associados às sementes de milho doce listados, encontram-se o *F. verticillioides*, o *Cladosporium* spp., o *Penicilium* spp. (3, 10), o *Aspergillus* sp e o *Cephalosporium* sp. (3).

A facilidade com que os patógenos se associam às sementes de milho doce indica a necessidade da prevenção contra injúrias mecânicas no sentido da preservação do seu potencial fisiológico e sua sanidade, assegurando a uniformidade da germinação e desenvolvimento da cultura no campo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a incidência de patógenos e o vigor de sementes de milho doce de diferentes classes de tamanhos submetidas a diferentes níveis de danos mecânicos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia e Nematologia e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP.

Foram avaliadas sete classes de sementes de milho doce ‘SWB 551’ Dow AgroSciences®, classificadas em peneiras com crivos de diferentes tamanhos e formas (Tabela 1).

Os danos mecânicos nas sementes foram induzidos através de máquina simuladora de impactos “Impact Simulator” – Modelo 2000,

Tabela 1. Descrição das classes de sementes, sigla, crivo e dimensões dos crivos para classificação das sementes de milho doce ‘SWB 551’ Dow AgroSciences®.

Classes de sementes	Sigla	Crivo	Dimensões
Redonda grande	RG	circular	8,7 mm
Redonda média 1	RM1	circular	7,9 mm
Redonda média 2	RM2	circular	7,1 mm
Redonda pequena	RP	circular	6,4 mm
Chata grande	CG	oblongo	8,7 x 19,0 mm
Chata média	CM	oblongo	7,9 x 19,0 mm
Chata pequena	CP	oblongo	6,4 x 19,0 mm

Dow AgroSciences®, sendo as sementes de uma amostra de 700 g projetadas, por meio de um jato de ar comprimido a uma pressão de 965,3 Kpa, contra uma placa de aço inoxidável posicionada a 10 cm da saída do jato de ar, de maneira que fossem observados níveis de danos semelhantes ao beneficiamento, e após armazenadas durante 5 meses sob ambiente com temperatura de 20°C e 50-60% de umidade relativa do ar. O objetivo foi submeter as sementes a impactos consecutivos para avaliar o efeito cumulativo dos danos. Foram estabelecidos 5 tratamentos sendo de 0, 1, 3, 5 e 7 lançamentos contra a placa metálica. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e os tratamentos definidos a partir de um esquema fatorial (7 x 5) pela combinação entre classes de tamanhos de sementes e intensidade de danos mecânicos.

Para as sementes submetidas aos diferentes impactos foram avaliados: **a) teor de água das sementes:** empregando-se o método da estufa, a 105±3°C durante 24 horas, tendo sido avaliadas duas amostras por tratamento, conforme as indicações das Regras para Análise de Sementes (2). Os resultados foram expressos em porcentagem tendo como base o peso úmido, sem submeter-se à análise estatística; **b) danos mecânicos:** através do teste de tintura de iodo, empregando-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento. As sementes foram dispostas em copos plásticos e a estes adicionados solução de tintura de iodo a 4% em volume suficiente para cobrir as sementes e, lavagem das sementes após cinco minutos de imersão. A identificação das sementes danificadas foi realizada com base na presença de sinais de coloração roxa, resultante da reação entre o iodo e o amido. Os resultados foram expressos em porcentagem, segundo as recomendações de Marcos Filho et al. (13); **c) sanidade das sementes:** com emprego do método de incubação em papel de filtro em placas de Petri com congelamento. Após 24 horas de incubação a temperatura de 20±2°C e, sob alternância de 12/12 horas de luz fluorescente branca e escuro, as sementes foram colocadas em “freezer” a temperatura de -18°C durante 24 horas, buscando paralisar o processo germinativo. Após esse período, as placas contendo as sementes foram retornadas às condições de incubação já referidas, por mais cinco dias. Após realizou-se a avaliação e identificação dos patógenos, sob microscópio estereoscópico e com auxílio de literatura, avaliando-se individualmente as sementes. Foram avaliadas 30 sementes por tratamento e os resultados expressos em percentuais de incidência de patógenos nas sementes; **d) germinação:** foram avaliadas 50 sementes, por repetição, dispostas equidistantes em rolos de papel toalha umedecido com água numa quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, e mantidas a temperatura constante de 25°C. A contagem das sementes germinadas foi realizada aos quatro e sete dias após a semeadura com avaliação efetuada de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (2), computando as plântulas normais, com resultados expressos em porcentagem; **e) teste de frio:** realizado pelo método do rolo de papel com terra. Quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas equidistantemente sobre duas folhas de papel toalha previamente umedecidas com água numa proporção de massa de 2,7:1 (água: papel) e cobertas com uma fina camada de terra proveniente de área recentemente cultivada com milho e com mais uma folha do papel-toalha. Após a semeadura os rolos foram dispostos em caixas plásticas, vedadas e incubadas em câmara fria a 10°C por sete dias. Após, os rolos foram removidos das caixas e transferidos para germinador a 25°C onde permaneceram por 5 dias, sendo o resultado expresso em porcentagem de plântulas emersas.

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os

dados dos testes de germinação e frio foram transformados segundo arco seno $(x/100)^{1/2}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise estatística observa-se que a germinação e a incidência de patógenos nas sementes de milho doce podem variar com o tamanho e forma das sementes (Tabela 2). Observou-se influência do número de impactos apenas sobre o resultado do teste de frio e sobre os danos no pericarpo. Além disso, com relação a estes dois testes também foi observada interação entre a classe de sementes e o número de impactos consecutivos destas contra a placa metálica.

As sementes de milho doce avaliadas apresentaram diferenças nos percentuais de incidência para os patógenos como *Cephalosporium* sp. e *Aspergillus* spp. (Tabela 3). Para o *Fusarium verticillioides* foi constatada médias de incidência de até 100%, enquanto que, para outros fungos, como o *Cephalosporium* sp. e o *Aspergillus* spp. a incidência foi menor, não excedendo 21%. Para *Cephalosporium* sp. a maior incidência (20,8%) foi observada nas sementes chatas e de tamanho médio (CM) comparativamente àquelas de formato arredondado e de tamanhos grande e médio (RG, RM1 e RM2) cujos percentuais estiveram entre 7,5 e 8,7%. Ainda, para as sementes

redondas houve tendência de aumento da incidência desse patógeno com a diminuição do tamanho das sementes. Provavelmente deve-se à maior facilidade de contaminação pelo fungo ainda no campo em sementes localizadas na porção apical da espiga em comparação às de maior tamanho, da base da espiga.

Para *Penicillium* spp., os maiores percentuais foram para as sementes das classes RM1 e CG quando comparadas às sementes da classe RP. O mesmo ocorreu para *Aspergillus* sp. com menor percentual nas sementes das classes RP, CM e CP comparadas às da classe RM1. Em sementes de milho doce, Camargo (3) encontrou resultados semelhantes aos obtidos nesse estudo tendo ele observado maior incidência de *Fusarium* sp., de *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp., e apenas a incidência do *Cephalosporium* sp. não coincidiu com os dados obtidos por Camargo (3), que observou percentagens inferiores a 2%. A elevada incidência de *F. verticillioides* observada no presente trabalho está de acordo com os resultados observados por Marchi et al. (12), quando avaliaram a interação entre danos mecânicos e tratamentos fungicidas na incidência de patógenos em sementes de milho e também observaram baixa incidência dos fungos de armazenamento *Aspergillus* spp.

Para a germinação foram observadas diferenças conforme o tamanho e a forma das sementes (Tabela 3), sem relação entre esta avaliação com a porcentagem de danos mecânicos (Tabela 4). As classes de sementes RG e CP apresentaram diferenças na porcentagem de danos

Tabela 2. Valores de F e coeficientes de variação (C.V.) obtidos para as avaliações do potencial fisiológico, danos no pericarpo e incidência de patógenos nas sementes de milho doce 'SWB 551' Dow AgroSciences® após tratamentos de impacto e cinco meses de armazenamento.

Causa da variação	Valores de F para as variáveis ¹							
	GL	G	TF	DM	FUS	CEP	PEN	ASP
Classe de semente	6	5,31**	70,94**	19,34**	1,25 ^{ns}	4,18**	3,15**	3,98**
Nº de impacto	4	2,06 ^{ns}	45,57**	146,36**	0,58 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,41 ^{ns}
Classe x impacto	24	1,50 ^{ns}	1,90*	1,76*	0,78 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Resíduo	105	-	-	-	-	-	-	-
Total	139	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	9,3	14,8	8,5	7,4	10,3	14,8	86,8

¹Variáveis: GL= graus de liberdade; G= germinação; TF= teste de frio; DM= danos mecânicos; FUS= *Fusarium verticillioides*; CEP= *Cephalosporium* sp.; PEN= *Penicillium* spp.; ASP= *Aspergillus* spp.

** significativo P<0,01 pelo teste F; * significativo P<0,05 pelo teste F.

Tabela 3. Teor de água, germinação e percentuais médios de incidência de fungos em sementes de milho doce SWB 551 Dow AgroScience® após serem submetidas a diferentes intensidades de danos mecânicos, Piracicaba, 2007.

Classes de Sementes ¹	TA ² (%)	G ³ (%)	Incidência de fungos ⁴ (%)				Média
			FUS	CEP	PEN	ASP	
RG	8,6	73 abc	99,7 a	7,5 c	60,5 ab	10,7 ab	44,6
RM1	9,1	65 c	99,8 a	8,0 bc	62,2 a	13,3 a	45,8
RM2	8,5	68 bc	100,0 a	8,7 bc	49,2 ab	9,5 ab	41,9
RP	8,6	70 abc	99,8 a	18,8 ab	44,0 b	5,5 b	42,0
CG	9,0	72 abc	98,3 a	13,8 abc	62,5 a	9,5 ab	46,0
CM	9,1	78 a	99,7 a	20,8 a	50,0 ab	5,7 b	44,1
CP	9,0	75 ab	99,2 a	15,8 abc	51,0 ab	4,5 b	42,6
Média	8,8	72	99,5	13,3	54,2	8,4	43,9

¹RG, RM1, RM2 e RP = sementes classificadas em peneiras com crivos circulares com 8,7, 7,9, 7,1 e 6,4 mm de diâmetro, respectivamente. CG, CM e CP = sementes classificadas em peneiras com crivos oblongos com dimensões de 8,7 x 19,0 mm, 7,9 x 19,0 mm e 6,4 x 19 mm, respectivamente.

²TA= teor de água (base úmida).9

³G= Germinação.

⁴Incidência de fungos: FUS= *Fusarium verticillioides*; CEP= *Cephalosporium* sp.; PEN= *Penicillium* spp.; ASP= *Aspergillus* spp. Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Percentuais de injúrias no pericarpo de diferentes classes sementes de milho doce 'SWB 551' Dow AgroSciences®, avaliados pelo teste de tintura de iodo, após serem submetidas a diferentes intensidades de danos mecânicos, Piracicaba, 2007.

Classes de sementes ¹	Sementes (%) com injúrias no pericarpo em função do número de impactos ^{2,3}					
	0	1	3	5	7	Média
RG	27,5a C	39,0a BC	47,0a B	61,5a A	69,5a A	48,9
RM1	24,0ab B	27,0ab B	34,5ab B	51,5ab A	53,0b A	38,0
RM2	22,0ab C	31,0ab BC	37,5ab B	39,5bc B	52,0b A	36,4
RP	24,5ab C	30,5ab BC	38,0ab AB	43,5bc A	46,5b A	36,6
CG	12,5b D	22,0b CD	31,5b C	45,0bc B	58,0ab A	33,8
CM	13,5b D	27,0ab C	36,0ab BC	40,5bc AB	51,5b A	33,7
CP	14,0b D	21,5b CD	33,0b BC	36,5c AB	48,0b A	30,6
Média	19,7	28,3	36,8	45,4	54,1	36,9

¹RG, RM1, RM2 e RP = sementes classificadas em peneiras com crivos circulares com 8,7, 7,9, 7,1 e 6,4 mm de diâmetro, respectivamente. CG, CM e CP = sementes classificadas em peneiras com crivos oblongos com dimensões de 8,7 x 19,0 mm, 7,9 x 19,0 mm e 6,4 x 19,0 mm, respectivamente.

²Sementes lançadas contra uma placa metálica a uma pressão de 965,3 KPa.

³Veze em que as sementes foram lançadas contra a placa metálica.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula dentro de cada linha e mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

mecânicos, mas apresentaram germinação idêntica.

Os resultados evidenciaram que a baixa severidade das injúrias, não prejudicam a viabilidade das sementes. Segundo Cicero e Silva (5) os danos mecânicos são prejudiciais à germinação e favoráveis à incidência de patógenos quando localizados próximos do embrião. Marchi et al. (12) observaram máxima incidência do *Cephalosporium* sp. e *Aspergillus* spp. (90 e 6%, respectivamente) em sementes de milho quando o percentual de injúrias no pericarpo foram de 42%, sem apresentar grande amplitude (12 e 6%, respectivamente) na incidência desses patógenos entre os tratamentos de menor e maior nível de danos mecânicos. Também, comparando os resultados da incidência do *Aspergillus* spp. observados por Marchi et al. (12) com os obtidos neste trabalho, os percentuais foram próximos, porém maior para as sementes de milho doce, 8,4%. A menor incidência do *Cephalosporium* sp. em comparação com os resultados de Marchi et al. (12) provavelmente seja devido à qualidade inicial das sementes. Embora não tenha sido realizado o teste de sanidade antes do armazenamento, supõe-se que o baixo teor de água das sementes (próximo de 9% na base úmida) e o armazenamento em

condições de ambiente controlado (20°C e 50-60% de umidade relativa do ar) tenham sido, provavelmente, os fatores preponderantes para restringir o desenvolvimento de fungos do gênero *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. nas sementes. Conforme Pinto (15), os fungos de armazenamento podem infestar as sementes na pré-colheita, principalmente sob condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, bem como podem tolerar baixo teor de água das sementes e sobreviver por períodos prolongados de armazenamento.

O maior percentual de injúrias no pericarpo observado para as sementes redondas quando comparadas às chatas de menor tamanho (Tabela 4), concordam com os resultados de George et al. (8). Segundo Carvalho e Nakagawa (4) quanto mais irregular a forma da semente, menor é a sensibilidade à injúria mecânica, porque formatos irregulares determinam diferentes probabilidades de impactos sobre os diversos pontos da semente.

No geral, os maiores percentuais de germinação foram observados nas sementes chatas, sem diferença estatística (Tabela 3). A classe CM apresentou maior percentual e as classes RM1 e

Tabela 5. Percentagem de plântulas emersas do teste de frio oriundas de sementes de milho doce 'SWB 551' Dow AgroSciences® submetidas a diferentes níveis de danos mecânicos, Piracicaba, 2007.

Classes de sementes ¹	Plântulas normais (%) do teste de frio em função do número de impactos ^{2,3}					
	0	1	3	5	7	Média
RG	34b A	34ab A	22b B	16b B	14b B	24
RM1	31bc A	24bc AB	15bcd BC	14b C	7bc C	18
RM2	17de AB	18c A	9cd BC	13b ABC	6bc C	13
RP	10e A	6d A	8d A	9b A	5c A	8
CG	49a A	40a AB	39a AB	33a BC	28a C	38
CM	28bcd A	22bc AB	17bc BC	10b C	10bc C	17
CP	21cd A	19c AB	15bcd AB	12b BC	7bc C	15
Média	27	23	18	15	11	19

¹RG, RM1, RM2 e RP = sementes classificadas em peneiras com crivos circulares com 8,7, 7,9, 7,1 e 6,4 mm de diâmetro, respectivamente. CG, CM e CP = sementes classificadas em peneiras com crivos oblongos com dimensões de 8,7 x 19,0 mm, 7,9 x 19,0 mm e 6,4 x 19,0 mm, respectivamente.

²Sementes lançadas contra uma placa metálica a uma pressão de 965,3 KPa.

³Veze em que as sementes foram lançadas contra a placa metálica: 0 = sementes não submetidas a danos mecânicos, 1, 3, 5 e 7 = sementes lançadas uma, três, cinco e sete vezes contra a placa metálica, respectivamente.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula dentro de cada linha e mesma letra minúscula dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RM2 os menores. Entretanto, a partir da análise desses resultados não foi possível estabelecer uma relação entre incidência de patógenos e germinação. Talvez isto esteja associado a diferenças no potencial fisiológico das sementes, concordando com as suposições de Camargo (3) que atribuiu ao baixo potencial fisiológico das sementes o baixo desempenho germinativo das sementes de milho doce após o armazenamento, tendo em vista que a taxa de infecção por fungos foi baixa. Apesar de não ter sido detectado o efeito de patógenos sobre a germinação das sementes neste trabalho, não se pode descartar a possibilidade da atuação destes fungos em prejudicar o desempenho germinativo das sementes em conjunto com outros fatores como, por exemplo, a ocorrência de injúrias mecânicas e baixo conteúdo de amido das sementes de milho doce. Existem evidências, em estudos realizados por George et al. (8), que sementes grandes e médias de milho doce tiveram alta germinação quando comparadas com sementes pequenas devido à maior quantidade de reservas.

O aumento do número de impactos levou à redução do vigor das sementes, com excessão para as sementes da classe RP que já apresentavam baixo vigor (Tabela 5). No presente estudo a redução do vigor pode estar relacionada ao efeito latente dos danos mecânicos, durante o armazenamento. Esses resultados confirmam dados de pesquisa realizada com sementes de milho doce que indicou redução de até 51% no percentual de plântulas normais do teste de frio para sementes que foram colhidas mecanicamente quando comparados à colheita e trilha manuais (14).

Além disso, o teste de frio pode ser considerado favorável ao desenvolvimento de fungos em sementes de milho (7, 11, 15, 20), principalmente devido ao retardamento na velocidade de germinação. Possivelmente a redução do vigor das sementes na medida em que se intensificaram os danos mecânicos, observada nesta pesquisa, esteja relacionada à redução do potencial fisiológico devido às lesões e perda da integridade das membranas celulares, com retardamento da germinação e exposição das sementes por tempo maior à ação dos fungos. Esta hipótese é fortalecida pela constatação, durante a avaliação do teste de frio, do elevado percentual de sementes mortas e plântulas anormais revestidas com micélio de fungos, principalmente de *F. verticillioides*. Por outro lado, dados da literatura indicam que aumentos da intensidade dos danos mecânicos em sementes de milho reduziram o percentual de germinação no teste de frio e aumentaram a incidência de fungos dos gêneros *Aspergillus* spp. e *Cephalosporium* sp., sem, contudo, influenciar na incidência de *F. verticillioides* e *Penicillium* spp. (12).

Os resultados deste trabalho mostraram diferenças nos níveis de incidência de patógenos em sementes de milho doce classificadas em diferentes tamanhos e formas. O aumento da intensidade dos danos mecânicos não favoreceu ao aumento da incidência dos patógenos nas sementes, mas reduziu o vigor das mesmas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Proc. 2006/57110-9) pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araujo, E.; Rosseto, E.A. Doenças e injúrias de sementes. In: Soave, J.; Wetzel, M.M.V.S. (Eds.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.146-163.
2. Brasil, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992. 365p.
3. Camargo, R. **Armazenamento de sementes de milho doce**. 2003. 81p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
4. Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
5. Cicero, C.M.; Silva, W.R. Danos mecânicos associados a patógenos e desempenho de sementes de milho. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.305-314, 2003.
6. Douglass, S.K.; Juvik, J.A.; Splittstoesser, W.E. Sweet corn seedling emergence and variation kernel carbohydrate reserves. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, n.2, p.433-445, 1993.
7. Fialho, W.F.B. **Desempenho de sementes de milho portadoras de *Fusarium moniliforme* Sheldon**. 1997. 69p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados.
8. George, D.L.; Gupta, M.L.; Tay, D.; Parwata, I.G.M.A. Influence of planting date, method of handling and seed size on supersweet sweet corn seed quality. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.31, n.2, p.351-366, 2003.
9. Guissem, J.M.; Nakagawa, J.; Zucareli, C. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce BR 400 (bt) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.220-228, 2001a.
10. Guissem, J.M.; Zucareli, C.; Nakagawa, J.; Zanotto, M.D. Fungos associados a sementes de milho doce dos cultivares BR 400 (bt), BR 401 (su) e BR 402 (SU). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.247, 2001b.
11. Mantovaneli, M.C.H. **Interferência de alguns fungos no teste de tetrazólio e de danos mecânicos, tratamento fungicida e do armazenamento na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 2001. 173p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
12. Marchi, J.L.; Menten, J.O.M.; Moraes, M.H.D.; Cicero, S.M. Relação entre danos mecânicos, tratamento fungicida e incidência de patógenos em sementes de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.3, p.314-321, 2006.
13. Marcos Filho, J.; Cicero, S.M.; Silva, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
14. Nascimento, W.M.; Pessoa, H.B.S.V.; Boiteux, L.S. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce submetidas a diferentes processos de colheita, debulha e beneficiamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.8, p.1211-1214, 1994.
15. Pinto, N.F.J.A. Controle de patógenos em grãos de milho armazenados. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.22, n.1, p.77-78, 1996.
16. Popinigis, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.
17. Silva, N. Melhoramento de milho doce. In: Encontro sobre temas de genética e melhoramento, 11, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1994. v.11, p.45-49.
18. Soave, J.; Moraes S. A. Medidas de controle de doenças transmitidas por sementes. In: Soave, J.; Wetzel, M.M.V.S. (Eds.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.192-216.
19. Styer, R.C.; Cantliffe, D.J. Dependence of seed vigour during germination on carbohydrate source in endosperm mutant of maize. **Plant Physiology**, Rockville, v.76, n.1, p.196-200, 1984.
20. Von Pinho, E.V.R.; Cavariani, C.; Alexandre, A.D.; Menten, J.O.M.; Moraes, A.C.S. Efeitos do tratamento fungicida sobre a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.23-28, 1995.