REAÇÕES A *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs EM
MILHO (*Zea mays* L.) E VARIABILIDADE DO PATOGENO

MARIA DO CARMO FERNANDES ESTEVES

Bióloga

Orientador: Prof. Dr. Eric Balmer

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Fitopatologia.

PIRACICABA

ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

MARÇO/1989

E79r Esteves, Maria do Carmo Fernandes
Reações a Exserohilum turcicum (Pass.) Leonard & Suggs em milho (Zea mays L.) e variabilidade do patogeno. Piracicaba, 1989.
63p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Fungo fitopatogênico - Variação genética
2. Helmintosporiose 3. Milho - Resistência à
doença 4. Queima da folha em milho I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.15

REAÇÕES A *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs EM
MILHO (*Zea mays* L.) E VARIABILIDADE DO PATÓGENO

Maria do Carmo Fernandes Esteves

Aprovada em: 15.05.1989

Comissão Julgadora:

Dr. Oswaldo Pinto Pereira

Sementes Agrocere S/A

Prof. Dr. João Rubens Zinsly

ESALQ/USP

Prof. Dr. Eric Balmer

ESALQ/USP

Prof. Dr. Eric Balmer

- Orientador -

AOS MEUS PAIS,

IRMÃOS E

AMIGOS

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- A Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP pela oportunidade concedida para a realização do curso de mestrado.
- Ao Prof. Dr. Eric Balmer, pela orientação, confiança e apoio durante a realização deste trabalho.
- Aos Professores Dr. Hiroshi Kimati, Dr. Kasime Tokeshi, Dr. Tasso Leõ Krügnner e Dr. Clêlio Lima Salgado, do Departamento de Fitopatologia da E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, pelos ensinamentos.
- Ao Prof. Dr. João Rubens Zinsly, do Departamento de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, pela colaboração.
- Ao Dr. Oswaldo Pinto Pereira, da Sementes Agrocere S.A. pelo fornecimento de sementes.
- As amigas Maria Lígia de Carvalho, Maria Luiza Brãs Alves e demais colegas do curso pela união, amizade e apoio.
- Aos amigos de outros cursos de Pós-graduação pela convivência e amizade.
- Ao colega Jandir Frosi pela cessão de isolados.
- Aos funcionários do Departamento de Fitopatologia e em especial ao Sr. Pedro da Silva, pela ajuda prestada.

A bibliotecária Eliana Maria Garcia Sabino pela correção da literatura citada.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pela liberação.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
SUMMARY.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Aspectos Gerais da Doença.....	3
2.1.1. Ocorrência.....	3
2.1.2. Sintomatologia.....	3
2.1.3. Importância da doença.....	4
2.2. Taxonomia do Patógeno.....	7
2.3. Variabilidade do Patógeno.....	8
2.4. Resistência do Hospedeiro.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1. Local da Execução dos Experimentos.....	20
3.2. Plantas Hospedeiras Utilizadas.....	20
3.2.1. Testes para a reação a <i>E. turcicum</i> em progênes de milho pipoca, do Com posto Indígena.....	20
3.2.2. Variabilidade em isolados de <i>E. turcicum</i> .	21
3.3. Obtenção e Manutenção das Plantas.....	22
3.4. Isolados de <i>E. turcicum</i> Utilizados.....	22
3.5. Preservação do Patógeno.....	23
3.6. Isolamento do Patógeno, Obtenção e Padroniza ção do Inóculo.....	24

	Página
3.7. Inoculação de Plantas.....	25
3.8. Avaliação das Reações.....	26
3.8.1. Reações em plantas de progênes de mi lho pipoca, do Composto Indígena.	26
3.8.2. Reações em plantas utilizadas no estudo da variabilidade em isolados de <i>E. tur-</i> <i>cicum</i>	26
3.9. Experimentos Realizados.....	28
3.9.1. Testes para reação a <i>E. turcicum</i> em pro gênes de milho pipoca do Compos- to Indígena.....	28
3.9.2. Variabilidade em isolados de <i>E. turci-</i> <i>cum</i>	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1. Testes para a Reação a <i>E. turcicum</i> em Progê- nies de Milho Pipoca, do Composto Indí- gena.....	31
4.2. Variabilidade em Isolados de <i>E. turcicum</i>	39
5. CONCLUSÕES.....	47
6. LITERATURA CITADA.....	49
APÊNDICE.....	56

REAÇÕES A *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs EM
MILHO (*Zea mays* L.) E VARIABILIDADE DO PATÓGENO

Candidata: Maria do Carmo Fernandes Esteves

Orientador: Prof. Dr. Eric Balmer

RESUMO

Resistência a *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs, agente etiológico da "queima" das folhas de milho ou helminthosporiose, é um problema importante a ser considerado no melhoramento do milho.

Este trabalho teve por objetivo avaliar, em condições de casa-de-vegetação, os efeitos de um ciclo de seleção recorrente fenotípica em progênies de milho pipo-ca Composto Indígena para *E. turcicum*, e a reação de diferentes variedades de milho a isolados do patógeno procedentes de várias regiões do país.

Para a obtenção de inóculo, o patógeno foi cultivado em meio de cultura LCH (lactose - caseína hidrolisada) e incubado a $\pm 21^{\circ}\text{C}$, na ausência de luz por 10 dias.

A inoculação das plantas foi feita depositando-se 0,5 ml de suspensão de conídios, padronizada para 5×10^3 conídios/ml, no cartucho de plantas no estágio de 4 a 5 folhas verdadeiras.

As avaliações para as reações das plantas ao patógeno foram realizadas 14 dias após a inoculação, utilizando-se como critério o tipo de reação apresentado pelas plantas.

Os resultados para os testes das progênies de milho pipoca Composto Indígena revelaram que, em um ciclo de seleção recorrente fenotípica, foram verificadas diferenças significativas nos níveis de resistência a *E. turcicum*; tendo sido detectados também ganhos consideráveis nos níveis de resistência das progênies quando comparadas com a população original.

Os isolados de *E. turcicum* testados comportaram-se diferentemente quando inoculados nos diferentes hospedeiros.

Através da cultivar de milho comum Iw, com resistência monogênica, foi possível detectar diferentes raças de *E. turcicum*, sendo que determinados isolados do patógeno causaram lesões necróticas do tipo suscetível neste hospedeiro, enquanto que outros não.

A cultivar F352, com resistência multigênica a *E. turcicum*, apresentou um alto nível de resistência a todos os isolados testados.

O Composto Indígena apresentou segregação para tipos de reação quando inoculada separadamente com os diferentes isolados, revelando altos níveis de resistência aos isolados testados.

REACTIONS OF MAIZE (*Zea mays*) OF *Exserohilum turcicum* (Pass.)
Leonard & Suggs AND VARIABILITY OF THE PATHOGEN

Author: Maria do Carmo Fernandes Esteves

Adviser: Eric Balmer

SUMMARY

Resistance to *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs, etiologic agent of Northern leaf blight of corn or "helminthosporiose", is an important problem to be taken into consideration in relation to corn breeding.

The purpose of this work was to evaluate, under green house condition, the effect of a phenotypic recurrent selection cycle in progenies of popcorn Composto Indígena, for resistance to *E. turcicum*, and to study the variability of the pathogen.

For the production of inoculum, the pathogen was cultivated on lactose-casein-hydrolysate agar medium (LCH), incubated at 21°C, in the absence of light during 10 (ten) days.

The inoculation of the plants was made by depositing 0,5 ml of suspension of conidia standardized to 5×10^3 conidia/ml, in the leaf whorl of the plants in a stage of 4 to 5 true leaves.

The evaluation of the reactions of the plants to the pathogen was performed 14 days after the inoculation, using as criterion the type of reaction shown by the plants.

The results obtained for the progeny tests of the popcorn lines obtained from Composto Indígena showed that in a phenotypic recurrent selection cycle significant differences were found in the levels of resistance to *E. turcicum*. A considerable increase in resistance of the progenies in relation to the original population was also observed.

The isolates of *E. turcicum* tested behaved differently when inoculated in the distinct hosts.

Through the common corn cultivar Iw, with monogenic resistance, it was possible to detect different *E. turcicum* races. Some isolates of the pathogen caused a susceptible type reaction characterized by necrotic lesions in this host, while for other isolates this same host showed a resistance reaction characterized by chlorotic flecks or no reaction at all.

The cultivar F-352, with multigenic resistance to *E. turcicum*, showed a high level of resistance to all the isolates tested.

The Composto Indígena showed segregation in relation to types of reaction when inoculated separately with the different isolates, showing high level of resistance to the isolates tested.

1. INTRODUÇÃO

A importância da cultura do milho no Brasil deve ser atribuída a suas características de produção, responsável por grande absorção de mão-de-obra no setor rural e ocupando uma das maiores áreas cultivadas, além de ser a principal fonte de alimento para a criação animal.

A produção brasileira de milho, em 1987/88, foi estimada em 25 milhões de toneladas de grãos de milho. A produtividade está classificada como baixa (1898 kg/ha) quando comparada com as dos principais países produtores, devido principalmente ao baixo nível tecnológico empregado pela maioria dos agricultores (PROGNÓSTICO AGRÍCOLA, 88/89). Entretanto, as doenças também aparecem como fatores responsáveis pelo baixo rendimento desta cultura.

A helmintosporiose ou queima das folhas, induzida pelo fungo *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs, é um problema importante a ser considerado em programa de melhoramento do milho para todas as regiões produtoras do país.

A doença além de causar sérios prejuízos a

cultura em cultivares suscetíveis também pode predispor plantas de milho ao quebramento de colmo.

Considerando-se que a cultura do milho é encontrada em áreas extensivas, o método mais econômico utilizado no controle da "queima" ou mancha foliar é o uso de cultivares resistentes. Todavia, para a implantação de um programa de melhoramento visando à resistência, é necessário o conhecimento dos tipos de resistência envolvidos no sistema patógeno-hospedeiro, assim como o conhecimento mais amplo da variabilidade e nível de patogenicidade do patógeno considerado.

Esta pesquisa objetiva avaliar o efeito de um ciclo de seleção recorrente fenotípica para resistência a *E. turcicum*, sobre o tipo de reação em progênies de milho pipoca do Composto Indígena, em condições de cada-de-vegetação, e estudar a variabilidade na patogenicidade de isolados de *E. turcicum* procedentes de várias regiões do País sobre diferentes fontes de resistência em milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos Gerais da Doença

2.1.1. Ocorrência

A queima das folhas, causadas por *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs, é um problema fitossanitário a ser considerado no cultivo desta gramínea em todas as regiões produtoras de milho no país. A doença ocorre ocasionalmente, porém, em regiões onde estão associadas condições de alta umidade e temperatura relativamente baixas (18 a 27°C), condições estas frequentes durante o cultivo do milho, pode ocorrer com maior severidade (BALMER, 1980).

2.1.2. Sintomatologia

A helminthosporiose evolui, em condições de campo, a partir de lesões iniciadas nas folhas inferiores da planta, alcançando as superiores, à medida que ocorre a esporulação e disseminação do patógeno (BALMER & PEREIRA, 1987).

Exserohilum turcicum, em hospedeiro suscetível, causa lesões necróticas, elípticas, de cor acinzentada, variando de 2,5 a 15 cm de comprimento, formando abundante esporulação na superfície destas lesões. A penetração do patógeno se dá pela epiderme, raramente pelos estômatos, migrando intracelularmente até o xilema e colonizando seus vasos (JENNINGS & ULLSTRUP, 1957). Os sintomas iniciais, segundo De LEON (1978), podem ser facilmente identificados como pequenas lesões de forma quase oval, as quais progridem formando lesões necróticas fusiformes.

2.1.3. Importância da doença

A helminthosporiose, embora sendo de ocorrência esporádica, é uma doença que, em condições climáticas favoráveis, pode causar severos prejuízos à cultura do milho em cultivares suscetíveis.

ULLSTRUP (1963) observou que a queima das folhas de milho pode reduzir a produção e a qualidade de uma lavoura, principalmente quando a infecção coincide com a época de floração, podendo provocar uma redução de 20 a 30% na produção.

Em condições ambientais favoráveis a *H. turcicum*, *H. maydis* e *H. carbonum*, ULLSTRUP & MILES (1957), em suas pesquisas, estudaram o efeito destes patógenos sobre a produ-

ção de grãos de milho em híbridos com diferentes níveis de resistência. Avaliando o comportamento de híbridos resistentes e suscetíveis a *H. turcicum*, constataram, em um experimento severamente infectado, aumento de produção (+5.000 kg/ha) para o híbrido resistente em relação ao suscetível. Entretanto, esses autores verificaram que, na ausência do patógeno os híbridos suscetíveis produziram mais que os híbridos resistentes.

Em 1970, ULLSTRUP avaliou a produção de híbridos com diferentes tipos de resistência a *H. turcicum*. Híbridos com resistência poligênica apresentaram maiores produções. O autor associou positivamente severidade de doença com redução de produção.

As perdas de produção devido à Helminthosporiose estão relacionadas com o estágio de desenvolvimento das plantas em que ocorre a infecção pelo patógeno. Se a doença surge antes da época de floração toda a produção pode ficar comprometida, se ocorrer após a maturação os prejuízos podem ser reduzidos, comprometendo apenas a qualidade da forragem e dos grãos produzidos (ELLIOTT & JENKINS, 1946; BALMER, 1980 e JANSEN, 1980).

MOURA & SILVA (1981) estudaram a redução da produção total do número de espigas por plantas e do quebramento do colmo em populações de milho com diversos graus de tolerância ao patógeno e diferentes graus de vigor das plan-

tas. Os prejuízos causados por *H. turcicum* na produção de espigas variou de 24 a 86%, conforme a frequência dos genes de resistência ao patógeno e do potencial produtivo das progênes analisadas. Foi também observada uma redução média de 13% no número de espigas por plantas, bem como significativas elevações no índice de quebramento do colmo em variedades suscetíveis.

De acordo com alguns trabalhos, a helminthosporiose pode predispor plantas de milho às podridões de raízes e colmo. HOOKER & KIM (1973) observaram que, em plantas portadoras de gene Ht, ocorre atraso no desenvolvimento de podridão de colmo quando comparado a plantas suscetíveis ao patógeno, na presença da doença.

FAJEMISIN & HOOKER (1974), em suas pesquisas, observaram que plantas de milho inoculadas isoladamente com *H. maydis* raça 0 e T e *H. turcicum* ficam predispostas à podridão de colmo quando inoculadas com *Diplodia zeae*. As plantas com severa incidência de helminthosporiose desenvolveram mais podridão de colmo que as plantas com baixo nível de infecção.

DODD (1980), realizando inoculação artificial de *H. turcicum* sobre plantas com diferentes níveis de resistência ao patógeno, observou uma correlação positiva entre a ocorrência de podridão do colmo e suscetibilidade *H. turcicum*. Em plantas suscetíveis encontrou incidência de 93% de

podridões do colmo, enquanto que em plantas com gene Ht_1 (resistentes ao patógeno) obteve 3,3%. Nas plantas não inoculadas (testemunhas) não foram observadas podridões do colmo.

Resultados semelhantes obtiveram RAYMUNDO et alii (1981) ao estudarem a relação existente entre a ocorrência de helminthosporiose e perda de produção em híbridos de milho com diferentes tipos de resistência a *H. turcicum*. Os autores observaram diferenças significativas na taxa de infecção e produção entre híbridos inoculados e não inoculados. Nos canteiros com híbridos inoculados a porcentagem de podridão de colmo foi maior quando comparados ao controle.

2.2. Taxonomia do Patógeno

No Brasil, o patógeno foi citado pela primeira vez por VIEGAS (1946), em Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo.

A taxonomia para algumas espécies do gênero *Helminthosporium* é bastante conflitante, principalmente para as espécies patogênicas às gramíneas. Até o momento, nenhuma classificação proposta é mundialmente aceita. Em 1930, Ito¹, citado por LEONARD & SUGGS (1974), propôs o gênero

¹ITO, S.. On some new ascigerous stages of the species of *Helminthosporium parasitic* on cereals. *Proc. Imp. Acad.*, Japan, **6**: 452-355, 1930.

Helminthosporium; HUGHES, no ano de 1958, o gênero *Drechslera*; em 1959, um novo gênero *Bipolaris* por SHOEMAKER; mais tarde, em 1966, SUBRAMANIAN & JAIN propuseram a inclusão de todas as espécies graminícolas no gênero *Drechslera*. E, finalmente em 1974, LEONARD & SUGGS consideraram a presença do hilo protuberante em conídios um caráter suficiente para agrupar espécies. Desta forma, propuseram o gênero *Exserohilum* para todas as espécies graminícolas que apresentavam essa característica.

Neste trabalho o patógeno foi considerado como *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs por ser esta, atualmente, a terminologia mais utilizada.

Os conídios de *H. turcicum* variam de verde-oliva a marrom escuro, fusiforme ligeiramente curvos, três a oito septos, com tamanho em torno de 20 x 105 µm. Possuem hilos distintamente protuberantes e a germinação se dá por tubos de germinação polares. Os conidióforos são oliváceos com dois a quatro septos e tamanho variando de 7-9 x 150-250 µm (WATLEY, 1980).

2.3. Variabilidade do Patógeno

A existência de raças fisiológicas de *H. turcicum* tem sido relatada em diversos trabalhos, tendo, até o momento, sido constatadas três raças diferentes.

ROBLES (1949), trabalhando com linhagens de milho em condições de casa-de-vegetação e em campo com linhagens de milho e teossinte, constatou a ocorrência de duas raças do patógeno, as quais denominou de raça 1 e raça 2. A primeira mostrou-se mais virulenta que a segunda, provocando sintomas de suscetibilidade em todas as linhagens testadas. A raça 1, em condições de campo, apresentou maior virulência que em casa-de-vegetação.

A raça 1, frequentemente encontrada nos Estados Unidos, e, segundo HOOKER et alii, 1965, e BERGQUIST & MASIAS, 1974, avirulenta em plantas com resistência monogênica e portadoras do gene Ht_1 , manifestando-se nesses materiais a resistência sob a forma de lesões cloróticas. SMITH & KINSEY, 1980 e TURNER & JOHNSON, 1980, consideram que a presença do gene dominante Ht_1 tenha possibilitado o controle eficiente da helmintosporiose nos Estados Unidos por aproximadamente duas décadas.

Plantas de milho com diferentes níveis de resistência à raça 1 de *H. turcicum* foram avaliadas por HOOKER (1961). O autor observou que em plantas portadoras de um gene simples dominante, em heterozigose, ocorreu reação de resistência na forma de lesão clorótica. Já esse gene, em homozigose, possibilitou em plantas de milho alta resistência ao patógeno, apresentando ou não, essas plantas, lesões cloróticas.

Uma nova raça de *H. turcicum* foi reportada por BERGQUIST & MASIAS (1974), a partir de isolamentos de mate-

rial de milho provenientes do Hawai, no ano de 1972. Este novo biotipo foi denominado raça 2 e caracterizou-se por mostrar-se virulento em plantas portadoras do gene Ht_1 e avirulento em plantas com gene Ht_2 . Segundo esses mesmos autores, as raças 1 e 2 indistinguíveis em aspectos morfológicos são características culturais, no entanto diferem quanto a sua patogenicidade. A raça 1 apresenta alta patogenicidade em plantas de milho suscetíveis causando uma pequena infecção, na forma de lesão clorótica em plantas contendo o gene Ht_1 . A raça 2 não é tão patogênica quanto a raça 1, mas é virulenta em plantas portadoras do gene Ht_1 . Essas raças, no entanto, não diferem entre si pelo tipo de colônias, pela morfologia dos conídios ou pela posição do tubo germinativo.

A fórmula de virulência da raça 2 foi representada por LIM et alii (1974) como sendo Ht_2/Ht_1 considerando genes eficientes/ineficientes.

A raça 2 também foi detectada no ano de 1979 por TURNER & JOHNSON (1980), em regiões próximas a Brook, Indiana, em plantas de milho híbrido contendo o gene Ht_1 , muito semelhante à raça 2 isolada no Hawai. No ano de 1980, essa raça também foi encontrada em diversas regiões de Ohio por LIPPS & HITE (1982). Mais tarde, JORDAN et alii (1983) reportaram a ocorrência desta raça em cinco estados americanos. Da mesma forma que BERGQUIST & MASIAS (1974), estes autores consideram o tipo de lesão como caráter suficiente

para detectar raças fisiológicas de *H. turcicum*.

A raça 3 de *H. turcicum* foi identificada por SMITH & KINSEY (1980) a partir de materiais de milho provenientes de Carolina do Norte. O tipo de lesão foi considerado para separar as reações dos diferentes genótipos. Foram classificados como resistentes os que apresentaram lesões cloróticas, sem ou com pouca necrose e, como suscetíveis os que exibiram lesões necróticas típicas do patógeno. Esta raça se mostrou virulenta em plantas contendo os genes Ht_2 e Ht_3 e avirulenta em plantas com o gene Ht_1 . Sua fórmula de virulência foi representada pelos autores como sendo $Ht_1/Ht_2 Ht_3$.

No Brasil, ALMEIDA & HEIDRICH-SOBRINHO (1978), trabalhando em condições de casa-de-vegetação, observaram uma pequena variabilidade no comportamento de linhagens de milho rio-grandense e quatro linhagens americanas frente a cinco isolados de *H. turcicum* provenientes do Rio Grande do Sul. A avaliação das reações apresentadas pelos hospedeiros frente aos isolados foi feita segundo escala quantitativa proposta por Ullstrup et alii¹, citado por ELLIOTT & JENKINS (1946). Nessa escala observam-se sete classes (re-

¹ ULLSTRUP, A.J.; HOPPE, P.E.; ELLIOTT, C.. Report of the committee on methods for reporting corn disease ratings. Div. Cereal Crops and Dis, n. 2, 1945. 5p.

presentadas em notas de 0 a 5) variando desde ausência de infecção até largas faixas de lesões necróticas coalescentes. Esta metodologia não permitiu aos autores a separação de raças do patógeno mas indicou diversidade na agressividade entre os isolados.

Já em 1981, HEIDRICH-SOBRINHO & HERMES, em trabalho feito nas mesmas condições que o anterior citado e utilizando também a escala de avaliação de Ullstrup et alii (1945), observaram comportamento diferenciado entre isolados de *E. turcicum* sobre vinte linhagens de milho, sugerindo a presença de raças fisiológicas do patógeno.

Estudando a genética em *H. turcicum*, LIM et alii (1974) verificaram que a progênie do cruzamento entre isolados, avirulento e virulento, de milho com resistência monogênica obedecem à proporção 1/1, indicando que a virulência possui herança monogênica. Os autores concluíram que o patossistema milho - *H. turcicum* obedece ao modelo gene a gene, condicionando resistência ou suscetibilidade no hospedeiro, bem como a virulência ou avirulência do patógeno.

Trabalhando em casa-de-vegetação, PERKINS & HOOKER (1981) estudaram o comportamento de materiais resistentes e suscetíveis, envolvendo os genes Ht_1 , Ht_2 e Ht_3 , quando inoculados com as raças 1, 2 e 3 de *H. turcicum*. A

avaliação foi realizada considerando-se os tipos de lesões apresentados pelos hospedeiros, sendo considerados os seguintes tipos de lesões: tipo 0, para pontos cloróticos; R+, lesão clorótica sem necrose; R, lesão clorótica com alguma necrose; R-, lesão clorótica com necrose considerável; I, lesão rodeada por bordo clorótico e S, para lesão necrótica sem clorose. Mais tarde, os autores transformaram essa classificação em uma escala de notas, com os tipos de lesões correspondentes aos seguintes valores: R+ = 1; R = 2; R- = 3; I = 5 e S = 8. De acordo com os resultados, estabeleceram grupos distintos de reações às três raças do patógeno.

2.4. Resistência do Hospedeiro

Diferentes fontes de resistência em milho têm sido relatadas na literatura a *H. turcicum*.

Em 1946, ELLIOTT & JENKINS observaram, em trabalho realizado em campo, a existência de níveis de resistência a *H. turcicum* em diferentes genótipos de plantas de milho. A detecção desses materiais foi possibilitada a partir de escala de avaliação proposta por Ullstrup et alii (1945).

JENNINGS & ULLSTRUP (1957), estudando a histopatologia de três espécies de *Helminthosporium* sobre "seed-lings" e plantas adultas de milho suscetíveis e resistentes.

tes, verificaram que a germinação dos conídios de *H. turcicum* é similar tanto em plantas suscetíveis quanto em plantas resistentes, independente da idade das plantas, e que a penetração é direta e idêntica para ambos os materiais. Observaram que, logo após a penetração do patógeno na folha, ocorre o crescimento intracelular no mesófilo e, mais tarde, a colonização do xilema. Observaram também que o crescimento micelial em folhas de plantas suscetíveis é abundante, enquanto que em plantas resistentes é escasso, começando a haver o bloqueio no xilema só após três a quatro semanas da inoculação. Como consequência, nas plantas resistentes, ocorre redução no número e no tamanho das lesões.

HILU & HOOKER (1964), trabalhando em condições de casa-de-vegetação com "seedlings" de milho resistentes e suscetível a *H. turcicum*, verificaram que o número de lesões foi comparável entre os materiais testados, porém o comprimento das lesões do tipo resistente foi menor. Observaram que a temperatura influenciou a esporulação em lesões de "seedlings" resistente e suscetível, como também na produção de esporos que foi significativamente diferente nos dois grupos. A proporção de números de esporos entre as lesões suscetível e resistente foi aproximadamente de 40:1.

O primeiro tipo de resistência encontrado foi a poligênica, que é condicionada por diversos genes (JENKINS

& ROBERT (1961). Segundo Patterson et alii¹, citado por WARWICK & WARREN (1981), essa resistência possibilita um menor número de lesões, apresenta pequeno decréscimo no tamanho da lesão e também na quantidade de esporos.

Jenkins et alii², citado por RILDO SARTORI (1980), testaram a eficiência da seleção recorrente em concentrar genes de resistência poligênica em progênies de milho. Os resultados revelaram que duas seleções recorrentes foram efetivas para concentrar genes de resistência, as quais promoveram bom controle da doença.

Também HUGHES & HOOKER (1971) e BLEICHER (1988) constataram, em suas pesquisas, que a seleção recorrente fenotípica mostrou-se eficiente para aumentar o nível de resistência a *H. turcicum* em milho.

¹ PATTERSON, E.B.; HOOKER, A.L.; HAGAN, W.L.. Location of a dominant gene in maize for resistance to *Helminthosporium turcicum*. *Maize Genet. Coop. News Letter*, 37: 45, 1963.

² JENKINS, M.T.; ROBERT, A.L.; FINDLEY, W.R.. Recurrent selection as a method for concentrating genes for resistance to *Helminthosporium turcicum* leaf blight in corn. *Agron. Journal*, Washington, 46: 89-94, 1954.

Um outro tipo de resistência chamada monogênica foi encontrada em milho pipoca procedente do Peru. A reação deste genótipo à infecção por *H. turcicum* é caracterizada por lesões pequenas e necróticas circundadas por um extenso halo clorótico (HOOKER, 1961 e 1977, HOOKER e Tsung, 1980 e ULLSTRUP, 1963). Este tipo de resistência foi demonstrado ser governado por um simples gene dominante (HOOKER, 1961 e 1963) que tem sido designado por H_t e, segundo Patterson et alii (1963), está localizado no cromossoma 2. Observa-se em lesões de plantas com resistência monogênica atraso na necrose dos tecidos e inibição da esporulação do patógeno (OBI et alii, 1980).

Em condições de campo, as lesões em plantas de milho com resistência condicionada pelo gene H_{t_1} apresentam pequeno desenvolvimento e produção de esporos reduzida (TURNER & HART, 1975). A diminuição da esporulação do patógeno sobre lesões em plantas portadoras do gene H_{t_1} é considerado um fator importante para redução da fonte de inóculo.

HILU & HOOKER (1964) verificaram que a colonização de *H. turcicum* no xilema de plantas e a esporulação variaram de acordo com o tipo de resistência apresentada por estes hospedeiros. Em plantas com resistência monogênica geralmente ocorre crescimento micelial mais debilitado e esporulação mais lenta (após cento e sessenta horas

em câmara úmida) que em plantas com resistência poligênica. Nessas plantas a esporulação foi abundante ocorrendo após quinze a vinte e quatro horas em câmara úmida.

Comparando as resistências monogênica e poligênica, em híbridos de milho, a *H. turcicum* com base na produção de grãos, ULLSTRUP (1970) observou que o gene Ht em condições de alta pressão de inóculo conferiu menor proteção aos hospedeiros, resultando em menor produção.

OBI et alii (1980) concluíram em suas pesquisas que a natureza da resistência poligênica e monogênica, com ou sem gene Ht₁, a *H. turcicum*, encontrada nas lesões cloróticas de plantas de milho, pode ser explicada com base na produção de fitoalexinas, ao contrário do que acontece em outras espécies de *Helminthosporium*.

FROSI (1978) estabeleceu dois grupos para reação de resistência em linhagens de milho a *H. turcicum*. No primeiro grupo, plantas que não apresentavam sintomas ou que simplesmente apresentavam pontos cloróticos ou pequenas lesões clorótico-necróticas. No segundo grupo, que caracterizou como resistência moderada, enquadraram as plantas que apresentavam como sintomas lesões clorótico-necróticas grandes semelhantes ao grau de resistência àquele condicionado pelo gene Ht₁. E considerou como reação de suscetibilidade lesões necróticas sem halo clorótico.

Concluiu que existe uma relação entre o tipo de reação e a quantidade de esporos produzidos, e também com o período de tempo necessário para o início da esporulação. Observou também que sobre lesões suscetíveis ocorre esporulação abundante em 48 horas, nas moderadamente resistentes ocorre atraso na esporulação e redução no número de esporos produzidos, enquanto que nas lesões consideradas resistentes, neste mesmo período, não foi detectada a presença de conídios.

Um outro gene de resistência foi identificado por GEVERS (1975) que o denominou de HtN. Esta fonte de resistência foi obtida na Rhodésia em uma variedade de milho mexicana denominada de Pepitilla.

RAYMUNDO et alii (1981) estudaram o efeito do gene HtN quando em estado de homozigose ou heterozigose no desenvolvimento de epidemia de helminthosporiose no milho. Determinaram que o gene HtN primeiramente prolonga o tempo de incubação e o período latente por ± 60 dias afetando marcadamente a produção de inóculo do patógeno e, desta forma, retardando o começo da epidemia. Observaram que plantas de milho portadoras do gene HtN apresentam menor número e tamanho de lesões e também apresentam zona de esporulação reduzida.

De acordo com o tipo de lesão apresentado por plantas de milho frente às raças 1 e 2 de *H. turcicum* foi

possível a LEATH & PEDERSEN (1983) detectarem a presença dos genes HtN e Ht₁ nos materiais testados.

Diferentes tipos de resistência a *H. turcicum* foram estudados por WARWICK & WARREN (1981) em cultivares de milho sob condições de campo e de ambiente controlado. Os autores observaram que as reações do hospedeiro ao patógeno nos diferentes ambientes diferiram. A resistência poligênica foi efetiva no campo em plantas adultas, ao contrário da resistência monogênica que foi efetiva para os dois ambientes. Os autores distinguiram, também, outros tipos de resistência, como: a hipersensível encontrada em cultivares de milho com o gene Ht₂ que apresentaram como reação ao patógeno pequenas pontuações, e outra na linhagem de milho Mayorbella que apresentou lesões necróticas menores que as cultivares suscetíveis.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Local da Execução dos Experimentos

O presente estudo foi conduzido nos laboratórios e casa-de-vegetação, do Departamento de Fitopatologia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba (SP), da Universidade de São Paulo.

3.2. Plantas Hospedeiras Utilizadas

3.2.1. Testes para a reação a *E. turcicum* em progênies de milho pipoca do Composto Indígena

Foi realizada uma seleção recorrente fenotípica, na população de milho Composto Indígena, num programa de melhoramento conduzido pelo Instituto de Genética da ESALQ, que consistiu na eliminação das plantas mais suscetíveis a *E. turcicum* após o estabelecimento de uma epidemia induzida através de inoculação artificial das plantas. Na população de plantas remanescente, ocorreu a polinização aberta sendo feita então a seleção de plantas com características agronômicas desejáveis, obtendo-se assim 810 progênies a partir da população original, após o primeiro ciclo de seleção.

Do material selecionado foram utilizadas 50 progênies de milho pipoca obtidas a partir de um ciclo de seleção fenotípica e escolhidas ao acaso na população selecionada. Como testemunha, foi utilizada uma amostra do Composto Indígena original, subdividida em dez subamostras, e para realização da análise estatística foi calculada a média dessas amostras.

3.2.2. Variabilidade em isolados de *E. turcicum*

Foram selecionadas quatro variedades de milho, sendo duas variedades de milho pipoca obtidas do Instituto de Genética (ESALQ/USP) e duas de milho comum cedidas pela Sementes Agrocere S.A. (Tabela 1).

Tabela 1. Variedades de milho utilizadas no teste de variabilidade de *E. turcicum*

Variedade	Procedência	Característica	Designação
Milho Comum IW	Sementes Agrocere S.A.	c/resistência mono <u>g</u> ênica (com o gene Ht_1 , segundo <u>Pereira</u> (1988) ¹	RV
Milho Comum F-352	Sementes Agrocere S.A.	c/resistência poli <u>g</u> ênica, segundo <u>Pe</u> reira (1988) ¹	RH
Milho Pipoca Pirapoca	Instituto de Genética/ESALQ	Suscetível (Teste-munha)	P
Milho Pipoca Composto Indígena	Instituto de Genética/ESALQ	Composto original	CI

¹ PEREIRA, P.O. (Sementes Agrocere S.A.). Comunicação pessoal, 1988.

3.3. Obtenção e Manutenção das Plantas

Durante todo o período dos experimentos, as plantas foram mantidas em condições de ambiente de casa-de-vegetação. Foram utilizadas cinco plantas por vaso com capacidade de dois litros.

Duas vezes por semana, após a inoculação, cada vaso foi regado com Bayfolan Extra (com 9,0% de N, 6,0% de P_2O_5 e 5,0% de K_2O), visando manter as plantas em bom estado vegetativo.

O controle de pragas (trips e lagartas), quando necessário, foi feito através de pulverizações de inseticidas com malathion ou mevinphos.

3.4. Isolados de *E. turcicum* Utilizados

Para o teste das progênies foram empregados isolados de campo de *E. turcicum*, obtidos de plantas da cultivar Pirapoca Amarela, coletados na ESALQ, Piracicaba.

Para o teste de variabilidade do patógeno foram utilizados 13 isolados de *E. turcicum*, obtidos de folha de milho procedentes de várias regiões conforme é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Isolados de *E. turcicum* empregados nos testes de patogenicidade

Isolado	Procedência
C/SC 4	Chapecô (SC)
C/PR 5	Castro (PR)
C/PR 6	Castro (PR)
NT/RS 7	Não me Toque (RS)
NT/RS 8	Não me Toque (RS)
J/PR 9	Jacarezinho (PR)
J/PR 10	Jacarezinho (PR)
PB/PR 12	Pato Branco (PR)
PB/PR 13	Pato Branco (PR)
SM/SP 15	São Manuel (SP)
P/SP 16	Piracicaba (SP)
PA/SP 17	Pariquera-açu (SP)
P/SP 18	Piracicaba (SP)

3.5. Preservação do Patógeno

Inicialmente, considerando os dois testes, a preservação do patógeno foi feita através de material vegetal herbarizado e conservado à temperatura ambiente. Para períodos curtos de conservação, o patógeno foi mantido em tubos de ensaio com meio de cultura específico de Lactose-ca-

seína Hidrolisada (LCH) à temperatura de aproximadamente 21°C.

3.6. Isolamento do Patógeno, Obtenção e Padronização do Inóculo

O isolamento de *E. turcicum* foi realizado a partir de lesões em tecido foliar. Fragmentos de tecidos das regiões de transição foram retirados e desinfectados superficialmente através da imersão por um minuto em uma solução comercial de hipoclorito de sódio, contendo 5% de cloro ativo, diluída na proporção de uma parte do produto comercial para três partes de água. Seguindo-se a desinfecção, foram feitas três lavagens sucessivas com água estéril, sendo os fragmentos transferidos assepticamente para a superfície de lâminas esterilizadas e colocadas em placas de Petri contendo papel de filtro umedecido.

As placas foram mantidas à temperatura ambiente por aproximadamente quarenta e oito horas para induzir a esporulação do patógeno sobre as lesões. Após a esporulação, os conídios foram transferidos com auxílio de uma agulha histológica para placas de Petri contendo o meio de Lactose-Casseína Hidrolisada (TUIE, 1969).

A incubação do patógeno foi feita à temperatura de $\pm 21^{\circ}\text{C}$, na ausência de luz por dez dias.

As suspensões conidiais foram obtidas através da adição de água estéril nas placas de Petri contendo as culturas, sendo os esporos liberados da superfície do meio através de um pincel macio. A seguir, as suspensões foram filtradas em camada dupla de gaze para eliminar fragmentos de micélios e meio de cultura.

A suspensão de conídios, utilizada nas inoculações, foi padronizada, através do uso de um hemacitômetro tipo Neubauer, para a concentração de 5.000 conídios/ml, utilizando-se água estéril com Tween na proporção de uma gota para cada 100 ml de água. Anteriormente, essa concentração foi definida a partir de um experimento preliminar.

3.7. Inoculação de Plantas

Foram inoculadas, com uma pipeta automática, plantas de milho no estágio de desenvolvimento correspondente a quatro ou cinco folhas verdadeiras através da introdução, no cartucho, de 0,5 ml de inóculo padronizado.

As plantas foram mantidas em condições de casa-de-vegetação durante todo o período de experimentação, em torno de 30 dias, desde a semeadura até a avaliação.

As inoculações foram realizadas no final da tarde, a fim de se proporcionar melhores condições para o

estabelecimento de infecções.

3.8. Avaliação das Reações

A avaliação para a reação das plantas, nos diferentes experimentos, foi feita catorze dias após a inoculação.

Foi utilizado como critério de avaliação o tipo de reação apresentado pelas plantas hospedeiras, sendo adotada uma escala de notas, estabelecida de acordo com os sintomas apresentados pelas plantas (Tabelas 3 e 4).

3.8.1. Reações em plantas de progênies de milho pipoca do Composto Indígena

Os tipos de reações e notas correspondentes são apresentados na Tabela 3.

3.8.2. Reações em plantas utilizadas no estudo da variabilidade em isolados de *E. turcicum*

Os diferentes tipos de reação observados e a escala de notas correspondentes são apresentados na Tabela 4.

Tabela 3. Tipos de reações e escala de notas utilizadas na avaliação das progênies de milho pipoca do Composto Indígena

Tipo de Reação	Nota	Descrição
R1	1	Plantas limpas. Ausência de sintomas visíveis
R2	2	Pontos cloróticos ou pequenas lesões clorótico-necróticas de formato circular
R3	3	Presença de lesões clorótico-necróticas estreitas, dispostas ao longo das nervuras podendo-se estender à nervura mais próxima, ou lesões clorótico-necróticas em fase inicial de desenvolvimento
R4	4	Presença de lesões clorótico-necróticas grandes, podendo haver coalescência entre lesões
S ₁	5	Presença de lesões necróticas delimitadas, sem halo clorótico e com bordos mais escuros na periferia das lesões
S ₂	6	Presença de lesões necróticas sem delimitação, podendo-se apresentar murchas e secas as extremidades das folhas

Tabela 4. Tipos de reação e escala de notas utilizados na avaliação da variabilidade de *E. turcicum*

Tipo de Reação	Nota	Descrição
R1	1	Plantas limpas ou apresentando pontos cloróticos
R2	2	Pequenas lesões clorótico-necróticas de formato circular
R3	3	Lesões clorótico-necróticas maiores, podendo ocorrer coalescência entre lesões
S ₁	4	Lesões necróticas estreitas
S ₂	5	Lesões necróticas largas, com ou sem murcha e/ou seca nas extremidades das folhas

3.9. Experimentos Realizados

3.9.1. Testes para Reação a *E. turcicum* em progênie de milho pipoca do Composto Indígena

Em épocas diferentes, foram implantados dois experimentos que foram repetidos duas vezes, conforme cronograma a seguir:

Experimentos	Datas	
	Semeadura	Avaliação
1º Experimento (Ia)	12/11/86	17/12/86
Repetição do 1º experimento (Ib)	18/02/87	23/03/87
2º experimento (IIa)	24/02/87	28/03/87
Repetição do 2º experimento (IIb)	06/03/87	10/04/87

Foram semeadas dez sementes de cada progênie de milho em vasos de alumínio contendo solo esterilizado. O desbaste foi realizado uma semana após a emergência, deixando-se cinco plantas por vaso.

A inoculação foi realizada no cartucho, quando as plantas apresentaram de 4 a 5 folhas verdadeiras, com a introdução de 0,5 ml de inóculo.

Foi empregado o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela foi representada por um vaso contendo cinco plantas.

A análise de variância foi feita de acordo com os valores (notas) atribuídos aos diferentes tipos de reação citados no item 3.8.1..

3.9.2. Variabilidade em isolados de *E. turcicum*

A determinação da variabilidade na patogenicidade de *E. turcicum* foi realizada através da implantação de dois experimentos, conforme é apresentado a seguir:

Experimentos	Datas	
	Semeadura	Avaliação
IIIa	22/11/87	16/12/87
IIIb	07/01/88	11/02/88

A metodologia de preparo do inóculo e inoculação foi semelhante àquela descrita nos itens 3.6 e 3.7.

Os experimentos foram desenvolvidos em condições de casa-de-vegetação, empregando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, constituído de 4 cultivares (Tabela 1), 13 isolados (Tabela 2) com 3 repetições.

O plantio e desbaste foram feitos da mesma forma que nos experimentos anteriores.

Avaliação foi realizada catorze dias após a inoculação, considerando o critério descrito no item 3.8.2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Testes para a Reação a *E. turcicum* em Progenies de Milho Pipoca, do Composto Indígena

O critério de avaliação das progenies baseou-se numa escala de notas de 1 a 6, com base no tipo de reação apresentada pelas plantas (Tabela 3).

Os diferentes tipos de reações observados em plantas inoculadas relacionadas com o Composto Indígena são apresentados na Figura 1.

Os dados originais referentes aos experimentos Ia, Ib, IIa e IIb são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, no apêndice, e as respectivas análises de variância nas Tabelas 5, 6, 7 e 8, também, no apêndice.

As reações apresentadas por diferentes plantas de uma mesma progenie variaram consideravelmente, podendo-se detectar em determinadas progenies, plantas com reações de suscetibilidade e plantas com diferentes graus para a reação de resistência, conforme pode ser verificado nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 do apêndice.

I R₁

Figura 1. Tipos de reação relacionados com a escala de notas adotada na avaliação das progênies de milho pipoca do Composto Indígena

Diferenças significativas foram detectadas para as reações apresentadas pelas progênies nos diferentes experimentos realizados.

Os testes de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para as médias das progênies nos experimentos Ia, Ib, IIa e IIb são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 5, 6, 7 e 8.

Tabela 5. Médias para tipo de reação a *E. turcicum* em progênies de milho pipoca do Composto Indígena. Experimento Ia

Nº do tratamento	Médias para reações de progênies
18	5,20 A ¹
1	5,00 AB
16	4,93 ABC
22	4,77 ABCD
21	4,47 ABCDE
12	4,40 ABCDEF
26 (população original)	4,30 ABCDEFG
3	4,13 ABCDEFGH
11	4,07 ABCDEFGHI
17	4,07 ABCDEFGHI
23	3,93 BCDEFGHI
7	3,87 BCDEFGHI
8	3,87 BCDEFGHI
9	3,87 BCDEFGHI
13	3,80 CDEFGHI
19	3,67 DEFGHI
25	3,67 DEFGHI
6	3,60 DEFGHI
14	3,53 EFGHI
24	3,40 EFGHI
2	3,33 EFGHI
10	3,27 FGHI
15	3,20 GHI
4	3,00 HI
20	3,00 HI
5	2,93 I

DMS = 1,19

¹ médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 6. Médias para tipo de reação a *E. turcicum* em progê-
nies de milho Pipoca do Composto Indígena.
Experimento Ib

Nº do tratamento	Médias para reações de progênes	
21	5,00	A ¹
1	4,87	AB
18	4,80	ABC
22	4,73	ABCD
16	4,53	ABCDE
13	4,47	ABCDE
26 (população original)	4,47	ABCDE
14	4,33	ABCDEF
6	4,27	ABCDEF
7	4,27	ABCDEF
19	4,27	ABCDEF
17	4,20	ABCDEF
3	4,13	ABCDEF
8	4,13	ABCDEF
12	4,13	ABCDEF
11	4,07	ABCDEF
25	4,00	BCDEF
2	3,93	BCDEF
15	3,93	BCDEF
9	3,87	CDEF
23	3,87	CDEF
24	3,80	DEF
20	3,73	EF
10	3,73	EF
5	3,60	EF
4	3,47	F

DMS = 0,98

¹ médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 7. Médias para tipo de reação a *E. turcicum* em progê-
nies de milho Pipoca do Composto Indígena.
Experimento IIa

Nº do tratamento	Médias para reações de progênes	
61	5,07	A ¹
39	4,87	AB
46	4,60	ABC
50	4,53	ABCD
43	4,47	ABCD
48	4,47	ABCD
52	4,47	ABCD
62 (população original)	4,43	ABCD
47	4,43	ABCDE
59	4,27	ABCDE
55	4,17	ABCDE
60	4,07	ABCDE
37	4,03	ABCDE
49	3,93	ABCDE
42	3,87	BCDE
51	3,87	BCDE
40	3,80	BCDE
45	3,80	BCDE
57	3,80	BCDE
44	3,80	BCDE
53	3,60	CDE
54	3,53	CDE
58	3,53	CDE
38	3,47	CDE
56	3,40	DE
41	3,20	E

DMS = 1,17

¹ médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 8. Médias para tipo de reação a *E. turcicum* em progê-
nias de milho Pipoca do Composto Indígena.
Experimento IIb

Nº do tratamento	Médias para reações de progênes	
39	4,70	A ¹
61	4,67	AB
48	4,53	ABC
62 (população original)	4,37	ABCD
43	4,07	ABCDE
59	4,07	ABCDE
46	4,00	ABCDE
52	4,00	ABCDE
50	3,93	ABCDEF
51	3,93	ABCDEF
45	3,87	ABCDEF
55	3,87	ABCDEF
60	3,87	ABCDEF
37	3,80	BCDEF
42	3,80	BCDEF
47	3,80	BCDEF
54	3,80	BCDEF
49	3,73	CDEF
40	3,70	CDEF
56	3,70	CDEF
57	3,70	CDEF
41	3,60	DEF
44	3,60	DEF
53	3,57	DEF
38	3,33	EF
58	3,07	F

DMS = 0,88

¹ médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para os experimentos Ia e Ib, foram detectadas diferenças significativas quanto aos níveis de resistência entre as progênies testadas. Os dados revelaram que, de modo geral, foi observado um ganho no nível de resistência das progênies, quando comparadas com a população original, que variou de 5 a 33% no experimento Ia, e de 4 a 22% no Ib, conforme pode ser verificado nas Tabelas 1 e 2 do Apêndice.

Entre as 5 progênies que revelaram maior nível de resistência destacaram-se as progênies 4, 5, 10 e 20 quando comparadas com a população original, enquanto que as de números 1, 16, 18, 21 e 22 revelaram um nível maior de suscetibilidade em relação a esta mesma população (nº 26).

Os dados revelaram que as progênies 4, 5, 10 e 20 diferiram significativamente da progênie 1, considerada como sendo uma das mais suscetíveis.

Da mesma forma que nos experimentos anteriores, nos experimentos IIa e IIb foram detectadas, também, diferenças significativas quanto aos níveis de resistência nas progênies, quando comparadas à população original. No experimento IIa e IIb foram verificados aumentos nos níveis de resistência ao patógeno que variaram, respectivamente, de 2 a 27% e de 7 a 30%.

As progênies que se comportaram como as mais

promissoras nos experimentos IIa e IIb, em relação à resistência ao patógeno, foram as de nºs 38, 41 e 58, quando comparadas à população original do Composto Indígena (nº 62).

Por outro lado, as progênies de nºs 61 e 39 revelaram, nos dois experimentos, os níveis mais elevados de suscetibilidade.

As progênies de nºs 53, 58, 38, 56 e 41 revelaram níveis elevados de resistência que diferiram significativamente daquele observado na progênie 39 nos dois experimentos.

Diferenças no comportamento para uma mesma progênie em diferentes experimentos podem ser atribuídas, provavelmente, a efeitos do ambiente que resultaram em alterações na frequência dos diferentes tipos de reação nas amostras testadas, considerando-se também que as progênies não representavam linhagens homozigotas.

Como exemplo, pode-se mencionar a progênie de número 24, que apresentou variação na frequência do número de plantas nas diferentes classes de reação.

No experimento Ia, Tabela 1 do Apêndice, ela ocupou o 7º lugar em ganho de resistência, apresentando 11 plantas resistentes e 4 suscetíveis, enquanto que no experimento Ib, Tabela 2 do Apêndice, ela foi classificada entre as cinco progênies mais promissoras, tendo 12 plantas resis-

tentes contra 3 suscetíveis. Comportamentos semelhantes foram observados em outras progênies.

Assim, foi verificado que o Composto Indígena, população original, possui plantas com níveis elevados de resistência a *E. turcicum* que podem ser classificados como reações do Tipo R_3 , tendo sido possível, após um ciclo de seleção recorrente, detectar aumentos no nível de resistência em progênies, no estágio de plantas jovens, em condições de casa-de-vegetação.

4.2. Variabilidade em Isolados de *E. turcicum*

As pesquisas feitas para estudar a variabilidade de isolados de *E. turcicum* provenientes de diferentes localidades basearam-se nos tipos de reações observados nas diferentes variedades testadas. Dois destes materiais, contendo diferentes fontes de resistência ao patógeno, possuíam, por um lado, resistência monogênica, na cultivar de milho comum Iw (RV), e, por outro lado, resistência poligênica, na cultivar de milho comum F-352 (RH).

Os resultados obtidos para os experimentos IIIa e IIIb são apresentados nas Tabelas 9 e 10 do Apêndice.

Os resultados obtidos, de modo geral, foram semelhantes para as diferentes cultivares nos dois experimentos, ocorrendo, no entanto, algumas variações quanto à frequência de plantas nas diferentes classes de reação.

Os resultados revelaram que os isolados podem ser apontados em dois grupos diferentes de reações com base no tipo de lesão observado na cultivar milho comum Iw.

Assim, os isolados J/PR9, PA/SP17 e P/SP18 caracterizam-se por causarem reações do tipo resistente na maioria das plantas da cultivar de milho comum Iw, enquanto que os isolados C/PR6, NT/RS8 e J/PR10 apresentavam um comportamento inverso, isto é, causavam lesões necróticas do tipo suscetível na maioria das plantas.

As reações de resistência ou suscetibilidade aos isolados C/PR6, NT/RS8, J/PR10, J/PR9, PA/SP17 e P/SP18, na cultivar milho Comum Iw (RV), revelaram-se como sendo idênticas nos dois experimentos realizados. Por outro lado, as reações obtidas para os demais isolados neste mesmo hospedeiro, nos diferentes experimentos, apresentaram certa variação, mantendo-se, no entanto, a mesma tendência no comportamento das reações obtidas.

O fato de que nem todas as plantas de uma mesma cultivar apresentavam a mesma reação ao patógeno também foi observado por LEATH & PEDERSEN (1983), quando estudaram técnicas de inoculações para a detecção do gene HtN em linhagens de milho em condições de casa-de-vegetação.

Os resultados permitem concluir que existem no mínimo duas raças fisiológicas de *E. turcicum*, em nossas condições, que podem ser diferenciadas utilizando-se as cultivares Pirapora e milho comum Iw, sendo que uma raça, representada pelo isolado J/PR9, causa lesões necróticas na cultivar Pirapora, enquanto que o milho comum Iw apresenta-se como resistente. Por outro lado, uma outra raça, representada pelo isolado C/PR6, causa lesões necróticas do tipo suscetível nas cultivares acima mencionadas, vencendo portanto a resistência representada pelo gene Ht₁, da cultivar de milho comum Iw.

As reações mencionadas no parágrafo anterior são apresentadas na Figura 2.

Figura 2. Reações das cultivares de milho comum Iw (RV) e milho pipoca cultivar Pirapoca (P) quando inoculados com os isolados de *E. turcicum* C/PR6 e J/PR9, respectivamente, representados pelos números 6 e 9.

Os resultados obtidos por ALMEIDA & HEIDRICH-SOBRINHO (1978) e HEIDRICH-SOBRINHO & HERMES (1981) não podem ser comparados com os obtidos no presente trabalho, uma vez que mencionaram ter utilizado escala de Ullstrup et alii¹

¹ULLSTRUP, A.J.; HOPPE, P.E.; ELLIOTT, C.. Report of the committee on methods for reporting corn disease ratings. *Div. Cereal Crops and Dis.* n.2, 1945. 5p.

citado por ELLIOTT & JENKINS (1946), elaborada para avaliação quantitativa para um mesmo tipo de reação, ou seja, lesões necróticas em plantas no campo, apresentando, portanto, alguns problemas que inviabilizam comparações, conforme mencionado a seguir:

a) a escala descrita e utilizada pelos autores acima citados difere da escala de Ullstrup, em número de classes e descrições para tipos de reações;

b) a inclusão de plantas que apresentavam mais que duas lesões típicas em cada folha, porém sem coalescência, na classe dois, considerada pelos autores como resistente, confundindo portanto eles a reação de suscetibilidade com a reação de resistência;

A metodologia utilizada no presente trabalho, no que se refere às raças fisiológicas, se compara com aquela utilizada por HOOKER (1961); SMITH & KINSEY (1980); LIPPS & HITE (1982) e JORDAN et alii (1983) que se basearam no tipo de reação das plantas para a diferenciação de raças fisiológicas.

Na cultivar de milho comum F-352, com resistência poligênica, as reações observadas nas plantas, quando inoculadas separadamente com os diferentes isolados testados, sempre se manifestaram como lesões caracterizadas por pontos cloróticos, portanto, lesões do tipo resistente, con-

forme apresentado na Figura 3. Ocasionalmente, ocorreram pequenas lesões clorótica e necrótica, que podem ser atribuídas à necrose dos tecidos, provavelmente, devido à coalescência de pontos de infecção em áreas de alta concentração de inóculo.

Figura 3. Reações observadas nas cultivares de milho comum F352 (RH), milho pipoca cultivar Pirapoca (P) e milho comum Iw (RV) quando inoculadas com o isolado C/PR6.

Pelos resultados obtidos, a resistência de natureza poligênica, na cultivar de milho comum F-352, foi altamente eficiente para todos os isolados testados, reve-

lando-se, portanto, como sendo uma resistência efetiva contra as raças apresentadas pelos isolados utilizados no presente estudo.

Com relação ao Composto Indígena, foi verificada uma segregação para tipos de reação ao patógeno que variaram de reações com alto nível de resistência a reações caracterizadas por lesões necróticas do tipo suscetível, para todos os isolados testados, conforme pode ser verificado na Figura 4.

I R I S I

Figura 4. Tipos de reações observadas em plantas de milho pipoca do Composto Indígena quando inoculadas com *E. turcicum*.

Com base nos dados referentes à média ponderada para os tipos de reação do Composto Indígena foi classificada como apresentando uma reação intermediária para quase todos os isolados de *E. turcicum*, revelando-se, como susceptível em apenas dois casos. Assim, esta cultivar apresenta como excelente fonte de resistência que poderá ser incluída nos programas de melhoramento que visem à obtenção de resistência a este patógeno, considerando-se que foram detectadas plantas com alto nível de resistência às duas raças quando estas foram inoculadas separadamente (Tabelas 9 e 10 do Apêndice).

5. CONCLUSÕES

O presente estudo, realizado em condições de casa-de-vegetação, tendo como objetivo avaliar o efeito de um ciclo de seleção recorrente fenotípica para resistência a *E. turcicum*, em progênies de milho pipoca do Composto Indígena, e estudar a variabilidade deste patógeno, permitiu concluir que:

1. em um ciclo de seleção recorrente fenotípica para resistências a *E. turcicum*, foi possível detectar diferentes níveis de resistência ao patógeno, em progênies de milho pipoca do Composto Indígena, quando comparado a população original;
2. em nossas condições, existem no mínimo duas raças fisiológicas de *E. turcicum* que podem ser diferenciadas através das cultivares Pirapoca e de milho comum Iw;
3. a variedade de milho pipoca Composto Indígena possui plantas com diferentes níveis de resistência aos isolados de *E. turcicum* testados, revelando-se como boa fonte de resistência no melhoramento do milho pipoca em nossas condições;

4. a resistência poligênica da cultivar F352 foi efetiva a todos os isolados testados, consequentemente às duas raças detectadas.

6. LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, A.M.P. & HEIDRICH-SOBRINHO, E. Raças fisiológicas de *Helminthosporium turcicum* Passerine, no Rio Grande do Sul. *Agronomia Subriograndense*, Porto Alegre, 14(2): 285-90, 1978.
- BALMER, E. Doenças do milho. In: GALLI, F.; CARVALHO, P.C. T. de; TOKESHI, M.; BALMER, E.; KIMATI, M.; CARDOSO, C.O. N.; SALGADO, C.L.; KRUGNER, T.L.; CARDOSO, E.J.B.N.; BERGAMIN, F. *Manual de fitopatologia*. 2.ed. São Paulo, Agronomica Ceres, 1980. v.2, p.371-91.
- BALMER, E. & PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E. & VIÉGAS, G.P. *Melhoramento e produção do milho*. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.2, p. 595-632.
- BERGQUIST, R.R. & MASIAS, O.R. Physiologic Specialization in *Trichometasphaeria turcica* f.sp. *Zae* and *T. turcica* *Phytopathology*, St. Paul, 64: 645-9, 1974.
- BLEICHER, J. Níveis de resistência a *Helminthosporium turcicum* Pass. em três ciclos de seleção em milho pipoca (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1988. 130p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz").

- De LEON, C. *Moléstias do Milho*; guia para sua identificação no campo. 2.ed. Piracicaba, Fundação Cargill, 1978. 92p.
- DODD, J.L. The role of Plant Stresses in development of Corn Stalk Rots. *Plant Disease*, Beltswill, 64(6): 533-7, 1980.
- ELLIOTT, C.H. & JENKINS, M.T. *Helminthosporium turcicum* leaf blight of corn. *Phytopathology*, St. Paul, 36(7): 660, 1946.
- FAJEMISIN, J.M. & HOOKER, A.L. Predisposition to Diplodia stalk rot in corn affected by three *Helminthosporium* leaf blights. *Phytopathology*, St. Paul, 64(12): 1496-9, 1974.
- FROSI, J.F. Reações a *Helminthosporium turcicum* Pass. em compostos de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1978. 144 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz").
- GEVERS, H.O. A new major gene for resistance to *H. turcicum*. Leaf blight of maize. *Plant Disease Reporter*, Beltsville, 59(4): 296-300, 1975.
- HEIDRICH-SOBRINHO, E. & HERMES, M.T.L. Studies of genetic resistance to and virulence of *Trichometasphaeria turcica* Lutt in corn. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, 4(1): 17-28, 1981.

- HILU, H.M. & HOOKER, A.L. Host-pathogen relationship of *Helminthosporium turcicum* in resistant and susceptible corn seedlings. *Phytopathology*, St. Paul, 54(5): 570-7, 1964.
- HOOKER, A.L. A new type of resistance in corn to *Helminthosporium turcicum*. *Plant Disease Reporter*, Bellswille, 45: 670-1, 1961.
- HOOKER, A.K. Inheritance of chlorotic - Lesion Resistance to *H. turcicum* in seedling corn. *Phytopathology*, St. Paul, 53: 660-2, 1963.
- HOOKER, A.L.; NELSON, R.R.; HILU, H.M. Avirulence of *Helminthosporium turcicum* on monogenic resistant corn. *Phytopathology*, St. Paul, 55: 462-3, 1965.
- HOOKER, A.L. & KIM, S.K. Monogenic and multigenic resistance to *Helminthosporium turcicum* in Corn. *Plant Disease Reporter*, Beltsville, 57(7): 586-9, 1973.
- HOOKER, A.L. A second major gene locus in corn for chlorotic - lesion resistance to *Helminthosporium turcicum*. *Crop Science*, Madison, 17: 132-5, 1977.
- HOOKER, A.L. & TSUNG, Y.K. Relationship of dominant genes in corn for chlorotic lesion resistance to *Helminthosporium turcicum*. *Plant Disease*, Beltsville, 64(4): 387-8, 1980.

- HUGHES, G.R. & HOOKER, A.L. Gene action conditioning resistance to Northern Leaf Blight in Maize. *Crop Science*, Madison: 11: 180-4, 1971.
- HUGHES, S.J. Revisiones hyphomycetum aliquot cum appendice de nominibus rejiciendis. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, 36: 727-836, 1958.
- JANSEN, N.F.A.P. de. Doenças do milho. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 6(72): 50-3, 1980.
- JENKINS, M.T. & ROBERT, A.L. Further Genetic Studies of Resistance to *Helminthosporium turcicum* Pass in maize by means of chromosomal translocations. *Crop Science*, Madison, 1: 450-5, 1961.
- JENNINGS, P.B. & ULLSTRUP, A. A histological study three *Helminthosporium* leaf blights of corn. *Phytopathology*, St. Paul, 47(12): 707-13, 1957.
- JORDAN, E.G.; PERKINS, J.M.; SCHALL, R.A.; PEDERSEN, W.L. Occurrence of race 2 of *Excerohilum turcicum* on corn in the central and eastern United States. *Plant Disease*, Beltsville, 67(10): 1163-5, 1983.
- LEATH, S. & PEDERSEN, W.L. An inoculation technique to detect the htn in inbred lines of corn under greenhouse conditions. *Plant Disease*, Beltsville, 67(5): 520-2, 1983.

- LEONARD, K.J. & SUGGS, E.G. *Setosphaeria prolata*, the ascigerous state of *Exserohilum prolatum*. *Mycologia*, Lancaster, 66: 281-97, 1974.
- LIM, S.M.; KINSEY, J.G.; HOOKER, A.L. Inheritance of virulence in *Helminthosporium turcicum* to monogenic resistant corn. *Phytopathology*, St. Paul, 64: 1150-1, 1974.
- LIPPS, P.E. & HITE, R.E. *Exserohilum turcicum* virulent on corn with the Ht resistance gene in ohio. *Plant Disease*, Beltsville, 66: 397-8, 1982.
- MOURA, C.B. & SILVA, W.J. da. Efeitos do *Helminthosporium turcicum* Pass. em características agronômicas de algumas famílias de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 16(5): 651-7, 1981.
- OBI, I.U.; HOOKER, A.L.; LIM, S.M. Phytoalexin production in corn resistant to three species of *Helminthosporium* fungi. *Phytopathology*, St. Paul, 98: 228-36, 1980.
- PERKINS, J.M. & HOOKER, L. Reactions of eighty-four sources of chlorotic lesion resistance in corn to three biotypes of *Helminthosporium turcicum*. *Plant Disease*, Beltsville, 65(6): 502-4, 1981.
- PROGNÓSTICO AGRÍCOLA 1988/1989, São Paulo, 1: 5.56-5.63, 1988.

- RAYMUNDO, A.D.; HOOKER, A.L.; PERKINS, J.M. Effect of gene HtN on the development of Northern Corn Leaf Blight Epidemics. *Plant Disease*, Beltsville, 65(4): 327-30, 1981.
- RILDO SARTORI, B.C. Patogenicidade de *Helminthosporium turcicum* Pass. e Herança de Resistência de Diferentes Fontes de Milho. Piracicaba, 1980. 62p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- ROBLES, L.H. The pathogenicity of species of *Helminthosporium* on corn. *Phytopathology*, St. Paul, 39(12): 1020-8, 1949.
- SHOEMAKER, R.A. Nomenclature of *Drechslera* and *Bipolaris*, Grass parasites segregated from *Helminthosporium*. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, 37: 879-87, 1959.
- SMITH, D.R. & KINSEY, J.G. Further physiologic specialization in *Helminthosporium turcicum*. *Plant Disease*, Beltsville, 64(8): 779-81, 1980.
- SUBRAMANIAN, C.V. & JAIN, B.L. A revision of some graminicolous Helminthosporia. *Current Science*, Bangalore, 35: 352-5, 1966.
- TUITE, J. *Plant pathological methods, fungi and bacteria*. Minneapolis, Burgess, 1969. 239p.

- TURNER, M.T. & HART, K. Field spore production of *Helminthosporium turcicum* on *Zea mays* with and without monogenic resistance. *Phytopathology*, St. Paul, 65: 735-6, 1975.
- TURNER, M.T. & JOHNSON, E.R. Race of *Helminthosporium turcicum* not controlled by Ht genetic resistance in corn in the American corn belt. *Plant Disease*, Beltsville, 64(2): 216-7, 1980.
- ULLSTRUP, A.J. & MILES, S.R. The effects of some leaf blights of corn on grain yield. *Phytopathology*, St. Paul, 47: 331-6, 1957.
- ULLSTRUP, A.K. Sources of resistance to northern corn leaf blight. *Plant Disease Reporter*, Beltsville, 47: 107-8, 1963.
- ULLSTRUP, A.J. A comparison of monogenic and polygenic resistance to *Helminthosporium turcicum* in corn. *Phytopathology*, St. Paul, 60: 1597-9, 1970.
- VIEGAS, A.P. Alguns fungos do Brasil. *Bragantia*, São Paulo, 6(8): 353-444, 1946.
- WARWICK, D.R.N. & WARREN, H. Fontes de resistência de *Helminthosporiose* em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 16(5): 659-64, 1981.
- WATLEY, T.L. *Compendium of corn diseases*. 2.ed. Illinois, Mal. C. Shurt, 1980. 105p.

A P Ê N D I C E

Tabela 1. Reações de progênies de milho pipoca, do Composto Indígena a *E. turcicum*. Experimento Ia.

Nº do tratamento*	Código genética ESALQ/USP	Nº de plantas avaliadas	Frequência do nº de plantas nos diferentes tipos de reação						Média ponderada	% resistência em relação população original
			R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	S ₁	S ₂		
			1**	2	3	4	5	6		
18	558	15	-	-	1	2	5	7	5,2	-21
1	429	15	-	-	2	2	5	6	5,0	-16
16	540	15	-	2	-	-	8	5	4,9	-14
22	630	14	-	1	2	2	3	6	4,8	-12
21	617	15	-	1	5	2	-	7	4,5	- 5
12	505	15	-	1	3	4	3	4	4,4	- 2
26 (pop. orig.)	-	135	-	2	41	35	28	29	4,3	-
3	434	15	1	-	7	-	2	5	4,1	5
11	498	15	1	1	5	2	1	5	4,1	5
17	550	15	-	-	8	2	1	4	4,1	5
23	633	15	-	1	6	4	1	3	3,9	9
7	457	15	-	-	8	3	2	2	3,9	9
8	460	13	-	1	3	6	2	1	3,9	9
9	463	15	-	3	3	4	3	2	3,9	9
13	506	15	-	-	9	3	-	3	3,8	12
19	599	14	-	1	5	6	1	1	3,7	14
25	655	15	-	1	8	3	1	2	3,7	14
6	448	15	-	1	8	2	4	-	3,6	16
14	507	15	-	-	10	3	1	1	3,5	19
24	642	15	1	1	9	-	3	1	3,4	21
2	431	15	-	2	9	2	1	1	3,3	23
10	486	15	-	-	11	4	-	-	3,3	23
15	532	15	-	-	12	3	-	-	3,2	26
4	443	15	2	1	8	3	1	-	3,0	30
20	616	15	-	3	11	-	-	1	3,0	30
5	445	15	1	1	11	2	-	-	2,9	33

* tratamentos de 1 a 25 representam progênies do 1º ciclo de seleção, enquanto que o tratamento 26 representa a média de 9 sub-amostras do Composto Indígena, população original.

** notas atribuídas a cada tipo de reação.

Tabela 2. Reações de progênies de milho pipoca, do Composto Indígena à *E. tucicicum*. Experimento Ib.

Nº do tratamento*	Código genético ESALQ/USP	Nº de plantas avaliadas	Frequência do nº de plantas nos diferentes tipos de reação						Média ponderada	% resistência em relação população original
			R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	S ₁	S ₂		
			1**	2	3	4	5	6		
21	617	15	-	-	1	5	2	7	5,0	-11
1	429	15	-	-	1	5	4	5	4,9	-9
18	558	15	-	-	-	8	2	5	4,8	-7
22	630	15	-	-	3	4	2	6	4,7	-4
16	540	15	-	-	2	5	6	2	4,5	-
13	506	15	-	-	3	7	-	5	4,5	-
26 (pop. original)	-	148	-	-	26	69	12	41	4,5	-
14	507	15	-	-	3	7	2	3	4,3	4
6	448	15	-	-	3	8	1	3	4,3	4
7	457	15	-	-	5	4	3	3	4,3	4
19	599	15	-	-	-	11	4	-	4,3	4
17	550	15	-	-	3	9	-	3	4,2	7
3	434	15	-	-	3	9	1	2	4,1	9
8	460	15	-	-	4	8	-	3	4,1	9
12	505	15	-	-	5	5	3	2	4,1	9
11	498	15	-	-	3	10	-	2	4,1	9
25	655	15	-	-	4	7	4	-	4,0	12
2	431	15	-	-	7	5	-	3	3,9	13
15	532	15	-	-	1	14	-	-	3,9	13
9	463	15	-	-	5	8	1	1	3,9	13
23	633	15	-	-	7	5	1	2	3,9	13
24	642	15	-	-	6	6	3	-	3,8	16
20	616	14	-	-	4	10	-	-	3,7	18
10	486	14	-	-	4	10	-	-	3,7	18
5	445	15	-	-	6	9	-	-	3,6	20
4	443	15	-	1	6	8	-	-	3,5	22

* tratamentos de 1 a 25 representam progênies do 19 ciclo de seleção, enquanto que o tratamento 26 representa a média de 10 sub-amostras do Composto Indígena, população original.

** notas atribuídas a cada tipo de reação.

Tabela 3. Reações de progênies de milho pipoca, do Composto Indígena à *E. turcicum*. Experimento IIa.

Nº do tratamento*	Código genético ESALQ/USP	Nº de plantas avaliadas	Frequência do nº de plantas nos diferentes tipos de reação						Média ponderada	% resistência em relação população original
			R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	S ₁	S ₂		
			1**	2	3	4	5	6		
61	643	15	-	-	-	6	2	7	5,1	-16
39	483	14	-	-	-	6	4	4	4,9	-11
46	546	15	-	-	3	4	4	4	4,6	- 5
50	571	15	-	-	1	8	1	4	4,5	- 2
43	526	15	-	-	-	11	1	3	4,5	- 2
48	561	15	-	-	3	7	-	5	4,5	- 2
52	592	15	-	-	3	6	2	4	4,5	- 2
62 (pop. original)	-	143	-	-	13	87	9	34	4,4	-
47	556	15	-	-	2	8	3	2	4,3	2
59	629	15	-	-	1	9	5	-	4,3	2
55	608	12	-	-	3	6	1	2	4,2	5
60	639	15	-	-	5	6	2	2	4,1	7
37	452	14	-	1	1	10	-	2	4,1	7
49	570	15	-	-	3	11	-	1	3,9	11
42	522	15	-	2	3	7	1	2	3,9	11
51	588	15	-	-	4	9	2	-	3,9	11
40	493	14	-	-	3	11	-	-	3,8	14
45	541	15	-	1	3	9	1	1	3,8	14
57	620	15	-	-	5	8	2	-	3,8	14
44	531	15	-	-	4	10	1	-	3,8	14
53	594	15	-	1	4	10	-	-	3,6	18
54	602	15	-	2	5	6	2	-	3,5	20
58	628	15	-	2	3	10	-	-	3,5	20
38	478	15	-	-	8	7	-	-	3,5	20
56	611	15	-	1	7	7	-	-	3,4	23
41	495	15	2	2	3	7	1	-	3,2	27

* tratamentos de 37 a 61 representam progênies do 1º ciclo de seleção, enquanto que o tratamento 62 representa a média de 10 sub-amostras do Composto Indígena.

** notas atribuídas a cada tipo de reação.

Tabela 4. Reações de progênies de milho pipoca, cultivar do Indígena à *E. turcicum*. Experimento IIb.

Nº do tratamento*	Código genético ESALQ/USP	Nº de plantas avaliadas	Frequência do nº de plantas nos diferentes tipos de reação						Média ponderada	% resistência em relação população original
			R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	S ₁	S ₂		
			1**	2	3	4	5	6		
39	483	15	-	-	3	5	1	6	4,7	-6,8
61	643	15	-	-	-	9	2	4	4,7	-6,8
48	561	15	-	-	-	11	-	4	4,5	-2,3
62 (pop. original)	-	149	-	-	14	93	16	26	4,4	-
43	526	15	-	-	2	11	1	1	4,1	7
59	629	15	-	-	4	8	1	2	4,1	7
46	546	15	-	-	4	9	-	2	4,0	9
52	592	15	-	-	3	9	3	-	4,0	9
50	571	15	-	-	5	6	4	-	3,9	11
51	588	15	-	-	1	14	-	-	3,9	11
45	541	15	-	-	4	9	2	-	3,9	11
55	608	15	-	-	5	8	1	1	3,9	11
60	639	15	-	1	4	7	2	1	3,9	11
37	452	15	-	1	3	9	2	-	3,8	14
42	522	15	-	-	6	7	1	1	3,8	14
47	556	15	-	-	5	8	2	-	3,8	14
54	602	15	-	1	4	8	1	1	3,8	14
49	570	15	-	-	4	11	-	-	3,7	16
40	493	15	-	1	7	5	-	2	3,7	16
56	611	15	-	-	5	10	-	-	3,7	16
57	620	15	-	-	5	10	-	-	3,7	16
41	495	15	-	2	3	9	1	-	3,6	18
44	531	15	-	-	6	9	-	-	3,6	18
53	594	14	-	1	4	9	-	-	3,6	18
38	478	15	-	2	6	7	-	-	3,3	25
58	628	15	-	2	10	3	-	-	3,1	30

* tratamentos de 37a 61 representam progênies do 1º ciclo de seleção, enquanto que o tratamento 62 representa a média de 10 sub-amostras do Composto Indígena, população original.

** notas atribuídas a cada tipo de reação.

Tabela 5. Análise da variância para a reação de progênes de milho pipoca a *E. turcicum*, testadas no experimento Ia

Causa da Variação	GL	S.Q	Q.M	F
Blocos	2	0,179565	0,089783	0,39 ns
Tratamentos	25	29,770900	1,190840	5,17**
Resíduo	50	11,527000	0,230540	
Total	77	41,477400		

Coeficiente de variação = 12,33%

Tabela 6. Análise de variância para a reação de progênes de milho pipoca a *E. turcicum*, testadas no experimento Ib

Causa da Variação	GL	S.Q	Q.M	F
Blocos	2	0,017822	0,008911	0,06 ns
Tratamentos	25	11,786700	0,471470	3,00**
Resíduo	50	7,855710	0,157114	
Total	77	19,660300		

Coeficiente de variação = 9,49%

Tabela 7. Análise de variância para a reação de progênes de milho pipoca ã *E. turcicum* testadas no Experimento IIa

Causa da Variação	G.L	S.Q	Q.M	F
Blocos	2	1,947630	0,973816	4,37*
Tratamentos	25	16,795400	0,671816	3,01**
Resíduo	50	11,152600	0,223052	
Total	77	29,895600		

Coeficiente de variação = 11,65%

Tabela 8. Análise de variância para a reação de progênes de milho pipoca ã *E. turcicum* testadas no Experimento IIb

Causa da Variação	G.L	S.Q	Q.M	F
Blocos	2	0,288940	0,144470	1,14 ns
Tratamentos	25	10,253500	0,410142	3,23**
Resíduo	50	6,344360	0,126887	
Total	77	16,886800		

Coeficiente de variação = 9,16%

Tabela 9. Número de plantas nos diferentes tipos de reação para 13 isolados de *E. fuzicicum* testados em quatro hospedeiros. Experimento IIIa.

Isolados	Variedades***	Tipos de reação							Média ponderada para reações	Classificação com base na média
		Resistente				Suscetível				
		R ₁	R ₂	R ₃	Total	S ₁	S ₂	Total		
		1**	2	3	Total	4	5	Total		
C/SC4	RV	1	-	-	1	4	10	14	4,47	S
	RH	11	1	-	12	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	9	9	-	6	6	3,80	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
C/PR5	RV	4	-	-	4	11	-	11	3,20	I
	RH	13	-	-	13	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	13	13	-	2	2	3,27	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
C/PR6	RV	1	-	-	1	2	12	14	4,60	S
	RH	12	-	-	12	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	9	9	-	4	4	3,62	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
NT/RS7	RV	3	-	-	3	4	8	12	3,93	I
	RH	12	-	-	12	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	10	10	-	4	4	3,57	I
	P	-	-	-	-	-	-	15	5,00	S
NT/RS8	RV	-	-	-	-	3	12	15	4,80	S
	RH	13	-	-	13	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	9	9	-	4	4	3,62	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
J/PR9	RV	14	1	-	15	-	-	-	1,07	R
	RH	14	-	-	14	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	10	10	-	2	2	3,33	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
J/PR10	RV	1	-	-	1	7	6	13	3,93	I
	RH	14	-	-	14	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	8	8	-	5	5	3,77	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
PB/PR12	RV	14	-	-	14	1	-	1	1,20	R
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	12	12	-	3	3	3,40	I
	P	-	-	-	-	-	-	15	5,00	S
PB/PR13	RV	1	1	-	2	9	4	13	3,93	I
	RH	13	2	-	15	-	-	-	1,13	R
	CI	-	-	9	9	1	5	6	3,73	I
	P	-	-	-	-	-	-	15	5,00	S
SM/SP15	RV	8	5	-	13	-	2	2	1,87	R
	RH	11	1	-	12	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	7	7	-	8	8	4,07	S
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
P/SP16	RV	12	1	-	13	2	-	2	1,47	R
	RH	14	-	-	14	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	10	10	1	4	5	3,60	I
	P	-	-	-	-	-	-	15	5,00	S
PA/SP17	RV	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	RH	13	-	-	13	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	9	9	-	6	6	3,80	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
P/SP18	RV	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	10	10	4	1	5	3,40	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S

* média ponderada das reações apresentadas por plantas de cada cultivar de milho, com notas variando de 1,00 a 5,00, sendo que médias de 1 a 3,0 indicam resistência (R), de 3,1 a 3,9 intermediário (I) e 4 a 5 suscetibilidade (S).

** notas atribuídas a cada tipo de reação.

*** características das variedades utilizadas neste experimento:

RV - cultivar de milho comum lw com resistência monogênica e possuidora do gene Ht₁

RH - cultivar de milho comum F-352 com resistência poligênica

CI - milho pipoca Composto Indinena, população original

P - cultivar de milho pipoca Pirapoca, testemunha

Tabela 10. Número de plantas nos diferentes tipos de reação para 13 isolados de *E. zaccicum* testados em quatro hospedeiros. Experimento IIIB.

Isolados	Variedades***	Tipos de reação							Média ponderada para reações	Classificação com base na média
		Resistente				Suscetível				
		R ₁	R ₂	R ₃	Total	S ₁	S ₂	Total		
		1**	2	3		4	5			
C/SC4	RV	1	2	-	3	5	7	12	4,00	S
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	7	-	4	11	4	-	4	2,33	R
	P	-	-	-	-	12	3	15	4,20	S
C/PR5	RV	-	-	-	-	14	1	15	4,07	S
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	10	10	1	4	5	3,60	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
C/PR6	RV	-	-	-	-	5	10	15	4,67	S
	RH	12	3	-	15	-	-	-	1,20	R
	CI	2	-	4	6	4	4	8	3,57	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
NT/RS7	RV	-	-	-	-	7	8	15	4,53	S
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	3	-	8	11	-	4	4	3,13	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
NT/RS8	RV	-	-	-	-	10	5	15	4,33	S
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	11	11	3	1	4	3,33	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
J/PR9	RV	13	1	-	14	-	1	1	1,33	R
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	6	6	1	8	9	4,13	S
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
J/PR10	RV	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	1	-	10	11	2	2	4	3,27	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
PB/PR12	RV	11	1	-	12	3	-	3	1,67	R
	RH	15	-	-	15	3	-	3	1,00	R
	CI	1	-	9	10	2	3	5	3,40	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
PB/PR13	RV	-	-	-	-	13	2	15	4,13	S
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	1	-	7	8	3	4	7	3,60	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
SM/SP15	RV	7	3	-	10	5	-	5	2,20	R
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	1	-	10	11	1	3	4	3,33	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
P/SP16	RV	11	2	-	13	2	-	2	1,53	R
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	11	11	-	4	4	3,53	I
	P	-	-	-	-	-	-	15	5,00	S
PA/SP17	RV	9	5	-	14	1	-	1	1,53	R
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	13	13	-	2	2	3,27	I
	P	-	-	-	-	-	15	15	5,00	S
P/SP18	RV	12	2	-	14	1	-	1	1,33	R
	RH	15	-	-	15	-	-	-	1,00	R
	CI	-	-	11	11	2	2	4	3,40	I
	P	-	-	-	-	-	-	15	5,00	S

* média ponderada das reações apresentadas por plantas de cada cultivar de milho, com notas variando de 1,00 a 5,00, sendo que médias de 1 a 3,0 indicam resistência (R), de 3,1 a 3,9 intermediário (I) e 4 a 5 suscetibilidade (S).

** notas atribuídas a cada tipo de reação.

*** características das variedades utilizadas neste experimento:

- RV - cultivar de milho comum 14 com resistência monogênica e possuidora do gene Ht₁
- RH - cultivar de milho comum F-352 com resistência poligênica
- CI - milho pipoca Composto Indígena, população original
- P - cultivar de milho pipoca Pirapoca, testemunha