

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FERRUGEM TROPICAL EM LINHAGENS DE MILHO (1)

MARLENE LIMA (2,6), MARIA ELISA AYRES GUIDETTI ZAGATTO PATERNIANI (3),
CHRISTINA DUDIENAS (4), WALTER JOSÉ SIQUEIRA (2,6),
EDUARDO SAWAZAKI (3) e GUIDO DE SORDI (5)

RESUMO

Avaliaram-se 440 linhagens endogâmicas de milho do Instituto Agronômico de Campinas, obtidas a partir de diversas populações, quanto à severidade da ferrugem tropical, causada por *Physopella zaeae*, em condições naturais de infecção. Foram instalados 22 experimentos em blocos ao acaso com duas repetições, em 1993/94, em Ribeirão Preto (SP) e utilizados como testemunhas resistente e suscetível os híbridos Z 8568 e P 3069 respectivamente, incluídos de forma intercalar. A avaliação foi realizada aos 30 dias após o florescimento, mediante uma escala de notas de 1 a 9, correspondendo a 0%; 1%; 2,5%; 5%; 10%; 25%; 50%; 75% e >75% de área foliar afetada. Todas as populações estudadas apresentaram variabilidade quanto à resistência a *P. zaeae*, indicando que a utilização de métodos de seleção recorrente pode ser eficaz no melhoramento de populações visando à resistência ao patógeno.

Termos de indexação: milho, linhagens endogâmicas, ferrugem tropical.

ABSTRACT

TROPICAL RUST EVALUATION IN MAIZE INBRED LINES

Four hundred and forty maize inbred lines, developed at Instituto Agronômico de Campinas, State of São Paulo, Brazil, derived from several populations, were evaluated, in field conditions, as to tropical rust resistance caused by *Physopella zaeae*. Twenty two experiments were carried out in randomized complete block designs, with two replications each, during 93/94 summer season, in Ribeirão Preto, State of São Paulo, Brazil. Resistant (Z 8568) and susceptible (P 3069) hybrids were used as controls. The evaluations were performed 30 days after flowering, according to a scale of notes from 1 to 9 (0%; 1%; 2.5%; 5%; 10%; 25%; 50%; 75% and >75% affected leaf area). All populations showed variability as to *P. zaeae* reaction, suggesting that recurrent selection might be effective to achieve tropical rust resistance.

Index terms: maize, inbred lines, tropical rust.

(1) Recebido para publicação em 2 de janeiro e aceito em 24 de junho de 1996.

(2) Seção de Genética, Instituto Agronômico (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

(3) Seção de Cereais, IAC.

(4) Seção de Fitopatologia, IAC.

(5) Estação Experimental de Ribeirão Preto, IAC.

(6) Com bolsa de pesquisa do CNPq.

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da década dos 90s, vem ocorrendo o agravamento de doenças foliares do milho, principalmente com a incidência de ferrugens e da mancha foliar de *Phaeosphaeria*, constatando-se situações de caráter epidêmico nas principais áreas de produção de milho no Brasil.

São três as ferrugens que ocorrem nessa cultura, a saber: *Puccinia sorghi*, *Puccinia polysora* e *Physopella zae*. A ferrugem tropical tem como agente causal o fungo *Physopella zae* (Mains) Cummins & Ramachar, classificado anteriormente como *Angiopsora zae* Mains (Shurtleff, 1980) e representa a mais recente e preocupante das ferrugens, uma vez que possui grande capacidade adaptativa em relação às condições ambientais, ampla disseminação e alta agressividade.

Além disso, grande parte dos cultivares apresentam níveis variáveis de suscetibilidade: atualmente, apenas 11% dos híbridos comerciais são resistentes e 55%, intermediários quanto à resistência a *P. zae* (Pereira, 1995).

A resistência genética é a forma mais eficiente e econômica para controlar ou evitar epidemia de ferrugens. Entretanto, poucos estudos têm sido desenvolvidos com *P. zae*. Schieber & Dickson (1963) identificaram oito linhagens de milho resistentes, de um total de 139, com inoculação artificial em casa de vegetação.

A reação de resistência do milho à ferrugem tropical, observada por Robert (1962), caracterizou-se por formar pequenas pústulas com pouca produção de esporos, enquanto na reação de suscetibilidade, houve formação de pústulas grandes com abundante produção de esporos. Mais recentemente, Carvalho (1995) estudou o desenvolvimento de lesões de *P. zae* em progênies S₁ da população Composto Amplo, caracterizando diferentes tipos de reação de resistência em milho. O autor verificou que a maior resistência de genótipos está relacionada com a redução nos seguintes parâmetros: número, comprimento e desenvolvimento de lesões, número de pústulas secundárias e severidade da doença. Todos esses parâmetros foram eficientes para identificar genótipos resistentes a *P. zae*.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar linhagens de milho do Instituto Agronômico de Campinas, provenientes de diversas populações, quanto à reação a *Physopella zae*, visando à identificação de fontes de resistência ao patógeno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Avaliaram-se 440 linhagens endogâmicas de milho do Instituto Agronômico de Campinas, obtidas de populações diversas (Quadro 1), quanto à severidade da doença ocasionada por *Physopella zae*, sob condições naturais de infecção. Foram instalados 22 experimentos, em plantio de verão de 1993, em Ribeirão Preto (SP). Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com 20 tratamentos e duas repetições por ensaio, sendo cada parcela experimental constituída de uma fileira de 3 m de comprimento (15 plantas), com espaçamento de 0,90 m entre linhas e 0,20 m entre plantas.

Quadro 1. Origem e número de linhagens de milho avaliadas quanto à severidade da ferrugem tropical, ocasionada por *Physopella zae*. Ribeirão Preto (SP), 1993/94

Grupo	Origem	Número de linhagens
A	População 103	157
B	População 101	79
C	IAC-Taiúba	61
D	Suwan-2	56
E	Diversa	29
F	População 102	29
G	População 104	17
H	Thai Composite	12
Total	—	440

Foram utilizados como testemunhas resistente e suscetível os híbridos Z 8568 e P 3069 respectivamente, incluídos de forma intercalar, no início, no meio e no final de cada experimento. A avaliação da severidade da doença foi feita 30 dias após o florescimento, considerando toda a área foliar

infectada da planta adulta, adotando-se uma escala de notas de 1 a 9, respectivamente, para 0%; 1%; 2,5%; 5%; 10%; 25%; 50%; 75% e >75% de tecido foliar afetado. Essa escala é indicada para avaliação da ferrugem causada por *Puccinia sorghi*, cujos níveis respeitam a lei da acuidade visual de Weber-Fechner (Amorim, 1995). Foi atribuída uma nota média para cada parcela. Procedeu-se à análise da variância individual e agrupada dos 22 experimentos, após os dados originais serem transformados em \sqrt{x} .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 2 apresenta a análise da variância agrupada dos 22 experimentos. Os resultados mostraram diferenças significativas a 1% de probabilidade entre linhagens e nota média de 5,98, considerada como uma reação moderadamente suscetível. Os coeficientes de variação dos 22 experimentos foram satisfatórios (3,8% a 7,4%), com média de 5,5%, indicando alta precisão experimental e uniformidade de ocorrência da ferrugem de *P. zaeae*.

A figura 1 mostra os histogramas de distribuição das notas de severidade da ferrugem tropical, segundo a origem das linhagens. Nos histogramas A, B, C, D, F, G e H estão agrupadas linhagens obtidas das populações 103, 101, IAC-Taiúba, Suwan-2, 102, 104 e Thai Composite respectivamente, enquanto no E estão representadas linhagens de diversas origens.

Quadro 2. Análise da variância agrupada de 22 experimentos em blocos ao acaso, com duas repetições, de notas de severidade da ferrugem tropical, em 440 linhagens de milho. Ribeirão Preto (SP), 1993/94. Dados transformados em \sqrt{x}

FV	G.L.	SQ	QM	F
Blocos/E	22	0,6581	0,0299	1,62*
Linhagens/E	418	26,8829	0,0643	3,49**
Resíduo	418	7,6965	0,0184	—

m = 5,98⁽¹⁾
 C.V.(%) = 5,5

(¹) Média obtida dos dados originais.

Observa-se que, em termos de médias de notas, as linhagens oriundas de cada população (A a H) tiveram comportamento praticamente semelhante entre si, oscilando os valores entre 5,7 e 6,5 (cerca de 25% de área foliar atacada). Resultado semelhante foi verificado por Carvalho (1995), em linhagens S₁ de milho da população Composto Amplo, principalmente em condições de pouca severidade da doença. Por outro lado, quando se analisa a distribuição de frequência das linhagens dentro das diversas classes de notas (Figura 1), verifica-se ampla variação de comportamento em relação à severidade da ferrugem, tanto dentro quanto entre populações. Isso

Quadro 3. Porcentagens de linhagens derivadas de diferentes populações de milho, em classes de resistência a *Physopella zaeae*

Classes ⁽¹⁾	103	101	Taiúba	Suwan-2	Diversas	102	104	Thai Composite
	%							
R	9,6	7,6	13,1	3,6	10,3	3,4	11,8	0,0
I	24,8	44,3	21,3	46,4	41,4	27,6	29,4	8,3
S	58,6	46,8	65,6	41,1	41,4	58,6	58,8	83,3
AS	7,0	1,3	0,0	8,9	6,9	10,3	0,0	8,3
n	157	79	61	56	29	29	17	12

(¹) R = resistente: notas 3 e 4; I = intermediária: nota 5; S = suscetível: notas 6 e 7; AS = altamente suscetível: nota 8; n = número de linhagens avaliadas de cada população.

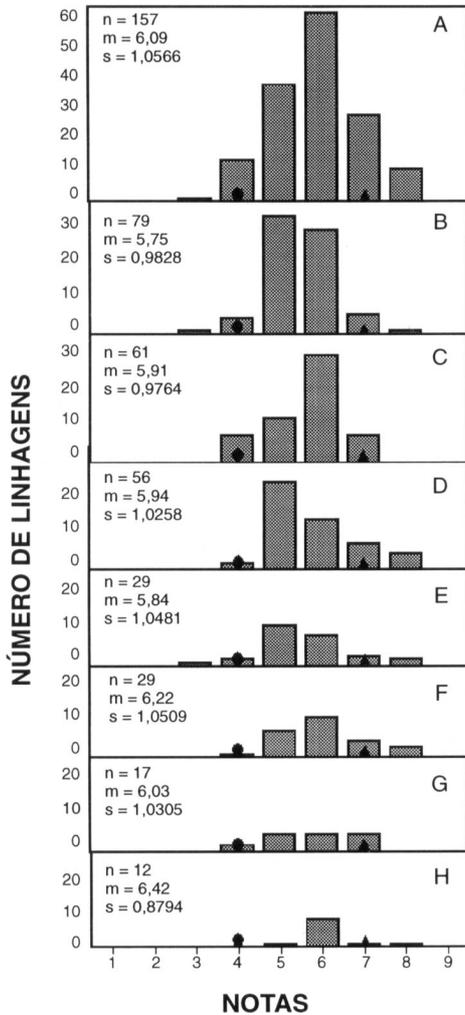


Figura 1. Histogramas de distribuição de linhagens derivadas das populações de milho quanto à severidade da ferrugem tropical. **A:** População 103; **B:** População 101; **C:** IAC-Taiúba; **D:** Suwan 2; **E:** origens diversas; **F:** População 102; **G:** População 104 e **H:** Thai Composite; n: número de linhagens; m: nota média; s: desvio-padrão; ● e σ: Z 8568 e P 3069, testemunhas resistente e suscetível respectivamente.

indica que todas as populações estudadas, guardadas as proporções referentes à amostragem de linhagens, são portadoras de apreciável variabilidade quanto à resistência à doença, com vistas a sua utilização em programas de melhoramento genético.

Ressalta-se que foram utilizados números de linhagens bastante diferentes para representar cada população, variando de 12 na população H até 157 na A. No entanto, pelas distribuições de notas (Figura 1), foi possível identificar linhagens com notas variando de 3,0 (resistente) a 8,0 (altamente suscetível). Nas populações A, B e E, foram identificadas linhagens (nota 3,0) com desempenho superior à testemunha resistente.

As notas médias obtidas para as testemunhas resistente (Z 8568) e suscetível (P 3069), cujos valores médios foram 3,92 e 7,12 respectivamente, estão indicadas na figura 1.

Pelo quadro 3, verifica-se que as populações IAC-Taiúba e População 104 apresentaram maiores porcentagens de linhagens resistentes (13,1% e 11,8% respectivamente) que as demais e ainda não revelaram linhagens na classe altamente suscetível (nota 8,0), sendo consideradas promissoras para fins de seleção visando à resistência a *P. zea*.

Por outro lado, a população Thai Composite mostrou maiores níveis de suscetibilidade, provavelmente por problemas de amostragem decorrentes do menor número de linhagens avaliadas quanto à resistência à doença.

Com relação a aspectos climáticos, essa doença é, em geral, favorecida por temperaturas moderadas a altas e umidade elevada (Shurtleff, 1980). Melching

Quadro 4. Médias quinzenais de temperaturas máximas e mínimas e total quinzenal de precipitação em Ribeirão Preto (SP), no período de dois meses anteriores à avaliação de *Phytophthora zeae*

Período	Temperatura		Precipitação
	Máxima	Mínima	
	°C		mm
16 a 31/1/94	29,8	19,8	141,1
1.º a 15/2/94	31,4	19,3	47,4
16 a 28/2/94	31,8	19,8	10,7
1.º a 15/3/94	28,8	18,6	100,7

Data de avaliação: 15/3/94.

(1975) observou que a temperatura ideal para infecção pelo patógeno situa-se entre 23 e 28°C e que, na faixa de 23 a 30°C, a formação de pústulas de ferrugem ocorreu em menor período do que entre 17 e 19°C.

No quadro 4, encontram-se os valores médios quinzenais de temperaturas máximas e mínimas e de precipitação total ocorridas nos dois meses que antecederam a avaliação da severidade da moléstia.

Observou-se que, nesse período, a temperatura oscilou, em geral, dentro da faixa favorável para o desenvolvimento da doença e que a precipitação, apesar de baixa em fevereiro, aumentou consideravelmente na primeira quinzena de março, o que, mediante elevação da umidade, deve ter proporcionado condições favoráveis para o desenvolvimento da moléstia.

Os resultados deste trabalho indicam que a utilização de métodos de seleção recorrente pode ser eficaz no melhoramento de populações visando à resistência a *Physopella zae*, em função da variabilidade existente nas populações em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. & AMORIM, L., eds. *Manual de Fitopatologia, princípios e conceitos*. 3.ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1995. v.1, cap. 32, p.647-671.
- CARVALHO, R.V. de. *Resistência do milho a Physopella zae (Mains) Cummins & Ramachar, agente causal da ferrugem tropical*. Piracicaba, 1995. 82p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - ESALQ-USP, 1995.
- MELCHING, J.S. Corn rusts: types, races and destructive potential. In: ANNUAL CORN & SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 30., Washington, 1975. Washington, American Seed Trade Association, 1975. p.90-115.
- PEREIRA, O.A.P. Situação atual de doenças da cultura do milho no Brasil e estratégias de controle. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, Piracicaba, 1995. *Anais*. Piracicaba, ESALQ-USP. v.12, p.25-30.
- ROBERT, A.L. Host ranges and races of the corn rusts. *Phytopathology*, St. Paul, **52**:1010-1012, 1962.
- SCHIEBER, E. & DICKSON, J.G. Comparative pathology of three tropical corn rusts. *Phytopathology*, St. Paul, **53**:517-521, 1963.
- SHURTLEFF, M.C. *A compendium of corn diseases*. 2.ed. St. Paul, The American Phytopathological Society, 1980. 105p.