

## 2.1.3.2.

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE CULTIVARES  
DE MILHO DE DIFERENTES ORIGENS,  
ÀS PODRIDÕES DO COLMO BASEADA NA  
SINTOMATOLOGIA INTERNA

Fernando Tavares Fernandes \*

Eric Balmer \*\*

## INTRODUÇÃO

Dentre as várias doenças que podem ocorrer na cultura do milho, as podridões do colmo causadas por *Diplodia maydis* e *Fusarium moniliforme* têm sido consideradas como sendo importantes por serem um dos fatores que causam redução na produção. As podridões do colmo podem causar uma redução de até 20% devido às perdas durante a colheita e no caso em que 50% do entre-nó apodrecido, uma baixa produção pode ocorrer devido à má granação das espigas (15, 16).

Fungos do gênero *Diplodia* e *Fusarium*, patogênicos ao colmo de milho, também o são às espigas. Podridões das espigas já foram relatadas como ocorrendo nos Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo e Bahia (9, 20).

O principal método de controle para estas podridões é a utilização de cultivares resistentes. Sabe-se que a resistência de um híbrido é proporcional ao número de linhagens resistentes que entram em sua síntese (1, 19). YOUNIS *et alii* (25) estimaram a herdabilidade da resistência em 73% e concluíram que este caráter tem uma apreciável base genética, podendo responder à seleção.

Um dos métodos de se obter cultivares resistentes é através da inoculação artificial dos colmos (13, 15). CLARK (5) embora reconhecendo que este método possa apresentar algumas limitações, considera os dados a serem obtidos como valiosos para os melhoristas.

\* Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA - Caixa Postal, 151 - CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

\*\* Professor do Departamento de Fitopatologia da ESALQ/USP - Caixa Postal 09 - CEP 13400 Piracicaba, SP.

A resistência das plantas de milho está relacionada, entre outros fatores, com a fertilidade do solo (8), ataque de insetos (4, 17, 21), injúrias nas folhas (10, 17), produtividade da planta, prevenção da polinização ou eliminação das espigas (4, 8, 10, 15, 17, 21).

No Brasil, a literatura revelou que PARADELLA (18) foi o primeiro a utilizar a inoculação artificial em trabalhos de melhoramento de milho visando obter material resistente às podridões do colmo.

O presente trabalho teve como finalidade, conhecer a resistência dos materiais pertencentes ao Ensaio Nacional de Milho às podridões do colmo causadas por *D. maydis* e *F. moniliforme*. Isto nos permitirá uma previsão da necessidade de melhoramento para resistência, bem como detectar possíveis fontes de resistência aos patógenes do colmo.

#### MATERIAL E MÉTODO

Este experimento foi instalado durante o ano agrícola 1972/73, em área do Departamento de Genética da ESALQ.

As 25 cultivares de milho testadas, pertenciam ao Ensaio Nacional de Milho para o ano agrícola 1972/73 (Tabela 1). Sendo materiais genéticos de diferentes tipos, foram elas agrupadas em tres grupos. No grupo 1 foram agrupadas as populações, os híbridos de variedades e os top-crosses comerciais; no grupo 2, os híbridos duplos e no grupo 3, aquelas cultivares das quais não foi possível obter informações sobre o tipo do material genético de que eram formados. Deste último, embora tenha entrado na análise estatística, não será tirada nenhuma conclusão.

O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas pelas 25 cultivares e as sub parcelas pelos seguintes tipos de inoculações, além de uma testemunha sem ferimento:

1. inoculação só com *D. maydis*;
2. inoculação só com *F. moniliforme*;
3. inoculação com *D. maydis* e *F. moniliforme*, simultaneamente.

Cada sub-parcela foi constituída por uma fileira de seis metros de comprimento, espaçadas entre si por um metro. O espaçamento entre plantas foi de 0,20 m. As testemunhas sem ferimento, por não terem apresentado sintomas, não entraram na análise estatística.

O inóculo de *D. maydis* consistiu da mistura de três diferentes isolados, enquanto que o de *F. moniliforme* consistiu da mistura de nove. Para obtenção de conídios de *D. maydis* foi utilizado o meio de sementes brancas de sorgo (22) e para *F. moniliforme*, o de BDA.

As inoculações foram feitas no centro do primeiro entrenó alongado acima do solo (3, 11, 24), 18 dias após 50% das plantas apresentarem pendão, utilizando-se uma suspensão de conídios na concentração de  $8 \times 10^6$  conídios por ml (6, 15, 17). Para as inoculações, foi utilizada a bengala

de inoculação descrita por KOEHLER, a qual permitiu inoculação de aproximadamente 0,8 ml de suspensão por planta (3, 14, 15).

A avaliação dos sintomas internos foi feita 29 dias após as inoculações utilizando-se a seguinte escala de notas:

1. 0 a 25% do entrenó inoculado apresentando sintomas (plantas resistentes);
2. de 26 a 50% (medianamente resistentes);
3. de 51 a 75% (medianamente suscetíveis);
4. de 76 a 100% (suscetíveis); e
5. quando as lesões se estendem para os entrenós vizinhos daquele inoculado (suscetíveis) (7, 11, 24).

As plantas apresentando ocorrência de broca não foram avaliadas.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das avaliações quantitativas dos sintomas são apresentados na Tabela 1 enquanto que a análise de variância dos dados é apresentada na Tabela 2.

A análise dos dados revelou significância ao nível de 1% de probabilidade, para cultivares e patógenos. Procurou-se então, agrupar as cultivares em três grupos, de acordo com sua variabilidade genética (Tabela 1).

A análise para o desdobramento dos graus de liberdade para cultivares revelou significância, ao nível de 1% de probabilidade, entre os grupos e dentro do grupo 1.

A diferença significativa entre os grupos 1 e 2 se deve provavelmente à maior variabilidade genética das cultivares que compõem o primeiro grupo.

Embora as médias das avaliações dos sintomas possam ser consideradas elevadas, elas apresentaram diferenças significativas entre si, dentro do grupo 1, não tendo sido encontrada significância dentro dos grupos 2 e 3.

Dentro do grupo 1, o teste de Tukey a 1% de probabilidade revelou diferenças significativas somente entre a média da cultivar Dentado Composto C-MI e as médias das cultivares Azteca Prolífico VIII, IAC Phoenix 98 e IAC HV 310. Dentro do grupo 2, as médias não diferiram significativamente entre si. Considerando-se as três inoculações em conjunto, os valores das médias nos grupos 1 e 2 mostraram que não deve ter havido seleção para resistência aos patógenos do colmo dentro das cultivares que os compõem, uma vez que a cultivar mais resistente situou-se na classe de medianamente suscetível. Dentro do grupo dos híbridos duplos, se considerarmos que as linhagens, de um modo geral refletem o que existe nas populações e que a resistência de um híbrido é proporcional ao número de linhagens que o compõem (1, 19), provavelmente as populações utilizadas para ob

tenção das linhagens deveriam apresentar baixa resistência às podridões do colmo, considerando-se a sintomatologia interna e não deve ter havido tam bém, seleção para resistência dentro das linhagens.

Os resultados sugerem a necessidade de melhoramento para resistên-  
cia às podridões do colmo, principalmente nas populações, as quais seriam  
utilizadas na obtenção de híbridos de variedades e top-crosses comerci-  
ais bem como de linhagens resistentes.

Analisando-se nos dois grupos de cultivares, o efeito das inocula-  
ções sobre a frequência de plantas nas diferentes classes de resistência  
e suscetibilidade, observa-se que, para inoculações feitas somente com  
*F. moniliforme* (Figura 1), as notas de maior frequência foram aquelas cor-  
respondentes à categoria de plantas suscetíveis, tendo sido possível, con  
tudo, detectar plantas resistentes a estes patógenos nos dois grupos. Es-  
te fato é de grande significado uma vez que permite a seleção de plantas  
resistentes a *F. moniliforme* principalmente dentro do grupo com maior va-  
riabilidade genética.

Quando foi inoculado somente *D. maydis* (Figura 1), as notas de  
maior frequência dentro de cada grupo foram também aquelas correspon-  
dentes à categoria de plantas suscetíveis. Mas neste caso, a frequência das  
notas correspondentes à categoria de plantas resistentes foi bastante bai-  
xa sendo possível ainda, selecionar plantas resistentes a *D. maydis* (grá-  
fico 1).

Na inoculação das suspensões de *D. maydis* e *F. moniliforme* em con-  
junto (Figura 1), as frequências das notas foram semelhantes àquelas apre-  
sentadas pela inoculação de *D. maydis* isoladamente. Este resultado demons-  
trou que, ou a frequência de plantas resistentes a *D. maydis* é praticamen-  
te nula ou a metodologia para avaliação da resistência não foi adequada.

O fato das cultivares terem se comportado de maneira semelhante  
quando inoculadas com *D. maydis* sozinho e simultaneamente com *F. monili-*  
*forme*, pode ser explicado com base na patogenicidade dos fungos inocula-  
dos. Segundo CALVERT e outros (2) e MICHAELSON (17), quando dois ou mais  
fungos de patogenidades diferentes são inoculados juntos, o resultado se  
assemelha àquele produzido pelo fungo mais patogênico, quando inoculado so-  
zinho. Assim, *D. maydis* mostrou-se mais patogênico que *F. moniliforme*.

Por outro lado, analisando-se a frequência de plantas resistentes  
a *F. moniliforme* e *D. maydis* dentro de um mesmo grupo de cultivares, foi  
observado que a frequência de plantas resistentes a *F. moniliforme* foi  
maior que aquela apresentada para *D. maydis*

Por este fato pode-se supor, por um lado, que o mecanismo de re-  
sistência aos dois patógenos seja diferente. Por outro lado, se conside-  
rarmos que a substância isolada de colmos de plantas de milho inibia o de-  
senvolvimento tanto de *F. moniliforme* como de *D. maydis* in vitro (12, 13)  
e que a metodologia empregada nas inoculações foi a mesma, poderemos con-  
siderar o mecanismo de resistência à colonização, o mesmo. Assim, a dife-  
rença no comportamento das cultivares provavelmente seja devido à maior  
patogenicidade de *D. maydis*, associada ao potencial de inóculo utilizado.

Há necessidade, portanto, de se estudar melhor a metodologia para inoculação de *D. maydis* em colmos de milho.

#### CONCLUSÕES

Considerando-se as três inoculações em conjunto, há necessidade de melhoramento para resistência às podridões do colmo nas cultivares pertencentes aos grupos 1 e 2.

Na concentração de  $8 \times 10^6$  conídios por ml de suspensão, a frequência de plantas resistentes a *F. moniliforme* nos grupos 1 e 2 foi bem maior que a *D. maydis*.

Há necessidade de se estudar melhor a metodologia para inoculação de *D. maydis* em colmos de milho.

*D. maydis* mostrou-se mais patogênico que *F. moniliforme*.

#### LITERATURA CITADA

- ANDREW, R. H. Breeding for stalk rot resistance in maize. Euphytica, Wageningen, 3(1):43-8, 1954.
- CALVERT, O. H.; ZUBER, M. S.; LOESCH, P. J. Effects of combining isolates of *Diplodia maydis* on the amount of stalk and ear rotting in corn. Agronomy Abstract, Madison, 1966. In: Plant Breeding Abstract, Cambridge, 39(1):337, 1969.
- CAPPELINI, R. A. A comparison of techniques and sites of inoculation in fields corn artificially inoculated with *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. Plant Dis. Rep., Beltsville, 43(2):177-9, Feb. 1959.
- CHRISTENSEN, J. J. & SCHNIDER, C. L. European corn borer (*Pyrausta nubilalis* Hbn.) in relation to stalk, stalk and ear rots of corn. Phytopathology, St. Paul, 40(3):284-91, mar. 1950.
- CLARK, R. L. Resistance to *Diplodia* stalk rot in plant introduction corn (*Zea mays* L.), 1966-1968. Plant Dis. Rep., Beltsville, 54(7):624-6. July 1970.
- CLONINGER, F. D.; ZUBER, M. S.; CALVERT, O. H.; LOESCH Jr., P. J. Methods of evaluating stalk quality in corn. Phytopathology, St. Paul, 60(2): 295-300, feb. 1970.
- DeVAY, J. E.; COVEY, R. P.; LINDEN, D. B. Methods of testing for diseases resistance in the corn disease nurseries at St. Paul and compari-

- sons of 110 lines of corn for resistance to diseases important in the North Central Region. Plant Dis. Rep., Beltsville, 41(8):699-702, aug. 1957.
- FOLEY, D. C. & WERNHAN, C. C. The effect of fertilizers on stalk rot of corn in Pennsylvania. Phytopathology, St. Paul, 47(1):11-2, jan.1957.
- GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P. C. T. de; BALMER, E.; KIMATI, H.; CARDOZO, C. O. N.; SALGADO, C. L. Manual de fitopatologia. São Paulo, Ceres, 1968. 640p.
- HOLBERT, J. R.; HOPPE, P. E.; SMITH, L. A. Some factors affecting infection with and spread of *Diplodia zeae* in the host tissue. Phytopathology, St. Paul, 25(12):1113-4, dec. 1935.
- HOOCKER, A. L. Factors affecting the spread of *Diplodia zeae* in inoculated corn stalks. Phytopathology, St. Paul, 47(4):196-9, apr. 1957.
- JOHANN, H. & DICKSON, A. D. A soluble substance in corn stalks that retards growth of *Diplodia zeae* in culture. J. Agr. Res., Washington, 71:89-110, 1945.
- JUGENHEIMER, R. W. Hybrid maize breeding and seed production. Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1958. 63p.
- KAPPELMAN JR., A. J. & THOMPSON, D. L. Inoculation and rating procedures for corn stalk rot in the South. Plant Dis. Rep., Beltsville, 50(9): 655-9, sept. 1966.
- LEOPOLD, A. C. Senescence in plant development. Science, Washington, 134(3492):1722-32, 1961.
- LITTLEFIELD, L. J. & WILCOXSON, R. D. Studies on necrotic lesions in corn stalks. Amer. J. Bot., New York, 49(10):072-8, nov. 1962.
- MICHAELSON, M. E. Factors affecting development of stalk rot of corn by *Diplodia zeae* and *Gibberella zeae*. Phytopathology, St. Paul, 47(8): 499-503, aug. 1957.
- PARADELLA FILHO, O. Avaliação do comportamento de populações de milho (*Zea mays* L.) inoculadas artificialmente com os agentes das podridões do colmo e da espiga. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1972. 44p. (Tese de mestrado).
- POEHLMAN, J. M. Breeding corn. In: \_\_\_\_\_. Breeding field crop. New York, Henry Holt, 1959. Cap. 13, p. 241-77.
- RAM, A.; RAM, C.; ROCHA, H. M. A new disease of maize in Bahia, Brazil, with special reference to its causal organism. Turrialba, San José, 23(2):227-30, abr./jun. 1973.

- TAYLOR, G. S. Stalk-rot development in corn following the European corn borer. Phytopathology, St. Paul, 42(1):20-1, jan. 1952.
- WHITEHEAD, M. D. Sorghum grain, a medium suitable for the increase of inoculum for studies of soil borne and certain other fungi. Phytopathology, St. Paul, 47(7):450, july 1957.
- WHITNEY, N. J. Isolation of the antifungal substance, 6-methoxy benzoxalinone, from field corn (*Zea mays L.*) in Canada. Nature, London, 184: 1320, 1960.
- WYSONG, D. & HOOKER, A. L. Relation of soluble solids content and pith condition to Diplodia stalk rot in corn hybrids. Phytopathology, St. Paul, 56(1):26-35, jan. 1966.
- YOUNIS, S. E. A.; DAHAB, M. K. ABO-EL; MALLAH, G. S. Genetics studies of the resistance to Fusarium stalk-rot in maize. Ind. J. Gen. Plant Breed., Nova Delhi, 29(3):418-25, 1969.