

RELAÇÃO ENTRE DANOS MECÂNICOS, TRATAMENTO FUNGICIDA E INCIDÊNCIA DE PATÓGENOS EM SEMENTES DE MILHO

JOSÉ LUÍS DE MARCHI¹, JOSÉ OTÁVIO MACHADO MENTEN², MARIA HELOISA DUARTE MORAES³ e SILVIO MOURE CICERO⁴

¹Engenheiro agrônomo, aluno de pós graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia, USP/ESALQ, bolsista FAPESP, Departamento de Produção Vegetal, CX Postal 09, 13418-900, Piracicaba/SP

³Professor Associado. do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, USP.ESALQ.

⁵Engenheiro agrônomo Dra. do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, USP.ESALQ.

⁴Professor Titular do Departamento de Produção Vegetal, USP.ESALQ.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.3, p.351-358, 2006

RESUMO – Com o propósito de estudar as relações existentes entre a ocorrência de danos mecânicos, o tratamento fungicida e a incidência de patógenos, três amostras de sementes de milho (cultivar CO32), com diferentes intensidades de danos mecânicos, foram avaliadas quanto às características fisiológica e sanitária, na presença e na ausência de tratamento fungicida. Para tanto, as três amostras de sementes, sem nenhum tratamento fungicida, foram submetidas aos testes de frio e de envelhecimento acelerado e ao teste de papel de filtro com congelamento (em que avaliaram-se as incidências de *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Cephalosporium* sp.). Em seguida, as sementes das três amostras foram submetidas ao tratamento fungicida com captan e fludioxonil + metalaxil, nas doses recomendadas para tratamento de sementes e novamente submetidas aos testes de frio, de envelhecimento acelerado e ao teste de papel de filtro com congelamento. Verificou-se que houve redução do potencial fisiológico das sementes e aumento da incidência dos patógenos com o aumento da ocorrência de danos mecânicos. Os fungicidas proporcionaram, ainda controle eficiente dos patógenos associados às sementes, refletindo em melhoria na qualidade fisiológica das mesmas, independente da intensidade de ocorrência de danos mecânicos.

Palavras-chave: tratamento químico; qualidade de sementes, sanidade de sementes

RELATIONSHIP BETWEEN MECHANICAL DAMAGE OCCURRENCE, FUNGICIDE TREATMENT AND PATHOGENS INCIDENCE IN MAIZE SEEDS

ABSTRACT - with the objective of studying the relationship between mechanical damage occurrence, fungicide treatment and pathogens incidence in maize seeds, three seed samples of CO32 hybrid with different levels of mechanical damages were evaluated regarding its physiological and sanitary characteristics, with and without fungicide treatment. Therefore, the three seed samples, without any kind of fungicide treatment were submitted to vigor tests (cold test and accelerated aging) and sanitary tests (where the incidences of *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Cephalosporium* sp. were evaluated). After the three seed samples were treated with the fungicides captan e fludioxonil + metalaxil at commercial rates and again submitted to the vigor tests (cold test and accelerated aging) and sanitary test. The results obtained, showed

that there was a reduction of the physiological potential and an increase in the pathogens incidence when the mechanical damage was more severe. Yet, the fungicides had efficient control of the pathogens associated with the seeds regardless of the intensity of the mechanical damage.

Key words: chemical treatment, seed quality, seed pathology

A necessidade de redução da ocorrência de danos mecânicos, surgidos nas etapas de produção de sementes de milho, justifica-se, com o intuito de preservar a qualidade dessas sementes e contribuir para o aumento da rentabilidade da cultura. Para tanto, deve-se buscar a adoção de tecnologias especificamente voltadas a essa finalidade. As injúrias não podem ser totalmente evitadas, em decorrência do uso imprescindível de máquinas, particularmente, durante a debulha e o beneficiamento.

Conforme Neergaard (1979), as sementes podem ser tanto veículos como vítimas de doenças e de desordens conseqüentes de fatores bióticos e ambientais, capazes de comprometer a performance das culturas. Dessa forma, ressalta-se a importância dos patógenos transmitidos por sementes, por suas conseqüências epidemiológicas e riscos de introdução em áreas isentas de sua presença. Assim, em diversas culturas, a qualidade fisiológica das sementes pode ser afetada pela presença de agentes causadores de doenças nas sementes, que, por sua vez, podem promover a disseminação do problema em novas áreas semeadas (Neergaard, 1979; Lucca Filho, 1985). Deve-se ressaltar que a perda de qualidade das sementes pode ser induzida, direta ou indiretamente, pela danificação mecânica (Brass & Marley, 1973).

As operações mecanizadas realizadas durante e após a colheita são potencialmente geradoras de danificações mecânicas nas sementes. Assim, a debulha, o processamento, o armazena-

mento e a distribuição de sementes têm recebido recomendações voltadas à redução das injúrias (Pollock & Ross, 1972; Popinigis, 1977; Carvalho & Nakagawa, 1983).

As injúrias surgidas no processo de produção de sementes, com extensão e direcionamento pouco controláveis, têm sido relatadas como prejudiciais ao desempenho (Delouche & Andrews, 1964; Popinigis, 1977; Marcos Filho, 1986). Contudo, o efeito gerado ganha importância, em virtude da abertura de canais para a entrada de microrganismos patogênicos (Soave & Wetzel, 1987) e é agravado, paralelamente, quando as injúrias se aproximam do embrião (Wortman & Rinke, 1951 e Carvallho & Nakagawa, 1983). Por outro lado, em algumas pesquisas em que provocaram danos controlados e dirigidos ao endosperma das sementes de milho, não se constataram prejuízos relacionados ao desempenho (Koehler, 1935; Wortman & Rinke, 1951; McKeen & McDonald, 1976; Silva et al., 1994; Costa et al., 2003).

Em pesquisa conduzida com sementes de milho, McKeen & McDonald (1976) provocaram injúrias nas sementes pelo corte de porção da coroa e pela agitação pneumática das sementes em dispositivo experimental. Os autores verificaram que, apesar de visualmente a danificação pela agitação ter se mostrado menos severa, em comparação com o corte na coroa, a emergência de plântulas em campo foi superior para as sementes submetidas ao corte na coroa do que para aquelas submetidas a agitação pneumática.

Para condições de clima frio e úmido, a emergência foi menor do que em clima quente. Porém, quando as sementes injuriadas foram tratadas com fungicida (Benlate ou Captan), a emergência, em qualquer condição de ambiente foi praticamente idêntica à das sementes saudáveis.

Em pesquisa conduzida por Silva et al. (1994), sementes de milho foram submetidas à remoção parcial do endosperma e do pericarpo, através de cortes dirigidos, de maneira que o embrião não fosse atingido. Posteriormente, avaliaram o desempenho fisiológico dessas sementes com tratamento fungicida (Captan 75%) e sem tratamento fungicida; concluíram que, apesar de haver redução do potencial de armazenamento, há a possibilidade biológica de excisar parte (aproximadamente 14% em peso) da semente de milho, desde que em lotes de alta qualidade fisiológica, com tratamento fungicida e a serem utilizados em regiões favoráveis ao desenvolvimento da espécie, sem que haja prejuízo da emergência das plântulas em campo.

Com o propósito de pesquisar, em sementes de milho, as relações existentes entre os danos mecânicos, a presença de microrganismos e o desempenho fisiológico, Cícero (2000) utilizou sementes intactas, danificadas na região da calota endospermática, no ápice do escutelo e na camada negra, sendo, posteriormente, inoculadas com patógenos. O autor concluiu que as danificações em sementes de milho, particularmente quando *Aspergillus* sp. e *Fusarium moniliforme* acham-se presentes, promovem prejuízos quantitativos progressivos à medida que se aproximam do embrião e, quando comparadas entre si, as interferências negativas de *Aspergillus* sp. e *Fusarium moniliforme* são mais evidenciadas do que as de *Penicillium* sp.

Portanto, o conhecimento acumulado até o presente momento sugere haver impor-

tância da ocorrência e interferência do dano mecânico no desempenho das sementes, particularmente em função de sua associação com o estabelecimento de microrganismos. Porém, dado o grande número de variáveis envolvidas nos estudos de tais caracteres, como, por exemplo, a realização ou não de tratamento fungicida, a localização e a intensidade dos danos, é necessária a continuidade de pesquisas direcionadas ao entendimento dessas relações. Nesse sentido, o presente trabalho visou à caracterização da incidência de patógenos relacionados com a ocorrência de danos mecânicos (em diferentes intensidades), bem como a eficiência de tratamentos fungicidas com relação à qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal (LPV) e no Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ambos da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP (Esalq/USP), Piracicaba, SP, com sementes de milho do cultivar CO 32, sem nenhum tratamento químico, produzidas na safra de 2001/2002 e com diferentes intensidades de danos mecânicos, provocados durante a operação de debulha, a qual foi realizada com alterações na regulagem da máquina debulhadora, utilizando-se 200 rpm (amostra 1), 350 rpm (amostra 2) e 500 rpm (amostra 3).

A qualidade inicial do material foi avaliada quanto aos danos mecânicos (teste de coloração com tintura de iodo, segundo Marcos Filho et al., 1987), teste de germinação (Brasil, 1992) e determinação do grau de umidade pelo método de estufa a 105 °C (Brasil, 1992).

Experimento 1

As sementes de milho, das três amostras, sem nenhum tratamento químico, foram submetidas aos procedimentos discriminados a seguir.

a) Teste de envelhecimento acelerado

Foi conduzido com a utilização de caixas de plástico “gerbox” com compartimento individual; assim, quantidade suficiente de sementes de cada amostra foi colocada sobre a tela metálica interna da caixa, cobrindo toda a sua superfície; as caixas, contendo 40 mL de água, foram mantidas em incubadora FANEM mod. 347 F, à 42°C, durante 96 horas. Em seguida, a porcentagem de plântulas normais foi avaliada pelo teste de germinação, com quatro repetições de 100 sementes por amostra, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem, por tratamento.

b) Teste de frio

Foi conduzido pelo método convencional, preconizado pela AOSA (1983). A semeadura foi realizada em caixas de plástico, com dimensões de 47 cm x 30 cm x 11 cm, com quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento, em substrato constituído por 2/3 de areia e 1/3 de terra, proveniente de área cultivada com milho. O substrato foi irrigado com água até atingir 60% da sua capacidade de retenção. Após permanecerem por período de sete dias em câmara, regulada à temperatura de 10°C, as caixas foram retiradas e colocadas em condição de ambiente não controlado do LPV/ESALQ/USP, onde permaneceram por sete dias, quando se proceder à contagem das plântulas emergentes. Os resultados foram expressos em porcentagem, por tratamento.

c) Teste de sanidade

Foram montadas vinte placas de Petri, por tratamento, com dez sementes por placa. A montagem do teste obedeceu aos seguintes procedi-

mentos: três folhas, de formato circular, de papel de filtro, foram embebidas em água destilada; em seguida, foram acomodadas em placas de Petri de plástico (com diâmetro entre 8,5 a 9,0 cm), sendo as dez sementes de milho distribuídas de forma equidistante em cada placa. A seguir, as placas de Petri contendo as sementes foram levadas para câmara com temperatura controlada (20° C), por um dia. Transferiu-se, em seguida, para câmara a -18° C, por um dia, e retornando a câmara a 20° C, sob condições de alternância de 12 horas de luz branca fluorescente e 12 horas de escuro. Após este período de incubação, as sementes foram examinadas ao estereomicroscópio, para visualização das estruturas dos diferentes fungos e avaliação da incidência desses fungos nas sementes (Henning, 1994; Goulart, 1997).

Experimento 2

As sementes de milho, correspondentes às três amostras, foram submetidas aos tratamentos com os fungicidas, nas doses comerciais recomendadas, Captan 750 TS (captan) 160 g/100 kg e Maxim XL (fludioxonil + metalaxil) 150 mL/100 kg. A testemunha não recebeu nenhum tratamento químico.

As amostras de sementes de milho foram submetidas novamente aos mesmos testes, para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária, conforme descrito no Experimento 1.

Delineamento Experimental

O delineamento estatístico adotado, tanto para o experimento 1, como para o experimento 2, foi o inteiramente ao acaso com quatro repetições. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

A caracterização inicial do material (Tabela 1) permitiu separar as sementes em três gru-

pos distintos quanto à germinação. Verificaram-se quedas significativas na germinação das sementes com o aumento da incidência de danos mecânicos. Dessa forma, com base nos valores médios de germinação observados, verifica-se que, para os efeitos do presente trabalho, o lote 1 (200 rpm) é aquele de melhor qualidade fisiológica, o lote 2 (350 rpm), de qualidade intermediária e o lote 3 (500 rpm) o de pior qualidade fisiológica, devido a diferentes velocidades da máquina debulhadora.

Experimento 1

As sementes com menor porcentagem de dano mecânico (amostra 1) apresentaram vigor mais elevado em relação às outras duas amostras que, por sua vez, não diferiram entre si (Tabela 1), corroborando o observado por Brass & Marley (1973), que verificaram queda no vigor de sementes de milho quando ocorreram diferentes intensidades de danos mecânicos, provenientes das operações de colheita, beneficiamento e semeadura.

Também Cícero (2000) verificou redução do vigor à medida em que a ocorrência dos danos aproximava-se do embrião das sementes de milho, ou seja, quando os danos eram mais intensos.

Delouche & Andrews (1964), Popinigis (1977) e Marcos Filho (1986) também relataram efeitos prejudiciais ao vigor de sementes, provocados pela presença de danos mecânicos de extensão e ocorrência pouco definidas.

A incidência de patógenos considerando-se valores médios (Tabela 2), pode-se verificar que houve, em valores absolutos, aumento da incidência dos fungos com o aumento da incidência de danos mecânicos nas amostras. Os fungos que tiveram a maior incidência foram *Fusarium moniliforme* e *Cephalosporium* sp. Tais resultados corroboram os observados por Soave & Wetzell (1987), Wortman & Rinke (1951) e Carvalho & Nakagawa (1983), que relataram efeitos semelhantes em sementes de milho, uma vez que a ocorrência de danos mecânicos favorece a colonização de fungos nas sementes.

TABELA 1. Valores percentuais médios obtidos para os testes de germinação, de iodo (danos mecânicos), envelhecimento acelerado, frio e grau de umidade e incidência de patógenos obtidos para o teste de sanidade para três amostras de sementes de milho da cultivar CO32.

Parâmetro (%) ¹	Amostra		
	1 (200 rpm) ²	2 (350 rpm)	3 (500 rpm)
Germinação	98 a	92 b	86 c
Danos Mecânicos	6 a	22 b	42 c
Envelhecimento Acelerado	80 a	62 b	58 b
Teste de Frio	98 a	86 b	83 b
Umidade	10,12	10,90	11,02
<i>Fusarium moniliforme</i>	96 a	98 a	99 a
<i>Cephalosporium</i> sp.	78 a	80 a	90 b
<i>Penicillium</i> sp.	32 a	36 a	40 a
<i>Aspergillus</i> sp.	0 a	2 a	6 b

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras, na horizontal, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

² Velocidades de trilha na debulhadora para induzir danos mecânicos.

TABELA 2. Valores percentuais médios¹ obtidos para os testes de envelhecimento acelerado e de frio de incidência de patógenos¹ para os três lotes de sementes de milho da cultivar CO32, submetidos a tratamento fungicida.

Amostra	Tratamentos	Envelhecimento	Teste de Frio	<i>Fusarium moniliforme</i>	<i>Cephalosporium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.
1 (200 rpm) ²	Testemunha	78 b	95 a	91,50 a	75,97 a	29,47 a	0,00 a
	Captan 750 TS	97 a	96 a	28,00 b	7,41 b	1,58 b	0,00 a
	Maxim XL	99 a	95 a	73,00 a	23,91 ab	0,00 b	0,00 a
2 (350 rpm)	Testemunha	60 b	84 b	96,98 a	78,98 a	34,96 a	1,58 a
	Captan 750 TS	92 a	93 a	41,00 b	17,97 b	0,00 b	0,00 a
	Maxim XL	90 a	93 a	62,98 ab	15,97 b	0,00 b	0,00 a
3 (500 rpm)	Testemunha	57 b	76 b	95,50 a	92,49 a	62,45 a	4,46 a
	Captan 750 TS	94 a	89 a	52,97 ab	15,84 b	0,00 b	0,00 a
	Maxim XL	93 a	94 a	96,49 a	17,43 b	11,44 ab	0,00 a

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras, na vertical, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

² Velocidades de trilha na debulhadora para induzir danos mecânicos.

Experimento 2

Os dados dos testes de envelhecimento acelerado e de frio, apresentados na Tabela 2, permitem verificar que o tratamento fungicida das sementes foi benéfico à expressão do vigor das amostras 2 e 3, de qualidade fisiológica inferior à da amostra 1. Os resultados da Tabela 2 evidenciam, ainda, que a queda de vigor verificada nas sementes das três amostras deveu-se, particularmente, às vias de entrada para a incidência de microrganismos patogênicos, proporcionadas pela ocorrência dos danos mecânicos.

Os tratamentos com fungicidas foram eficientes em controlar os patógenos avaliados no presente trabalho, com exceção de *Fusarium moniliforme*, independente da intensidade de ocorrência de danos mecânicos (Tabela 2). Tais resultados corroboram os obtidos por Silva et al. (1994), os quais, trabalhando com sementes de milho, com diferentes intensidades e localizações de danos mecânicos, tratadas com Captan (75%) e sem tratamento fungicida, verificaram controle eficiente de patógenos.

Também verifica-se, em valores absolutos, superioridade do tratamento das sementes com Captan 750 TS (T1), quando comparado com Maxim XL (T2), especialmente quando se considera *Fusarium moniliforme*. Contudo, segundo experimentos conduzidos pela empresa produtora do fungicida Maxim XL, constata-se que o desempenho do referido fungicida é superior em experimentos de campo do que em laboratório. A razão para esse comportamento ainda carece de pesquisas para a sua elucidação (Cícero, 200; Costa et al., 2003).

Conclusões

1. O aumento progressivo de danos mecânicos nas sementes contribuiu para a queda do

potencial fisiológico e para o aumento da incidência de fungos nas mesmas.

2. Os tratamentos fungicidas realizados nas sementes foram benéficos para a expressão do vigor dos lotes de menor qualidade fisiológica e eficientes no controle dos patógenos associados às sementes de milho, exceção feita a *Fusarium moniliforme*.

3. Destaca-se o fungicida Captan (75%), em relação a Maxim XL, na redução de *Fusarium moniliforme* na presença de danos mecânicos.

Literatura Citada

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. The Seed Vigor Test Committee. **Seed vigor testing handbook**. [S. l.], 1983. 93 p. (To the Handbook on Seed Testing. Contribution, 32).

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Produção Vegetal - Divisão de Sementes e Mudanças. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

BRASS, R. W.; MARLEY, S. J. Roller sheller: low damage corn shelling cylinder. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 16, n. 1, p. 64-66, 1973.

CARVALHO, N. M. DE; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: SP, Fundação CARGILL, 1983. 429 p.

CÍCERO, C. M. **Influências da associação entre danos mecânicos e patógenos no desempenho das sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 200. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

COSTA DA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.

qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 25, n. 1, p. 128-132, 2003

DELOUCHE, J. C.; ANDREWS, C. H. Tests show how injury lowers quality of seed. **Seed World**, Chicago, v. 95, n. 6, p. 10, 1964.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. 58 p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 11).

HENNING, A. A. **Patologia de sementes**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1994. 43 p. (EMBRAPA-CNPSO Documentos, 90).

KOEHLER, B. Pathologie significance of seed coat injury in dent corn. **Phytopathology**, St. Paul, v. 25, p. 24, 1935.

LUCCA FILHO, O. A. Importância da sanidade na produção de sementes de alta qualidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 7, n. 1, p. 113-123, 1985.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-39.

MCKEEN, W. E.; MACDONALD, B. Leakage, infection and emergence of injured corn seed. **Phytopathology**, St Paul, v. 66, p. 928-930, 1976.

MEYERS, M. T. The influence of broken pericarp on the germination and yield of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.16, n. 8, p. 540-550, Ago. 1924.

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**. London: Macmillan Press, 1979. v. 1, 839p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1977. 289 p.

SILVA, W. R.; CHAMMA, H. M. C. P.; NOVENBRE, A. D L. C.; MORAES, M. H. D. Avaliação do desempenho de sementes de milho submetidas à remoção parcial do endosperma e do pericarpo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 138-152, jan./abr. 1994.

SOAVE, J.; WETZEL, M. V. S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 480 p.

WORTMAN, L. S.; RINKE, E. H. Seed corn injury at various stages of processing and its effect upon cold test performance. **Agronomy Journal**, Madison, v. 43, n. 7, p. 229-305, 1951.