

Efeito Protetor de Fungicidas no Controle da Ferrugem-Polissora (*Puccinia polysora*) do Milho



Esporulação

ISSN 1679-0154
Dezembro, 2013

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 81

Efeito Protetor de Fungicidas no Controle da Ferrugem- Polissora (*Puccinia polysora*) do Milho

Rodrigo Vêras da Costa
Dagma Dionísia da Silva
Luciano Viana Cota

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
Home page: www.cnpms.embrapa.br
E-mail: cnpms.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni
Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau
Membros: Dagma Dionísia da Silva, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro, Monica Matoso Campanha, Maria Marta Pastina, Rosângela Lacerda de Castro e Antonio Claudio da Silva Barros.

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros
Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro
Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa
Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa
Foto(s) da capa: Rodrigo Vêras da Costa

1ª edição

1ª impressão (2013): on line

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Milho e Sorgo**

Costa, Rodrigo Veras da.

Efeito protetor de fungicidas no controle da ferrugem-polissora (*Puccinia polysora*) do milho / Rodrigo Veras da Costa, Dagma Dionísia da Silva, Luciano Viana Cota. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2013.

22 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1619- 0154; 81).

1. Doença de planta. 2. Fungo. 3. Pesticida. 4. *Zea mays*. I. Silva, Dagma Dionísia da. II. Cota, Luciano Viana. III. Título. IV. Série.

CDD 632.4 (21. ed.)

© Embrapa 2013

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados	16
Conclusões	20
Referências	21

Efeito Protetor de Fungicidas no Controle da Ferrugem-Polissora (*Puccinia polysora*) do Milho

*Rodrigo Véras da Costa*¹

*Dagma Dionísia da Silva*²

*Luciano Viana Cota*³

Resumo

A ferrugem polissora é considerada uma das principais doenças da cultura do milho no Brasil, podendo reduzir em mais de 50% a produtividade da cultura. A resistência genética e tem sido a medida de controle amplamente utilizada para o controle desta doença. No entanto, a elevada variabilidade genética do patógeno tem dificultado o seu controle através do uso da resistência. Nos últimos anos o uso de fungicidas tem sido adotado para o controle das doenças foliares na cultura do milho, com vários produtos sendo registrados para o controle da ferrugem polissora. Apesar disso, são escassos, na literatura, trabalhos sobre a eficiência do uso de fungicidas no controle

¹Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, rodrigo.veras@embrapa.br

²Engenheira Agrônoma, D.Sc em Fitopatologia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, dagma.silva@embrapa.br

³Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, luciano.cota@embrapa.br

desta doença, principalmente devido ao seu caráter sazonal. No presente trabalho foi avaliada a eficiência do efeito protetor de fungicidas no controle da ferrugem polissora, utilizando-se inoculações artificiais do fungo em casa de vegetação, e o efeito destes produtos na germinação e viabilidade dos uredosporos em experimentos in vitro. Todos os fungicidas avaliados foram eficientes em controlar a ferrugem polissora em condição de inoculação artificial em casa de vegetação. Além disso, os fungicidas testados também foram eficientes em tornar inviáveis os uredósporos em experimento in vitro.

Palavras-chave: Ferrugem polissora, fungicida, controle químico

Protective Effect of Fungicides in the Control of Southern Rust (*Puccinia polysora*) of Corn

*Rodrigo Vêras da Costa*¹

*Dagma Dionísia da Silva*²

*Luciano Viana Cota*³

Abstract

The polissora rust is considered a major disease of maize in Brazil and can reduce by more than 50% yield. Genetic resistance has been widely used control measure for controlling this disease. However, the high genetic variability of the pathogen complicates its control through the use of resistance. In recent years the use of fungicides has been adopted for the control of foliar diseases in corn, with several products being registered for the control of rust polissora. Nevertheless, there are few studies in the literature on the efficiency of the use of fungicides to control this disease, mainly due to its seasonal nature. The present study evaluated the effectiveness of the protective effect of fungicides to control rust polissora, using artificial inoculation of the fungus in the greenhouse, and the effect thereof on germination and viability of urediniospores in vitro experiments. All fungicides evaluated were effective in controlling rust polissora in conditions of artificial inoculation in the greenhouse. Moreover, the tested were also effective in making unfeasible urediniospores in the in vitro experiment.

Keywords: Southern Rust, Fungicide, Chemical Control

Introdução

A ferrugem-polissora, causada pelo fungo *Puccinia polysora* Underwood, é considerada uma das principais doenças da cultura do milho no Brasil. Sob condições ambientais favoráveis, temperatura entre 26 e 30°C e elevada umidade relativa do ar (CASELA; FERREIRA, 2002), essa doença é capaz de reduzir em mais de 50% a produtividade da cultura (VON PINHO, 1998). Os danos causados por essa enfermidade incluem redução da área foliar, redução do vigor e do peso dos grãos, senescência precoce e acamamento de plantas. Os teliósporos, que são raros na natureza, e os uredósporos do patógeno são considerados o inóculo primário e secundário da doença. Não existem, ou não são conhecidos, hospedeiros alternativos de *P. polysora* (PATAKY, 2000). A formação de pústulas circulares a ovais, de coloração marrom-clara, distribuídas, predominantemente, na face superior das folhas, constitui os sintomas típicos da ferrugem-polissora (Figura 1), embora os sintomas possam ser observados em todos os órgãos aéreos das plantas.

Historicamente, a ferrugem-polissora tem sido considerada uma doença importante, principalmente em regiões onde o milho é cultivado em altitudes inferiores a 700 m e com predominância de elevadas temperaturas e umidade relativa do ar. Severas epidemias têm sido detectadas em toda a região Centro-Oeste do Brasil, no noroeste de Minas Gerais, em São Paulo e parte do Paraná (CASELA et al., 2006). Entretanto, na safra 2009/2010, a ferrugem-polissora foi detectada em epidemias em diversas regiões produtoras de milho nos estados de Santa Catarina, do Paraná e Rio Grande do Sul, causando prejuízos aos produtores

e requerendo, em várias situações, extensiva aplicação de fungicidas para o seu controle (COSTA et al., 2010).



Figura 1. Sintomas da ferrugem-polissora em campo e detalhe da intensa esporulação (produção de pústulas) nas folhas.

A resistência genética tem sido a medida tradicionalmente utilizada para o controle da ferrugem-polissora. A resistência do tipo HR (hipersensibilidade) tem sido identificada em genótipos de milho, a qual é efetiva em reduzir as perdas na produtividade e, essencialmente, reduz a disseminação secundária do inóculo dentro e entre as áreas de cultivo (MELCHING, 1975). Infelizmente, esse tipo de resistência monogênica tem sido de uso limitado por causa da ocorrência de elevada variabilidade na população do fungo (CASELA; FERREIRA, 2002; YEH, 1986;

MELCHING, 1975; ULLSTRUP, 1965). Raças de amplo espectro de virulência têm sido selecionadas na natureza, tornando-se prevalentes na população do fungo e causando epidemias severas.

Nos últimos anos tem se tornado frequente a utilização de fungicidas para o controle de doenças foliares na cultura do milho. Atualmente, existem 19 produtos comerciais fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o controle da ferrugem-polissora na cultura do milho. A ferrugem-polissora e a mancha-branca compreendem as doenças do milho com o maior número de fungicidas registrados para o seu controle. Apesar disso, são escassos, na literatura, trabalhos sobre a eficiência do uso de fungicidas no controle desta doença. O caráter sazonal de ocorrência da ferrugem-polissora dificulta a realização de experimentos de campo para avaliar a eficiência dos fungicidas disponíveis para o seu controle. Nesse sentido, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a eficiência do efeito protetor de fungicidas no controle da ferrugem-polissora, utilizando-se inoculações artificiais do fungo em casa de vegetação.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e em laboratório na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. Em ambos os experimentos, foi utilizado um isolado monopustular de *P. polysora* coletado em Rio Verde, GO.

Experimento em Casa de Vegetação

Para a condução do experimento em casa de vegetação foram utilizados vasos plásticos de 23 x 18 x 18 cm (diâmetro superior, inferior e altura, respectivamente). Em cada vaso foram semeadas seis sementes da cultivar suscetível BRS1010, desbastando-se para três plantas aos seis dias após a emergência (DAE). Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com 10 tratamentos e três repetições, totalizando 30 vasos. Os tratamentos foram compostos pelos fungicidas: Cercobin (tiofanato metílico, 1,0 L/ha) Comet (piraclostrobina, 0,6 L/ha), Derosal (carbendazin, 0,6 L/ha), Envoy (piraclostrobina + epoxiconazole, 0,75 L/ha), Nativo (trifloxistrobina + tebuconazole, 0,75 L/ha), Opera (piraclostrobina + epoxiconazole, L/ha), Opus (epoxiconazole, 0,75 L/ha), Priori (azoxistrobina, 0,3 L/ha), Priori Xtra (azoxistrobina + ciproconazole, 0,3 L/ha) e uma testemunha sem aplicação de fungicidas.

A aplicação dos fungicidas nas plantas em casa de vegetação foi realizada aos 14 dias após o plantio (DAP), utilizando-se um pulverizador costal pressurizado a CO₂, ajustado para pressão de 4 bar e vazão constante de 100 L/ha. As inoculações foram realizadas nas plantas aos 15 DAP, um dia após aplicação dos fungicidas. Para as inoculações, foram utilizados uredósporos do isolado monopustular de *P. polysora* obtido em Rio Verde, GO, e mantido em cultivares suscetíveis em casa de vegetação. Os uredósporos foram coletados das folhas da cultivar suscetível utilizando-se uma espátula, suspensos em uma solução de Tween 80, ajustada para uma concentração de 10⁴ uredósporos/ml e, posteriormente, atomizados na superfície das folhas de todas as plantas do experimento. As plantas inoculadas foram mantidas em câmara úmida sob

condição de temperatura entre 25 e 30 °C e umidade relativa de, aproximadamente, 90% durante 12 horas. Após esse período as plantas foram mantidas em casa de vegetação, com temperatura de 25 a 30°C.

As avaliações foram realizadas aos 30 DAP, através da contagem do número de pústulas presentes na primeira e na segunda folha definitivas da parte superior de cada planta (Figura 2).



Figura 2. Produção de pústulas de *P. polysora* em folhas inoculadas em casa de vegetação.

Experimento em Laboratório

No experimento in vitro foi avaliado o efeito dos mesmos fungicidas utilizados no experimento em casa de vegetação, em três concentrações (Tabela 1), na germinação e na viabilidade dos uredósporos de *P. polysora*. As concentrações

de cada produto foram definidas com base na dose de campo, recomendada pelo fabricante, e ajustadas para o volume de um litro de meio de cultura água-água. Os fungicidas foram dissolvidos no meio e, posteriormente, vertidos em placas de Petri. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 28 tratamentos e três repetições. Cada repetição foi constituída por uma placa de Petri.

Tabela 1. Descrição de produtos comerciais, ingredientes ativos e concentrações dos fungicidas utilizados no experimento in vitro.

Produtos comerciais	Ingrediente ativo	Concentrações (ml/L de meio)		
Cercobin	tiofanato metílico	1,00	2,00	3,00
Comet	piraclostrobina	0,60	1,20	1,80
Derosal	carbendazin	0,60	1,20	1,80
Envoy	piraclostrobina + epoxiconazole	0,80	1,60	2,40
Nativo	trifloxistrobina + tebuconazole	0,75	1,50	2,25
Opera	piraclostrobina + epoxiconazole	0,75	1,50	2,25
Opus	epoxiconazole	0,75	1,50	2,25
Priori	azoxistrobina	0,30	0,60	0,90
Priori Xtra	azoxistrobina + ciproconazole	0,30	0,60	0,90
Testemunha	-	-	-	-

Em cada placa, contendo meio ágar-água, foi adicionado 1 ml da suspensão de uredósporos na concentração de 10^2 uredósporos/ml. A suspensão foi espalhada com o auxílio de uma alça e as placas foram mantidas em câmara de crescimento a 27 °C e luz contínua, durante 12 horas. Após esse período foram realizadas as avaliações da germinação dos uredósporos. Para avaliar a viabilidade dos uredósporos (crescimento continuado do tubo germinativo), foram realizadas duas avaliações, 6 e 12 horas após o plaqueamento. Em cada placa de Petri foram realizadas quatro contagens dos uredósporos. Cada contagem foi realizada em um campo de visão da objetiva de 10x do microscópio ótico (Figura 3) e os campos de contagem foram definidos aleatoriamente em cada placa. Os uredósporos foram classificados em três categorias: 1) não germinados; 2) germinados; e 3) uredósporos viáveis. Foram considerados não germinados os uredósporos que não apresentavam tubo germinativo aparente (Figura 4). Os uredósporos que apresentaram tubo germinativo aparente foram considerados como germinados. Finalmente, foram considerados como viáveis os que apresentaram crescimento continuado do tubo germinativo (Figura 4).



Figura 3. Campo de visão da objetiva de 10x em microscópio ótico, para contagem do número de uredósporos de *Puccinia polysora* em meio de cultura.

Os dados de ambos os experimentos foram submetidos à análise de variância, e as médias, e quando necessário, foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ($P=0,05$).



Figura 4. Classificação dos uredósporos utilizada no experimento realizado in vitro: A) uredósporos não germinados; B) uredósporos germinados; C e D) uredósporos viáveis.

Resultados

Foi verificada uma elevada efetividade do método utilizado para a inoculação de *P. polysora* em plantas jovens (15 DAP) em casa de vegetação, dado pela presença de abundante esporulação nas folhas do tratamento testemunha (Figura 2). O número variável de pústulas foi significativo ($P=0,05$) para o fator tratamentos (fungicidas e a testemunha). Todos os fungicidas avaliados foram eficientes em reduzir o número de pústulas de *P. polysora* quando comparados com a testemunha sem aplicação de fungicida (Figuras 5 e 6). Entre os fungicidas, o número médio de pústulas variou de 0 (zero) a 6 (seis) nas duas folhas, sendo que em cinco produtos não foi observada a formação de pústulas. No tratamento testemunha esse número foi superior a 500 pústulas.

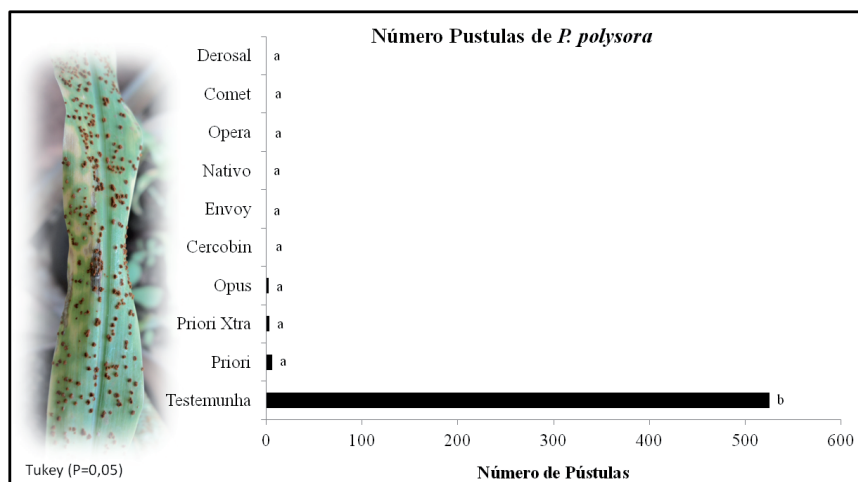


Figura 5. Comparação do número de pústulas de *P. polysora* em folhas de plantas submetidas previamente à aplicação de diferentes tratamentos com fungicidas e na testemunha sem fungicida, em condições de casa de vegetação.



Figura 6. Ilustração da severidade da ferrugem-polissora inoculada em folhas de milho, submetidas ou não à aplicação de fungicidas.

No experimento in vitro, também foi observada uma alta efetividade do método para induzir a germinação de uredósporos em meio de cultura. No tratamento testemunha foi verificado um percentual germinativo dos uredósporos próxima a 90% (Figura 7). Foi observada uma grande diferença entre os fungicidas e as doses no momento de atuação sobre os uredósporos. Os fungicidas Nativo, Opus e Opera, nas diferentes doses, inibiram completamente a germinação dos

uredósporos. Para alguns produtos, foi verificada uma baixa efetividade em reduzir a germinação dos uredósporos, alguns não diferindo estatisticamente da testemunha (Figura 7). Os demais fungicidas e suas respectivas doses apresentaram níveis variados de inibição da germinação dos uredósporos. No entanto, quando avaliado o número de esporos viáveis, todos os fungicidas e doses testados foram eficientes em tornar inviáveis os uredósporos, quando comparados à testemunha (Figura 8). Em todos os casos não foram observados uredósporos viáveis, à exceção da testemunha, na qual a viabilidade destes foi próxima de 90%. Esses resultados demonstram uma forma diferente de atuação dos fungicidas no controle de *P. polysora*. Em alguns casos, os produtos atuam inibindo a germinação dos uredósporos e, em outros, os produtos são mais efetivos após o início da germinação e emissão do tubo germinativo. Esse modo de ação pode ser influenciado pela dose utilizada.

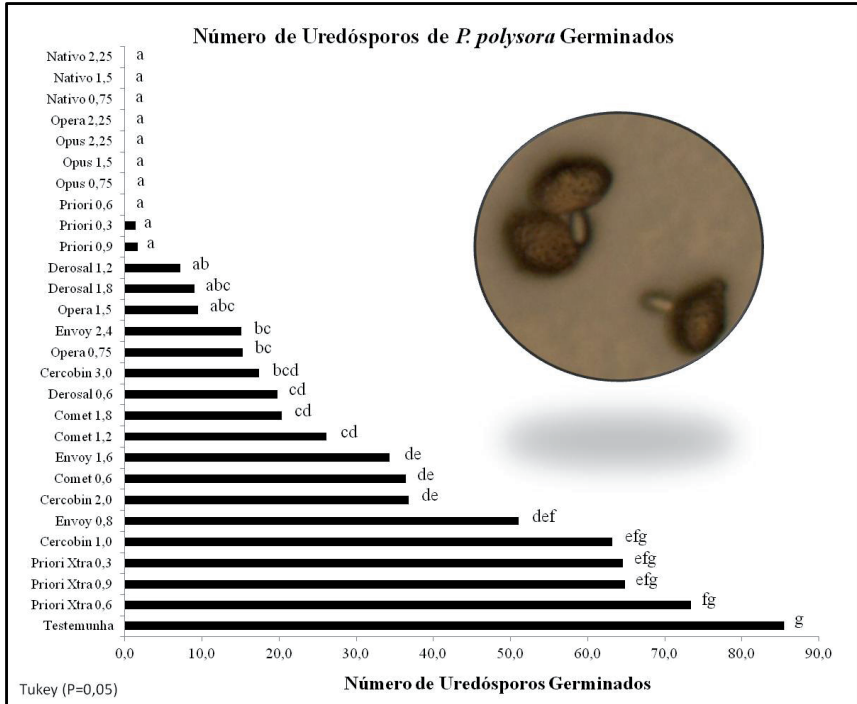


Figura 7. Comparação do número de uredósporos germinados (uredósporos que apresentam tubo germinativo aparente) em meio de cultura contendo diferentes fungicidas e doses deles e na testemunha sem presença de fungicidas.

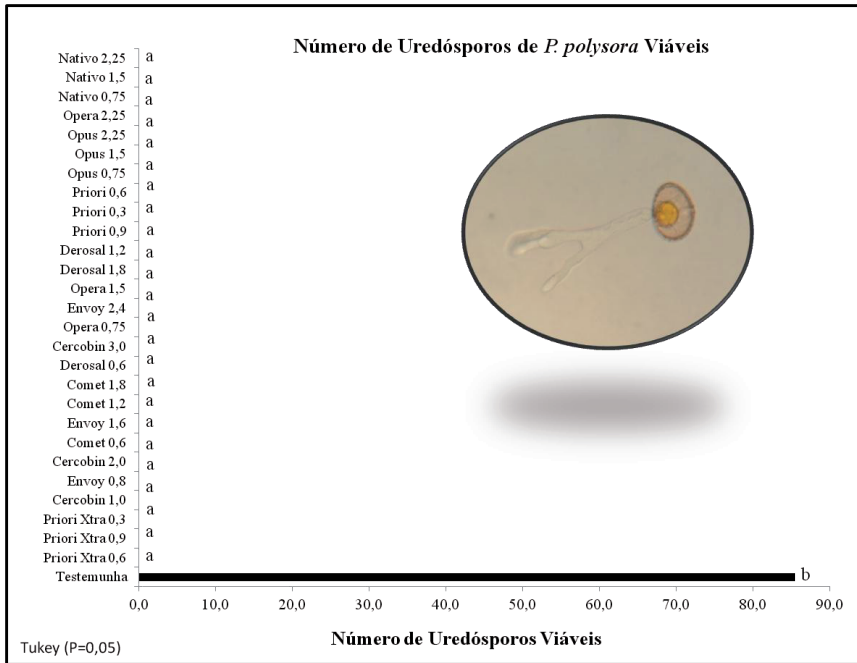


Figura 8. Comparação do número de uredósporos viáveis (uredósporos que apresentam crescimento contínuo do tubo germinativo) em meio de cultura contendo diferentes fungicidas e doses deles e na testemunha sem presença de fungicidas.

Conclusões

Todos os fungicidas avaliados foram eficientes em controlar a ferrugem-polissora em condição de inoculação artificial em casa de vegetação. Além disso, os fungicidas testados também foram eficientes em tornar inviáveis os uredósporos em experimento in vitro (meio de cultura para germinação).

Referências

- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. Variability in isolates of *Puccinia polysora* in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 414-416, 2002.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; PINTO, N. F. J. A. **Doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 83).
- COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F.; ROCHA, L. M. P.; GUIMARÃES, L. J. M.; GUIMARÃES, P. E.; PARENTONI, S. N.; MACHADO, J. R. A. **Epidemias severas da ferrugem polissora do milho na Região Sul do Brasil na safra 2009/2010**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 138).
- MELCHING, J. S. Corn rust: types, races, and destructive potential. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 30., 1975, Chicago. **Proceedings** ... Washington: ASTA, 1975. p. 90-115. (ASTA. Publication, 30).
- PATAKY, J. K. Rusts. In: WHITE, D. G. (Ed.). **Compendium of corn diseases**. 3. ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000. p. 35- 38.
- 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, p. 425-428, 1965.
- VON PINHO, R. G. **Metodologia de avaliação, quantificação de danos e controle genético da resistência a *Puccinia polysora***

Underw. e *Physopella zae* (Mains) Cummins e Ramachar na cultura do milho. 1998. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

