

VARIABILIDADE GENÉTICA DE HÍBRIDOS TRIPLOS DE MILHO PARA RESISTÊNCIA À FERRUGEM TROPICAL¹

MARIA ELISA AYRES GUIDETTI ZAGATTO PATERNIANI², CHRISTINA DUDIENAS³,
EDUARDO SAWAZAKI², REGINALDO ROBERTO LÜDERS⁴

¹Trabalho realizado com auxílio financeiro da FAPESP.

²Centro de Plantas Graníferas – Instituto Agrônomo, C.P. 28 – CEP. 13001-970 Campinas, SP. E-mail: elisa@cec.iac.br (autor para correspondência).

³Centro de Fitossanidade – IAC

⁴Pós-Graduando do Curso de Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical – IAC; Bolsista da FAPESP.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, n.1, p.63-69, 2002

RESUMO- Avaliaram-se híbridos triplos experimentais do programa de melhoramento de milho do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) quanto à resistência à ferrugem tropical causada por *Physopella zae*, em condições naturais de infecção. Desenvolveram-se dois ensaios de top crosses (TC 1 e TC 2), provenientes de cruzamentos entre dois testadores (híbridos simples experimentais A e B), com linhagens do IAC e do CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições, avaliando-se em cada ensaio 30 híbridos triplos, os respectivos testadores e três testemunhas comerciais. Ambos os experimentos foram instalados em Guairá, na região norte do Estado de São Paulo, sob intensa severidade da ferrugem tropical. A avaliação da severidade da doença foi feita 30 dias após o florescimento, considerando toda a área foliar afetada da planta adulta, através de escala de notas de 1 a 9, correspondentes, respectivamente, a 0% até mais de 75% de área foliar afetada. No TC 1, 30% dos híbridos triplos experimentais foram resistentes à ferrugem tropical (notas médias de 3,0 a 4,4) e 43% foram moderadamente resistentes (notas médias de 4,5 a 5,4). No TC 2, essa proporção foi invertida, ou seja, 43% dos híbridos foram resistentes e 33% moderadamente resistentes. A análise conjunta dos híbridos triplos com linhagens comuns não detectou diferença entre os testadores na discriminação das linhagens quanto à resistência à ferrugem tropical, indicando preponderância de efeitos aditivos na manifestação da resistência a *P. zae*. Identificaram-se linhagens resistentes à doença que poderão ser utilizadas na formação de sintéticos com ampla resistência a *P. zae* e em programas de seleção recorrente de milho visando à resistência à ferrugem tropical.

Palavras-chave: milho, *Physopella zae*, top cross, linhagem, fontes de resistência.

GENETIC VARIABILITY OF MAIZE THREE-WAY CROSS HYBRIDS FOR TROPICAL RUST RESISTANCE

ABSTRACT- Three-way cross hybrids from the Agronomic Institute Campinas (IAC) maize breeding program were evaluated for tropical rust resistance caused by *Physopella zae*, in field conditions. Two experiments of top crosses, derived from crosses between two testers (experimental single-cross hybrids A and B) and IAC and CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) lines were carried out. A randomized complete-block design was used, with three replications, evaluating in each experiment 30 three-way cross hybrids,

the respective testers and three commercial checks. Both experiments were cultivated in Guaira, in the north region of São Paulo State, under high natural presence of tropical rust. The evaluations were performed 30 days after flowering, according to a scale of notes from 1 to 9, corresponding to: 0% to >75% affected leaf area in the adult plant. In TC 1, showed to be resistant (notes from 3,0 to 4,4) 30% of the three-way cross hybrids and 43% was moderately resistant (notes from 4,5 to 5,4). In TC 2, this proportion was inverted, that is, 43% of the three-way cross hybrids showed to be resistant and 33% moderately resistant. The combined analyses of variance of the three-way cross hybrids with common lines did not detect significant differences, indicating that additive effects predominated for resistance to *P. zea*. It was identified some resistant lines which could be utilized to generate synthetics with high resistance to *P. zea*, in maize recurrent selection program for tropical rust resistance.

Key words: maize, top cross, inbred lines, *Physopella zea*, resistance sources.

As doenças do milho, na última década, têm sido uma das principais preocupações de melhoristas e produtores. Os principais fatores que vêm agravando esse problema na cultura são: o desenvolvimento de duas safras por ano, desde que a safrinha se estabeleceu no Centro-Sul do Brasil; a opção por parte de produtores e empresas pela utilização de cultivares mais precoces e superprecoces, com maiores proporções de introgressão de germoplasma exótico, muitas vezes mais produtivos, porém mais suscetíveis às doenças e à ocorrência de condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do patógeno.

Dentre as principais doenças foliares, destacam-se as três ferrugens (*Puccinia polysora*, *Puccinia sorghi* e *Physopella zea*), causando danos às plantas e reduzindo a produtividade.

A ferrugem causada por *Physopella zea* é conhecida como ferrugem tropical ou branca e tem como agente causal o fungo *Physopella zea* (Mains) Cummins & Ramachar, classificado anteriormente como *Angiopsora zea* Mains (Shurtleff, 1980). Esse patógeno possui grande capacidade de se adaptar a diversas condições ambientais, ampla disseminação e alta agressividade, tornando problemático o plantio de milho nas duas épocas (safra e safrinha).

Os sintomas da ferrugem tropical (Figura 1) ocorrem em ambas as faces das folhas de milho,

apresentando pústulas em pequenos grupos, dispostas paralelamente às nervuras das folhas. As pústulas têm formato arredondado a oval, com comprimento entre 0,3 e 1,0 mm, de coloração amarelada a castanha. Posteriormente, desenvolvem-se manchas circulares a oblongas ao redor das pústulas, podendo ser envolvidas por um bordo escuro (Melching, 1975; Shurtleff, 1980; Balmer & Pereira, 1987).



FIGURA 1. Sintomas de *Physopella zea* em milho.

A forma mais eficiente e econômica para tentar controlar ou evitar as epidemias de ferrugens,

entre elas a *Physopella zae*, é a resistência genética; o controle químico nem sempre é viável, porque o custo é elevado ou não existem produtos (fungicidas) registrados.

Carvalho (1995), estudando o desenvolvimento de lesões de *P. zae* da população Composto Amplo, constatou que essa população revelou-se como fonte de resistência à doença. Schieber & Dickson (1963), avaliando 139 linhagens em casa-de-vegetação, com inoculação artificial, identificaram oito resistentes.

Pereira (1995) verificou que, entre híbridos comerciais, apenas 11% foram resistentes e 55% tiveram reação intermediária quanto à resistência a *P. zae*. Dudienas *et al.* (1997), avaliando híbridos comerciais em condições de campo, constataram que apenas 27% foram mais resistentes à ferrugem tropical, com aproximadamente 10% de área foliar afetada, e observaram correlação negativa e significativa ($r=-0,53$) entre notas médias da doença e produtividade de grãos.

Lima *et al.* (1996) identificaram fontes de resistência ao patógeno, ao avaliarem 440 linhagens endogâmicas de milho, obtidas de diversas populações, sendo que a "IAC - Taiúba" foi a população que apresentou o maior número de linhagens resistentes à ferrugem tropical.

Em programas de híbridos de milho, a avaliação de linhagens é a etapa mais importante e dispendiosa, exigindo trabalho e precisão. Para contornar o problema da grande quantidade de polinizações manuais, pode-se utilizar o método de top crosses proposto por Davis (1927), que consiste no cruzamento de linhagens com um testador comum, obtendo-se híbridos top crosses a serem avaliados em ensaios com repetições. Esse método tem por objetivo avaliar o mérito relativo das linhagens em cruzamentos com testadores, eliminando as de desempenho agrônomo inferior, tornando mais racional e eficiente o programa de híbridos (Nurmburg *et al.*, 2000).

A utilização de híbrido simples como testador é um processo muito empregado, pois permite avaliar um número expressivo de linhagens e dá informações de uso mais imediato (Miranda Filho & Viégas, 1987), principalmente quando se deseja obter híbridos triplos superiores.

Na prática, os testadores são escolhidos de maneira empírica, utilizando materiais-elite dos programas de melhoramento das empresas, baseando-se em resultados de campo anteriores e tentando identificar linhagens que tenham elevada capacidade de combinação com uma dada população ou híbridos simples. As empresas de sementes não divulgam seus testadores, em geral utilizando híbridos simples quando desejam obter híbridos triplos superiores.

Este trabalho tem por objetivos avaliar híbridos triplos experimentais de milho do Instituto Agrônomo de Campinas, resultantes de cruzamentos top crosses com dois testadores (híbridos simples A e B), quanto à resistência a *Physopella zae*, comparar o desempenho de dois testadores na discriminação das linhagens quanto à resistência à ferrugem tropical e identificar fontes de resistência nas linhagens componentes dos híbridos triplos.

Material e Métodos

Avaliaram-se 60 híbridos triplos experimentais de milho do Instituto Agrônomo de Campinas quanto à resistência à ferrugem tropical, causada por *Physopella zae*, em condições naturais de infecção. Instalaram-se dois experimentos de top crosses, provenientes do cruzamento de dois testadores (híbridos simples experimentais): testador A (IAC 21) e testador B (IAC 101 x 121), com 10 e 27 linhagens do programa de melhoramento do IAC e do CIMMYT, respectivamente. Os experimentos foram denominados de TC 1 e TC 2, com 30 híbridos triplos cada, obtidos com os testadores A e B, respectivamente.

As linhagens provenientes do CIMMYT foram denominadas: L 3, L 4, L 5, L 6, L 8, L 9, L 10, L 13, L 14, L 15, L 16, L 100, L 101, L 111, L 117, L 121, L 126, L 130, L 134, L 156, L 160, L 161, L 162, L 168, L 169, L 170, L 171. As linhagens do IAC foram: AL 628, AL 218, AL 326, AL 11, AL 491, IA 278, IP 4035, IP 330, IP 701 e SLP 103.

Os dois experimentos foram cultivados em Guaíra, na região norte do Estado de São Paulo, no verão de 2000/01. Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 30 híbridos experimentais e três repetições. Em ambos os ensaios, foram ainda avaliados os respectivos testadores e mais três testemunhas comerciais: AGN 2012, BR 3123 (híbridos triplos) e C 333 B (híbrido simples), totalizando 34 tratamentos. Dentre os 30 híbridos triplos, 23 tiveram a mesma linhagem comum em ambos os ensaios, variando apenas o testador. A parcela experimental foi constituída por duas fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, totalizando 50 plantas.

O plantio e a colheita foram realizados em 16/11/00 e 23/03/01, respectivamente. A adubação de plantio utilizada foi de 450 Kg/ha de 04-20-20 + Zinco e a de cobertura consistiu de 500 Kg/ha de 20-00-20, 25 dias após o plantio.

A avaliação da severidade da doença foi feita 30 dias após o florescimento, considerando toda a área foliar afetada da planta adulta, através de escala de notas de 1 a 9, correspondendo a: 0%; 1%; 2,5%; 5%; 10%; 25%; 50%; 75% e mais de 75% da área foliar afetada. Posteriormente à avaliação visual, foi atribuída uma nota média para cada parcela.

Foram efetuadas análises de variância individuais, de cada ensaio, e conjunta dos 23 tratamentos comuns aos dois ensaios, sendo que os dados originais foram transformados em $\sqrt{(x+1)}$. Para a comparação de médias, utilizou-se o teste de Duncan a 5%.

A capacidade geral de combinação das linhagens foi estimada de acordo com o modelo de Griffing (1956), adaptado para dialélicos parciais, utilizando-se o programa Genes (Cruz, 1997).

Resultados e Discussão

Houve alta severidade da ferrugem tropical nos ensaios, devido às condições ambientais favoráveis à doença, o que possibilitou uma apurada discriminação dos híbridos de milho quanto à reação de resistência. As notas médias variaram de 3,00 (2,5% de área foliar afetada) a 7,33 (aproximadamente 50% de área foliar afetada).

Em ambos os ensaios, houve diferenças significativas entre os híbridos ($P < 0,01$), o que indica presença de variabilidade genética quanto ao caráter resistência à ferrugem tropical. Obtiveram-se valores semelhantes dos quadrados médios em ambos os experimentos e também dos coeficientes de variação, considerados baixos, indicando elevada precisão experimental (Tabela 1).

TABELA 1. Quadrados médios dos experimentos 1 (TC 1) e 2 (TC 2) de notas de severidade da ferrugem tropical de 30 híbridos triplos e quatro testemunhas de milho, em condições naturais de infecção. Guaíra (SP), safra 2000/01. Dados transformados em $\sqrt{(x+1)}$.

FV	G.L.	Quadrados Médios	
		Experimento 1 (TC 1)	Experimento 2 (TC 2)
Blocos	2	0,2311	0,0857
Híbridos	33	0,1153**	0,1001**
Resíduo	66	0,032	0,0317
C.V.(%)		7,34	7,47

** : significativo a 1% pelo Teste F.

A Figura 2 ilustra o desempenho dos dois conjuntos de híbridos em ambos os ensaios de top crosses. Para a classificação quanto à resistência à ferrugem tropical, os híbridos foram divididos em quatro faixas de notas médias: 3,0 a 4,4: resistentes;

4,5 a 5,4: moderadamente resistentes; 5,5 a 6,4: moderadamente suscetíveis e 6,5 a 7,5: suscetíveis. Este critério coincidiu com os apresentados por Lima *et al.* (1996) e Dudienas *et al.* (1999).



FIGURA 2. Histograma de distribuição dos 60 híbridos triplos de milho em quatro faixas de severidade da ferrugem tropical, em condições naturais de infecção. Dados referentes ao testador A, experimento 1 (TC 1) e testador B, experimento 2 (TC 2). Guaira (SP), safra 2000/01.

Na Tabela 2 estão contempladas as notas médias de doenças nos dois top crosses, nos testadores e nas testemunhas. No experimento TC 1, foram resistentes à ferrugem tropical os híbridos resultantes do cruzamento do testador A com as seguintes linhagens: IP 330, L 121, L 169, IP 4035, L 13, AL 628, SLP 103, L 15 e L 111, com notas médias inferiores a 4,5. Os híbridos moderadamente resistentes foram obtidos com as linhagens: L 171, L 170, L 5, L 130, IP 701, L 168, L 117, L 6, L 16, L 160, L 161, L 162 e AL 218 (Tabela 2).

No TC 2, mostraram-se resistentes à ferrugem tropical os híbridos triplos resultantes do cruzamento do testador B com: L 121, L 6, L 111, IA 278, L 130, L 5, L 170, L 161, L 3, L 4, L 171, AL 491 e L 134. Foram considerados moderadamente resistentes os híbridos triplos contendo as linhagens: L 168, L 13, L 169, L 15, L 9, AL 218, L 8, L 156 e AL 11 (Tabela 2).

Ressalta-se, na Tabela 2 que, no TC 1, 30% dos híbridos triplos experimentais foram resistentes à ferrugem tropical (notas médias de 3,0 a 4,4) e

43% foram moderadamente resistentes (notas médias de 4,5 a 5,4). No TC 2, essa proporção foi invertida, ou seja, 43% dos híbridos foram resistentes e 33% moderadamente resistentes. Em ambos os casos, a somatória das porcentagens de híbridos resistentes e moderadamente resistentes ultrapassa o valor de 70%, representando um resultado positivo, considerando-se a natureza quantitativa da resistência à ferrugem tropical.

TABELA 2. Avaliação de híbridos de milho quanto à severidade da ferrugem tropical, em dois experimentos, TC 1 e TC 2, envolvendo o testador A (IAC 21) e o testador B (IAC 101x121), respectivamente, em condições naturais de infecção. Notas médias obtidas de três repetições. Guaira (SP), safra 2000/01.

Híbridos (TC 1)	Notas ¹	Híbridos (TC 2)	Notas ¹
HT (A x IP 330)	3,65 g	HT (B x L 121)	3,00 g
BR 3123	3,65 g	HT (B x L 6)	3,32 fg
HT (A x L 121)	3,97 fg	HT (B x L 111)	3,32 fg
HT (A x L 169)	3,97 fg	HT (B x IA 278)	3,32 fg
HT (A x IP 4035)	3,97 fg	HT (B x L 130)	3,62 e-g
HT (A x L 13)	4,00 fg	HT (B x L 5)	3,65 d-g
HT (A x AL 628)	4,00 fg	HT (B x L 170)	4,00 c-g
HT (A x SLP 103)	4,26 e-g	HT (B x L 161)	4,26 b-g
HT (A x L 15)	4,32 e-g	HT (B x L 3)	4,32 b-g
HT (A x L 111)	4,32 e-g	HT (B x L 4)	4,32 b-g
AGN 2012	4,32 e-g	HT (B x L 171)	4,32 b-g
C 333 B	4,32 e-g	HT (B x AL 491)	4,32 b-g
HT (A x L 171)	4,59 d-g	HT (B x L 134)	4,32 b-g
HT (A x L 170)	4,63 d-g	BR 3123	4,32 b-g
HT (A x L 5)	4,66 d-g	HT (B x L 168)	4,48 b-g
HT (A x L 130)	4,66 d-g	HT (B x L 13)	4,63 a-f
HT (A x IP 701)	4,66 d-g	HT (B x L 169)	4,63 a-f
HT (A x L 168)	4,89 c-g	AGN 2012	4,63 a-f
HT (A x L 117)	4,92 c-g	HT (B x L 15)	4,66 a-f
HT (A x L 6)	4,97 c-g	HT (B x L 9)	4,97 a-e
HT (A x L 16)	4,97 c-g	HT (B x AL 218)	4,97 a-e
HT (A x L 160)	4,97 c-g	C 333 B	4,97 a-e
HT (A x L 161)	4,97 c-g	HT (B x L 8)	5,30 a-d
HT (A x L 162)	4,97 c-g	HT (B x L 156)	5,32 a-c
HT (A x AL 218)	4,99 c-g	HT (B x AL 11)	5,32 a-c
HT (A x L 3)	5,61 b-f	IAC 101X121	5,32 a-c
HT (A x L 8)	5,63 b-f	HT (B x L 10)	5,66 a-c
HT (A x L 126)	5,66 b-f	HT (B x L 14)	5,66 a-c
HT (A x L 156)	5,66 b-f	HT (B x L 126)	5,66 a-c
HT (A x AL 326)	5,98 a-e	HT (B x L 160)	5,66 a-c
HT (A x L 9)	6,33 a-c	HT (B x L 162)	5,66 a-c
HT (A x AL 11)	6,33 a-c	HT (B x IP 701)	5,98 ab
HT (A x L 4)	6,66 ab	HT (B x L 100)	6,00 ab
IAC 21	7,33 a	HT (B x AL 326)	6,33 a
Média	4,91		4,71
CV (%)	7,34		7,47

¹Médias com letras diferentes na coluna diferem a 5% pelo teste de Duncan.

A testemunha comercial BR 3123 mostrou-se resistente a *P. zaeae*, corroborando o resultado de Fantin *et al.* (2000), em que esse híbrido sobressaiu-se pela resistência à ferrugem tropical na avaliação de cultivares comerciais de milho. Já o AGN 2012 e o C 333 B comportaram-se como resistentes no TC 1 e moderadamente resistentes no TC 2.

Detectaram-se linhagens que são fontes de resistência à ferrugem tropical: IP 330, L 121, IP 4035, AL 628, SLP 103, L 111, IA 278, L 130, L 5, L 170, L 171, AL 491 e L 134.

A análise da variância conjunta dos 23 híbridos triplos com linhagens comuns nos dois experimentos demonstrou que a interação híbrido x testador foi não-significativa, indicando que não houve diferença de comportamento entre os dois testadores na discriminação das linhagens quanto à resistência a *Physopella zaeae*. (Tabela 3). A ausência de interação pode ainda indicar a predominância de efeitos aditivos na manifestação da resistência a *P. zaeae*. De fato, segundo Lima *et al.* (2000), a resistência à ferrugem tropical tem natureza predominantemente aditiva, embora efeitos de dominância também estejam presentes.

TABELA 3. Quadrados médios da análise conjunta dos experimentos TC 1 e TC 2, de notas de ferrugem tropical de 23 híbridos triplos de milho com linhagens comuns. Guaira, 2000/2001. Dados transformados em $\sqrt{(x+1)}$.

FV	G.L.	Quadrado Médio
Testador	1	0,2195*
Blocos	2	0,1326*
Híbridos	22	0,1099**
Híbridos x Testador	22	0,0506
Residuo	90	0,0355
Média TC 1 (23 trat.)	5,08	
Média TC 2 (23 trat.)	4,7	
CV(%)	7,93	

*, **: significativos a 5% e a 1%, pelo Teste F.

A Tabela 3 também indica diferenças ($P < 0,05$) entre os testadores nos dois ensaios com 23 híbridos comuns. Na prática, porém, essa diferença é pequena: a nota média de doença no TC 1 foi de 5,08 e no TC 2, de 4,70, implicando praticamente a mesma área foliar afetada pela doença.

As estimativas da capacidade geral de combinação (g_i) indicaram que valores negativos (que reduzem a nota de doença) foram obtidos das linhagens: L 5, L 6, L 13, L 15, L 111, L 130, L 161, L 168, L 169, L 170 e L 171. Destacou-se a L 111, com o valor de $g_i = -1,11$ (Tabela 4).

TABELA 4. Capacidade geral de combinação (g_i) quanto a notas de ferrugem tropical das 23 linhagens de milho comuns aos híbridos triplos, segundo Griffing (1956).

Linhagem	CGC (gi)	Linhagem	CGC (gi)
L 3	0,06	L 160	0,39
L 4	0,56	L 161	-0,28
L 5	-0,77	L 162	0,39
L 6	-0,77	L 168	-0,11
L 8	0,55	L 169	-0,61
L 9	0,72	L 170	-0,61
L 13	-0,61	L 171	-0,44
L 15	-0,44	AL 218	0,06
L 111	-1,11	AL 326	1,22
L 126	0,73	AL 11	0,89
L 130	-0,77	IP 701	0,39
L 156	0,56		

Portanto, pode-se inferir que, a partir das linhagens resistentes e moderadamente resistentes, poderá ser obtido um sintético com ampla resistência a *Physopella zaeae*, para ser utilizado em programas de melhoramento visando à obtenção de novas cultivares de milho resistentes à ferrugem tropical.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao técnico agrícola Francisco Otávio Alves Ferreira a execução dos

ensaios em Guaíra, e à FAPESP o apoio financeiro ao projeto.

Literatura Citada

BALMER, E.; PEREIRA, O. A. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. (Eds) **Melhoramento e Produção do Milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2, cap. 14, p.595-634.

CARVALHO, R.V. de. **Resistência do milho a *Physopella zae* (Mains) Cummins & Ramachar, agente causal da ferrugem tropical**. 1995. 82f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CRUZ, C.D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 1997. 442p.

DAVIS, R.L. **Report of the plant breeder**. Rio Piedras: University of Puerto Rico / Agr. Exp. Station, 1927. p. 14 - 15.

DUDIENAS, C.; SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; GALVÃO, J.C.C.; SORDI, G.DE; PEREIRA, J. Comportamento de cultivares de milho, em condições de campo, quanto à resistência a *Physopella zae*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.23, p. 259-262, 1997.

FANTIN, G.; DUDIENAS, C.; DUARTE, A.P.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; BOLONHEZI, D.; COICEV, L.; MALOSSO, R. Doenças do milho no Estado de São Paulo na safra 1999/2000. In: DUARTE, A.P.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. (Coords.) **Fatores bióticos e abióticos em cultivares de milho e estratificação ambiental**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. p. 87-100. (IAC. Boletim Científico, 5).

GRIFFING, J.B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. **Heredity**, Edinburgh, v.10, p.31-50, 1956.

LIMA, M.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; DUDIENAS, C.; SIQUEIRA, W.J.; SAWAZAKI, E.; SORDI, G. DE. Avaliação da resistência à ferrugem tropical em linhagens de milho. **Bragantia**, Campinas, v.55 n.2, p.269-273, 1996.

LIMA, M.; MIRANDA FILHO, J.B.; DUDIENAS, C.; SORDI, G. DE. Inheritance of the resistance to tropical rust caused by *Physopella zae* in maize. **Maydica**, Bergamo, v.45, p.105-108, 2000.

MELCHING, J.S. Corn rusts: types, races and destructive potencial. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 30, 1975, Chicago. **Proceeding ...** Washigton: American Trade Association, 1975. p. 90-115.

MIRANDA FILHO, J.B.; VIÉGAS, G.P. Milho Híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. (Eds). **Melhoramento e Produção do Milho**. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, cap.7, p.277-326.

NURMBERG, P.L.; SOUZA, J.C.; RAMALHO, M.A.P.; RIBEIRO, P.H.E. Desempenho de híbridos simples como testadores de linhagens de milho em top crosses. CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1. 2001 Goiânia, **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. CD. ROM. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 113).

PEREIRA, O.A. Situação atual de doenças da cultura do milho no Brasil e estratégias de controle. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1995. p. 25-30.

SCHIEBERT, E.; DICKSON, J.G. Comparative pathology of three tropical corn rusts. **Phytopathology**, St. Paul, v.53, p.1010-1012, 1962.

SHURTLEFF, M.C. **A compendium of corn diseases**. 2 ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1980. 105p.