

**CARACTERIZAÇÃO DA AGRESSIVIDADE
DE ISOLADOS DE *Puccinia polysora* E DE
COMPONENTES DA RESISTÊNCIA EM
MILHO (*Zea mays* L.)**

GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE ANDRADE

E'

V

Asistencia de Leal

D A T A
N.º 17

43717
MFJ38323

GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE ANDRADE

**CARACTERIZAÇÃO DA AGRESSIVIDADE DE ISOLADOS DE
Puccinia polysora E DE COMPONENTES DA RESISTÊNCIA EM
MILHO (*Zea mays* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Mestrado em Agronomia, área de concentração em
Fitopatologia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Dr. Carlos Roberto Casela

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1998

BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
Nº 43717
MFJ38323
ANDRADE, GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE
Dissertação de Mestrado em Agronomia
LAVRAS, 1998



Ficha Catalográfica preparada pela Divisão de processamento Técnico da
Biblioteca Central da UFLA

Andrade, Gladys Alvarenga Ferreira de

Caracterização da agressividade de isolados de *Puccinia polysora* e de
componentes da resistência em milho (*Zea mays* L.) / Gladys Alvarenga
Ferreira de Andrade. -- Lavras : UFLA, 1998.

91 p. : il.

Orientador: Carlos Roberto Casela.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Milho. 2. *Puccinia polysora*. 3. Resistência. 4. Agressividade. 5.
Doença fungica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.15942

GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE ANDRADE

**CARACTERIZAÇÃO DA AGRESSIVIDADE DE ISOLADOS DE
Puccinia polysora E DE COMPONENTES DA RESISTÊNCIA EM
MILHO (*Zea mays* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 21 de agosto de 1998

Prof. Mário Sobral de Abreu

UFLA

Dra. Elizabeth de Oliveira

Embrapa Milho e Sorgo

Dr. Manoel Xavier dos Santos

Embrapa Milho e Sorgo



Dr. Carlos Roberto Casela
Embrapa Milho e Sorgo
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

À toda a minha família,

DEDICO

À minha mãe

Rejane Alvarenga de Andrade,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelos ensinamentos;

à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio concedido;

à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo), pela oportunidade concedida para a realização do trabalho;

ao Dr. Carlos Roberto Casela, pela orientação, amizade e valiosos ensinamentos;

ao Prof. Mário Abreu Sobral, pela co-orientação, conselhos, apoio e incentivo;

ao Dr. Manoel Xavier dos Santos, pela participação na banca examinadora;

aos professores e funcionários do Departamento de Fitopatologia da UFLA, pela atenção e amizade;

aos pesquisadores e funcionários da Embrapa Milho e Sorgo, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho;

ao Clóvis Geraldo Ribeiro e aos meus queridos primos Mônica Evangelista de Carvalho e Sérgio Evangelista Rezende, pelo carinho e colaboração;

a todos aqueles que de alguma forma manifestaram apoio e incentivo para o êxito deste trabalho;

e minha eterna gratidão à Dra. Elizabeth de Oliveira, pela grande amizade, estímulo e sugestões inestimáveis.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	01
1 Introdução Geral.....	01
2 Referencial Teórico.....	02
2.1 Etiologia e histórico da ferrugem polysora.....	02
2.2 Sintomatologia e caracterização da ferrugem polysora.....	03
2.3 Epidemiologia.....	04
2.4 Hospedeiros, distribuição geográfica e efeitos na produção.....	04
2.5 Resistência vertical, resistência horizontal e enferrujamento lento....	06
2.6 Componentes do enferrujamento lento.....	09
2.7 Patossistema milho- <i>Puccinia polysora</i>	14
3 Referências Bibliográficas.....	16
CAPÍTULO 2: Caracterização de isolados de <i>Puccinia polysora</i> quanto aos componentes da agressividade.....	23
1 Resumo.....	23
2 Abstract.....	24
3 Introdução.....	25
4 Material e Métodos.....	27
5 Resultados e Discussão.....	31
6 Conclusões.....	34
7 Referências Bibliográficas.....	35
CAPÍTULO 3: Interação entre isolados de <i>Puccinia polysora</i> e genótipos de milho (<i>Zea mays</i> L.) em relação aos componentes da agressividade.....	37
1 Resumo.....	37

2 Abstract.....	38
3 Introdução.....	39
4 Material e Métodos.....	41
5 Resultados e Discussão.....	44
5.1 Número total de urédias.....	44
5.2 Produção de uredosporos.....	46
5.3 Número de uredosporos por urédia.....	47
5.4 Período latente médio.....	48
5.5 Período infeccioso.....	51
5.6 Número de urédias por cm ²	52
6 Conclusões.....	59
7 Referências Bibliográficas.....	60
CAPÍTULO 4: Influência da idade das folhas de plântulas de milho (<i>Zea mays</i> L.) na duração do período latente de <i>Puccinia</i> <i>polysora</i>.....	63
1 Resumo.....	63
2 Abstract.....	64
3 Introdução.....	65
4 Material e Métodos.....	69
5 Resultados e Discussão.....	71
6 Conclusões.....	74
7 Referências Bibliográficas.....	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
ANEXOS.....	80

RESUMO

ANDRADE, GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE. Caracterização da agressividade de isolados de *Puccinia polysora* e de componentes da resistência em milho (*Zea mays* L.). Lavras: UFLA, 1998. 91p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia)*

Com o intuito de avaliar a agressividade de isolados de *Puccinia polysora* e a resistência de genótipos de milho (*Zea mays* L.) a esse patógeno, avaliou-se o comportamento de vários isolados e possíveis interações entre genótipos hospedeiros e isolados do patógeno, bem como, estimou-se o efeito da idade das folhas de plântulas de milho na duração do período latente. Para a condução dos experimentos, suspensões de uredosporos preparadas à partir de isolados monopustulares de *Puccinia polysora* foram pulverizadas sobre plântulas de milho, no estágio de quatro a cinco folhas, ao entardecer, em casa de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. Foram avaliados o período latente médio, o período infeccioso, a produção de uredosporos, o número total de urédias, o número de urédias por cm² e o número de uredosporos por urédia. Os resultados mostraram que a idade da folha afeta o período latente e que, para alguns dos componentes avaliados, há diferenças entre os isolados de *Puccinia polysora* e há interação entre isolados e genótipos de milho. Entretanto, os dados obtidos sugerem que avaliações em plântulas um pouco mais velhas talvez caracterizem melhor a resistência e a agressividade neste patossistema.

* Comitê Orientador: Carlos Roberto Casela – Embrapa Milho e Sorgo (Orientador), Mário Sobral de Abreu – UFLA, Elizabeth de Oliveira - Embrapa Milho e Sorgo e Manoel Xavier dos Santos - Embrapa Milho e Sorgo

ABSTRACT

ANDRADE, GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE. Characterization of aggressiveness of *Puccinia polysora* isolates and of components of maize resistance (*Zea mays* L.). Lavras: UFLA, 1998. 91p. (Dissertation - Master Program in Phytopathology)*

To evaluate the aggressiveness of *Puccinia polysora* isolates and maize (*Zea mays* L.) resistance to this pathogen, isolates and possible interactions between host genotypes and pathogen isolates were investigated. The influence of leaf age on latent period of infection by the pathogen was also evaluated. To conduct the experiments, urediniospore suspensions prepared from single pustule isolates of *Puccinia polysora* were sprayed on maize seedlings at the four to five leaf stage, in greenhouse, situated at the experimental station of Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Latent period, infectious period, urediniospore production, total number of uredinias, number of uredinias per cm² and number of urediniospores per uredinia were evaluated. The results showed that the leaf age affects the latent period and that, at least for some components evaluated, there are differences among *Puccinia polysora* isolates as well as interactions between isolates and maize genotypes. However, the data suggest that evaluations should be done taking seedlings older than the stage considered in the present case, having in mind the characterization of resistance and aggressiveness in this pathosystem.

* Guidance Committee: Carlos Roberto Casela - Embrapa Milho e Sorgo (Major Professor), Mário Sobral de Abreu - UFLA, Elizabeth de Oliveira - Embrapa Milho e Sorgo and Manoel Xavier dos Santos - Embrapa Milho e Sorgo

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do milho, não somente no Brasil, mas em todo o mundo, é considerada de grande importância, tanto econômica quanto social. Representando cerca de 35% da safra de grãos do país, tem sua produtividade ameaçada por um grande número de enfermidades, dentre as quais vem-se destacando a ferrugem polysora, causada por *Puccinia polysora*.

O aumento na incidência e severidade dessa ferrugem pode estar associado a diversas razões, destacando-se a freqüente introdução de cultivares comerciais mais produtivas, porém susceptíveis, e os plantios de safrinha, que podem contribuir para a perpetuação do patógeno e aumento do inóculo.

Para obtenção de resistência estável e duradoura em cultivares de milho à *P. polysora*, a resistência vertical, apesar de efetiva, tem sido evitada pois, pode levar ao aparecimento de novas raças do patógeno, que com o tempo podem se tornar predominantes. A resistência horizontal, que para ferrugens, tem sido chamada de enferrujamento lento por diminuir a taxa de desenvolvimento da doença, tem sido a forma mais eficaz e econômica de se reduzir a vulnerabilidade genética do milho a esse patógeno.

Esse trabalho teve por objetivos caracterizar isolados de *P. polysora* quanto à agressividade, em genótipos de milho, e verificar possíveis interações entre hospedeiro e patógeno, pela avaliação período latente médio, período infeccioso, produção de uredosporos, número total de urédias, número de urédias por cm² e número de uredosporos por urédia, bem como avaliar a influência da idade das folhas de plântulas de milho sobre o período latente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Etiologia e histórico da ferrugem polysora

A ferrugem polysora do milho (*Zea mays* L.) é causada pelo fungo *Puccinia polysora* Underwood (Basidiomycotina - Basidiomycetes - Uredinales - Pucciniaceae) (Shurtleff, 1992). Esse fungo foi coletado no Alabama, em 1891, por B.M. Duggar em *Tripsacum dactyloides* L., registrado em 1896 e descrito por Underwood, em 1897. Essa ferrugem não tinha sido identificada no milho até 1941, quando foram encontradas coleções de folhas de milho herbarizadas, com pústulas de ferrugem, provenientes da América Central, datadas anteriormente à 1879 e identificadas, erroneamente, como sendo causadas por *Puccinia sorghi* Schw. (Cummins, 1941). Cummins (1943) relatou que a *Puccinia sorghi*, listada por Mains em 1935, na Península de Yucatan, correspondia, na realidade, ao estágio uredial de *P. polysora*.

Esse fungo limitava-se ao hemisfério ocidental até que apareceu no oeste da África, disseminando-se rápida e destrutivamente. Mas, foi por volta de 1950, no leste da África, que a ferrugem polysora mostrou o seu potencial destrutivo, causando perdas na produção de milho de até 60% em algumas áreas. Programas de melhoramento, visando resistência a essa doença foram iniciados, rapidamente, todos eles envolvendo a resistência vertical. Apesar dessa resistência ser rara para *P. polysora*, foram encontrados os genes Rpp1 e Rpp2, superados por novas raças do patógeno, antes mesmo de serem lançados no mercado através de cultivares comerciais. A essa altura dos acontecimentos, a severidade das epidemias já havia declinado e estabilizado (Robinson, 1987).

Uma explicação para esse fato é que, na África, apesar do milho possuir uma ampla base genética e uma substancial resistência horizontal à *P. polysora*, ocorreu uma erosão dessa resistência, já que linhagens de milho se desenvolveram e cresceram, por séculos, na ausência do patógeno, que

não havia chegado à África (Melching, 1975). Assim, fica claro que a grande severidade inicial da ferrugem polysora foi devido a uma pressão de seleção negativa no hospedeiro, ou seja, ocorreu porque a resistência horizontal era desnecessária. O subsequente declínio da severidade, possivelmente, foi devido ao acúmulo da resistência horizontal, na presença do patógeno, causado por uma pressão de seleção positiva nas cultivares de milho (Robinson, 1987).

Nos Estados Unidos, em 1972 e 1973, *P. polysora* causou severas epidemias, passando da condição de patógeno de importância secundária para uma posição de destaque, como um dos mais destrutivos patógenos da cultura do milho naquele país (Futrell, 1975; Schieber, 1975).

2.2 Sintomatologia e caracterização da ferrugem polysora

Os sintomas da infecção por *P. polysora* se assemelham aos sintomas causados por *Puccinia sorghi*, porém com diferenças marcantes. As urédias são predominantemente circulares, com cerca de 0,2 a 2,0 milímetros de diâmetro e coloração castanho-clara, em plantas jovens, tomando-se marrom-escuras, à medida em que a planta se aproxima da fase de maturação. Encontram-se, abundante e uniformemente, distribuídas nas duas faces das folhas e podem ser observadas cobertas pela epiderme. As télias têm forma circular a alongada, com 0,2 a 0,5 milímetros de diâmetro e coloração marrom escura, aparecendo normalmente em círculos, ao redor das urédias e permanecendo cobertas pela epiderme, por mais tempo que as télias da ferrugem comum. Ocasionalmente, podem ser distinguidas pela presença de pequenas manchas pretas abaixo da epiderme (Cummins, 1941). Os uredosporos são amarelo avermelhados, ovais a irregulares, relativamente grandes (20-29 x 29-40 μm), binucleados, com parede celular delgada (1-1,5 μm), apresentando de 4 a 5 poros equatoriais. Os teliosporos são bastante frágeis, de coloração castanha, lisos, espessos (18-27 x 29-41 μm), bicelulares, angularmente elipsóides ou ovóides com extremidades arredondadas. Apresentam pequenas constricções no septo, pedicelos

persistentes e curtos (10-30 μm), que chegam ao máximo, a um quarto do comprimento do uredosporo (EMBRAPA, 1997; Shurtleff, 1986 e 1992). Os uredosporos de *P. sorghi*, por sua vez, são mais escuros, de coloração marrom canela, globosos a elipsóides, menores e moderadamente equinulados. As urédias são mais alongadas e encontram-se esparsamente distribuídas pela planta. Os teliosporos aparecem na mesma pústula, têm paredes mais espessas e pedicelos mais longos.

Puccinia polysora geralmente infecta as folhas expostas da planta. Ao contrário, *P. sorghi* ataca o milho mais cedo e, geralmente, se estabelece no cartucho da planta. O estabelecimento de *P. sorghi*, em plantas de milho, depois que essas atingiram sua altura máxima não é grande (Rodrigues-Ardon, Scott e King, 1980; Shurtleff, 1992).

2.3 Epidemiologia

Sobre o ciclo de *P. polysora* pode-se afirmar que somente a urédia e a télia são conhecidas e que não foi encontrado hospedeiro intermediário, que permita um ciclo completo. Os teliosporos são raros, não se conhecendo sua germinação, o que sugere uma importância epidemiológica secundária ou nula para essas estruturas. Assim, os uredosporos são considerados tanto inóculo primário, quanto secundário. São disseminados por material infectado, correntes de ar e agitação mecânica, normalmente causadas por vento e chuva. Podem ser, também, transportados pelo vento a longas distâncias (Balmer e Pereira, 1987; Bailey et al., 1987; Shurtleff, 1986 e 1992).

2.4 Hospedeiros, distribuição geográfica e efeitos na produção

Considerado como um parasita obrigatório, *P. polysora* tem como hospedeiros, além de espécies do gênero *Zea*, espécies do gênero *Euchlaena*, como o teosinto, que possivelmente, foi o hospedeiro primário das três ferrugens do milho antes da difusão mundial dessa cultura. Dentre outros

hospedeiros estão incluídas espécies dos gêneros *Tripsacum* e *Erianthus* (Hou, Tseng e Sun, 1978; Schieber, 1975; Shurtleff, 1986).

A ferrugem *polysora* está presente no leste, oeste e sul da África, sudeste da Ásia, oeste da Índia, Filipinas, Austrália, região central e sul da América do Norte, América Central e América do Sul (Melching, 1975; Shurtleff, 1992). No Brasil, essa doença tem sido problema sério nas regiões sudoeste de Goiás, Triângulo Mineiro e mais recentemente, no noroeste de São Paulo, no leste e no norte do Paraná e Mato Grosso do Sul (EMBRAPA, 1997).

Puccinia polysora é característico de regiões com altas temperaturas (27°C) e alta umidade relativa (Shurtleff, 1992). Seus uredosporos germinam melhor a temperaturas entre 23 e 28°C, enquanto que a 13 e 30°C a germinação já é bastante reduzida (Melching, 1975). Ainda, segundo este autor e Godoy et al. (1986), para ocorrer a germinação dos uredosporos e as fases iniciais de penetração é essencial que haja água livre na superfície da folha e a eficiência do período de umidade, necessário para a penetração do fungo, depende da temperatura e das condições de luminosidade.

Altitudes acima de 1200 metros são desfavoráveis, enquanto que aquelas abaixo de 900 metros favorecem o estabelecimento da doença (Shurtleff, 1992). Na África, entretanto, a doença ocorre em regiões com altitudes acima de 2400 metros (Melching, 1975).

Os danos e a extensão dos prejuízos causados por *P. polysora* incluem diminuição do vigor das plantas, clorose, seca e morte prematura das folhas, redução na quantidade e no peso dos grãos, acamamento, além de outros (Albuquerque, 1971; Futrell, 1975; Leonard, 1974). À medida que a planta se desenvolve, a doença se torna progressivamente mais severa, podendo aparecer pústulas nas hastes e nas bainhas foliares (Rodrigues-Ardon, Scott e King, 1980; Sim, 1980). *P. polysora* é considerado um patógeno altamente destrutivo, quando comparado a *P. sorghi*, pois pode causar a morte precoce da planta infectada (Scott, King e Armour Jr., 1984).

Melching (1975) relatou reduções na produção de milho de 24 a 37% em testes de campo e à cerca de 50%, em casa de vegetação, onde plântulas foram inoculadas com *P. polysora*. No Brasil, Von Pinho et al. (1998) encontraram reduções na produção, variando entre 18,44% até 56,23% em testes de campo.

2.5 Resistência vertical, resistência horizontal e enferrujamento lento

Com a agricultura moderna, a natureza dinâmica da relação patógeno-hospedeiro se tornou evidente, através da frequência com a qual os patógenos superam a resistência genética das novas cultivares. Mesmo assim, o uso de cultivares resistentes tem sido a forma mais eficaz e econômica de controle de doenças. Melhoristas e fitopatologistas têm buscado ampliar a variabilidade genética do milho e encontrar linhagens, que sirvam como fontes de resistência a *P. polysora*. Com essa finalidade, programas de melhoramento de milho têm explorado a resistência vertical ou específica a raças e a resistência geral ou horizontal.

A resistência vertical é muito eficaz na prevenção de perdas no rendimento, por eliminar, essencialmente, a produção de inóculo secundário. É geralmente completa, qualitativa e controlada por genes dominantes. Não é influenciada pelo ambiente ou pelo desenvolvimento da planta (Abreu, 1978; Balmer e Pereira, 1987; Robinson, 1987). As reações desse tipo de resistência são caracterizadas por manchas de hipersensibilidade, cloróticas ou necróticas, sem esporulação do patógeno (Pataky, 1986). Uma outra característica é a presença de interação diferencial significativa, quando uma série de diferentes isolados de um patógeno é inoculada em uma série de diferentes genótipos, ou seja, há especificidade às raças. Essa resistência envolve mecanismos de defesa do hospedeiro, que estão dentro da capacidade de adaptação do patógeno (Van der Plank, 1984).

Apesar da resistência vertical ser efetiva, ela é instável, pois o seu uso pode levar ao aparecimento de novas raças do patógeno, pela pressão de seleção a ele imposta, devido ao aumento da área de plantio com cultivares

resistentes. Tais raças virulentas, selecionadas na população do patógeno, podem com o tempo tornarem-se as raças predominantes (Abreu, 1988; Futrell, Hooker e Scott, 1975; Scott e Zummo, 1989). Assim, tem havido a seleção para altos níveis de resistência horizontal, antes de se começar um programa de retrocruzamento para resistência vertical (Pataky, 1986).

A resistência vertical, que em alguns casos também pode ser parcial, incompleta ou quantitativa, já foi eficiente por muitos anos para algumas ferrugens de cereais (Johnson, 1981; Van der Plank, 1984). Entretanto, segundo Robinson (1987), esses são fatos isolados. De qualquer maneira, deve-se identificar o tipo de resistência envolvida num programa de melhoramento, para o que seria necessário trabalhar com determinadas raças do patógeno (Hooker, 1967; Robinson, 1987).

Outra maneira de se reduzir a vulnerabilidade genética do milho é o uso da resistência horizontal. Esta resistência foi por muitos anos, definida como aquela em que não ocorre interação diferencial significativa, quando uma série de diferentes isolados de um patógeno é inoculada em uma série de diferentes genótipos do hospedeiro. É incompleta, mas é eficaz contra todas as raças do patógeno, envolvendo mecanismos, que estão além da sua capacidade de adaptação, o que a torna mais estável. É grandemente influenciada pelo ambiente e pelo vigor da planta, tendendo a aumentar com a idade do hospedeiro. É geralmente poligênica, herdada quantitativamente e exibe uma variação contínua (Abreu, 1978; Balmer e Pereira, 1987; Robinson, 1987; Van der Plank, 1984). Tem sido referida como resistência de planta adulta, de campo, geral e poligênica (Robinson, 1987).

Apesar da resistência horizontal ser, em grande parte dos casos, herdada poligenicamente, não há, necessariamente, relação entre a maneira pela qual a resistência é herdada e suas conseqüências epidemiológicas. Dentre alguns exemplos, pode-se citar a resistência de variedades de sorgo à *Periconia circinata*, que é horizontal, por não apresentar interação diferencial, apesar de ser devida a apenas um gene, e a resistência de uma variedade de cevada (Proctor), ao fungo *Ustilago nuda*, que é governada por

apenas três genes (Bergamin Filho e Kimati, 1978). Dentre outras evidências, estudos recentes com o uso de marcadores moleculares, tais como o RFLP, possibilitaram a obtenção de novos métodos de mapeamento de genes de resistência responsáveis por características quantitativas. Os resultados têm fornecido subsídios para que se especule acerca da inexistência da resistência governada por um grande número de genes (Camargo, 1995).

Os efeitos dominante e aditivo dos genes são importantes para a herança da resistência horizontal, podem interferir no desenvolvimento da doença e, particularmente para ferrugens, resultar em um enferrujamento lento (Ohm e Shaner, 1976; Pataky, 1986).

O enferrujamento lento tem sido caracterizado por seus efeitos, ou componentes, sobre o ciclo da infecção, através dos quais as reações de resistência são expressas fenotipicamente. Os componentes relacionados à reprodução do patógeno incluem o número de lesões, o número de urédias esporulando, o número de urédias por lesão, o tamanho da urédia e a produção de uredosporos, enquanto que os componentes relacionados ao tempo, incluem o período latente, o período infeccioso e a taxa de ocorrência de urédias esporulando (Pataky, 1986). Esses componentes agem de modo a reduzir a taxa de crescimento e de desenvolvimento da ferrugem (Zummo, 1988). Possuem efeito cumulativo nos ciclos da infecção, durante o progresso da epidemia no campo, resultando em uma menor severidade da doença (Shaner, Ohm e Finney, 1978).

O efeito direto do enferrujamento lento sobre a planta infectada é a destruição de uma área menor, devido ao aparecimento de urédias menores, em menor número e o efeito indireto é um atraso na dispersão dos uredosporos, por causa do aumento do período latente de infecção (Scott e Zummo, 1989).

Parlevliet (1993) explica que somente o tempo e a exposição podem evidenciar a estabilidade de uma resistência. Com efeito, a resistência horizontal, normalmente tem sido identificada com maior ou menor grau de

confiabilidade, através de uma série de evidências que podem ser úteis, quando analisadas em conjunto, como por exemplo: informações históricas sobre a origem do material, o comportamento estável de variedades antigas, estabilidade em grandes áreas de plantio, evidências genéticas de herança poligênica, dentre outros (Robinson, 1973; Van der Plank, 1963).

Pela dificuldade de se confirmar na prática a resistência horizontal, cuja característica mais valiosa é a sua durabilidade, um outro conceito de resistência, denominado de resistência durável, foi definido por Johnson (1981). Este autor define a resistência durável como sendo aquela que permanece efetiva, enquanto a cultivar que a possui é amplamente cultivada, independente de implicações sobre o controle genético da resistência, seu mecanismo, seu grau de expressão ou sua especificidade às raças.

2.6 Componentes do enferrujamento lento

Os componentes do enferrujamento lento agem de modo a retardar o progresso da doença no campo, mesmo que o tipo de infecção indique uma interação compatível entre hospedeiro e patógeno (Ohm e Shaner, 1976).

Segundo Sztejnberg e Wahl (1976), os mecanismos, que controlam o enferrujamento lento, envolvem a colonização restrita do hospedeiro pelo micélio, o declínio da produção de uredosporos por urédia, o aumento do período de incubação e uma reduzida penetração. Scott e Zummo (1989) relataram que menores número e tamanho de urédias e um período, latente prolongado são características do enferrujamento lento que reduzem a taxa de desenvolvimento, sem afetar drasticamente a população da ferrugem. Esses autores ainda afirmaram que se o genótipo tem genes de resistência para mais de uma dessas características seu efeito será cumulativo.

Parlevliet e Van Ommeren (1975) relataram que a seleção para enferrujamento lento, em cevada, resultou em cultivares melhoradas para vários, ou quase todos os componentes da resistência. Essa associação dos componentes individuais pode ser explicada pela ligação ou efeito

pleiotrópico dos genes que os controlam, de tal maneira que eles se reforçam (Parlevliet, 1975; Subrahmanyam et al., 1983).

O período latente, definido como o tempo entre a inoculação e a presença de 50% das urédias com esporulação (Parlevliet, 1975) é considerado como um dos principais elementos na relação cevada-*Puccinia hordei*, sendo, conseqüentemente, uma parte importante do enferrujamento lento (Shaner, 1980). Segundo Parlevliet (1975), a posição da folha na planta, a idade da folha, a idade bem como o genótipo da planta afetam o período latente, ao passo que, o comprimento do dia e a intensidade de luz não o afetam. Resultados desse autor não indicaram a presença de interação entre cultivar e temperatura, exceção feita para plântulas em alta temperatura. No caso de *P. polysora* houve aparecimento de urédias na faixa de temperatura de 24 a 28°C, entre 7 e 9 dias após a infecção, segundo Robert (1962) e entre 6 e 10 dias de acordo com Melching (1975) e Ullstrup (1965). Temperaturas mais baixas aumentaram o período latente de *P. polysora* (Melching, 1975).

De acordo com Parlevliet (1975), para o patossistema cevada-*Puccinia hordei*, a duração do período latente no estágio de plântula, não foi representativa de sua duração em plantas adultas, principalmente em relação às plantas mais resistentes. Medições na folha bandeira, mantendo-se constante o desenvolvimento da planta e a idade da folha, ofereceram uma estimativa bem mais representativa. Assim, segundo esse autor, cautelosas aproximações dos dados de plântulas são necessárias na determinação do período latente.

Segundo Parlevliet (1978), além de haver uma alta correlação entre resistência e período latente, no campo, este pode ser medido com maior precisão e facilidade do que outros componentes, o que levou à sua utilização em trabalhos mais detalhados. O enferrujamento lento seria contudo, melhor explicado pela múltipla correlação entre o período latente e a freqüência de infecção, do que por qualquer componente sozinho (Parlevliet e Kuiper, 1977). Apesar do período latente ser um componente

importante da resistência, a caracterização de outros componentes tem grande valor para o conhecimento genético dessa resistência (Casela, Frederiksen e Ferreira, 1993).

Johnson (1986) relatou que o período latente e o número de urédias são bons critérios de seleção, para a resistência horizontal em casa de vegetação. Entretanto, este autor observou, no campo, que algumas cultivares apresentam maior efeito de enferrujamento lento do que outras, apesar de não apresentarem diferenças significativas, quanto ao período latente e número de urédias. Para explicar esse fato, foi sugerida a hipótese do efeito cumulativo de um só componente, por vários ciclos da infecção, do efeito conjunto de dois componentes, além do efeito de alguns outros componentes não estudados, como o tamanho de urédias e a taxa de esporulação. Um período latente maior poderia reduzir o número de ciclos da doença no campo (Statler e Parlevliet, 1987).

Segundo Johnson e Wilcoxson (1978), nem todas as cultivares com enferrujamento lento diferem de cultivares com enferrujamento rápido, quando componentes individuais são observados, pois algumas cultivares, por exemplo, podem conter componentes para resistência à infecção inicial e à disseminação do patógeno, enquanto outras têm somente um ou outro desses componentes.

Zummo (1988) relatou que a incidência e o tamanho de urédias, a tumescência e a taxa de esporulação são características da infecção do milho por *P. polysora*, que podem ser utilizadas para identificar genótipos resistentes. As urédias, em genótipos susceptíveis, apresentaram-se maiores, mais inchadas e romperam-se mais cedo do que em milho com genótipo mais resistente (Zummo, 1986). Experimentos de Melching (1975) mostraram que as urédias foram maiores e a esporulação mais abundante em temperaturas de 23-25°C e 28-30°C do que em temperaturas de 17-19°C.

Segundo Sztejnberg e Wahl (1976), as urédias de muitos patógenos foliares freqüentemente esporulam por extensos períodos, embora a massa

de uredosporos tenda a ser produzida na primeira fase do período de infecção.

Com relação à produção de uredosporos, pode-se afirmar que sua medição é um método preciso de se avaliar a agressividade do patógeno e a resistência do hospedeiro. A produção de uredosporos mede a soma do efeito de todos os componentes dos mecanismos de resistência no hospedeiro. É menos subjetivo do que a estimativa visual da intensidade da doença e tem revelado diferenças, que não são detectadas por métodos visuais (Johnson e Taylor, 1976).

A produção de uredosporos pode ser expressa de várias maneiras como por área foliar, por urédia e por de área de superfície esporulante. Essas unidades de área podem ser medidas em unidades de tempo ou por um completo período infeccioso. Essas várias maneiras de expressar a produção de uredosporos refletem sua dependência de muitos diferentes fatores (Parlevliet, 1979). Este autor relatou que a comparação da produção de uredosporos de vários genótipos deve ser feita com frequências de infecção similares, o que é extremamente difícil de se conseguir. Por todas as dificuldades encontradas, esse caráter vem sendo avaliado principalmente em plântulas, embora esse estágio não seja o mais representativo, quando extrapolado para a reação de plantas adultas no campo. Segundo Szejnberg e Wahl (1976), a produção de uredosporos é influenciada pela planta hospedeira e sua idade, declinando com a senescência da folha. Estes autores ainda afirmaram que a esporulação pode terminar devido à exaustão ou morte das partes infectadas da planta e que nas plantas adultas a urédia pára de produzir uredosporos devido à formação da télia.

Um outro fator que interfere na severidade da doença é o período infeccioso. Ele representa o período em que o patógeno permanece esporulando e é geralmente influenciado por outros componentes (Van Der Plank, 1963).

Parlevliet (1975) e Zadoks e Schein (1979), avaliando o patossistema feijão-*Uromyces appendiculatus*, observaram que o período infeccioso não esteve relacionado aos demais componentes da agressividade.

Segundo Melching (1975), em plantas de milho infectadas com *P. polysora*, o período infeccioso das pústulas dura em média de quinze a vinte dias, quando apenas um número reduzido delas ainda produz uredosporos. O período infeccioso, bem como a produção de uredosporos, mostra uma correlação negativa com a frequência de infecção, ou seja, sob altas frequências de infecção as folhas ficam logo exauridas e a avaliação desses componentes se torna difícil (Parlevliet, 1979).

Plântulas e plantas jovens de milho têm sido comumente utilizadas em estudos de resistência à ferrugem em condições de casa de vegetação. São geralmente inoculadas desde o estágio de duas ou três até cinco a seis folhas. Para isso, podem ser utilizados métodos simples como pincelamento, polvilhamento ou pulverização de suspensão de uredosporos, seguidos por período de câmara úmida ou de umidade (Futrell, Hooker e Scott, 1975; Melching, 1975; Robert, 1962; Scott, King e Armour Jr., 1984; Storey e Howland, 1957 e 1959; Ullstrup, 1965), colocação de suspensão de inóculo no cartucho das plantas (Carvalho, 1995; Oliveira, 1980; Pataky, 1986) e até métodos mais elaborados, como o uso de câmaras denominadas de *spore settling towers* (Zummo, 1988).

Com base na caracterização de componentes do enferrujamento lento como incidência de urédias, tamanho, tumescência e esporulação, Zummo (1988) detectou uma relação consistente entre resultados obtidos em casa de vegetação e no campo, indicando que avaliações feitas na primeira condição podem ser usadas para identificar genótipos de milho com resistência a *P. polysora*, em áreas onde epidemias da doença não ocorrem normalmente, ou quando as condições do ambiente não favorecem a doença.

Segundo Pataky (1986), os componentes da resistência relacionados à reprodução de *P. sorghi* (número de lesões, número de urédias esporulantes, número de urédias por lesão, tamanho da urédia e produção de

uredosporos) podem diferenciar híbridos, no estágio de cinco a seis folhas, ao passo que os componentes relacionados ao tempo (período latente, período infeccioso e taxa de urédias esporulando) não diferenciam. Ainda, de acordo com esse autor, o enferrujamento lento é reduzido somente após a floração e começo da senescência, o que garante uma proteção adequada à cultura até a floração, prevenindo perdas significantes na produção.

Salgado et al. (1996) encontraram diferenças entre linhagens de milho em relação à resistência à *P. polysora*, em condições de casa de vegetação, para o comprimento e o número total de lesões e em condições de campo, para severidade da doença, mas não observaram correlação entre esses dois lugares.

Para Ohm e Shaner (1976) o estágio de crescimento da planta afeta a expressão dos componentes do enferrujamento lento, ou seja, a resistência pode ser expressa em plântulas, mas é de difícil identificação, pelo fato de ser expressa quantitativamente, de seus efeitos na reprodução do fungo serem compostos de ciclos sucessivos e devido à resistência do milho aumentar com a maturação da planta. Hooker (1969 e 1985) propõe que os componentes da resistência parcial sejam expressos apenas no estágio de planta adulta.

2.7 Patossistema milho-*Puccinia polysora*

Vários níveis de resistência à *P. polysora* foram encontrados em genótipos de milho, provenientes de diversos locais (Stanton e Cammack, 1953). Materiais resistentes foram procurados na América Central, onde possivelmente originou a ferrugem polysora e onde o cultivo do milho era possível, mesmo na presença do patógeno (Storey e Howland, 1957). Para isso, estes autores trabalharam com duas raças anteriormente identificadas como EA1 e EA2 (Storey e Ryland, 1954). Foi encontrada resistência nas linhagens AFRO 29, de origem colombiana, e AFRO 24, de origem mexicana, que possuíam os genes de resistência Rpp1 e Rpp2. Na linhagem AFRO 27, também americana, foi encontrada resistência, possivelmente

conferida pelo gene Rpp2 (Storey e Howland, 1959). Foram também identificados materiais resistentes a uma terceira raça fisiológica, identificada como EA3, no México e Colômbia (Storey e Howland, 1961 e 1962). Todo material resistente foi rapidamente superado pelo patógeno, antes mesmo de ser difundido através de cultivares comerciais (Melching, 1975).

Seis novas raças de *P. polysora*, denominadas PP3, PP4, PP5, PP6, PP7 e PP8, foram identificadas por Robert (1962), em Beltsville (Maryland). A raça PP9 e seu respectivo gene de resistência foram identificados por Ullstrup (1965) em Indiana. Já em 1986, em Taiwan, Yeh (1986) identificou mais seis raças, que foram denominadas PP10, PP11, PP12, PP13, PP14 e PP15.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.S. Identificação de parâmetros para avaliação da resistência horizontal de *Coffea* sp. a *Hemileia vastatrix* Berk e Br. Viçosa: UFV, 1978, 64p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia).
- ABREU, M.S. Resistência horizontal a *Hemileia vastatrix* Berk e Br. em cafeeiros descendentes do híbrido Timor. Viçosa: UFV, 1988. 68p. (Tese – Doutorado em Fitopatologia).
- ALBUQUERQUE, F.C. de. Relação das espécies de uredinales coletadas na Amazônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.6, p.147-150, 1971. (Série Agrônômica).
- BAILEY, B.A.; SCHUH, W.; FREDERIKSEN, R.A.; BOCKHOLT, A.J.; SMITH, J.D. Identification of slow-rusting resistance to *Puccinia polysora* in maize inbreds and single crosses. *Plant Disease*, St. Paul, v.71, n.6, p. 518-521, June 1987.
- BALMER, E.; PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (eds.). *Melhoramento e produção de milho*. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. Cap.14, v.2, p.595-634.
- BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. Variedades resistentes. In: GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P. de C.T. de; et al. *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. 2.ed. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1978. Cap.17, v.1, p.297-324.
- CASELA, C.R.; FREDERIKSEN, R.A.; FERREIRA, A.S. Evidence for dilatory resistance to anthracnose in sorghum. *Plant Disease*, St. Paul, v.77, n.9, p.908-911, Sept. 1993.
- CAMARGO, L.E.A. Análise genética da resistência e da patogenicidade. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. 2.ed. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1995. Cap.24, v.1, p.470-492.

- CARVALHO, R.V. Resistência do milho a *Physopella zae* (Mains) Cummins & Ramachar, agente causal da ferrugem tropical. Piracicaba: ESALQ 1995. 83p. (Dissertação - Mestrado em Fitopatologia).
- CUMMINS, G.B. Identity and distribution of three rusts of corn. *Phytopathology*, St. Paul, v.31, n.9, p.856-857, Sept. 1941.
- CUMMINS, G.B. Annotated check list and host index of the rusts of Guatemala. *Plant Disease Reporter*, Washington, v.142, n.2, p.79-131, Feb. 1943. (Suppl.).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRAPECUÁRIA. FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. Principais Doenças na cultura do milho, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1997. 80p. (Circular Técnica, 26).
- FUTRELL, M.C. *Puccinia polysora* epidemics on maize associated with cropping practice and genetic homogeneity. *Phytopathology*, St. Paul, v.65, n.9, p.1040-1042, Sept. 1975.
- FUTREL, M.C.; HOOKER, A.L.; SCOTT, G.E. Resistance in maize to corn rust, controlled by a single dominant gene. *Crop Science*, Madison, v.15, n.4, p.597-599, July/Aug. 1975.
- GODOY, C.V.; BASSANEZI, R.B.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Influência da temperatura e do período de molhamento nos parâmetros monocíclicos de *Puccinia polysora*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 21 (Suplemento), p.361, Ago. 1996. (Resumo).
- HOOKER, A.L. The genetics and expression of resistance in plants to rusts of the genus *Puccinia*. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.5, p.163-182, 1967.
- HOOKER, A.L. Widely based resistance to rust in corn. In: BROWNING, J.A. (ed.) *Disease consequences of intensive and extensive culture of field crops*. Ames: Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station. Special Report, 1969. p.28-34.

- HOOKER, A.L. Corn and sorghum rusts. In: ROELFS, A.P.; BUSHNELL, W.R. (eds.). **The cereal rusts; diseases, distribution, epidemiology and control**. New York: Academic Press, 1985. v.2, p.207-236.
- HOU, HSING-HSIUNG; TSENG, JAIN-MING; SUN, MING-HSIEN. Occurrence of corn rusts in Taiwan. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.62, n.2, p.183-186, Feb. 1978.
- JOHNSON, D.A. Two components of slow-rusting in asparagus infected with *Puccinia asparagi*. **Phytopathology**, St. Paul, v.76, n.2, p.208-211, Feb. 1986.
- JOHNSON, D.A.; WILCOXSON, R D. Components of slow-rusting in barley infected with *Puccinia hordei*. **Phytopathology**, St. Paul, v.68, n.10, p.1470-1474, Oct. 1978.
- JOHNSON, R. Durable Resistance: Definition of genetic control and attainment in plant breeding. **Phytopathology**, St. Paul, v.71, n.6, p.567-568, June 1981.
- JOHNSON, R.; TAYLOR, A.J. Spore yield of pathogens in investigations of the race-specificity of host resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.14, p.97-119, 1976.
- LEONARD, K.J. Foliar pathogens of corn in North Carolina. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.58, n.6, p.532-534, June 1974.
- MELCHING, J.S. Corn rusts: types, races and destructive potential. In: **ANNUAL CORN & SORGHUM RESEARCH CONFERENCE**, 30, Washington; 1975. **Proceeding...** Washington: American Seed Trade Association, 1975. p.90-115.
- OHM, H.W.; SHANER, G.E. Three components of slow leaf-rusting at different growth stages in wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v.66, n.11, p.1356-1360, Nov. 1976.
- OLIVEIRA, W.F. Reações de milho (*Zea mays* L.) A *Puccinia sorghi* Schw., e preservação de uredosporos do patógeno. Piracicaba: ESALQ 1980. 56p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia).

- PARLEVLIET, J.E. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. I. Effect of cultivar and development stage on latent period. *Euphytica*, Dordrecht, v.24, n.1, p.21-27, Feb. 1975.
- PARLEVLIET, J.E. Race-specific aspects of polygenic resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, Dordrecht, v.84, n.4, p.121-126, Jul./Aug. 1978.
- PARLEVLIET, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.17, p.203-222, 1979.
- PARLEVLIET, J.E. What is durable resistance, a general outline. In: JACOBS, T.H.; PARLEVLIET, J.E. *Durability of disease resistance*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.23-29.
- PARLEVLIET, J.E.; KUIPER, H. J. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. IV. Effect of cultivar and development stage on infection frequency. *Euphytica*, Dordrecht, v.26, n.2, p.249-255, June 1977.
- PARLEVLIET, J.E.; VAN OMMEREN, A. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. II. Relationship between field trials, micro plot tests and latent period. *Euphytica*, Dordrecht, v.24, n.2, p.293-303, June 1975.
- PATAKY, J.K. Partial rust resistance in sweet corn hybrid seedlings. *Phytopathology*, St. Paul, v.76, n.7, p.702-707, July 1986.
- ROBERT, A.L. Host ranges and races of the corn rusts. *Phytopathology*, St. Paul, v.52, n.10, p.1010-1012, Oct. 1962.
- ROBINSON, R.A. Horizontal resistance. *Review of Plant Pathology*, Wallingford, v.52, n.8, p.483-501, Aug. 1973.
- ROBINSON, R.A. *Host management in crop pathosystems*. New York: Macmillan, 1987. 263p.
- RODRIGUEZ-ARDON, R.; SCOTT, G.E.; KING, S.B. Maize yield losses caused by southern corn rust. *Crop Science*, Madison, v.20, n.6, p.812-814, Nov./Dec. 1980.

- SALGADO, F.L. BRUNELLI, K.R.; TOMBOLATO, D.C.M.; NASS, L.; CAMARGO, L.E.A. Resistência de linhagens de milho à *Puccinia polysora* avaliada em casa-de-vegetação e campo. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 21 (Supl.), p.350, 1996. (Resumo).
- SCHIEBER, E. *Puccinia polysora* rust found on *Tripsacum laxum* in the jungle of Chiapas, Mexico. *Plant Disease Reporter*, Washington, v.59, n.7, p.625-626, July 1975.
- SCOTT, G.E.; KING, S.B.; ARMOUR Jr., J.W. Inheritance of resistance to southern corn rust in maize populations. *Crop Science*, Madison, v.24, n.2, p.265-267, Mar./Apr. 1984.
- SCOTT, G.E.; ZUMMO, N. Effect of genes with slow-rusting characteristics on southern corn rust in maize. *Plant Disease*, St. Paul, v.73, n.2, p.114-116, Feb. 1989.
- SHANER, G. Probits for analyzing latent period data in studies of slow-rusting resistance. *Phytopathology*, St. Paul, v.70, n.6, p.1179-1182, June 1980.
- SHANER, G.; OHM, H.W.; FINNEY, R.E. Response of susceptible and slow leaf-rusting wheats to infection by *Puccinia recondita*. *Phytopathology*, St. Paul, v.68, n.3, p.471-475, Mar. 1978.
- SHURTLEFF, M.C. (ed.). Rusts. In: _____. *Compendium of corn diseases*. 2.ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1986. p.41-42.
- SHURTLEFF, M.C. (ed.). *Compendium of corn diseases*. 2.ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1992. 105p.
- SIM IV, T. Southern rust of corn recognized in Kansas. *Plant Disease*, St. Paul, v.64, n.5, p.500, May 1980.
- STANTON, W.R.; CAMMACK, R.H. Resistance to the maize rust, *Puccinia polysora* Underw. *Nature*, London, v.172, p.502-506, Sept. 1953.

STATLER, G.D.; PARLEVLIE, J.E. Factors related to partial resistance of barley to leaf rust. *Phytopathology*, St. Paul, v.77, n.4, p.549-551, Apr. 1987.

STOREY, H.H.; RYLAND, A.K. Resistance to the maize rust, *Puccinia polysora*. *Nature*, London, v.173, n.4408, p.778-779, 1954.

STOREY, H.H.; HOWLAND (RYLAND), A.K. Resistance in maize to the tropical american rusts fungus, *Puccinia polysora* Underw. I. genes Rpp₁ e Rpp₂. *Heredity*, Oxford, v.11, n.3, p.289-301, 1957.

STOREY, H.H.; HOWLAND (RYLAND), A.K. Resistance in maize to the tropical american rusts fungus, *Puccinia polysora*: II Linkage of genes Rpp₁ e Rpp₂. *Heredity*, Oxford, v.13, n.1, p.61-65, 1959.

STOREY, H.H., HOWLAND, A.K. The tropical rust disease of maize caused by *Puccinia polysora* Underw. *East African Agricultural And Forestry Journal*, Nairobi, v.26, p.55-57, 1961.

STOREY, H.H.; HOWLAND, A.K. The tropical rust disease of maize caused by *Puccinia polysora* Underw. *East African Agricultural And Forestry Journal*, Nairobi, v.25, p.42-43, 1962.


SUBRAHMANYAM, P.; MCDONALD, D.; GIBBONS, R.W.; SUBBARAO, P.V. Components of resistance to *Puccinia arachidis* in peanuts. *Phytopathology*, St. Paul, v.73, n.2, p.253-256, Feb. 1983.

SZTEJNBERG, A.; WAHL, I. Mechanisms and stability of slow stem-rusting resistance in *Avena sterilis*. *Phytopathology*, St. Paul, v.66, n.1, p.74-80, Jan. 1976.

ULLSTRUP, A.J. Inheritance and linkage of a gene determining resistance in maize to an american race of *Puccinia polysora*. *Phytopathology*, St. Paul, v.55, n.4, p.425-428, Apr. 1965.

VAN DER PLANK, J.E. *Plant Diseases: epidemics and control*. New York: Academic Press, 1963. 349p.

VAN DER PLANK, J.E. *Disease resistance in plants*. Orlando: Academic Press, 1984. 194p.


VON PINHO, R.G.; RAMALHO, M.A.P.; REZENDE, I.C.; SILVA, H.P.;
OLIVATTO, A.V.D. Danos causados pelas ferrugens polysora e
tropical do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E
SORGO, 22. 1998 Recife. (no prelo).

YEH, C.C. Studies on rusts of maize. *Journal of Agricultural Research of
China, Wufeng*, v.35, n.1, p.81-93, 1986.

ZADOKS, J.C.; SCHEIN, R.D. *Epidemiology and plant disease
management*. Oxford: Oxford University Press, 1979. 427p.

ZUMMO, N. Components contributing to dilatory resistance to *Puccinia
polysora* Underw. in corn. *Phytopathology*, St. Paul, v.76, n.10, p.1098,
Oct. 1986. (Abstract).

ZUMMO, N. Components contributing to partial resistance in maize to
Puccinia polysora. *Plant Disease*, St. Paul, v.72, n.2, p.157-160, Feb.
1988.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DE ISOLADOS DE *Puccinia polysora* QUANTO AOS COMPONENTES DA AGRESSIVIDADE

1 RESUMO

ANDRADE, GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE. Caracterização de isolados de *Puccinia polysora* quanto aos componentes da agressividade. UFLA, 1998. 91p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia)*

Foram utilizados nesse trabalho vinte isolados monopustulares de *Puccinia polysora*, coletados nas regiões sul e sudeste do Brasil, os quais foram caracterizados quanto a agressividade, em um genótipo susceptível de milho em casa de vegetação. Plântulas, no estágio de quatro a cinco folhas, foram pulverizadas com suspensões uniformes de uredosporos desses isolados. Foram avaliados o período latente médio, o período infeccioso, a produção de uredosporos, o número total de urédias, número de urédias por cm^2 , o número de uredosporos por urédia e a possível relação entre agressividade e origem dos isolados. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito repetições para cada tratamento. As análises de variância dos dados obtidos à partir da produção de uredosporos, número total de urédias, número de urédias por cm^2 e número de uredosporos por urédia indicaram diferenças significativas entre os isolados, evidenciando variação na agressividade dos mesmos. Nenhuma relação entre agressividade e origem dos isolados foi encontrada. O período infeccioso e o período latente médio não foram bons critérios para diferenciar isolados de *P. polysora*.

* Comitê Orientador: Carlos Roberto Casela – Embrapa Milho e Sorgo (Orientador), Mário Sobral de Abreu – UFLA, Elizabeth de Oliveira – Embrapa Milho e Sorgo e Manoel Xavier dos Santos – Embrapa Milho e Sorgo

2 ABSTRACT

ANDRADE, GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE. Characterization of *Puccinia polysora* isolates in relation to components of aggressiveness. UFLA, 1998. 91p. (Dissertation – Master Program in Phytopathology)*

Twenty single pustule isolates of *Puccinia polysora* obtained from experiment plots in Southern and Southeastern regions of Brazil were characterized for aggressiveness to a susceptible maize genotype in greenhouse. Plants at the four to five leaf stage were sprayed with a uniform spore suspension of each isolate. The latent period, infectious period, urediniospore production, total number of uredinias, number of uredinias per cm², number of urediniospores per uredinia and a possible relationship between aggressiveness and origin of isolates were evaluated. A randomized complete block experimental design with eight replications per treatment was used. The analysis of variance indicated significant differences among isolates for urediniospore production, total number of uredinias, number of uredinias per cm² and number of urediniospores per uredinia, which was an indication of variation for aggressiveness among isolates. No relationship between origin of isolates and aggressiveness was found. The latent period and infectious period did not differentiate among *P. polysora* isolates.

* Guidance Committee: Carlos Roberto Casela – Embrapa Milho e Sorgo (Major Professor), Mário Sobral de Abreu – UFLA, Elizabeth de Oliveira – Embrapa Milho e Sorgo and Manoel Xavier dos Santos – Embrapa Milho e Sorgo

3 INTRODUÇÃO

A habilidade de um organismo causar doença em determinados membros de uma espécie hospedeira é denominada patogenicidade (Nelson, 1973). A variação em patogenicidade pode ser avaliada em relação à virulência e agressividade do organismo, quando dois ou mais isolados, patogênicos ao mesmo genótipo hospedeiro, são comparados. Por definição, as raças virulentas são aquelas que apresentam interação diferencial significativa, quando inoculadas em variedades de um hospedeiro e aquelas que não apresentam essa interação diferencial significativa são chamadas de raças agressivas. A agressividade é caracterizada pelo tempo requerido para que isolados incitem a mesma quantidade de doença (Bergamim Filho e Kimati, 1978; Nelson, 1973; Van der Plank, 1968). Assim, isolados de um mesmo patógeno, virulentos a um genótipo hospedeiro, podem variar em agressividade (Thakur e Shetty, 1993). A agressividade pode ser medida quantitativamente, pela avaliação de alguns componentes, como por exemplo: período latente, esporulação, período infeccioso, número de urédias, número de urédias por cm^2 e número de uredosporos por urédia.

Segundo Wheeler (1976), a variabilidade dos patógenos é uma grande limitação, em programas de melhoramento de plantas para resistência às doenças. As alterações em variedades tidas como resistentes, passando a susceptíveis, não são devidas a mudanças em si mesmas, mas às modificações genéticas no agente causador da doença.

Momcilovic e Jerkovic (1973) encontraram grandes diferenças na patogenicidade de isolados de *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* da América do Norte e Europa. Para eles, análises da patogenicidade de ferrugens podem ter um ou ambos dos seguintes objetivos: fornecer informações sobre a patogenicidade de populações de patógenos, para guiar programas de melhoramento de plantas e/ou fornecer informações para estudos epidemiológicos. Segundo esses autores, no caso de ferrugens, seu controle

deve ser feito pela criação de variedades resistentes, necessitando-se, para isso, determinar a patogenicidade da população do parasita e, a seguir, procurar incorporar resistência ao hospedeiro.

Hamid et al. (1982) apresentaram uma variação considerável entre isolados da raça 3 de *Cochliobolus carbonum* em relação à eficiência da doença, à capacidade de esporulação e ao número de lesões resultantes de uma determinada quantidade de inóculo, mas afirmaram que é de grande importância a avaliação do período latente e do período infeccioso nesse tipo de trabalho.

A variação em patogenicidade também foi relatada em muitos outros patossistemas, como por exemplo, para batata-*Phytophthora infestans* (Caten, 1974), milho-*Cercospora zea-maydis* (Bair e Ayers, 1986), arroz-*Pyricularia oryzae* (Bonman et al., 1989), cevada-*Ustilago hordei* (Gaudet e Kiesling, 1991), arroz-*Magnaporthe grisea* (Roumen, 1992), sorgo-*Colletotrichum graminicola* (Casela e Fredriksen, 1994; Pande et al., 1991), painço-*Sclerospora graminicola* (Thakur e Shetty, 1993), trigo-*Puccinia recondita* (Lehman e Shaner, 1996), dentre outros.

Em relação à *Puccinia polysora*, a variação em patogenicidade foi primeiramente observada por Storey e Ryland (1954). Estes autores identificaram três raças fisiológicas: EA1, EA2 e posteriormente a EA3. Robert (1962) diferenciou mais seis novas raças: PP3, PP4, PP5, PP6, PP7 e PP8. Foi encontrada resistência para todas essas raças, entretanto, essa era tão facilmente quebrada, que linhagens ditas resistentes nunca chegaram a ser comercializadas e nem mesmo melhoradas. Ullstrup (1965) identificou mais uma raça, em Indiana, EUA, denominada PP9. Yeh (1986), em Taiwan, identificou outras seis raças, as quais denominou: PP10, PP11, PP12, PP13, PP14 e PP15, confirmando assim, a alta variabilidade desse patógeno.

O levantamento da agressividade de isolados de *P. polysora* é uma etapa de importância fundamental, para se traçar estratégias em programas de melhoramento, visando resistência a essa doença. Contudo, ainda é escasso o número de trabalhos nesse sentido, apesar dessa doença estar

alcançando uma posição de destaque na cultura do milho. O objetivo desse trabalho foi caracterizar vinte isolados de *P. polysora*, em relação aos componentes da agressividade, bem como avaliar a possível relação entre agressividade e origem dos isolados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Genótipos de milho e isolados de *Puccinia polysora*

Foi utilizado nesse trabalho um genótipo de milho, selecionado com base na sua suscetibilidade a *P. polysora*, apresentada tanto em observações feitas em experimentos de campo, quanto em inoculações artificiais, com diferentes isolados do patógeno em casa de vegetação. Plântulas desse genótipo foram inoculadas com vinte isolados monopustulares de *P. polysora*, provenientes das regiões Sul e Sudeste do Brasil, onde a ferrugem polysora tem sido observada (TABELA 1). Esses isolados foram coletados no verão de 1994/1995 e de 1995/1996 e multiplicados em casa de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG.

Foram colocadas sete sementes do genótipo selecionado por vaso, contendo solo de campo, adubado segundo recomendações da análise técnica. Dois dias após germinação foi feito o desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso.

4.2 Produção e preparo do inóculo

O inóculo foi produzido a partir de uredosporos coletados em folhas de um genótipo susceptível em casa de vegetação. Os uredosporos foram coletados com o auxílio de espátulas e colocados em vidros de relógio flambados, sendo em seguida armazenados em microtubos Eppendorf.

Para o preparo do inóculo, os uredosporos de cada isolado foram colocados em 40ml de água destilada, onde foi adicionada uma gota de

Tween 20. Logo após, procedeu-se agitação da suspensão em agitador magnético, por um período de três a cinco minutos. A concentração da suspensão obtida foi determinada em câmara de Neubauer e padronizada para 2×10^4 uredosporos por ml de água destilada.

TABELA 1: Identificação, origem e ano da coleta de vinte isolados de *Puccinia polysora*.

ISOLADOS	ORIGEM	ANO DA COLETA
4	Jacarezinho - PR	1996
7	Jacarezinho - PR	1996
8	Jacarezinho - PR	1996
9	Jacarezinho - PR	1996
13	Jacarezinho - PR	1996
15	Jacarezinho - PR	1996
22	Cascavel - PR	1996
23	Cascavel - PR	1996
24	Cascavel - PR	1996
26	Cascavel - PR	1996
27	Cascavel - PR	1996
28	Cascavel - PR	1996
30	Cascavel - PR	1996
34	Capinópolis - MG	1996
35	Capinópolis - MG	1996
36	Capinópolis - MG	1996
11B	Capinópolis - MG	1995
13B	Capinópolis - MG	1995
6B	Sete Lagoas - MG	1995
6C	Sete Lagoas - MG	1995

4.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizados vinte isolados de *P. polysora* e uma cultivar de milho, totalizando vinte tratamentos repetidos oito vezes. Cada vaso contendo quatro plantas foi considerado como uma parcela. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso.

4.4 Inoculações

As inoculações foram feitas em plântulas no estágio de quatro a cinco folhas ao entardecer. Foi retirada manualmente a cerosidade existente na superfície das folhas, para aumentar a aderência das suspensões a serem inoculadas. Foram pulverizados 10ml de suspensão por vaso. Após as inoculações os vasos foram colocados em câmara com 100% de umidade relativa, por um período de 14 horas, a uma temperatura de 25 a 30°C. Depois desse período, os vasos foram transferidos para as bancadas da casa de vegetação, onde permaneceram até o final das avaliações, a uma temperatura de 25 a 45°C e 80 a 100% de umidade relativa.

4.5 Avaliações

As avaliações foram feitas na quinta folha de cada plântula, de dois em dois dias, sempre à mesma hora. Foram avaliadas áreas de dezoito centímetros de comprimento, sendo desprezadas as extremidades das folhas.

Foram considerados como componentes da agressividade o período latente médio, o período infeccioso, o número total de urédias, o número de urédias por cm², a produção de uredosporos e o número de uredosporos por urédia, definidos a seguir. Também foi avaliada a relação entre agressividade e origem dos isolados.

Período latente médio (PL₅₀): considerou-se como PL₅₀ o tempo médio requerido entre a inoculação e a presença de cinquenta por cento das urédias em esporulação, para isso contou-se o número de urédias até que todas estivessem rompidas.

Número total de urédias: foi determinado paralelamente à avaliação do PL_{50} , contando-se o número de urédias em esporulação, até que este se mantivesse constante.

Número de urédias por cm^2 (P/cm^2): foram feitas cinco contagens, ao acaso, por folha, no primeiro dia após o rompimento de todas as urédias, com o auxílio de uma régua de cartolina, contendo um orifício em formato quadrado com área de $1cm^2$.

Produção de uredosporos: os uredosporos foram coletados com o auxílio de uma espátula e armazenados em copos plásticos, à medida em que se procedia a contagem das urédias. Um mililitro de água destilada com Tween 20 (quatro gotas por litro de água destilada) foi adicionado em cada copo plástico. Após agitação, a quantidade de uredosporos presente na suspensão foi determinada, pela contagem de três amostras em câmara de Neubauer.

Número de uredosporos por urédia: para se chegar a esses valores, os resultados obtidos; à partir da contagem dos uredosporos foi dividido pelo número total de urédias.

Período infeccioso (PI): considerou-se como PI, o período de tempo em que as urédias permaneceram esporulando; foi determinado paralelamente à avaliação da produção de uredosporos.

Os dados obtidos para todos esses componentes foram transformados por $\log(x+2)$ e submetidos a análises de variância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os isolados de *P. polysora* apresentaram diferenças entre si, quando se avaliou o número total de urédias, o número de urédias por cm², a produção de uredosporos e o número de uredosporos por urédia (TABELAS 2 e 1A). Essas diferenças ocorreram não apenas entre locais, como também dentro de um mesmo local de origem dos isolados (TABELA 2).

Os isolados não apresentaram diferenças significativas, quando se considerou o período infeccioso e o período latente médio, ou seja, os componentes da agressividade, relacionados ao tempo, não foram bons critérios para diferenciação dos isolados em plântulas de milho, no estágio de quatro a cinco folhas (TABELAS 2A e 3A). Entretanto, como mostra a tabela 2, pelo menos para o PI há uma tendência de diferenciação entre os isolados.

Um isolado de um fungo fitopatogênico é tido como mais agressivo, em relação a outros isolados, se ele for capaz, em um determinado genótipo hospedeiro, de produzir mais uredosporos, mais urédias, mais uredosporos por urédia, mais urédias por cm²; se ele tiver um período latente mais curto e um período infeccioso mais longo, ou se ele tiver pelo menos uma dessas características (Nelson, 1973). O presente trabalho mostrou que há diferenças em agressividade entre isolados de *P. polysora*, quando pelo menos algumas dessas características são consideradas e que a variação entre os isolados não foi associada aos seus locais de origem. Esses resultados indicam que os isolados de *P. polysora* podem estar diferencialmente adaptados aos genótipos hospedeiros no campo.

Trabalhos que busquem a identificação de resistência à ferrugem polysora têm indicado a existência de linhagens e híbridos, que diferem quanto ao nível de resistência à doença, mas genótipos altamente resistentes ainda não foram encontrados. Contudo, ainda são poucos os trabalhos que caracterizam a variabilidade entre isolados de *P. polysora*, aspecto importante para a criação de estratégias para controle dessa doença.

TABELA 2: Número total de urédias (U), número de urédias por cm² (U/cm²), produção de uredosporos (PU), número de uredosporos por urédia (PU/U), período infeccioso (PI) e período latente médio (PL), de vinte isolados de *Puccinia polysora*, em plântulas de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

ISOLADOS	ORIGEM	U	U/cm ²	PU	PU/U	PI	PL
8	Jacarezinho – PR	63,84 a	16,22 a	157703 a	2754 abc	19,00 a	9,63 a
34	Capinópolis – MG	35,00 b	6,97 b	70214 b	2143 abc	19,00 a	10,38 a
6C	Sete Lagoas – MG	20,66 bcde	6,84 b	60436 bc	3121 a	18,75 a	9,75 a
13B	Capinópolis – MG	23,34 bcde	4,88 bcd	52076 bcde	2490 abc	18,50 a	9,63 a
27	Cascavel – PR	11,28 ef	2,72 cde	30914 def	2745 abc	18,25 a	10,00 a
26	Cascavel – PR	10,50 f	2,69 cde	21768 fg	2139 abc	18,25 a	10,75 a
11B	Capinópolis – MG	32,31 bc	7,22 b	63946 bcd	2021 abc	18,00 a	10,00 a
35	Capinópolis – MG	14,50 def	3,38 bcde	36619 cdef	2358 abc	17,75 a	9,63 a
23	Cascavel – PR	22,53 cdef	6,34 bc	36282 def	1723 bc	17,75 a	10,75 a
6B	Sete Lagoas – PR	19,13 cdef	3,78 bcd	31107 def	1634 c	17,50 a	10,50 a

...continua...

TABELA 2, Cont.

ISOLADOS	ORIGEM	U	U/cm ²	PU	PU/U	PI	PL						
13	Jacarezinho – PR	21,53	cdef	4,44	bcd	47326	bcdef	2147	abc	17,50	a	9,38	a
28	Cascavel – PR	13,41	ef	2,78	cde	33544	cdef	2831	ab	17,50	ab	9,88	a
15	Jacarezinho – PR	23,78	cdef	3,66	bcde	62716	bcdef	2554	abc	17,25	ab	8,88	a
24	Cascavel – PR	13,31	ef	3,66	bcde	33603	cdef	2579	abc	17,00	ab	10,75	a
9	Jacarezinho – PR	30,38	bcd	8,56	b	56789	bcd	2208	abc	17,00	ab	10,25	a
30	Cascavel – PR	16,75	cdef	3,63	bcde	24910	ef	1598	c	16,75	ab	10,38	a
22	Cascavel – PR	14,44	ef	2,25	de	27045	fg	1866	bc	16,75	ab	10,00	a
7	Jacarezinho – PR	13,63	ef	3,53	bcde	24056	fg	1886	bc	16,50	ab	9,50	a
36	Capinópolis – MG	14,34	ef	3,25	bcde	28971	def	2258	abc	16,50	ab	10,75	a
4	Jacarezinho – PR	5,06	g	1,41	e	13042	g	5409	a	16,25	b	10,50	a
CV (%)		16,83		25,20		5,67		5,42		3,80		5,15	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

6 CONCLUSÕES

1 Considerando-se a produção de uredosporos, o número total de urédias, o número de uredosporos por urédia e o número de urédias por cm², os vinte isolados de *Puccinia polysora*, coletados em Jacarezinho, Cascavel, Capinópolis e Sete Lagoas, apresentaram diferenças em agressividade, quando inoculados em plântulas de milho no estágio de quatro a cinco folhas.

2 Os componentes da agressividade relacionados ao tempo, como o período latente médio e o período infeccioso, não foram bons critérios para se diferenciar isolados de *Puccinia polysora*, em plântulas de milho no estágio de quatro a cinco folhas.

3 Nenhuma relação entre agressividade e origem dos isolados foi encontrada.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIR, W.; AYERS, J.E. Variability in isolates of *Cercospora zea-maydis*. *Phytopathology*, St. Paul, v.76, n.2, p.129-132, Feb. 1986.
- BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. Variedades resistentes. In: GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P. de C.T. de; et al. *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1978. Cap.17, v.1, p.297-324.
- BONMAN, J.M.; BANDONG, J.M.; LEE, Y.H.; LEE, E.J.; VALENT, B. Race-specific partial resistance to blast in temperate japonica rice cultivars. *Plant Disease*, St. Paul, v.73, n.6, p.496-499, June 1989.
- CASELA, C.R.; FREDRIKSEN, R.A. Pathogenic variability in monoconidial isolates of the sorghum anthracnose fungus *Colletotrichum graminicola* from single lesions and from monoconidial cultures. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.19, n.2, p.149-153, jun. 1994.
- CATEN, C.E. Intra-racial variation in *Phytophthora infestans* and adaptation to field resistance for potato blight. *Annals of Applied Biology*, Wellesbourne, v.77, n.3, p.259-270, Aug. 1974.
- GAUDET, D.A.; KIESLING, R.L. Variation in aggressiveness among and within races of *Ustilago hordei* on barley. *Phytopathology*, St. Paul, v.81, n.11, p.1385-1390, Nov. 1991.
- HAMID, A.H.; AYERS, J.E.; SCHEIN, R.D.; HILL Jr., R.R. Components of fitness attributes in *Cochliobolus carbonum* race 3. *Phytopathology*, St. Paul, v.72, n.9, p.1166-1169, Sept. 1982.
- LEHMAN, J.S.; SHANER, G. Genetic variation in latent period among isolates of *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* on partially resistant wheat cultivars. *Phytopathology*, St. Paul, v.86, n.5, p.633-641, May 1996.
- MOMCILOVIC, V.; JERKOVIC, Z. Inheritance of resistance to *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* form four resistance sources. *Zast-Belja-Plant-Protection*, Beograd, v.36, n.1, p.13-17, 1985.

- NELSON, R.R. **Breeding plants for disease resistance: concepts and applications.** Pennsylvania: State University, 1973. 401p.
- PANDE, S.; MUGHOGHO, L.K.; BANDYOPADHYAY, R.; KARUNACAR, R.I. Variation in pathogenicity and cultural characteristics of sorghum isolates of *Colletotrichum graminicola* in India. **Plant Disease**, St. Paul, v.75, n.8, p.778-783, Aug. 1991.
- ROBERT, A.L. Host ranges and races of the corn rusts. **Phytopathology**, St. Paul, v.52, n.10, p.1010-1012, Oct. 1962.
- ROUMEN, E.C. Effect of leaf age on components of partial resistance in rice to leaf blast. **Euphytica**, Dordrecht, v.63, n.3, p.271-279, Aug. 1992.
- STOREY, H.H.; RYLAND, A.K. Resistance to the maize rust, *Puccinia polysora*. **Nature**, London, v.173, n.4408, p.778-779, 1954.
- THAKUR, R.P.; SHETTY, K.G. Variation in pathogenicity among single-spore isolates of *Sclerospora graminicola*, the causal organism of downy mildew in pearl millet. **Plant Pathology**, v.42, n.5, p.715-721, Oct. 1993.
- ULLSTRUP, A.J. Inheritance and linkage of a gene determining resistance in maize to an american race of *Puccinia polysora*. **Phytopathology**, St. Paul, v.55, n.4, p.425-428, Apr. 1965.
- VAN DER PLANK, J.E. **Disease resistance in plants.** New York: Academic Press, 1968. 205p.
- WHEELER, B.E.J. **An introduction to plant diseases.** London: J. Wiley, 1976. 374p.
- YEH, C.C. Studies on rusts of maize. **Journal of Agricultural Research of China**, Wufeng, v.35, n.1, p.81-93, 1986.

CAPÍTULO 3

INTERAÇÃO ENTRE ISOLADOS DE *Puccinia polysora* E GENÓTIPOS DE MILHO (*Zea mays* L.) EM RELAÇÃO AOS COMPONENTES DA AGRESSIVIDADE

1 RESUMO

ANDRADE, GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE. Interação entre isolados de *Puccinia polysora* e genótipos de milho (*Zea mays* L.) em relação aos componentes da agressividade. UFLA, 1998. 91p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia)*

Com o objetivo de se verificar possíveis interações entre a resistência de genótipos de milho e a agressividade de isolados de *Puccinia polysora*, em casa de vegetação, foram avaliadas as reações de seis genótipos a quatro isolados monopustulares desse patógeno. Plântulas no estágio de quatro a cinco folhas, foram pulverizadas com suspensões uniformes de uredosporos desses isolados. Foram avaliados o período latente médio, o período infeccioso, a produção de uredosporos, o número total de urédias, o número de urédias por cm² e o número de uredosporos por urédia. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito repetições para cada tratamento. As análises de variância dos dados obtidos mostraram a presença de interações significativas entre os genótipos de milho e isolados do patógeno para o número total de urédias, produção de uredosporos e número de uredosporos por urédia. Estes componentes, somados ao número de urédias por cm² e ao período infeccioso, variaram associadamente nos

genótipos avaliados, sugerindo a existência de um único fator genético para o controle desses componentes.

* Comitê Orientador: Carlos Roberto Casela – Embrapa Milho e Sorgo (Orientador), Mário Sobral de Abreu – UFLA, Elizabeth de Oliveira – Embrapa Milho e Sorgo e Manoel Xavier dos Santos – Embrapa Milho e Sorgo

2 ABSTRACT

ANDRADE, GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE. Interaction between isolates of *Puccinia polysora* and maize genotypes in relation to components of aggressiveness. UFLA, 1998. 91p. (Dissertation – Master Program in Agronomy)*

The interaction between maize genotypes and isolates of *Puccinia polysora* was evaluated through the reactions of six genotypes to four isolates of the pathogen. Seedlings at the four to five leaf stage of development were sprayed with a uniform spore suspension of each isolate. The latent period, infectious period, urediniospore production, total number of uredinias, number of uredinias per cm² and number of urediniospores per uredinia were evaluated. A randomized complete block experimental design with eight replications per treatment was used. The analysis of variance indicated significant interaction between maize genotypes and isolates of the pathogen for number of uredinias, urediniospore production and number of urediniospores per uredinia. An association in the variation of these components and infectious period was observed. This fact is an indication of the existence of the same genetic control for these components.

* Guidance Committee: Carlos Roberto Casela – Embrapa Milho e Sorgo (Major Professor), Mário Sobral de Abreu – UFLA, Elizabeth de Oliveira – Embrapa Milho e Sorgo and Manoel Xavier dos Santos – Embrapa Milho e Sorgo

em que há relação gene-a-gene, a resistência se comporta como não específica.

Parlevliet (1976 e 1977) e Parlevliet e Van Ommerem (1985) observaram interações diferenciais entre hospedeiro e patógeno para o período latente da ferrugem foliar da cevada, apesar deste possuir herança poligênica. Em resultados obtidos à partir de plântulas, identificou-se também interação diferencial, para o período latente no patossistema trigo-*Puccinia recondita* f.sp. *tritici* (Kuhn, Ohm e Shaner, 1978). Nessa cultura, a resistência parcial foi encontrada em várias cultivares, sendo herdada oligogenicamente (Lee e Shaner, 1985). Milus e Line (1980), caracterizando o mesmo patossistema, também observaram interações entre isolados e cultivares, quando foram avaliados o número de urédias por cm², o período latente, o número de uredosporos por urédia e o tipo de infecção.

Interações significativas também foram encontradas, por Jenns, Leonard e Moll (1982), entre cultivares de milho e isolados de *Bipolaris maydis* e de *Colletotrichum graminicola*. Segundo os autores, essas interações devem ser interpretadas como um indicativo de que pelo menos uma parte da resistência e da virulência possuem efeitos mais específicos do que gerais e que, essa especificidade, apesar de existir a nível genético, pode não ser detectada através de análises estatísticas. Essas observações confirmaram modelos hipotéticos desenvolvidos por Parlevliet e Zadoks (1977).

Outros exemplos de interações significativas entre genótipos hospedeiros e isolados de patógenos ainda podem ser encontrados nos patossistemas trigo-*Puccinia striiformis* (Johnson e Bowyer, 1974; Johnson e Taylor, 1976); cevada-*Puccinia hordei* (Clifford e Clothier, 1974); batata-*Phytophthora infestans* (Caten, 1974); trigo-*Erysiphe graminis tritici* (Rouse et al., 1980); trigo-*Cercospora herpotrichoides* (Scott e Hollins, 1977) e milho-*Cochliobolus carbonum* (Hamid, Ayers e Hill Jr., 1982).

Para o patossistema milho-*P. polysora* há carência de informações sobre a interação hospedeiro-patógeno, quanto aos componentes da

3 INTRODUÇÃO

Para patógenos de alta variabilidade a resistência horizontal, pela sua estabilidade, pode permanecer efetiva por um período de tempo maior do que quando se utiliza a resistência vertical. Entretanto, mesmo a resistência horizontal pode ser superada por isolados mais agressivos, ou mais adaptados, os quais podem ser selecionados por apresentarem vantagens epidemiológicas em relação aos outros. Os genótipos hospedeiros mais insensíveis a essas adaptações, são os mais procurados em programas de melhoramento para resistência a doenças (Hamid, Ayers e Hill Jr., 1982; Van der Plank, 1968).

Apesar da resistência horizontal ser caracterizada como não específica às raças de um parasita, sua especificidade tem sido demonstrada para algumas interações entre genótipos hospedeiros e isolados de patógenos. Dessa maneira, parece razoável assumir que os sistemas genéticos entre patógeno e hospedeiro são dinâmicos, com genes dos dois lados interagindo entre si, com diferentes níveis de variabilidade (Hamid, Ayers e Hill Jr., 1982). Alguns autores, adotam a terminologia resistência parcial para casos como esses.

Roumen (1992) encontrou pequenas interações no patossistema arroz-*Pyricularia oryzae*, sugerindo que a resistência à queima foliar do arroz, seja controlada por genes de efeitos menores no hospedeiro e no patógeno, que atuam numa relação gene-a-gene. Bonman et al. (1989) obtiveram resultados semelhantes aos mencionados anteriormente, indicando que a especialização ocorre não somente para a resistência completa, mas também para a resistência parcial. Parlevliet (1978) também encontrou pequenas interações para genes, controlando a resistência no patossistema cevada-*Puccinia hordei*. Como demonstrado por Parlevliet e Zadoks (1977) e confirmado por Jenns e Leonard (1985), mesmo num sistema poligênico,

resistência. O objetivo desse trabalho foi verificar possíveis interações entre genótipos de milho e isolados de *P. polysora*, em relação aos componentes da agressividade deste patógeno.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Genótipos de milho e isolados de *Puccinia polysora*

Isolados de *P. polysora*, provenientes das regiões Sul e Sudeste do Brasil, foram coletados no verão de 1994/1995 e 1995/1996 e multiplicados em casa de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. Dentre esses isolados, selecionou-se quatro com diferentes níveis de agressividade: 8.96, proveniente de Jacarezinho (PR), classificado como agressivo; 6C.95, proveniente de Sete Lagoas (MG), classificado como medianamente agressivo; 27.96, proveniente de Cascavel (PR), também classificado como medianamente agressivo; 4.96, proveniente de Jacarezinho (PR), classificado como pouco agressivo. Suspensões desses isolados monopustulares foram inoculadas em seis genótipos de milho selecionados, com base na sua reação à *P. polysora*, obtida através de observações de campo, feitas no Ensaio Nacional de Híbridos da Embrapa Milho e Sorgo. Foram eles: HD9481 e HT16C, classificados como resistentes; HD9555 e 95HD60QPM, classificados como medianamente resistentes; HD9548 e HD9536, classificados como susceptíveis.

Foram colocadas sete sementes de um mesmo genótipo, por vaso, contendo solo de campo, adubado segundo recomendações da análise técnica. Dois dias após a germinação foi feito o desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso.

4.2 Produção e preparo do inóculo

O inóculo foi produzido a partir de uredosporos coletados em folhas de uma cultivar susceptível em casa de vegetação. Os uredosporos foram coletados com o auxílio de espátulas e colocados em vidros de relógio flambados, sendo em seguida armazenados em microtubos Eppendorf.

Para o preparo do inóculo, os uredosporos de cada isolado foram colocados em 40ml de água destilada, onde foi adicionada uma gota de Tween 20. Logo após, procedeu-se agitação da suspensão em agitador magnético, por um período de três a cinco minutos. A concentração da suspensão obtida foi determinada em câmara de Neubauer e padronizada para 2×10^4 uredosporos por ml de água destilada.

4.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizados quatro isolados de *P. polysora* e seis genótipos de milho, totalizando vinte e quatro tratamentos repetidos oito vezes. Cada vaso com quatro plantas foi considerado como uma parcela. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso.

4.4 Inoculações

As inoculações foram feitas em plântulas no estágio de quatro a cinco folhas ao entardecer. Foi retirada manualmente a cerosidade existente na superfície das folhas, para aumentar a aderência das suspensões a serem inoculadas. Foram pulverizados 10ml de suspensão por vaso. Após as inoculações, os vasos foram colocados em câmara com 100% de umidade relativa, por um período de 14 horas, a uma temperatura de 25 a 30°C. Depois desse período, os vasos foram transferidos para as bancadas da casa de vegetação, onde permaneceram até o final das avaliações, a uma temperatura de 25 a 45°C e 80 a 100% de umidade relativa.

4.5 Avaliações

As avaliações foram feitas na quinta folha de cada plântula, a partir do segundo dia após a inoculação, sempre à mesma hora. Foram avaliadas áreas de dezoito centímetros de comprimento, sendo desprezadas as extremidades das folhas.

Foram considerados como componentes da agressividade o período latente médio, o período infeccioso, o número total de urédias, o número de urédias por cm^2 , a produção de uredosporos e o número de uredosporos por urédia, definidos a seguir.

Período latente médio (PL_{50}): considerou-se como PL_{50} , o tempo médio requerido entre a inoculação e a presença de cinquenta por cento das urédias em esporulação; para isso, contou-se o número de urédias, diariamente até que todas estivessem rompidas.

Número total de urédias: foi determinado paralelamente à avaliação do PL_{50} , contando-se o número de urédias em esporulação, até que este se mantivesse constante.

Número de urédias por cm^2 (P/cm^2): foram feitas quatro contagens, ao acaso, por folha, no primeiro dia após o rompimento de todas as urédias, com o auxílio de uma régua de cartolina, contendo um orifício em formato quadrado com área de 1cm^2 .

Produção de uredosporos: os uredosporos foram coletados com o auxílio de uma espátula e armazenados em copos plásticos, à medida em que se procedia a contagem das urédias. Um mililitro de água destilada com Tween 20 (quatro gotas por litro de água destilada) foi adicionado em cada copo plástico. Após agitação, a quantidade de uredosporos presente na suspensão foi determinada pela contagem de três amostras em câmara de Neubauer.

Número de uredosporos por urédia: para se chegar a esses valores, os resultados obtidos a partir da contagem dos uredosporos, foram divididos pelo número total de urédias.

Período infeccioso (PI): considerou-se como PI, o período de tempo em que as urédias permaneceram esporulando; foi determinado paralelamente à avaliação da produção de uredosporos.

Os dados obtidos para todos esses componentes foram submetidos a análises de variância após transformação por $\log(x+2)$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Número total de urédias

A análise de variância feita para o número total de urédias mostrou interação significativa entre os genótipos de milho e os isolados de *P. polysora*, bem como diferenças entre os genótipos e os isolados (TABELAS 1 e 1B).

TABELA 1: Número total de urédias produzidas por quatro isolados de *Puccinia polysora*, em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

GENÓTIPOS	ISOLADOS			
	4.96	8.96	27.96	6C.95
HT16C	22,41 a C	51,72 a A	45,59 ab AB	33,94 ab BC
HD9536	19,13 a C	45,59 a AB	67,19 a A	29,75 ab B
95HD60QPM	26,72 a B	45,28 a A	41,25 ab A	42,22 a A
HD9481	22,50 a B	45,09 a A	36,22 b AB	34,53 a AB
HD9555	13,41 a A	23,88 b A	18,28 c A	18,91 b A
HD9548	15,18 a B	21,31 b B	20,13 c B	51,25 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 14,35%

O teste de médias aplicado aos resultados mostrou que, quando os isolados 8.96 e 27.96 foram inoculados, os genótipos HD9548 e HD9555 apresentaram menos urédias e pela inoculação do isolado 6C.95, o genótipo HD9555 apresentou menor número de urédias, não diferindo entretanto, dos genótipos HT16C e HD9536. Em relação ao isolado 4.96 não ocorreram diferenças significativas entre os genótipos, apesar de haver uma tendência de menor produção de urédias nos genótipos HD9555 e HD9548.

Analisando-se o comportamento dos isolados de *P. polysora* em relação aos genótipos de milho, observou-se que o isolado 8.96 produziu um maior número de urédias, quando inoculado no genótipo HT16C, não diferindo porém, do isolado 27.96. Para o genótipo HD9536, o isolado 27.96 foi o mais agressivo, sendo, entretanto, estatisticamente semelhante ao isolado 8.96. Nos genótipos 95HD60QPM e HD9481 não houve diferença entre os isolados 8.96, 27.96 e 6C.95, embora o 8.96 tenha sido o mais agressivo nas duas situações. Para o genótipo HD9548 o isolado 6C.95 comportou-se como mais agressivo.

Em todos os genótipos inoculados, o isolado 4.96 foi o menos agressivo, embora não diferindo estatisticamente do isolado 6C.95, quando inoculado no genótipo HT16C, dos isolados 27.96 e 6C.95 no genótipo HD9481, dos isolados 8.96, 27.96 e 6C.95 no genótipo HD9555 e dos isolados 8.96 e 27.96 no genótipo HD9548.

Com base nos resultados anteriores pode-se ressaltar a uniformidade do comportamento do genótipo HD9555, que em geral, mostrou-se bastante resistente em relação ao componente avaliado. Um outro ponto a ser considerado é a resposta diferencial do genótipo HD9548, passando da condição de resistente à produção de urédias, para uma posição de alta susceptibilidade em relação à inoculação pelo isolado 6C.95, evidenciando assim, uma interação bastante significativa entre hospedeiro e patógeno.

5.2 Produção de uredosporos

A análise de variância feita para a produção de uredosporos mostrou interação significativa entre os genótipos de milho e os isolados de *P. polysora*, bem como diferenças entre os genótipos e os isolados (TABELAS 2 e 2B).

TABELA 2: Produção de uredosporos de quatro isolados de *Puccinia polysora*, em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

GENÓTIPOS	ISOLADOS			
	4.96	8.96	27.96	6C.95
HT16C	2810000 a B	8130000 a A	7140000 b A	6390000 b A
95HD60QPM	1500000 b D	6480000 a B	2520000 d C	10150000 a A
HD9536	870000 c D	4680000 b B	9680000 a A	1860000 d C
HD9481	950000 c C	4430000 b A	3870000 c A	2150000 d B
HD9555	1400000 bA	1760000 cA	1710000 eA	1740000 dA
HD9548	1300000 b C	1520000 c C	2610000 d B	4050000 c A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 2,03%

A produção de uredosporos variou em função dos genótipos e dos isolados de *P. polysora*. Entretanto, pode-se observar uma uniformidade no comportamento do genótipo HT16C, no qual, para todos os isolados, foram produzidas grandes quantidades de uredosporos. Ao contrário, chama a atenção o comportamento variável do genótipo HD9536, em relação aos quatro isolados testados.

Pode-se observar também uma resposta diferencial do genótipo 95HD60QPM, à inoculação pelo isolado 27.96 e do genótipo HD9555, pela inoculação do isolado 4.96.

O isolado 4.96 manteve um comportamento uniforme para todos os genótipos sendo, em geral, o que produziu menos uredosporos, confirmando assim, sua baixa agressividade. Observou-se também diferença na resposta do isolado 27.96, quando inoculado no genótipo HD9536 e na resposta do isolado 6C.95, quando inoculado nos genótipos 95HD60QPM e HD9548. Já o resultado obtido pela inoculação do isolado 8.96, no genótipo HD9548, mostra uma resposta diferenciada de ambas as partes.

5.3 Número de uredosporos por urédia

A análise de variância feita para o número de uredosporos por urédia mostrou interação significativa entre os genótipos de milho e os isolados de *P. polysora*, bem como diferenças entre os genótipos e os isolados (TABELAS 3 e 3B).

A produção de uredosporos por urédia foi bastante variável em função dos genótipos e dos isolados de *P. polysora* avaliados. Entretanto, pode-se observar uma uniformidade no comportamento do genótipo HT16C, que para todos os isolados, apresentou grande quantidade de uredosporos por urédia. Chama a atenção o comportamento variável do genótipo 95HD60QPM, em relação aos quatro isolados testados e o comportamento do genótipo HD9548, quando inoculado com o isolado 8.96.

Devem ainda ser ressaltadas as diferenças na resposta do isolado 27.96, quando inoculado no genótipo 95HD60QPM e na resposta dos isolados 8.96 e 4.96, quando inoculados nos genótipos HD9555 e HD9548.

TABELA 3: Produção de uredosporos por urédia, de quatro isolados de *Puccinia polysora*, inoculados em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

GENÓTIPOS	ISOLADOS			
	4.96	8.96	27.96	6C.95
95HD60QPM	78477 bc B	179105 a A	68075 b B	296672 a A
HT16C	135207 a A	180545 a A	207904 a A	286421 a A
HD9481	49180 c C	101240 ab AB	147532 a A	69428 b BC
HD9555	123582 ab A	115953 ab A	142881 ab A	118565 b A
HD9536	68961 c C	117597 ab AB	176069 a A	69397 b BC
HD9548	124070 ab AB	85424 b B	162085 a A	122950 b AB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 5,07%

5.4 Período latente médio

A análise de variância feita para o período latente médio (PL_{50}) mostrou diferenças significativas entre os genótipos de milho e os isolados de *P. polysora*, mas não mostrou interação significativa entre eles (TABELAS 4, 5 e 4B).

O PL_{50} dos isolados de *P. polysora* foi maior no genótipo HT16C, embora estatisticamente igual ao dos genótipos 95HD60QPM e HD9536. No genótipo HD9555, o PL_{50} dos isolados foi menor, embora estatisticamente semelhante ao PL_{50} nos genótipos HD9481 e HD9548 (TABELA 4).

O isolado 4.96 teve o PL_{50} significativamente maior que os demais (TABELA 5).

TABELA 4: Período latente médio (PL₅₀) de quatro isolados de *Puccinia polysora*, em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

GENOTIPOS	PL ₅₀
HT16C	15,50 a
95HD60QPM	15,13 ab
HD9536	14,95 ab
HD9548	14,59 bc
HD9481	14,43 bc
HD9555	14,12 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 3,20%

TABELA 5: Período latente médio (PL₅₀) de quatro isolados de *Puccinia polysora*, em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

ISOLADOS	PL ₅₀
4.96	15,67 a
6C.95	14,77 b
27.96	14,43 b
8.96	14,27 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 3,20

Apesar da interação entre genótipos e isolados não ter sido significativa, pela tabela 6, pode-se observar algumas tendências nos resultados, como por exemplo, o comportamento não uniforme do genótipo HD9536 para todos os isolados. Pode-se ainda ressaltar a resposta diferencial do genótipo HD9548 em relação ao isolado 27.96.

TABELA 6: Período latente médio (PL₅₀) de isolados de *Puccinia polysora*, em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

GENÓTIPOS	ISOLADOS			
	4.96	8.96	27.96	6C.95
HT16C	17,63 a A	14,47 a B	14,72 a B	15,19 a B
95HD60QPM	16,22 ab A	14,69 a A	14,75 a A	14,84 a A
HD9536	16,13 ab A	14,97 a AB	13,56 a B	15,13 a AB
HD9481	15,31 b A	13,75 a A	14,28 a A	14,38 a A
HD9548	15,09 b A	13,88 a A	15,14 a A	14,25 a A
HD9555	16,63 c A	13,84 a A	14,16 a A	14,84 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 3,20%

No comportamento dos isolados, pode-se ressaltar a reação diferencial do isolado 27.96, quando inoculado no genótipo HD9548, a resposta diferencial dos isolados 27.96 e 8.96, quando inoculados no genótipo HD9536 e ainda, a resposta diferencial dos isolados 4.96 e 6C.95, quando inoculados no genótipo HD9548.

Embora estatisticamente esses resultados não sejam significativos, sob o ponto de vista prático, diferenças no PL₅₀ de 13,56 para 16,13 dias,

como ocorreu com o genótipo HD9536, ou de 15,09 dias, no genótipo HD9548 para 17,63 dias, no genótipo HT16C, em relação ao isolado 4.96, pode aumentar muito a percentagem de danos causados pela ferrugem polysora, em uma cultura de milho, principalmente se a quantidade de inóculo não for muito grande.

5.5 Período infeccioso

Para o período infeccioso de isolados de *P. polysora*, inoculados em genótipos de milho, a análise de variância mostrou diferenças significativas entre os genótipos e os isolados, mas não mostrou interação significativa entre eles (TABELAS 7, 8 e 5B).

TABELA 7: Período infeccioso (PI) de quatro isolados de *Puccinia polysora*, em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

GENÓTIPOS	PI
HT16C	25,11 a
HD9481	24,28 a
95HD60QPM	24,25 a
HD9536	21,67 b
HD9548	21,46 b
HD9555	21,16 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 4,62%

Pelas tabelas 7 e 8 pode-se afirmar que os isolados de *P. polysora* apresentaram um PI menor, quando inoculados nos genótipos HD9555,

HD9548 e HD9536 e que o isolado 4.96 apresentou um PI menor do que os demais, apesar de ser significativamente semelhante ao PI do isolado 6C.95.

TABELA 8: Período infeccioso (PI) de quatro isolados de *Puccinia polysora*, em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

ISOLADOS	PI
8.96	23,80 a
27.96	23,64 a
6C.95	22,89 ab
4.96	21,64 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 4,62%

Apesar da interação entre genótipos e isolados não ter sido significativa, pode-se observar, na tabela 9, algumas tendências nos resultados, dentre as quais se destaca a variação do comportamento do genótipo HD9548, em relação ao isolado 6C.95 e do isolado 27.96, quando inoculado no genótipo 95HD60QPM.

5.6 Número de urédias por cm²

A análise de variância feita para o número de urédias por cm² mostrou diferenças significativas entre os genótipos de milho e os isolados de *P. polysora*, mas não mostrou interação significativa entre eles (TABELAS 10, 11 e 6B).

TABELA 9: Período infeccioso de quatro isolados de *Puccinia polysora*, em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

GENÓTIPOS	ISOLADOS			
	4.96	8.96	27.96	6C.95
HT16C	24,45 a A	25,63 ab A	26,47 a A	23,91 ab A
95HD60QPM	23,63 ab A	23,88 abc A	23,09 ab A	26,41 a A
HD9481	22,84 abc BC	26,75 a A	25,94 a AB	21,59 b C
HD9555	20,59 bcd A	21,56 c A	21,56 b A	20,91 b A
HD9548	19,51 cd A	21,78 bc A	21,28 b A	23,28 ab A
HD9536	18,81 d B	23,19 abc A	23,47 ab A	21,22 b AB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 4,62%

TABELA 10: Número de urédias por cm² (U/cm²), de quatro isolados de *Puccinia polysora*, em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

GENÓTIPOS	U/cm ²
HT16C	1,62 a
95HD60QPM	1,54 a
HD9481	1,42 a
HD9536	1,30 ab
HD9548	1,08 bc
HD9555	0,83 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 17,86%

TABELA 11: Número de urédias por cm² (U/cm²) de quatro isolados de *Puccinia polysora*, em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

ISOLADOS	U/cm ²
27.96	1,52 a
6C.95	1,37 a
8.96	1,37 a
4.96	0,93 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 17,86%

O genótipo HD9555 apresentou um menor número de urédias por cm², não diferindo, entretanto, do genótipo HD9548 (TABELA 10).

O isolado 4.96 apresentou uma menor produção de urédias por cm² nos genótipos de milho avaliados (TABELA 11).

Apesar da interação entre genótipos e isolados não ter sido significativa, pode-se observar uma tendência de variação no comportamento dos genótipos e dos isolados. Como por exemplo, destaca-se a variação no comportamento do isolado 4.96, quando inoculado no genótipo HD9555 e dos isolados 27.96 e 6C.95, quando inoculados nos genótipos HD9555 e HD9548. Deve-se ainda ressaltar a resposta diferencial do genótipo HD9555 em relação ao isolado 4.96 (TABELA 12).

TABELA 12: Número de urédias por cm², de quatro isolados de *Puccinia polysora*, em seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

GENÓTIPOS	ISOLADOS			
	4.96	8.96	27.96	6C.95
95HD60QPM	0,89 ab B	1,63 a AB	1,86 a A	1,77 a A
HT16C	1,42 a A	1,65 a A	1,83 a A	1,59 ab A
HD9481	1,06 ab A	1,73 a A	1,77 a A	1,13 ab A
HD9555	1,61 b A	0,97 a A	0,84 b A	0,90 b A
HD9536	0,85 ab B	1,16 a AB	1,86 a A	1,31 ab AB
HD9548	0,76 b A	1,06 a A	0,96 b A	1,56 ab A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 17,86%

Pelos componentes avaliados não foi possível estabelecer uma ordem de classificação dos genótipos de milho, em relação à resistência à *P. polysora*, semelhante a observada em trabalho anterior (Casela, 1997)¹. Um exemplo claro desse fato foi o comportamento do genótipo HT16C, que ao contrário do previsto, mostrou-se bastante susceptível. Tal fato pode ser explicado pela utilização de outros isolados ou pelas condições do ambiente em que esses trabalhos foram conduzidos. Considera-se provável que genótipos selecionados como resistentes, à presença de determinados isolados, possam mostrar-se susceptíveis, quando transferidos a outros ambientes com predominância de isolados mais agressivos do patógeno.

¹ Dr. Carlos Roberto Casela, Embrapa Milho e Sorgo, 1997 – comunicação pessoal.

Para todos os componentes da agressividade avaliados, o isolado 4.96, em geral, foi o menos agressivo, não sendo possível a diferenciação dos demais isolados.

Os resultados do presente trabalho mostram que a produção de urédias, a produção de uredosporos e a produção de uredosporos por urédia dos isolados de *P. polysora* foram diferenciadas em função dos genótipos e dos isolados avaliados, ou seja, houve especificidade entre patógeno e hospedeiro, sugerindo que a resistência nesse patossistema seja parcial. Da mesma forma, para Bonman et al. (1989), a especificidade de isolados de *Pyricularia oryzae* foi a causa primária das reações diferenciais de cultivares de arroz em relação a esse patógeno.

Embora fosse esperado que a análise de variância feita para o número de urédias por cm² apresentasse resultado semelhante ao do número total de urédias, isso não ocorreu, possivelmente por que as urédias apresentaram distribuição não uniforme na superfície das folhas. Entretanto, os resultados obtidos a partir desse componente seguiram as mesmas tendências dos resultados obtidos a partir dos outros componentes avaliados.

Parlevliet e Zadoks (1977) demonstraram com modelos hipotéticos, que uma grande parte da especificidade em resistência e virulência, herdadas poligenicamente, não são detectadas pela análise de variância. Jeens, Leonard e Moll (1982) observaram que, nos patossistemas milho-*Bipolaris maydis* e milho-*Colletotrichum graminicola*, a variância da interação entre isolado e hospedeiro era tão pequena, que chegava a ser menor do que a variância devido ao erro. Suas análises indicaram que cultivares e isolados interagem mais fortemente com as mudanças de condições, de experimento para experimento do que entre si. Esse é um ponto importante a ser considerado no presente trabalho, já que a interação entre genótipos hospedeiros e isolados do patógeno não foi significativa para o período latente, período infeccioso e para o número de urédias por cm², embora os quadros de médias feitos para esses componentes apresentem tendências de interações.

Em trabalhos sobre a resistência à ferrugem de cereais, Zadoks (1972) relatou que os componentes da resistência se reforçavam. Isto implicaria em que todas as cultivares mostrassem pequeno número e tamanho de lesões, período infeccioso prolongado, esporulação esparsa, dentre outros. Broers (1989), estudando o período latente, período infeccioso e tamanho de uredosporos de *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*, em trigo, afirmou que esses componentes variaram associadamente, mas que essa associação não foi completa, pois cultivares com claros desvios dessa associação, para pelo menos um dos componentes foram encontradas, sugerindo a existência de fatores genéticos, no mínimo, parcialmente diferentes controlando esses componentes. Concluiu, então, que esses componentes podem ser herdados independentemente, já que pelo coeficiente de correlação eles não estão completamente associados.

Resultados obtidos nesse trabalho mostram que pelo menos um componente da resistência não foi complementar, ou seja, parece não estar relacionado aos demais. Por exemplo, os genótipos mostraram um período latente médio maior, juntamente com um elevado número de urédias e número de urédias por cm², período infeccioso longo, alta produção de uredosporos e de uredosporos por urédia. Isto determina que alguns genótipos podem ter resistência devido a todos os componentes, enquanto outros têm resistência devido a apenas um, ou alguns desses componentes. Pelos resultados desse trabalho pode-se observar que o período latente médio caracterizou a agressividade dos isolados, mas não esteve relacionado à resistência dos genótipos hospedeiros. Possivelmente, isso deve-se ao fato de que nos genótipos mais susceptíveis, por apresentarem uma maior quantidade de urédias, o tempo gasto para que todas elas começassem a esporular foi maior, conseqüentemente aumentando o período latente médio.

Dessas evidências pode-se concluir que o grau de independência entre os componentes da resistência é difícil de se determinar, mas que alguma independência existe. Uma conseqüência prática dessa independência é que a seleção para um componente, em programas de

melhoramento, seria adequada para conservar os outros e para reter toda a resistência avaliada

Os resultados do presente trabalho mostram ser provável que um parâmetro, isoladamente, seja representativo de todos os componentes, mas para isto, muitos outros experimentos devem ser feitos para que fique bem clara a importância de cada componente. A produção de uredosporos, que normalmente representa o efeito total de todos os componentes da resistência, pode ser um bom critério para seleção. Para Johnson e Taylor (1976) a avaliação da produção de uredosporos é um método preciso de se avaliar a agressividade do patógeno e a resistência do hospedeiro.

Da mesma forma que Habtu e Zadoks (1995), que avaliaram o patossistema feijão-*Uromyces appendiculatus*, para todos os componentes avaliados nesse trabalho, apareceram diferenças, embora pequenas entre as plântulas, permitindo a seleção para resistência em plantas em estádios iniciais de desenvolvimento. Entretanto, deve-se ficar sempre claro que para doenças policíclicas, como a ferrugem (Parlevliet, 1975 e Zadoks e Schein, 1979), mesmo pequenas diferenças em resistência podem beneficiar programas integrados de controle de doenças.

Nas avaliações feitas nesse trabalho, duas formas de resistência ocorreram: a resistência parcial expressa por interações significativas entre genótipos de milho e isolados de *P. polysora*, para a produção de uredosporos, o número total de urédias e o número de uredosporos por urédia, e a resistência horizontal expressa pela falta de interação significativa entre genótipos hospedeiros e isolados do patógeno, para o período latente médio, o período infeccioso e o número de urédias por cm². Resultados esses, que sugerem a idéia de que pelo menos uma parte da resistência à ferrugem polysora, opere num sistema gene-a-gene e que interação diferencial entre patógeno e hospedeiro seja uma característica comum nesse patossistema.

Assim, fica enfatizado que o uso de fontes de resistência a *P. polysora*, em programas de melhoramento, requer um detalhado

vegetação, quanto no campo, mas para isso, mais trabalhos, visando a caracterização desses componentes são necessários, para que se possa desenvolver estratégias, nas quais diferentes componentes sejam combinados para aumentar o nível de resistência do milho a esse patógeno.

6 CONCLUSÕES

1 Houve interações significativas entre isolados de *P. polysora* e genótipos de milho, no estágio de quatro a cinco folhas, quando se avaliou a produção de uredosporos, o número total de urédias e o número de uredosporos por urédia.

2 Os componentes da agressividade avaliados mostraram diferenças entre os genótipos de milho e os isolados de *P. polysora*.

3 O isolado 4.96 foi o menos agressivo.

4. Não foi possível fazer uma classificação dos genótipos de milho, no estágio de quatro a cinco folhas, em relação à resistência à *P. polysora*.

5 Os componentes da agressividade avaliados variaram associadamente - exceção feita para o período latente médio.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONMAN, J.M.; BANDONG, J.M.; LEE, Y.H.; LEE, E.J.; VALENT, B. Race-specific partial resistance to blast in temperate japonica rice cultivars. *Plant Disease*, St. Paul, v.73, n.6, p.496-499, June 1989.
- BROERS, L.H.M. Race-specific aspects of partial resistance in wheat to wheat leaf rust, *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*. *Euphytica*, Dordrecht, v.44, n.3, p.273-282, Dec. 1989.
- CATEN, C.E. Intra-racial variation in *Phytophthora infestans* and adaptation to field resistance for potato blight. *Annals of Applied Biology*, Wellesbourne, v.77, n.3, p.259-270, Aug. 1974.
- CLIFFORD, B.C.; CLOTHIER, R.B. Physiologic specialization of *Puccinia hordei* on barley hosts with no hypersensitive resistance. *Transactions of the British Mycological Society*, Londres, v.63, n.3, p.421-430, Dec. 1974.
- HABTU, A.; ZADOKS, J.C. Components of partial resistance in phaseolus beans against an Ethiopian isolate of bean rust. *Euphytica*, Dordrecht, v.83, n.2, p.95-102, Feb. 1995.
- HAMID, A.H.; AYERS, J.E.; HILL Jr., R.R. Host X isolate interactions in corn inbreds inoculated with *Cochliobolus carbonum* race 3. *Phytopathology*, St. Paul, v.72, n.9, p.1169-1173, Sept. 1982.
- JEENS, A.E.; LEONARD, K.J. Effects of temperature and illuminance on resistance of inbred lines of corn to isolates of *Bipolaris maydis*. *Phytopathology*, St. Paul, v.75, n.3, p.274-280. Mar. 1985.
- JEENS, A.E.; LEONARD, K.J.; MOLL, R.H. Variation in the expression of specificity in two maize diseases. *Euphytica*, Dordrecht, v.31, n.2, p.269-279, Sept. 1982.
- JOHNSON, R.; BOWYER, D.E. A rapid method for measuring production of yellow rust spores on single seedlings to asses differential interactions of wheat cultivars with *Puccinia striiformis*. *Annals of Applied Biology*, Wellesbourne, v.77, p.251-258, Aug. 1974.

- JOHNSON, R.; TAYLOR, A.J. Spore yield of pathogens in investigations of the race-specificity of host resistance. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.14, p.97-119, 1976.
- KUHN, R.C.; OHM, H.W.; SHANER, G.E. Slow leaf-rusting resistance in wheat against twenty two isolates of *Puccinia recondita*. *Phytopathology*, St. Paul, v.68, n.4, p.651-656, Apr. 1978.
- LEE, T.S.; SHANER, G.E. Oligogene inheritance of length of latency period in six slow leaf-rusting wheat cultivars. *Phytopathology*, St. Paul, v.75, n.6, p.636-643, June 1985.
- MILUS, E.A.; LINE, R.F. Characterization of resistance to leaf rust in Pacific Northwest wheats. *Phytopathology*, St. Paul, v.70, n.2, p.167-172, Feb. 1980.
- PARLEVLIET, J.E. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. I. Effect of cultivar and development stage on latent period. *Euphytica*, Dordrecht, v.24, n.1, p.21-27, Feb. 1975.
- PARLEVLIET, J.E. Evaluation of the concept of horizontal resistance in the barley/*Puccinia hordei* host-pathogen relationship. *Phytopathology*, St. Paul, v.66, n.4, p.494-497, Apr. 1976.
- PARLEVLIET, J.E. Evidence of differential interaction in the polygenic *Hordeum vulgare*-*Puccinia hordei* relation during epidemic development. *Phytopathology*, St. Paul, v.67, n.6, p.776-778, June 1977.
- PARLEVLIET, J.E. Race-specific aspects of polygenic resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, Dordrecht, v.84, n.4, p.121-126, Jul./Aug. 1978.
- PARLEVLIET, J.E.; VAN OMMEREN, A. Race-specific effects in major genic and polygenic resistance of barley to barley leaf rust in the field: identification and distinction. *Euphytica*, Dordrecht, v.34, n.3; p.689-695, Nov. 1985.
- PARLEVLIET, J.E.; ZADOKS, J.C. The integrated concept of disease resistance; a new view including horizontal and vertical resistance in plants. *Euphytica*, Dordrecht, v.26, n.1, p.5-21, Feb. 1977.

- ROUMEN, E.C. Small differential interactions for partial resistance in rice cultivars to virulent isolates of the blast pathogen. *Euphytica*, Dordrecht, v.64, n.1-2, p.143-148, Oct. 1992.
- ROUSE, D.I.; NELSON, R.R.; MACKENZIE, D.R.; ARMITAGE, C.R. Components of rate-reducing resistance in seedlings of four wheat cultivars and parasitic fitness in six isolates of *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*. *Phytopathology*, St. Paul, v.70, n.11, p.1097-1100, Nov. 1980.
- SCOTT, P.R.; HOLLINS, T.W. Interactions between cultivars of wheat and isolates of *Cercospora herpotrichoides*. *Transactions of the British Mycological Society*, London, v.69, n.3, p.397-403, Dec. 1977.
- VAN DER PLANK, J.E. *Disease resistance in plants*. New York: Academic Press, 1968. 205p.
- ZADOKS, J.C. Methodology of epidemiological research. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.10, p.253-276, 1972.
- ZADOKS, J.C.; SCHEIN, R.D. *Epidemiology and plant disease management*. Oxford: Oxford University Press, 1979. 427p.

CAPÍTULO 4

INFLUÊNCIA DA IDADE DAS FOLHAS DE PLÂNTULAS DE MILHO (*Zea mays* L.) NA DURAÇÃO DO PERÍODO LATENTE DE *Puccinia polysora*

1 RESUMO

ANDRADE, GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE. Influência da idade das folhas de plântulas de milho (*Zea mays* L.) na duração do período latente de *Puccinia polysora*. UFLA, 1998. 91p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia)*

Com o objetivo de se avaliar a influência da idade de folhas de plântulas de milho, na duração do período latente de *Puccinia polysora*, foram estudadas as reações de dez genótipos de milho em casa de vegetação. Plântulas no estágio de quatro a cinco folhas foram pulverizadas com uma suspensão uniforme de uredosporos de um isolado monopustular. Foi avaliado o período latente médio, ou seja, o período gasto para que cinquenta por cento das urédias esporulassem. Para isto, as urédias foram contadas diariamente, mantendo-se constante o horário das avaliações. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições para cada tratamento. De acordo com as análises estatísticas pode-se afirmar que o período latente médio mostrou diferenças entre os genótipos e foi menor nas folhas mais velhas.

* Comitê Orientador: Carlos Roberto Casela – Embrapa Milho e Sorgo (Orientador), Mário Sobral de Abreu – UFLA, Elizabeth de Oliveira – Embrapa Milho e Sorgo, e Manoel Xavier dos Santos – Embrapa Milho e Sorgo

2 ABSTRACT

ANDRADE, GLADYS ALVARENGA FERREIRA DE. The influence of leaf age of maize (*Zea mays* L.) seedlings in the duration of *Puccinia polysora* latent period. UFLA, 1998. 91p. (Dissertation - Master Program in Agronomy)*

To measure the effect of the leaf age of young maize plants on the latent period of *Puccinia polysora*, ten maize genotypes were evaluated in greenhouse. Plants at the four to five-leaf stage were sprayed with a uniform urediniospore suspension of a single uredinia isolate. Latent period, defined as the time from inoculation to fifty per cent of sporulating uredinias, was evaluated. Uredinias were counted every day, always at the same time. A randomized complete block experimental design with four replications per treatment was used. The statistical analysis showed differences among genotypes and a shorter latent period for older leaves.

* Guidance Committee: Carlos Roberto Casela - Embrapa Milho e Sorgo (Major Professor), Mário Sobral de Abreu - UFLA, Elizabeth de Oliveira - Embrapa Milho e Sorgo and Manoel Xavier dos Santos - Embrapa Milho e Sorgo

3 INTRODUÇÃO

A resistência horizontal, por ser potencialmente mais durável e estável do que a resistência vertical, tem merecido atenção por parte de melhoristas e fitopatologistas. Esta resistência, caracteriza-se por retardar o progresso da doença no campo e é uniformemente efetiva contra todas as raças de um patógeno.

A avaliação dos componentes da resistência horizontal e a posterior seleção, para um ou mais, desses componentes é uma maneira de se aumentar essa resistência. Entre os componentes freqüentemente associados aos altos níveis dessa resistência está um período latente prolongado, que em muitos patossistemas, tem sido relatado como um componente importante da resistência horizontal (Abreu, 1978; Johnson e Wilcoxson, 1978; Luke, Chapman e Barnett, 1972; Parlevliet, 1976; Shaner, 1980; Shaner, Ohm e Finney, 1978; Zadoks, 1972). O período latente pode aparecer associado ou não a outros componentes e sua variação depende muito do patossistema em questão (Shaner, Ohm e Finney, 1978).

Parlevliet (1975 e 1979) afirmou que a seleção para resistência de batata a *Phytophthora infestans*, poderia ser feita pela avaliação do período latente, pois devido à associação dos componentes da resistência, um período latente longo tenderia a aparecer juntamente com uma baixa freqüência de infecção, uma produção de uredosporos reduzida e um período infeccioso mais curto. Entretanto, segundo Clifford (1972), Parlevliet e Kuiper (1977) e Parlevliet e Van Ommerem (1975) esta associação pode não ser completa.

Zadoks (1971) demonstrou o quanto a taxa de infecção de uma doença é alterada por variações no período latente. Assim, é muitas vezes considerado o componente crucial na determinação da taxa aparente de infecção, quando um grande número de ciclos reprodutivos do patógeno é necessário para se completar a epidemia, como acontece com as ferrugens.

[REDACTED]

Para Leonard e Mundt (1983), as diferenças entre genótipos em relação à duração do período latente seria de maior importância que os componentes da resistência relacionados à reprodução do patógeno. Entretanto, nos patossistemas trigo-*Septoria nodorum* e arroz-*Pyricularia oryzae* o período latente não foi muito útil na diferenciação de cultivares (Griffiths e Jones, 1987; Roumen, 1992; Roumen e Boef, 1993).

Alguns fatores podem afetar a expressão da resistência, como é o caso do estágio de crescimento da planta. Este deve sempre ser considerado na avaliação dos componentes da resistência, porque plântulas freqüentemente produzem reações da doença diferentes daquelas produzidas por plantas adultas (Parlevliet, 1979; Parlevliet e Kievit, 1986).

Pataky (1986), estudando a resistência de híbridos de milho doce a *Puccinia sorghi*, não encontrou diferenças entre plântulas pela avaliação dos componentes relacionados ao tempo (período latente, período infeccioso e taxa de urédias esporulando). Entretanto, foram observadas diferenças entre genótipos, quando foram avaliados os componentes da resistência ligados ao ciclo da infecção.

Nos patossistemas trigo-*Puccinia recondita* f.sp. *tritici* e cevada-*Puccinia hordei*, avaliando-se o período latente, as diferenças entre cultivares são bem maiores no estágio de plantas adultas do que no estágio de plântulas. Entretanto, embora haja uma correlação geral entre período latente de plântulas e de plantas adultas é preciso cautela, principalmente em se tratando de seleção de cultivares mais resistentes, com base apenas no período latente medido em plântulas (Parlevliet, 1975; Parlevliet, 1979; Parlevliet e Kievit, 1986; Shaner e Hess, 1978).

No caso de *Puccinia sorghi*, no milho e *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, no trigo, as diferenças na severidade da ferrugem entre genótipos resistentes e susceptíveis são maiores no estágio de planta adulta (Pataky, 1986; Pretorius, Rijkenberg e Wilcoxson, 1988). Para as cultivares susceptíveis o período latente foi pouco influenciado pelo estágio de

desenvolvimento da planta. Ainda segundo esses últimos autores, o período latente foi afetado pela posição da folha e pelo genótipo hospedeiro.

Broers (1989) encontrou resultados semelhantes ao estudar o patossistema trigo-*Puccinia recondita*. Este autor afirmou que o aumento na resistência juntamente com o aumento da idade da planta, pode ser dividido em duas categorias: aumento da resistência causado por diferenças no tecido foliar e aumento da resistência devido aos genes da resistência, os quais talvez não se expressem em plântulas, ou que se expressem melhor em plantas adultas. Segundo Broers (1989) a seleção para resistência deve ser feita em folhas bandeira jovens, avaliando-se o período latente, pois este, além de ser o componente mais importante, está freqüentemente associado aos outros componentes. Para ele, testes com plântulas, apesar de tomarem menos tempo e espaço do que testes com plantas adultas e de não sofrerem problemas relacionados às diferenças de crescimento, só são aconselháveis, quando resultados precisos não são necessários.

Ao comparar folhas em diferentes estádios de desenvolvimento, Parlevliet (1975, 1976 e 1979) observou um aumento do período latente de *Puccinia hordei*, em cevada, em direção às folhas mais jovens. Portanto, de acordo com este autor, existem duas tendências em relação ao período latente: um aumento no período latente devido ao desenvolvimento da planta e uma diminuição devido a idade da folha. A resistência, nesse patossistema, esteve correlacionada com a duração do período latente na folha bandeira.

Para o patossistema cevada-*Puccinia hordei*. Parlevliet e Kuiper (1977) e Parlevliet e Van Ommerem (1975) encontraram resultados nos quais a resistência, no campo e o período latente avaliado em folhas-bandeira jovens estavam altamente correlacionados. Entretanto, Habgood (1976), Parlevliet (1979) e Szejnberg e Wahl (1976) não encontraram variação no período latente, em relação à idade das folhas nos patossistemas cevada-*Rhynchosporium secalis* e aveia-*Puccinia graminis*. Ou seja, apesar de muitos trabalhos confirmarem que o período latente é afetado pelo estágio de desenvolvimento do hospedeiro, em alguns casos isso não acontece.

Faltam relatos sobre o período latente da ferrugem do milho *P. polysora* e sua importância ainda não está bem definida. Em relação a este componente da agressividade, a variação na expressão da resistência devido à idade da planta e da folha também necessita de mais informações. Nesse caso, o primeiro passo a ser tomado, no sentido de uma seleção para resistência horizontal, em casa de vegetação, avaliando-se o período latente, seria identificar dentro do patossistema em questão, o estágio de desenvolvimento tanto da folha, quanto da planta, que melhor se correlacione com dados coletados em campo. A relação consistente desses resultados indicaria que estudos em casa de vegetação permitiriam a seleção, para resistência à ferrugem *polysora*, em áreas onde a epidemia normalmente não ocorra ou em anos em que as condições ambientais não favoreçam seu desenvolvimento no campo. No caso da ferrugem *polysora*, que é uma doença policíclica, alterações relativamente pequenas, no período latente, poderiam resultar em diferenças substanciais entre cultivares com resistência horizontal.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da idade das folhas de plântulas de milho na duração do período latente de *P. polysora*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Genótipos de milho e isolados de *Puccinia polysora*

O isolado 34.96 de *P. polysora*, proveniente da região de Capinópolis - MG, foi coletado no verão de 1996 e multiplicado em casa de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG.

O período latente médio desse isolado monopustular, classificado como agressivo, foi observado em dez genótipos de milho. Foram eles: 2841 x 2891, HS 201-Fêmea, 26 x 2841, 274 x 266, 1099 x 1096, 942 x 10, HS 201-Macho, 726 x 11, 723 x 13 e HS 20 x 22.

Foram colocadas sete sementes de um mesmo genótipo por vaso, contendo solo de campo, adubado segundo recomendações da análise técnica. Dois dias após germinação foi feito o desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso.

4.2 Produção e preparo do inóculo

O inóculo foi produzido à partir de uredosporos coletados em folhas de uma cultivar susceptível em casa de vegetação. Os uredosporos foram coletados com o auxílio de uma espátula e colocados em vidros de relógio flambados, sendo em seguida, armazenados em microtubos Eppendorf.

Para o preparo do inóculo, os uredosporos de cada isolado, foram colocados em 40ml de água destilada, onde foi adicionada uma gota de Tween 20. Logo após, procedeu-se agitação da suspensão, em agitador magnético, por um período de três a cinco minutos. A concentração da suspensão obtida foi determinada em câmara de Neubauer e padronizada para 2×10^4 uredosporos por ml de água destilada.

4.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado um isolado de *P. polysora* e dez genótipos de milho, totalizando dez tratamentos, repetidos quatro vezes. Cada vaso com quatro plantas foi considerado como uma parcela. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso.

4.4 Inoculações

A inoculação foi feita em plântulas no estágio de quatro a cinco folhas ao entardecer. Foi retirada manualmente a cerosidade existente na superfície das folhas, para aumentar a aderência da suspensão a ser inoculada. Foram pulverizados 8ml de suspensão por vaso. Após a inoculação os vasos foram colocados em câmara com 100% de umidade relativa, por um período de 14 horas, a uma temperatura de 25 a 30°C. Depois desse período, os vasos foram transferidos para as bancadas da casa de vegetação, onde permaneceram até o final das avaliações, a uma temperatura de 25 a 45°C e 80 a 100% de umidade relativa.

4.5 Avaliações

As avaliações do período latente médio foram feitas nas terceiras, quartas e quintas folhas de cada plântula. Considerou-se como período latente médio (PL₅₀) o tempo requerido entre a inoculação e a presença de cinquenta por cento das urédias em esporulação. Para isso, contou-se o número de urédias, até que todas estivessem rompidas, diariamente, sempre à mesma hora. Foram desprezadas as extremidades das folhas, sendo avaliadas áreas de dezoito centímetros de comprimento.

Os dados obtidos foram transformados por $\log(x+2)$ e submetidos a análise de variância.

TABELA 3: Período latente médio de *Puccinia polysora*. em folhas de diferentes idades, em dez genótipos de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

GENÓTIPOS	FOLHAS		
	Terceira	Quarta	Quinta
942 x 10	12,19 a A	13,56 a A	14,63 a A
HS 201-Fêmea	10,88 a B	14,31 a A	14,19 a A
1099 x 1096	12,94 a A	12,38 a A	14,13 ab A
26 x 2841	11,31 a A	13,38 a A	13,50 ab A
723 x 13	10,75 a A	12,56 a A	12,63 ab A
HS 20 x 22	12,56 a A	12,38 a A	12,56 ab A
726 x 11	12,88 a A	12,69 a A	12,56 ab A
274 x 266	11,50 a A	12,38 a A	12,19 ab A
2841 x 2891	10,50 a A	12,00 a A	11,63 ab A
HS 201-Macho	10,56 a AB	13,25 a A	10,44 b B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. CV = 5,12%

Uma boa correlação entre o período latente medido em plântulas e plantas adultas foi observada nos patossistemas milho-*Exserohilum turcicum* (Brewster, Carson e Wicks, 1992), aveia-*Puccinia coronata* (Luke, Chapman e Barnett, 1972) e cevada-*Puccinia hordei* (Parlevliet, 1976; Parlevliet e Kuiper, 1977). Segundo Parlevliet (1975) e Parlevliet e Kievit (1986), há uma correlação entre período latente de plântulas e de plantas adultas, mas deve-se ter cautela ao se considerar a avaliação feita em plântulas, principalmente em se tratando de cultivares mais resistentes.

Os resultados encontrados nesse trabalho mostram que o PL₅₀ foi capaz de diferenciar os genótipos de milho, no estágio de plântula, com relação à resistência à *P. polysora*, o que pode facilitar bastante trabalhos de melhoramento, se esses dados tiverem correspondência com dados obtidos em de plantas adultas em campo.

Entretanto, esses resultados devem ser considerados como o ponto de partida para futuros experimentos, já que um fato importante a ser considerado é a tendência de diferenciação entre os genótipos, pela avaliação do PL₅₀ nas folhas mais novas, o que nos permite inferir que este tipo de trabalho talvez mostre maior possibilidade de utilização do PL₅₀ para discriminação da resistência de genótipos, em plantas um pouco mais velhas, sem a necessidade de se trabalhar com plantas adultas.

Ainda nesse trabalho, pode ser observada a diminuição do PL₅₀ de *P. polysora* com o envelhecimento das folhas. Da mesma forma, a influência da idade das folhas, na duração do período latente, foi relatada por Parlevliet (1975, 1976 e 1979), trabalhando com o patossistema cevada-*Puccinia hordei* e Ohm e Shaner (1976), estudando cultivares de trigo, com resistência à *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*.

6 CONCLUSÕES

1 O PL₅₀ do isolado 34.96 diferenciou genótipos de milho no estágio de quatro a cinco folhas.

2 O isolado de *Puccinia polysora* teve um PL₅₀ menor nas terceiras folhas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.S. Identificação de parâmetros para avaliação da resistência horizontal de *Coffea* sp. a *Hemileia vastatrix* Berk e Br. Viçosa: UFV, 1978, 64p. (Dissertação – Mestrado em Fitopatologia).
- BREWSTER, V A.; CARSON, M.L.; WICKS, Z.W., III. Mapping components of partial resistance to northern leaf blight of maize using reciprocal translocations. *Phytopathology*, St. Paul, v.82, n.2, p.225-229, Feb. 1992.
- BROERS, L.H.M. Influence of development stage and host genotype on three components of partial resistance to leaf rust in spring wheat. *Euphytica*, Dordrecht, v.44, n.3, p.187-195, Dec. 1989.
- CLIFFORD, B.C. The histology of race non specific resistance to *Puccinia hordei* Oth. in barley. In: European and Mediterranean Cereal Rusts Conference, 5, Prague; 1972. Proceedings... Prague: 1972. p.75-78.
- GRIFFITHS, H.M.; JONES, D.G. Components of partial resistance as criteria for identifying resistance. *Annals of Applied Biology*, Wellesbourne, v.110, p.603-610, 1987.
- HABGOOD, R.M. Differential aggressiveness of *Rhynchosporium secalis* isolates towards specified barley genotypes. *Transactions of the British Mycological Society*, Londres, v.66, n.2, p.201-201, Mar./Apr. 1976.
- JOHNSON, D.A.; WILCOXSON, R D. Components of slow-rusting in barley infected with *Puccinia hordei*. *Phytopathology*, St. Paul, v.68, n.10, p.1470-1474, Oct. 1978.
- LEONARD, K.J.; MUNDT, C.C. Methods for estimating epidemiological effects of quantitative resistance to plant diseases. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, v.67, n.2, p.219-230, May 1983.
- LUKE, H.H.; CHAPMAN, W.H.; BARNETT, R.D. Horizontal resistance of red rust proof oats to Crown rust. *Phytopathology*, St. Paul. v.62, n.4, p.414-417, Apr. 1972.

- OHM, H.W.; SHANER, G.E. Three components of slow leaf-rusting at different growth stages in wheat. *Phytopathology*, St. Paul, v.66, n.11, p.1356-1360, Nov. 1976.
- PARLEVLIET, J.E. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. I. Effect of cultivar and development stage on latent period. *Euphytica*, Dordrecht, v.24, n.1, p.21-27, Feb. 1975.
- PARLEVLIET, J.E. Evaluation of the concept of horizontal resistance in the barley/*Puccinia hordei* host-pathogen relationship. *Phytopathology*, St. Paul, v.66, n.4, p.494-497, Apr. 1976.
- PARLEVLIET, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.17, p.203-222, 1979.
- PARLEVLIET, J.E.; KIEVIT, C. Development of barley leaf rust, *Puccinia hordei*, infections in barley. I. Effects of partial resistance and plant stage. *Euphytica*, Dordrecht, v.35, n.3, p.953-959, Nov. 1986.
- PARLEVLIET, J.E.; KUIPER, H. J. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. IV. Effect of cultivar and development stage on infection frequency. *Euphytica*, Dordrecht, v.26, n.2, p.249-255, June 1977.
- PARLEVLIET, J.E.; VAN OMMEREN, A. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. II. Relationship between field trials, micro plot tests and latent period. *Euphytica*, Dordrecht, v.24, n.2, p.293-303, June 1975.
- PATAKY, J.K. Partial rust resistance in sweet corn hybrid seedlings. *Phytopathology*, St. Paul, v.76, n.7, p.702-707, July 1986.
- PRETORIUS, Z.A., RIJKENBERG, F.H.J.; WILCOXSON, R.D. Effects of growth stage, leaf position and temperature on adult-plant resistance of wheat infected by *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. *Plant Pathology*, Oxford, v.37, n.1, p.36-44, Feb. 1988.
- ROUMEN, E.C. Effect of leaf age on components of partial resistance in rice to leaf blast. *Euphytica*, Dordrecht, v.63, n.3, p.271-279, Aug. 1992.

- ROUMEN, E.C.; BOEF, W.S. de, Latent period to leaf blast in rice and its importance as a component of partial resistance. *Euphytica*, Dordrecht, v.69, n.3, p.185-190, Sept. 1993.
- SHANER, G. Probits for analyzing latent period data in studies of slow-rusting resistance. *Phytopathology*, St. Paul, v.70, n.6, p.1179-1182, June 1980.
- SHANER, G.; HESS, F.D. Equations for integrating components of slow-rusting resistance in wheat. *Phytopathology*, St. Paul, v.68, n.10, p.1464-1469, Oct. 1978.
- SHANER, G.; OHM, H.W.; FINNEY, R.E. Response of susceptible and slow leaf-rusting wheats to infection by *Puccinia recondita*. *Phytopathology*, St. Paul, v.68, n.3, p.471-475, Mar. 1978.
- SZTEJNBERG, A.; WAHL, I. Mechanisms and stability of slow stem rusting resistance in *Avena sterilis*. *Phytopathology*, St. Paul, v.66, n.1, p.74-80, Jan. 1976.
- ZADOKS, J.C. System analysis and dynamics of epidemics. *Phytopathology*, St. Paul, v.61, n.6, p.600-610, June 1971.
- ZADOKS, J.C. Methodology of epidemiological research. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.10, p.253-276, 1972.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostrou diferenças em agressividade entre isolados de *Puccinia polysora* as quais não estavam relacionadas com a origem desses isolados, indicando uma possível adaptação diferencial do patógeno à resistência de genótipos hospedeiros no campo (Capítulo 2). Estes resultados evidenciaram a importância de se conhecer não apenas a agressividade de isolados de *P. polysora*, mas também de sua distribuição geográfica e predominância, quando se pretende o desenvolvimento de cultivares resistentes. Cultivares selecionadas para resistência aos isolados mais agressivos, certamente proporcionarão controle mais efetivo da doença, apresentando resistência potencialmente mais estável.

No capítulo 3, foram verificadas interações significativas entre isolados de *P. polysora* e genótipos de milho, o que confirmou a importância de se considerar a resistência, em relação à população do patógeno em programas de melhoramento para resistência à ferrugem polysora, devendo ser evitada a generalização dos resultados obtidos de um local para outro.

De forma geral, os componentes da resistência avaliados sob condições de casa de vegetação (Capítulos 2 e 3), permitiram a diferenciação entre os genótipos de milho e os isolados do patógeno. Entretanto, são necessários ainda estudos para verificar se há correlação entre resultados obtidos em casa de vegetação e em campo, visando a possível utilização, sob condições controladas, de seleção precoce de genótipos de milho, para resistência dilatária à essa ferrugem. A possibilidade de utilização da seleção em plântulas em casa de vegetação, poderia contribuir muito para a redução do tempo requerido em programas de melhoramento. Além disso, sob condições controladas seria possível a avaliação simultânea da resistência desses genótipos em seleção a diferentes variantes do patógeno.

No capítulo 4, foi demonstrado que a duração do período latente de *P. polysora* é influenciada pela idade da folha das plântulas. Esse resultado mostra a importância da padronização da idade da folha para avaliação desse componente da resistência, quando se pretende sua utilização para diferenciação de genótipos e ou de variantes desse patógeno.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A	
Quadrado médio do número total de urédias (U), número de urédias por cm^2 (U/cm^2), produção de uredosporos (PU) e número de uredosporos por urédia (PU/U), de vinte isolados de <i>Puccinia polysora</i> , em plântulas de milho (<i>Zea mays</i> L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo – Sete Lagoas, 1997.....	31
TABELA 2A	
Análise de variância para o período infeccioso de vinte isolados de <i>Puccinia polysora</i> , em plântulas de milho (<i>Zea mays</i> L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.....	31
TABELA 3A	
Análise de variância para o período latente médio de vinte isolados de <i>Puccinia polysora</i> , em plântulas de milho (<i>Zea mays</i> L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.....	31

TABELA 1A: Quadrado médio do número total de urédias (U), número de urédias por cm² (U/cm²), produção de uredosporos (PU) e número de uredosporos por urédia (PU/U), de vinte isolados de *Puccinia polysora*, em plântulas de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		U	U/cm ²	PU	PU/U
Blocos	7	0,3104	0,3645	0,4150	0,1376
Isolados	19	0,3013 **	0,1647 **	0,3876 **	0,0567 *
Erro	133	0,0445	0,0361	0,0653	0,0325
Total	159				
Média Geral		1,25	0,75	4,51	3,33
CV (%)		16,83	25,20	5,67	5,42

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2A: Análise de variância para o período infeccioso de vinte isolados de *Puccinia polysora*, em plântulas de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

FV	GL	QM	Pr>F
Blocos	7	0,0049	0,0534
Isolados	19	0,0039	0,0575
Erro	133	0,0024	
Total	159		

Média Geral = 1,29

CV = 3,80%

TABELA 3A: Análise de variância para o período latente médio de vinte isolados de *Puccinia polysora*, em plântulas de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

FV	GL	QM	Pr>F
Blocos	7	0,0127	0,0004
Isolados	19	0,0029	0,5487
Erro	133	0,0031	
Total	159		

Média Geral = 1,08

CV = 5,15%

TABELA 1B	Análise de variância para o número total de urédias, dos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95 de <i>Puccinia polysora</i> , nos genótipos de milho (<i>Zea mays</i> L.) 95HD60QPM, HT16C, HD9481, HD9555, HD9536 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.....	44
TABELA 2B	Análise de variância para a produção de uredosporos, dos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95 de <i>Puccinia polysora</i> , nos genótipos de milho (<i>Zea mays</i> L.) 95HD60QPM, HT16C, HD9481, HD9555, HD9536 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.....	46
TABELA 3B	Análise de variância para o número de uredosporos por urédia, produzidos pelos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95, de <i>Puccinia polysora</i> , nos genótipos de milho (<i>Zea mays</i> L.) HT16C, 95HD60QPM, HD9536, HD9481, HD9555 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.....	47

TABELA 4B	Análise de variância para o período latente médio dos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95, de <i>Puccinia polysora</i> , nos genótipos de milho (<i>Zea mays</i> L.) HT16C, 95HD60QPM, HD9536, HD9481, HD9555 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo – Sete Lagoas, 1997.....	48
TABELA 5B	Análise de variância para o período infeccioso dos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95, de <i>Puccinia polysora</i> , inoculados nos genótipos de milho (<i>Zea mays</i> L.) HT16C, 95HD60QPM, HD9536, HD9481, HD9555 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo – Sete Lagoas, 1997.....	51
TABELA 6B	Análise de variância para o número de urédias por cm ² , produzidas pelos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95, de <i>Puccinia polysora</i> , nos genótipos de milho (<i>Zea mays</i> L.) HT16C, 95HD60QPM, HD9536, HD9481, HD9555 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.....	52

TABELA 1B: Análise de variância para o número total de urédias, dos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95 de *Puccinia polysora*, nos genótipos de milho (*Zea mays* L.) 95HD60QPM, HT16C, HD9481, HD9555, HD9536 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

FV	GL	QM	Pr>F
Blocos	7	0,0896	0,0540
Genótipos	5	0,5349	0,0000 **
Isolados	3	0,6813	0,0000 **
Cult x Isol	15	0,0979	0,0076 **
Erro	161	0,0441	
Total	191		

Média Geral = 1,46

CV = 14,35%

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2B: Análise de variância para a produção de uredosporos, dos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95 de *Puccinia polysora*, nos genótipos de milho (*Zea mays* L.) 95HD60QPM, HT16C, HD9481, HD9555, HD9536 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

FV	GL	QM	Pr>F
Blocos	7	0,0189	0,3601
Genótipos	5	1,2511	0,0000 **
Isolados	3	2,4396	0,0000 **
Cult x Isol	15	0,4346	0,0000 **
Erro	161	0,0170	
Total	191		

Média Geral = 6,44

CV = 2,03%

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 3B: Análise de variância para o número de uredosporos por urédia, produzidos pelos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95, de *Puccinia polysora*, nos genótipos de milho (*Zea mays* L.) HT16C, 95HD60QPM, HD9536, HD9481, HD9555 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

FV	GL	QM	Pr>F
Blocos	7	0,1102	0,1113
Genótipos	5	0,4721	0,0000 **
Isolados	3	0,4698	0,0001 **
Cult x Isol	15	0,2502	0,0000 **
Erro	161	0,0646	
Total	191		

Média Geral = 5,02

CV = 5,07%

**** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.**

TABELA 4B: Análise de variância para o período latente médio dos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95, de *Puccinia polysora*, nos genótipos de milho (*Zea mays* L.) HT16C, 95HD60QPM, HD9536, HD9481, HD9555 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

FV	GL	QM	P _F >F
Blocos	7	0,0089	0,0000
Genótipos	5	0,0052	0,0064 **
Isolados	3	0,0115	0,0001 **
Cult x Isol	15	0,0025	0,0689
Erro	161	0,0015	
Total	191		

Média Geral = 1,22

CV = 3,20%

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 5B: Análise de variância para o período infeccioso dos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95, de *Puccinia polysora*, inoculados nos genótipos de milho (*Zea mays* L.) HT16C, 95HD60QPM, HD9536, HD9481, HD9555 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

FV	GL	QM	Pr>F
Blocos	7	0,0057	0,2166
Genótipos	5	0,0305	0,0000 **
Isolados	3	0,0165	0,0088 **
Cult x Isol	15	0,0055	0,1910
Erro	161	0,0041	
Total	191		

Média Geral = 1,39

CV = 4,62%

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 6B: Análise de variância para o número de urédias por cm², produzidas pelos isolados 4.96, 8.96, 27.96 e 6C.95, de *Puccinia polysora*, nos genótipos de milho (*Zea mays* L.) HT16C, 95HD60QPM, HD9536, HD9481, HD9555 e HD9548 em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

FV	GL	QM	Pr>F
Blocos	7	0,1005	0,0000
Genótipos	5	0,0478	0,0000 **
Isolados	3	0,0477	0,0007 **
Cult x Isol	15	0,0065	N.S.
Erro	161	0,0081	
Total	191		

Média Geral = 0,50

CV = 17,86%

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1C Análise de variância para o período latente médio do isolado 34.96, de *Puccinia polysora*, em folhas de diferentes idades, de plântulas de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997..... 71

TABELA 1C: Análise de variância para o período latente médio do isolado 34.96, de *Puccinia polysora*, em folhas de diferentes idades, de plântulas de milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação. Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, 1997.

FV	GL	QM	Pr>F
Blocos	3	0,0083	0,0764
Folhas	2	0,0189	0,0061 **
Genótipos	9	0,0076	0,0327 *
FolhasxGenótipos	18	0,0038	0,3917
Erro	87	0,0035	
Total	119		

Média Geral = 1,16

CV = 5,12%

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.