

EFEITOS DO BENEFICIAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO INFECTADAS POR *Fusarium moniliforme* Sheld

M.L.M. de CARVALHO; D.A.C. BILIA; W.R. da SILVA

Departamento de Agricultura - ESALQ/USP - C.P. 9 - CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP

J.R. de MENEZES

Departamento de Fitopatologia - FUEL - CEP: 86001-000 - Londrina, PR.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar os efeitos do beneficiamento na qualidade de lotes com sementes de milho infectadas com *Fusarium moniliforme* Sheld, sementes foram submetidas à classificação por peneiras, originando 4 frações (24/64; 22/64; 20/64; 18/64 de polegada) e à separação por peso através da ação da mesa gravitacional, originando três frações que foram individualmente submetidas ao mesmo equipamento gerando, cada uma, mais três frações. Todas as frações foram avaliadas quanto à germinação, ao vigor, à densidade, ao peso de mil sementes e à sanidade. A classificação por largura não é eficaz para separar as sementes infectadas; no entanto, o aumento da largura das sementes é acompanhado pela elevação dos valores da germinação e do vigor.

Descritores: milho, sementes, beneficiamento, *F. moniliforme*.

PROCESSING EFFECTS ON THE QUALITY OF CORN SEED INFECTED BY *Fusarium moniliforme* SHELDT

ABSTRACT: In order to evaluate processing effects on the quality of corn seeds infected by *Fusarium moniliforme* Sheld seeds were submitted to screen classification yielding 4 fractions (24/64; 22/64; 20/64; 18/64 of the inch) and the other part was separated by weight in a gravity separator. The separator originated three fractions that in turn were individually submitted to the same equipment generating, each one, three other fractions. All fractions were evaluated for germination, vigor, density, weight of a thousand seeds, and sanity. The width classification is not effective in the selection of infected seeds; however, the increase of seed width is followed by higher germination and vigor values.

Key Words: corn, seeds, improvement, *F. moniliforme*.

INTRODUÇÃO

Diversas doenças, muitas das quais transmitidas pelas sementes, têm sido apontadas como redutoras da produtividade na cultura do milho. LUCCA FILHO (1984a) afirma que, dentre os fungos frequentemente encontrados em sementes de milho, os mais importantes em termos de qualidade para semeadura são *Fusarium moniliforme*, *Diplodia maydis*, *Penicillium* sp. e *Aspergillus* spp., uma vez que podem contribuir para a redução do poder germinativo.

A ocorrência de *Fusarium moniliforme* em milho, está associada a fatores diversos. DJAKAMIHARDJA et al. (1970) citam que, nos EUA, este é o fungo que mais ocorre em áreas úmidas.

Da mesma forma, SALAMA & MISHRICKY (1973) trabalhando com diferentes cultivares de milho obtidas no Egito, afirmaram que *Fusarium moniliforme* foi o fungo predominante em todos os materiais, embora houvesse variação de ocorrência entre os mesmos.

No Brasil, não são relatados casos de ataques severos de *Fusarium moniliforme* em lavouras de milho.

No entanto, na safra 1990/91 foi detectada, na região norte do Mato Grosso, incidência acentuada desse fungo em campos de produção de sementes.

O efeito da presença do fungo na semente é controvertido, principalmente no que se refere à sua influência na germinação. Autores como MELCHERS & JOHNSTON (1924),

WARMKE & SCHENCK (1971) e BEDENDO (1978), não encontraram uma correlação entre a presença de *F.moniliforme* e a redução da germinação das sementes.

Por outro lado, CUDDY & WALLEN (1965) constataram que lotes com 62% de sementes infectadas com *Fusarium moniliforme* apresentaram germinação de 28%, enquanto lotes de sementes sadias mostraram 94% de germinação.

FUTREL & KILGORE (1969) observaram que os danos causados por esse fungo podem reduzir o desenvolvimento de plântulas e afetar o "stand" inicial da cultura.

MENEZES (1988) afirma que o uso de sementes infectadas ou infestadas com *Fusarium* poderá afetar negativamente a germinação, a emergência e a produção, além de colaborar efetivamente para a disseminação do organismo no campo; ressalta, ainda, que nem todas as espécies de *Fusarium* presentes nas sementes são patogênicas, citando que *F. moniliforme* pode estar presente na semente, sem prejudicar, aparentemente, a germinação.

Segundo FUTREL & KILGORE (1969) e SCOTT & FUTREL (1970) o fungo atua, sobre a germinação e o desenvolvimento das plântulas, sintetizando uma toxina no endosperma da semente de milho que, translocada para as raízes, provoca a inibição do seu desenvolvimento.

A remoção de materiais indesejáveis de um lote de sementes pode ser conseguida, através do beneficiamento, pelas diferenças físicas entre os componentes. LOLLATO & SILVA, (1984) concluíram que a utilização da mesa gravitacional permitiu separar sementes de feijão em função das suas características relacionadas com densidade, peso unitário, germinação, vigor, sanidade, pureza física, manchas e defeitos.

Considerando que o ataque de microrganismos pode afetar o peso, o tamanho e a qualidade das sementes, o objetivo do presente trabalho foi o de averiguar o efeito do beneficiamento na qualidade das sementes de milho portadoras de *Fusarium moniliforme*.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente ensaio foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e de Patologia de Sementes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", no período de abril a junho de 1991.

Sementes de milho, produzidas na

região norte do Mato Grosso, com incidência de manchas e oriundas de espigas deformadas, foram submetidas a exame patológico prévio para determinação do agente causal da doença através do método de papel de filtro (ISTA, 1976).

Os danos causados na espiga foram avaliados de acordo com a estimativa percentual da área afetada com sintomas visíveis, utilizando a classificação apresentada na TABELA 1.

TABELA 1 - Classificação empregada na estimativa da área da espiga afetada com danos visíveis de origem patogênica.

Classe de dano	Área afetada (%)
1	Inferior a 1
2	1 a 10
3	11 a 20
4	21 a 40
5	41 a 60
6	61 a 80
7	Superior a 80

Após a realização da pré-limpeza com a utilização das peneiras 11/64" (desfolha) e 28/64" (peneiração) foi obtido o lote denominado "original" (O).

A seguir, as sementes foram separadas por largura e por peso em operações independentes.

A separação por largura foi efetuada por peneiras dispostas em série decrescente (24/64, 22/64, 20/64 e 18/64 de polegada), dando origem às quatro frações correspondentes.

A separação por peso, realizada em mesa gravitacional, originou 12 frações (F) conforme o indicado na Figura 1.

O lote original (O) proveniente da pré-limpeza, e as frações originadas das separações por largura e peso, foram avaliados quanto às qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias, através das seguintes determinações:

a) **Peso de mil sementes:** conforme recomendações de BRASIL (1980) pelo método de pesagem direta das amostras com mil sementes.

b) **Densidade das sementes:** foi obtida com o emprego do volumênmetro, descrito por KIEHL

(1979), utilizando 5 sementes e 15 ml de areia por repetição.

c) **Teste de germinação:** realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1980), empregando temperatura de 30°C.

d) **Teste de vigor:** a emergência em areia e o envelhecimento acelerado foram executados conforme metodologia descrita por POPINIGS (1977). O teste de frio sem solo foi efetuado conforme FRATIN (1987).

e) **Sanidade:** foi utilizado o método do papel de filtro com congelamento e desinfecção superficial das sementes com hipoclorito de sódio 1%, por 5 minutos, de acordo com as recomendações da ISTA (1976).

A análise estatística foi efetuada adotando delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, e o auxílio do programa Sistema de Análise Estatística (ZONTA et al., 1984). A comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

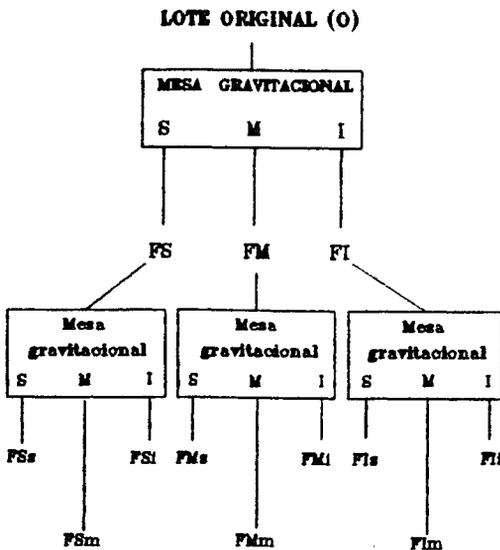


Figura 1 - Esquema da separação por peso realizada em mesa gravitacional. Piracicaba, 1991.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O patógeno presente nas sementes foi identificado como sendo *Fusarium moniliforme* Sheld. De acordo com LUCCA FILHO (1987a) as sementes de milho portadoras de *Fusarium moniliforme* Sheld apresentam estrias no endosperma, como sendo o sintoma mais comum.

O mesmo autor afirma, ainda, que o referido patógeno provoca podridão nas sementes e nas espigas, promovendo o aparecimento, entre as sementes, de um micélio cottonoso, com esporos, conferindo uma coloração que varia de rosa a marrom-avermelhada. Além dos sintomas reportados por LUCCA FILHO (1987b), foram observadas na avaliação sintomatológica, manchas circulares de bordos escuros e centro claro.

A TABELA 2, mostrando os dados obtidos na avaliação de espigas com sintomas de *Fusarium moniliforme*, indica que as classes 2, 3 e 4 (1 a 40% de área afetada) abrigaram a maioria (83,95%) dos casos avaliados. Este fato confirma a ampla disseminação do patógeno na população estudada.

TABELA 2 - Frequência dos danos causados às espigas de milho por *Fusarium moniliforme* Sheld. Piracicaba, 1991.

Classe de dano	Nº de espigas	% de espigas
1	50	4,43
2	573	50,73
3	248	21,79
4	129	11,43
5	74	6,55
6	36	3,19
7	19	1,68
Total	1.129	100,00

Na TABELA 3, estão os resultados obtidos nas determinações do peso de mil sementes, da densidade, da germinação, do vigor e da sanidade das sementes classificadas pela largura. A observação dos dados do peso de mil sementes permite verificar que a separação por largura mostrou diferença significativa entre as frações, indicando uma tendência de redução do peso de sementes com a redução do tamanho. Quanto à densidade, foi observada uma tendência inversa; neste caso, as sementes retidas em peneiras inferiores apresentaram valores superiores aos das demais.

TABELA 3 - Dados médios das determinações relativas às qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias em sementes classificadas pela largura. Piracicaba, 1991.

Determinações	CV%	Tratamentos				
		Original	24	22	20	18
Peso 1000 (g)	2,5	288,400c	347,225a	304,175b	263,700d	200,500c
Densidade (g/cm ³)	12,0	1,161b	1,157b	1,173b	1,208ab	1,521a
Germinação (%)	1,8	75 b	85 a	75 b	68 c	52 d
Emergência (%)	4,9	80 a	84 a	79 a	68 b	56 c
Env. Acel. (%)	3,7	50 b	70 a	66 a	56 b	41 c
Frio s/solo (%)	2,6	74 b	81 a	78 a	60 c	53 d
Infecção (%)	6,4	89 a	90 a	89 a	88 a	93 a

Em cada linha, médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

SILVA & MARCOS FILHO (1979), trabalhando com sementes de milho, obtiveram, através da separação por tamanho, materiais semelhantes quanto à densidade.

Os resultados do teste de germinação indicam que os tratamentos, que incluíram sementes de maior tamanho, apresentaram valores absolutos superiores, apesar de não se diferenciarem dos demais tratamentos quanto à incidência de microrganismos. A superioridade na germinação das sementes retidas na peneira 24 em relação à das demais, também foi encontrada por SCOTTI & KRZYZANOWSKI (1977); por outro lado SILVA & MARCOS FILHO (1979) obtiveram resultados semelhantes apenas em uma das cultivares estudadas. Nos testes de vigor (emergência em areia, envelhecimento acelerado e frio sem solo), a separação por tamanho resultou na superioridade para as sementes retidas nas peneiras 24 e 22 em relação às demais.

Dados semelhantes foram encontrados por BARNES (1959), quando trabalhou com o teste de frio em sementes de milho. No entanto, COSTA & CARVALHO (1983), empregando o envelhecimento acelerado em sementes de milho, não observaram uma influência significativa do tamanho da semente no seu vigor. O teste de sanidade mostrou alta incidência de *Fusarium moniliforme* nas sementes de todos os tamanhos; a

análise estatística não detectou diferenças significativas entre os tratamentos, o que demonstra que a classificação por tamanho não foi capaz de separar sementes infectadas por *F. moniliforme*. Todavia, não foram efetuadas observações sobre a severidade da doença nos indivíduos.

Na tentativa de separação por peso com o emprego da mesa gravitacional, foi considerada a especificidade de ação de equipamento para esta finalidade. Dessa maneira, a separação realizada no lote original (O) levou à obtenção de três frações que, individualmente reconduzidas à mesa gravitacional, vieram a atuar como novos lotes originais (FS, FM, FI) nas separações posteriores.

Por esse motivo, as comparações efetuadas adotam os lotes originais, relativos à cada uma das separações, como referências para a interpretação dos resultados (TABELAS 4, 5 e 6).

A TABELA 4, referente à qualidade física, permite verificar que a mesa gravitacional não foi eficiente na separação por peso. A determinação da densidade dentro de lotes, não mostrou diferenças significativas. Dentro das frações, apenas a fração média apresentou diferenças significativas, sendo que as sementes da descarga superior apresentaram maior densidade quando comparadas às demais.

Dados obtidos por SILVA (1978) indicaram que a mesa gravitacional foi eficiente na

separação pelos pesos unitários e volumétricos de sementes de milho.

TABELA 4 - Dados médios do peso de mil sementes (P.1000) e de densidade das sementes submetidas à passagem em mesa gravitacional. Piracicaba, 1991.

Tratamento	Determinações	
	P 1000 (g)	Densidade (g/c ³)
O	284,075a	1,161a
FS	284,700a	1,270a
FM	288,450a	1,410a
FI	282,250a	1,243a
CV %	2,2	13,9
FS	284,700b	1,270a
FSs	302,025a	1,211a
FSm	286,575b	1,275a
FSi	288,899b	1,237a
CV %	1,6	13,7
FM	288,450ab	1,310ab
FMs	286,149ab	1,492a
FMm	294,825a	1,111c
FMi	281,950b	1,198bc
CV %	2,0	9,1
FI	282,250a	1,243a
FIs	285,225a	1,295a
FIm	283,075a	1,229a
Fli	263,375b	1,390a
CV %	1,7	8,2

Em cada coluna, médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A diferença de resultados no presente ensaio, pode ser atribuída às variações de metodo-

logia, uma vez que o pequeno volume de material disponível exigiu a utilização de uma mesa gravitacional de pequeno tamanho; da mesma forma, a heterogeneidade de tamanho entre as sementes dos lotes originais pode ter contribuído para dificultar a ação da mesa gravitacional.

Pela TABELA 5 pode ser observado que, nos lotes resultantes da primeira separação por peso, a porcentagem de germinação da porção média foi superior à das porções inferiores e superiores. Já, para as frações, a germinação das sementes das descargas superiores foi, invariavelmente, a mais elevada. Os dados dos testes de vigor não permitiram, em razão de sua variabilidade, interpretação que pudesse sugerir a existência de quaisquer tendências.

O teste de sanidade para as sementes submetidas à mesa gravitacional (TABELA 6), não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos, indicando que a classificação efetuada pelo equipamento não foi efetiva na separação das sementes infectadas. O mesmo não ocorreu com sementes de feijão contaminadas por *Fusarium* sp. (LOLLATO & SILVA, 1984); neste caso, as sementes sadias tenderam a se concentrar nas descargas superiores da mesa gravitacional.

A separação através de peneiras, apesar de não ter sido eficiente em separar sementes infectadas por *Fusarium moniliforme* mostrou que as sementes de maior largura apresentaram maiores valores para os testes de germinação e vigor. A ineficiência na separação pode estar ligada ao método utilizado na detecção do patógeno que, apesar de identificar a presença de *Fusarium moniliforme* nas sementes de milho, não avalia a severidade de infecção nas unidades.

A separação por peso, pretendida com o uso da mesa gravitacional não foi efetiva, o que dificultou qualquer conclusão relativa ao peso das sementes.

CONCLUSÕES

1) A classificação de sementes de milho por largura, não é eficaz para separar, do lote, as unidades infectadas por *Fusarium moniliforme* Sheld.

2) O aumento da largura da semente é acompanhado da elevação dos valores de germinação e vigor.

TABELA 5 - Dados médios obtidos nos testes de germinação (%G), envelhecimento acelerado (E.A. %), emergência (%E) e de frio (%F) em sementes submetidas à passagem em mesa gravitacional. Piracicaba, 1991.

Tratamentos	Testes			
	%G	EA%	%E	%F
O	81a	55b	78a	68b
FS	73b	59ab	80a	70ab
FM	82a	62a	77a	74b
FI	74b	61ab	78a	72ab
CV%	2,5	5,2	4,8	2,9
FS	73b	58bc	80bc	70c
FSs	80a	57c	87a	76ab
FSm	81a	61a	79c	74b
FSs	75b	64a	85ab	79a
CV%	13,4	1,4	3,2	1,7
FM	82a	62a	77a	74b
FMs	78b	65a	80a	77a
FMm	76b	56b	76a	73b
FMi	68c	48c	71a	69c
CV%	8,9	4,4	7,6	1,5
FI	74b	61a	78a	72b
FIs	75ab	62a	79a	76a
FI m	77a	56b	80a	74a
Fli	69c	57b	73a	64c
CV%	8,2	3,2	6,2	1,5

Em cada coluna, médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Teste de sanidade para detecção de *Fusarium moniliforme* em lotes e frações classificadas em mesa gravitacional. Piracicaba, 1991.

Tratamento	% de Infecção
O	89 a
FS	91 a
FM	94 a
FI	94 a
CV%	91 a
FS	91 a
FSs	94 a
FSm	93 a
FSi	95 a
CV%	5,0
FM	94 a
FMs	93 a
FMm	92 a
FMi	91 a
CV%	2,2
FI	94 a
FI s	91 a
FI m	94 a
FI i	94 a
CV%	5,3

Em cada coluna, médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNES, R.F. Seed size has influence on sweet corn maturity. *Crops and Soils*, Madison, v.12, n.3, p.21-22, 1959.

BEDENDO, I.P. Metodologia para a detecção de *Fusarium moniliforme* Sheld. e sua ocorrência em sementes de milho (*Zea mays* L.) produzidas no Estado de São Paulo. Piracicaba, 1978. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 1980. 182p.

COSTA, C.L.V.; CARVALHO, N.M. Efeito do tamanho sobre o comportamento de sementes de milho submetidas ao envelhecimento artificial. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.5, p.23-29, 1983.

CUDDY, T.F.; WALLEN, V.R. Seed-borne disease of corn in 1964 and their effect on germination. *Canadian Plant Disease Survey*, Ottawa, v.45, p.33-34, 1965.

DJAKAMIHARDJA, G.; SCOTT, G.T.; FUTRELL, M.C. Seedling reaction of inbreds and single crosses of maize to *Fusarium moniliforme*. *Plant Disease Reporter*, Beltsville, v.54, p.307-310, 1970.

FRATIN, P. Comparação entre métodos para avaliação de qualidade fisiológica de sementes de milho. Piracicaba, 1987. 191p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

FUTREL, M.C.; KILGORE, M. Poor stands of corn and reduction of root growth caused by *Fusarium moniliforme*, Beltsville, v.53, p.213-315, 1969.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Seed health testing. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.4, p.3-49, 1976.

KIEHL, E.J. **Manual da edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979. 81p.

LOLLATO, M.A.; SILVA, W.R. da. Efeitos da utilização da mesa gravitacional na qualidade de sementes de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.19, n.12, p.1483-1496, 1984.

LUCCA FILHO, O.A. Diagnóstico da patologia de sementes de milho no Estado do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 1., 1984, Piracicaba, Situação e perspectivas da patologia de sementes no Brasil. *Anais...* Piracicaba: CENA/USP/CNEN, Brasília: ABRATES, 1984. p.102-104.

LUCCA FILHO, O.A. Metodologia dos testes de sanidade de sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.V.S. **Patologia de sementes**, Campinas: Fundação Cargill, 1987a, p.176-198.

LUCCA FILHO, O.A. Teste de sanidade de sementes de milho. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.V.S. **Patologia de sementes**, Campinas: Fundação Cargill, 1987b, p.340-40.

- MELCHERS, L.E.; JOHNSTON, C.O. Corn root and ear rot disease investigation in Kansas. *Phytopathology*, Saint Paul, v.14, p.45, 1924.
- MENEZES, M. Aspectos diagnósticos na detecção de *Fusarium* sp. em sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 3., 1988. Lavras, Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1988, p.140-156.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** Brasília: AGIPLAN 1977. 289p.
- SALAMA, A.M.; MISHRICKY, A.G. Seed transmission of maize wilt fungi with special reference to *Fusarium moniliforme*. *Phytopathologische Zeitschrift*, Berlin, v.77, p.356-362, 1973.
- SCOTT, G.E.; FUTREL, M.C. Response of maize seedlings to *Fusarium moniliforme* and a toxic material extracted from this fungus. *Plant Disease Reporter*. Beltsville, v.54, p.483-486, 1970.
- SCOTI, C.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. **Influência do tamanho da semente sobre a germinação e vigor em milho.** Londrina: IAPAR, 1977. 10p. (IAPAR - Boletim Técnico, 5).
- SILVA, W.R. da. Efeitos do peso e do tamanho das sementes de milho (*Zea mays* L.) sobre a germinação, o vigor e a produção de grãos. Piracicaba, 1978. 83p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SILVA, W.R. da; MARCOS FILHO, J. Efeitos do peso e do tamanho das sementes de milho sobre a germinação e vigor em laboratório. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.1, n.1, p.39-52, 1979.
- WARMKE, H.E.; SCHENCK, N.C. Occurrence of *Fusarium moniliforme* and *Helminthosporium maydis* on and in corn seed as related to T cytoplasm. *Plant Disease Reporter*, Beltsville, v.55, p.486-489, 1971.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.D.; SILVEIRA JUNIOR, P. **Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST.** Pelotas: UFPel, 1984. (Registro SEI, 06606-0, Categoria, AO).

Trabalho enviado para publicação em 27.08.92

Trabalho aceito para publicação em 25.11.92