

PAINEL TÉCNICO: FUNGICIDAS TRIAZÓIS NO CONTROLE DA FERRUGEM DA FOLHA DO TRIGO

Desempenho do princípio ativo tebuconazole no controle da ferrugem da folha do trigo

João L. Nunes Maciel & Márcia Soares Chaves, Embrapa Trigo ,
jmaciел@cnpt.embrapa.br

A divulgação dos resultados do trabalho desenvolvido sob orientação do Prof. Erlei Melo Reis (Bertoncello, 2007), da Faculdade de Agronomia da Universidade de Passo Fundo, de que as raças B55 e B56 de *Puccinia triticina*, agente causal da ferrugem da folha do trigo, possuíam uma menor sensibilidade aos fungicidas do grupo químico triazol deu início a uma ampla discussão sobre a eficiência dos fungicidas utilizados no controle da doença. Considerando que os triazóis vêm sendo utilizados na cultura do trigo no Brasil há quase 30 anos (Reunião..., 1978) os resultados apresentados trouxeram, sem dúvida, muita apreensão a técnicos, agricultores e pesquisadores envolvidos com a lavoura de trigo, tanto no Brasil como no exterior. Tais preocupações se justificam pois o controle químico da ferrugem da folha se caracteriza como sendo o principal método de controle da doença em cultivares suscetíveis.

A partir da divulgação desses resultados, a demanda por informações e consultas sobre o tema passaram a ser muito freqüentes na Embrapa Trigo e em decorrência disso, foram desenvolvidas algumas ações de pesquisa no sentido de testar cientificamente a hipótese sugerida e de entender melhor a dimensão do que realmente esses resultados representavam. Essas ações de pesquisa foram norteadas por uma análise profunda do contexto técnico-científico que cercava a hipótese, o qual envolvia o cenário histórico da utilização de fungicidas triazóis e questões práticas relacionadas ao controle, como o mecanismo de ação de fungicidas e a tecnologia de aplicação dos mesmos. Outro fator importante considerado foi o contexto epidemiológico da ferrugem da folha do trigo no momento em que a redução na eficiência dos fungicidas triazóis foi noticiada.

O uso de triazóis no Brasil está associado aos avanços obtidos pela triticultura nacional nos últimos 20 ou 30 anos. Um dos exemplos mais importantes que confirmam esta afirmativa é o caso do princípio ativo propiconazole (Picinini *et al.*, 1996). Não há dúvidas de que um dos principais fatores associados ao incremento nos níveis de rendimento da cultura do trigo no Brasil em meados da década de 80 foi o lançamento comercial, na época, de um fungicida contendo o princípio ativo propiconazole. Posteriormente, no início da década de 90, um fungicida com o princípio ativo tebuconazole foi registrado para a cultura do trigo e passou a ser amplamente utilizado pelos produtores brasileiros, não só para controlar a ferrugem da folha, mas também o oídio, as manchas foliares e a giberela. Desde então, o princípio ativo tebuconazole sempre foi considerado uma referência em termos de controle, tanto para ferrugem da folha como para as demais doenças acima mencionadas.

A partir do início dos anos 2000, a utilização das chamadas “misturas” passou definitivamente a fazer parte do cenário tritícola brasileiro. As “misturas” são fungicidas constituídos pela mistura (como o próprio nome diz) industrial de dois fungicidas, um pertencente ao grupo químico dos triazóis e, o outro, das estrobilurinas. Há, na verdade, uma combinação das características dos dois grupos químicos, o que potencializa a

eficiência desse tipo de produto comercial disponibilizado no mercado. Algumas das características das estrobilurinas, como maior estabilidade sob ação do sol e a ocorrência do chamado “movimento de vapor” (fase gasosa do fungicida que permite a sua redistribuição nas plantas), garantem às “misturas” uma eficiência que, normalmente, é superior a um fungicida do grupo dos triazóis usado isoladamente.

Inseridos nesse cenário, os triazóis ficam em uma posição de desvantagem quanto comparados às “misturas”, e esse fato parece ter colaborado para que a sua eficiência no controle da ferrugem da folha fosse questionada. Em função disso, foi feita uma profunda revisão bibliográfica de dados experimentais com o objetivo de identificar se os níveis de eficiência de controle obtidos pelo uso dos triazóis no passado eram muito superiores àqueles obtidos atualmente. A análise foi realizada considerando-se os experimentos de campo realizados na Embrapa Trigo no ano de 2007 e experimentos realizados por outros pesquisadores em outros estados brasileiros. Os resultados encontrados revelaram que o nível de controle nos experimentos de anos anteriores é idêntico ao que se tem obtido atualmente.

Além da questão do mecanismo de ação, qualquer análise sobre a eficiência de controle de fungicidas também deve considerar o fato de que a inobservância de quesitos ou conceitos técnicos básicos relativos à tecnologia de aplicação e/ou manejo de doenças é uma realidade muito presente no processo produtivo da cultura do trigo, não só no Rio Grande do Sul mas, também, em todas as demais regiões de nosso País onde se cultiva trigo. Inadequação de bicos, doses, volumes e momentos de aplicação são apenas algumas das variáveis que contribuem para que a diminuição na eficiência de qualquer fungicida se confirme.

O contexto epidemiológico da ferrugem da folha no momento em que foi noticiada a redução na eficiência de fungicidas triazóis para o controle das raças B55 e B56 também parece ter favorecido uma interpretação dos fatos nesse sentido. As epidemias de ferrugens do trigo, assim como outras doenças, são afetadas pelos três componentes do “triângulo da epidemia”: patógeno, hospedeiro e ambiente. Em regiões onde o inóculo de ferrugem está sempre presente e cultivares suscetíveis são semeadas, como no Brasil, o ambiente é o fator que mais influencia a ocorrência e a severidade das epidemias. Além disso, população do agente causal da ferrugem da folha no sul do Brasil é extremamente dinâmica, sendo freqüente o surgimento de novas raças, as quais podem se tornar importantes devido à sua ampla disseminação e/ou pela superação da resistência de uma cultivar amplamente cultivada (Chaves *et al.*, 2005; Chaves & Barcellos, 2006).

A identificação da raça B55 em 2005, já em alta freqüência, coincidiu com condições de ambiente extremamente favoráveis à ocorrência precoce e ao rápido desenvolvimento de epidemias de ferrugem da folha. Além disso, também em 2005 foi identificada a raça B56, a qual “quebrou” a resistência da cultivar BRS 194, até então resistente a todas as raças do patógeno. O conjunto desses fatores (alta pressão de inóculo de B55, a não esperada ocorrência de ferrugem em BRS 194 e as condições de ambiente favoráveis) certamente foram responsáveis pelas epidemias extremamente precoces e severas verificadas em 2005. Em anos epidêmicos com essas características é muito provável que a aplicação de fungicidas não tenha ocorrido no momento do surgimento das primeiras pústulas, conforme a recomendação, e isto certamente acarretaria em redução na eficiência de controle.

Com base na análise acima, foram conduzidos na Embrapa Trigo um conjunto bastante amplo de experimentos de campo e de casa de vegetação para acessar a eficiência do controle químico preventivo, curativo e erradicativo da ferrugem da folha. Esses ensaios contaram com elevado número de repetições, e procuraram isolar e comparar as variáveis raça e fungicida. Foram usadas as raças B55, B56, B48 e B34, inoculadas nas cultivares BRS Angico, BRS 194, IAC Maringá e BRS 179, respectivamente. Os resultados obtidos mostraram que o controle proporcionado pelo princípio ativo tebuconazole, um dos representantes mais importantes do grupo químico dos triazóis, foi totalmente eficiente para controlar a ferrugem da folha do trigo, não tendo sido detectado qualquer nível de insensibilidade ou de resistência das raças B55 e B56 de *P. triticina* a este fungicida.

Referências bibliográficas

BERTONCELLO, C. A mistura como solução. **Zero Hora**. Porto Alegre, 12 jul. 2007. Caderno Campo & Lavoura, p. 4.

CHAVES, M. S.; BARCELLOS, A. L.; GERMÁN, S.; SCHEEREN, P. L.; DEL DUCA, L. de J. A ; SÓ E SILVA, M.; CAIERÃO, E. Population dynamics of *Puccinia triticina* in the South Cone region of South America. In 'Wheat production in stressed environments: Abstracts of oral and poster presentations [of the] 7th International Wheat Conference'. Mar del Plata, Argentina. p. 130. (Secretariat of Agriculture, Animal Husbandry, Fisheries and Food). 2005.

CHAVES, M.S.; BARCELLOS, A.L. Especialização fisiológica de *Puccinia triticina* no Brasil em 2002. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p.57-62. 2006.

PICININI, E. C. ; FERNANDES, J. M. C. ; IGNACZAK, J. C. ; AMBROSI, I. Impacto econômico do uso do fungicida propiconazole na cultura do trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 362-368. 1996.

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 10., 1978, Porto Alegre. **Ata...** Porto Alegre: UFRGS, 1978. 87 p.

Alteração na sensibilidade de *Puccinia triticina*, à fungicidas

Erlei Melo Reis¹, Gisele Arduim¹, Amarílis L. Barcellos² (1) Universidade de Passo Fundo, (2) OR – Melhoramento de Sementes - Passo Fundo, RS

Em trigo ocorrem diversas doenças causadas por fungos, vírus e bactérias. Os valores dos danos causados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Resumo dos danos causados por algumas doenças em trigo

Nome comum da doença	Dano (%)
Ferrugem da folha	Até 63
Oídio	Até 62
Manchas foliares	Até 52
Giberela	Até 27
VNAC	Até 28
Podridão comum de raízes	Até 20

Fonte: Reis & Casa, 2007.

A ferrugem da folha do trigo, causada por *Puccinia triticina* Eriks, é considerada a doença mais destrutiva da cultura, causando danos superiores de até 63% (Barcellos & Ignaczak, 1997).

O controle da doença é obtido através da: (a) eliminação de plantas voluntárias (guachas, trigüera, extemporâneas) a principal, senão a única fonte de inóculo primário no Brasil; (b) criação e cultivo de variedades resistentes; e (c) emprego de fungicidas nos órgãos aéreos nos casos de cultivares suscetíveis (Recomendações, 2006).

A medida preferencial de controle é o uso de cultivares resistentes. Em geral, a resistência não é durável e estratégias como a obtenção de cultivares com resistência parcial, ou de planta adulta, deveria ser a opção principal. A resistência tem sido “quebrada” após alguns anos de cultivo pelo surgimento de novas raças virulentas pelo mecanismo de mutação (Barecellos et al., 1997).

É fundamental nos programas de melhoramento, que visam à obtenção de cultivares resistentes, o monitoramento da variabilidade do fungo. Instituições como a Embrapa Trigo e a OR – Melhoramento de Sementes procedem rotineiramente à determinação de raças de *P. triticina* no Brasil.

Os trabalhos de determinação de raças de *P. triticina* iniciaram no antigo Instituto Agrônômico do Sul, em Pelotas – RS, no ano de 1962.

Nesses 44 anos já foram determinadas 56 (?) raças do fungo no Brasil. Em média, tem surgido uma nova raça em cada safra.

As mutações até então ocorrentes levavam a alteração da virulência do fungo com a conseqüente quebra da resistência tornando o cultivar resistente em suscetível. Esse fato tem constituído, praticamente, um ciclo vicioso ao longo dos anos: criação do cultivar resistente, seu cultivo por algumas safras com o conseqüente aumento da área cultivada, surgimento da nova raça, domínio da nova raça na população do fungo, ocorrência de danos elevados no trigo, gastos com fungicida no seu controle, e finalmente, a redução da área de cultivo da variedade pelos produtores. Serve de exemplos o ocorrido com os cultivares suscetíveis IAS 55, Anahuac, IAPAR 6 Tapejara, Tifton, CNT – 9, CNT – 10, BRS 49, OR -1, Embrapa 16, BRS – 194, IAPAR 23 e recentemente com os cultivares Ônix, BRS 194, CD 104, CD 110, CD 111 e etc.

Quando o cultivar é suscetível, ou tem a resistência quebrada, a única opção de controle restante é o uso de fungicidas.

À partir da safra 2005, uma nova direção na variabilidade passou a ocorrer no sentido da alteração da sensibilidade de raças do fungo aos fungicidas utilizados no seu controle os inibidores da desmetilação (IDM ou ISE).

Conceitos básicos relativos à sensibilidade de fungos à fungicidas

Nem todas as substâncias químicas são tóxicas aos fungos.

Tóxico [do Latim *toxicum* = tóxico; veneno; toxina] – substância que tem a propriedade de envenenar. Ex. um fungicida.

Fungitóxico – que é veneno ou tóxico para fungos. Ex. triazol, estrobilurina e etc.

Fungitoxicidade - propriedade que uma substância química apresenta de ser tóxica à fungos e estramenópilas em concentração baixa. É um atributo da molécula da substância usada como fungicida.

Sensibilidade – qualidade de sensível. Ex. As raças do fungo *Puccinia triticina* são sensível às estrobilurinas

Sensível – que recebe facilmente sensação externa. Patógeno inibido ou controlável por um produto químico. Ex. Raça B 34 é sensível aos triazóis.

Insensível – sem sensibilidade. Ex. os fungos que causam doenças do tipo míldio, são insensíveis aos triazóis e benzimidazóis.

Insensibilidade, resistência natural ou inerente: indivíduos não afetados pelo fungicida. É uma resistência preexistente, fica fora da gama de fungos sensíveis ou controláveis por um dado fungicida. Ex. os fungos dematiáceos nunca serão sensíveis ao benzimidazóis.

Isolado selvagem ou sensível – indivíduo ou população original que não recebeu o fungicida ou não teve sua sensibilidade alterada. Ex. A raça B 34 de *P. triticina* é tomada como padrão de sensibilidade aos fungicidas usados na cultura do trigo.

Medida da sensibilidade ou da fungitoxicidade. A sensibilidade de um fungo a um fungicida, ou a medida da toxicidade da substância, é quantificada pela DE (Dose efetiva), ou CE (Concentração efetiva) ou CI (Concentração inibitória). Esta última define com mais clareza a sua função. A sensibilidade esta atrelada a genética e fisiologia do fungo. Por isso, ocorre uma interação entre sensibilidade e fungitoxicidade.

Para que uma determinada substância seja considerada fungicida, deve ser enquadrada aos critérios propostos por Edgington & Klew (1971), os quais são: os compostos químicos que apresentam $CI_{50} < 1\text{mg.L}^{-1}$ são considerados altamente fungitóxicos; os com CI_{50} entre 1 e $50\ \mu\text{g/mL}^{-1}$, moderadamente, e os com $CI_{50} > 50\ \mu\text{g/mL}^{-1}$, não tóxicos. Quanto menor o seu valor maior é a ação fungicida da molécula para aquele fungo. A unidade da CI é mg.L^{-1} , ou $\mu\text{g/mL}^{-1}$, ou ppm de ingrediente ativo do fungicida.

A CI_{50} não é determinada para um fungo e para um fungicida específico. Ela não é constante para uma substância química e um determinado patógeno, podendo ter o seu valor alterado com o tempo de uso.

O valor 50 refere-se à concentração da substância que inibe (a) 50% do crescimento micelial (cm); (b) ou 50% da germinação (%) de esporos potencialmente viáveis; (c) 50% o número de lesões. cm^{-2} ; e (d) 50% o número de urédias. cm^{-2} .

Linha de base (Do inglês base line). Valores da CI_{50} determinados para uma população sensível. Serve de referência para comparações futuras caso ocorra a

alteração na sensibilidade.

Potência de um fungicida. Quando se compara o valor da CI_{50} de alguns fungicidas para um mesmo fungo, diz-se que aquele que apresenta a menor CI_{50} tem maior potência.

Alteração da sensibilidade. A redução da sensibilidade pode ser definida como um ajuste estável e hereditário de um fungo a um fungicida. Desse ajuste resulta uma redução considerável na sensibilidade do patógeno ao composto químico, a qual pode ser parcial ou total. Se a CI_{50} se alterar para maior, com o tempo de uso repetido de um fungicida num mesmo local visando ao controle de um dado patógeno, pode indicar que está ocorrendo seleção do fungo alvo na direção da insensibilidade àquela substância química. Os mesmos mecanismos de variabilidade dos fitopatógenos em direção à virulência ou à agressividade – quebra da resistência genética de plantas – podem levar à insensibilidade à fungicidas. Um fungo sensível a uma molécula pode se tornar insensível, razão por que se diz que desenvolveu resistência ou que ocorreu alteração na sensibilidade

Perda da sensibilidade. O mesmo que alteração. Perda dá a conotação de ausência total de fungitoxicidade. Quando ocorre a alteração da sensibilidade para os IQes pode-se chamar perda, pois é total. Para os ISEs é parcial e, por isso, é mais próprio usar o termo alteração.

Falha de controle. Ocorre quando os produtores reclamam de que o controle não apresenta a mesma eficiência como ocorria nas safras anteriores e estavam satisfeitos. A partir da safra tritícola de 2005 foi observado a falha de controle da ferrugem da folha do trigo quando foi utilizado os fungicidas ISE. O primeiro sinal de alteração na sensibilidade é ocorrência de falha de controle sob condições de lavoura.

Fator de sensibilidade. É um valor que quantifica a alteração da CI_{50} . É obtido dividindo a CI_{50} do isolado suspeito pela CI_{50} do sensível (Linha de base).

Resistência – segundo Brent (...) não deve ser usada. Termo consagrado para a reação de defesa do hospedeiro (Agrios, 1996).

Tolerância - segundo Beresford (1994) este termo também não deve ser usado. Segundo (Agrios, 1996) o termo refere-se a reação de defesa do hospedeiro.

Controle integrado. Emprego de todas as medidas de controle disponíveis tendo como alvo o retorno econômico do uso da estratégia (Bergmim F^o & Amorim (1996).

Importância prática do CI_{50} . Cedo ou tarde, durante os anos de uso comercial de um fungicida, pode surgir uma população do patógeno alvo que não são mais suficientemente sensíveis para serem controlados satisfatoriamente. Em geral, a alteração surge em resposta ao uso repetido de um fungicida, ou pelo uso repetido de um fungicida com o mesmo mecanismo de ação. Utilizando-se a CI_{50} da linha de base e comparada com a atual (suspeita de alteração) se pode cientificamente demonstrar a alteração na sensibilidade e esclarecer a conseqüente falha de controle.

Um resumo da cronologia de uso de fungicidas na cultura do trigo, no Brasil, é mostrado no Quadro 2.

Quadro 2. Cronologia do uso de fungicidas em trigo no Brasil

Ano de recomendação de uso	Nome técnico	Grupo químico
1976	Mancozebe	Ditiocarbamato
1979	Triadimefom	Triazol – ISE
1986	Propiconazole	Triazol – ISE
1991	Tebuconazole	Triazol - ISE
1993	Ciproconazole	Triazol –ISE
2000	Epoxiconazole	Triazol - ISE
2000	Azoxistrobina	Estrobilurina - IQe
2001	Piraclostrobina	Estrobilurina – IQe
2006	Trifloxistrobina	Estrobilurina - IQe

ISE – Inibidores da Síntese de Esteróis na membrana plasmática

IQe – Inibidores da Quinona externa na mitocôndria.

Na safra de trigo de 2005, pela primeira vez, alguns produtores nos estados do sul, reclamaram da falha do controle químico da doença em várias lavouras aonde se empregou fungicidas ISE isoladamente, nos cultivares BRS 194 e Ônix, principalmente. Fato semelhante ocorreu na safra 2006 no Paraná com os cultivares CD 104 e CD 111.

Frente a esses fatos, técnicos e pesquisadores se reuniram para tentar explicar o que estava ocorrendo, sem, no entanto, chegarem a uma conclusão definitiva (Revista Plantio Direto, 2006).

O mesmo fato ocorreu na safra 2006 numa área maior de abrangência o que levantou a suspeita do fungo agente causal da doença ter alterado a sensibilidade aos triazoles, pois nas safras anteriores à safra 2005, o controle foi satisfatório. A falha de controle foi observada também na Argentina, Paraguai e Uruguai.

Amostras de folhas de trigo procedentes das lavouras com falha de controle da ferrugem da folha, nas safras 2006 e 2007 foram processadas na OR – Sementes tendo sido identificadas nos estados (RS, PR, SP) as raças e suas freqüências (%):

- RS: 29 amostras: B55 (32,14%), B55 4002 S (32,14%), B34 (3,57%), Fundacep – MFH-HT (32,14%);
- PR: 48 amostras: B55 (47,92%), B55 4002 S (37,5%), MDP-MR (8,33%), B56 (2,08%), B49 (4,15%);
- SP: 13 amostras: B55 (45,45%), B55 4002 S (36,36%), MDP-MR (18,18%).

Comparou-se a sensibilidade destas raças com a B 34 (considerada sensível aos ISE). Foram testados isoladamente os fungicidas ciproconazole, epoxiconazole, tebuconazole tetraconazole, as estrobilurinas azoxistrobina, piraclostrobina e trifloxistrobina e suas misturas.

No trabalho se reproduziu o ocorrido no campo comprovando-se que as raças suspeitas perderam a sensibilidade aos ISE enquanto que a raça B 34 (E provavelmente outras) usada como padrão de sensibilidade, foi controlada 100% pelos fungicidas. Por outro lado, as estrobilurinas puras (Azoxistrobina, piraclostrobina e trifloxistrobina) e em misturas, controlaram as três raças eficientemente em aplicação preventiva e curativa.

Também foi determinada a CI_{50} dos fungicidas citados para as diferentes raças de *P. triticina* ocorrentes na safra 2007, servindo como ferramenta para o monitoramento da sensibilidade do fungo alvo deste estudo.

Dos experimentos conduzidos em 2006 e 2007, em laboratório, casa-de-vegetação e campo, se pode sugerir que no controle da ferrugem da folha do trigo se deve evitar o uso de fungicidas ISE (Ciproconazole, epoxiconazole e tebuconazole) isoladamente, mas sim em mistura com as estrobilurinas (Ex. Nativo, Ópera e Priori Xtra).

Trabalhos deverão ser conduzidos nas safras futuras para monitorar a variabilidade de *P. triticina* em relação ao surgimento de novas raças bem como comparar se esta ocorrendo aumento no valor da CI_{50} aos fungicidas ISE às raças dominantes.

Referências bibliográficas

AGRIOS, G. N. Plant pathology. 3 ed., New York, Academic Press, 1996. 703p.

ANÔNIMO. Debate aponta problemas na safra 2005. Revista Plantio Direto. Ano XV – N.89, setembro/outubro. p.9-11, 2005.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. *Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 289p., il.

BERESFORD, R. Understanding fungicide resistance. *The Orchardist* Vol:67 No:(9):24. 1994.

BRENT, J. K. Fungicide resistance in crop pathogens: How can it be managed? Brussels: GIFAP. FRAC Monograph No. 1. 1995. 48p.

BARCELLOS, A. L. & IGNACZAC, J. C. Efeito da ferrugem da folha em diferentes estádios de desenvolvimento do trigo. In: Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo, 10, Porto Alegre, 1978. Solos e Técnicas Culturais, Economia e Sanidade. Passo Fundo, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1978. p.212-219.

BARCELLOS, A. L.; MORAES-FERNANDES, M. I. B.; ROELFS, A. P. Ferrugem da folha do trigo (*Puccinia recondita*): durabilidade da resistência. *Summa Phytopathologica* 23: n.2, p. 101-117. 1997.

EDGINGTON, L. V.; KLEW, K. L. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. *Phytopathology*, n. 61, p. 42-44, 1971.

GHINI, R. & KIMATI, H. Resistência de fungos a fungicidas. Jaguariúna, SP. Embrapa Meio Ambiente, 2000. 78p, II.

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 37. 2005, Cruz Alta. *Indicações técnicas*. Cruz Alta: FUNDACEP, 2005, 162 p.

REIS, E.M., CASA, R.T. Doenças dos cereais de inverno. Diagnose, epidemiologia e controle. Lages:Graphel, 2007. 176p.

Uso de fungicidas para el control de roya de la hoja en trigo

Martha Díaz de Ackermann¹
Silvia Germán²

Introducción

La roya de la hoja (causada por *Puccinia triticina*) representa una de las limitantes principales para obtener rendimientos y calidad de grano adecuados en Uruguay, por la alta frecuencia de ocurrencia de epidemias severas y daños que ocasiona. La magnitud de estas pérdidas es función de la severidad de infección, del estado fenológico del cultivo en que la enfermedad se establece, de la susceptibilidad del cultivar y de las condiciones ambientales.

Es posible minimizar los riesgos de que la roya de la hoja alcance niveles capaces de disminuir los rendimientos y calidad de grano con el uso combinado de las herramientas de manejo disponibles: desde el control de plantas voluntarias (fuente de inóculo primario) durante el verano, la elección del cultivar a sembrar, fecha de siembra y eventualmente el control químico. Por lo tanto, la decisión de la aplicación de fungicidas estará asociada a situaciones en que las medidas de control previas no sean eficientes.

El objetivo de la exposición es presentar cómo se enfoca el control químico para la roya de la de la hoja en Uruguay en base a conceptos de información obtenida desde el año 1993 y resultados de un ensayo con un cultivar susceptible a una de las razas reportadas como resistentes a los triazoles.

Importancia económica de la roya

Las máximas pérdidas de rendimiento de grano causadas por la roya de la hoja fue del orden de 60%. Se han determinado funciones de pérdidas de rendimiento en relación al nivel de infección de roya de la hoja y el estado fenológico del cultivo (Cuadro 1).

Aspectos a considerar al decidir la aplicación de fungicidas

El criterio para determinar el momento de aplicación es dinámico y debe estar basado en los siguientes puntos:

1. Comportamiento sanitario del cultivar

La resistencia genética es el medio más efectivo y económico para manejar la roya de la hoja. Conocer el comportamiento frente a la roya de la hoja del cultivar a sembrar (o ya sembrado) es fundamental para su manejo. Esta información está disponible antes de cada zafra en las publicaciones de INIA/INASE (Resultados experimentales de evaluación

¹ Ing. Agr. (MSc), Sección Protección Vegetal, Programa Cultivos de Secano, INIA La Estanzuela. E-mail: mdiaz@inia.org.uy

² Ing. Agr. (PhD), Sección Cultivos de Invierno, Programa Cultivos de Secano, INIA La Estanzuela. E-mail: sgerman@inia.org.uy

de trigos y cebadas de los últimos tres años para el Registro Nacional de Cultivares, Castro *et al.*, 2008) o en la página web www.inia.org.uy/convenio_inase_inia.

El comportamiento de los cultivares es función de las razas del patógeno presentes durante el ciclo del cultivo y a su vez, la frecuencia de las distintas razas varía, adaptándose a la composición varietal del área del cultivo. Normalmente, los materiales caracterizados como resistentes o moderadamente resistentes no requieren aplicación de fungicidas para esa enfermedad. Sin embargo, esta protección no es permanente dado que el patógeno es también capaz de generar nuevas razas virulentas sobre variedades inicialmente resistentes, las que se vuelven susceptibles generalmente pocos años después de su liberación.

En caso de que por diferentes razones se utilicen variedades susceptibles, se recomienda combinar el uso de variedades que presenten susceptibilidad a distintas razas, de forma de diversificar la base genética del cultivo. De esta manera, disminuye el área en que una determinada raza puede multiplicarse y sobrevivir durante el verano reduciendo a su vez la probabilidad de inicio temprano de infecciones y la ocurrencia de epidemias severas en la zafra siguiente. La información sobre el comportamiento de cultivares de trigo registrados frente a distintas razas de *Puccinia triticina* se difunde periódicamente (Germán, 2006; Germán, 2007).

2. Rendimiento potencial del cultivo

El retorno económico del control químico es mayor en cultivos de alto potencial de rendimiento.

3. Estado fenológico del cultivo

Las reducciones en rendimiento son mayores cuanto más temprano en el ciclo del cultivo se inicie el desarrollo de la enfermedad. Para obtener una acción eficaz del fungicida, es necesario que este sea aplicado temprano en el desarrollo de la epidemia. Debido a que la roya tiene ciclos de infección cada 7-10 días en condiciones ambientales favorables, es deseable que se realicen monitoreos semanales desde macollaje hasta grano acuoso para determinar el estado sanitario de los cultivos.

Como los cambios en el comportamiento varietal frente a roya de la hoja pueden ser abruptos, es importante el monitoreo periódico del nivel de infección de la enfermedad aún en el caso de cultivares resistentes.

4. Nivel de infección del cultivo comparado con los niveles críticos.

El nivel de infección del cultivo se obtiene mediante un monitoreo en 8-10 puntos de la chacra evaluando en cada punto 15 a 20 tallos por severidad y/o incidencia de las enfermedades presentes. Una vez obtenida esta información se debe comparar con el nivel crítico calculado para la chacra en cuestión. El nivel crítico es el nivel de infección en el cual las pérdidas en rendimiento de grano igualan al costo de una aplicación de fungicida. Para determinar ese nivel crítico se utilizan las ecuaciones de pérdidas de rendimiento detalladas en el Cuadro 1 y se aplica la siguiente fórmula:

$$NC = \frac{(CP + CA) 100}{P * coef. * Re}$$

donde, *Re*: rendimiento esperado, *kg/ha*

P: precio del trigo, *U\$S/kg*

CP: costo del producto, *U\$S/ha*

CA: costo de aplicación, *U\$S/ha*

coef.: coeficiente de pérdida de rendimiento por cada 1 % de incremento de severidad (o incidencia) de la enfermedad en cuestión (en negrita en ecuaciones del Cuadro 1).

Cuando los rendimientos alcanzables del cultivo y/o precios del trigo son altos, los niveles críticos, tanto medidos en términos de severidad como incidencia, son tan bajos que se acercan al momento de detección de los primeros síntomas. Los niveles críticos se ofrecen como una guía y deben ser considerados en el contexto de los demás puntos antes mencionados y como una herramienta más disponible para decidir la aplicación.

De acuerdo al seguimiento sanitario del cultivo, se deben realizar aplicaciones sucesivas en la medida que el nivel de la roya de la hoja alcance nuevamente el nivel crítico de infección. En situaciones de graves epifitias de la enfermedad (comienzo temprano, inviernos con temperaturas superiores a la normal, cultivares altamente susceptibles) se han debido realizar hasta 3 aplicaciones para controlar la enfermedad.

5. Eficiencia del fungicida

En el Cuadro 2 se presenta un resumen del comportamiento de distintos ingredientes activos y los correspondientes productos comerciales evaluados en INIA La Estanzuela para el período 1993-2007 para la roya de la hoja de trigo. La eficiencia de control de la enfermedad es variable entre de los diferentes productos disponibles (en las dosis recomendadas) en el mercado. La eficiencia del producto se considera alta cuando supera a la eficiencia media de todos los productos más un desvío estándar de la media y baja cuando es inferior a la eficiencia media de todos los productos menos un desvío estándar de la media. Las eficiencias intermedias son las comprendidas entre ambos valores.

En el período 1993 - 1998 los triazoles eran los productos más eficientes. Las mezclas de triazoles y estrobilurinas incluidas en los ensayos de pruebas de productos desde 1999 mostraron superar ampliamente a los triazoles, los cuales mostraron un típico comportamiento intermedio en relación a las mezclas.

6. Interacción comportamiento de cultivar x control químico

Existen diferentes grados de susceptibilidad, que determina diferente velocidad de progreso de la infección de roya de la hoja. En cultivares en que la roya de la hoja alcanza niveles altos de infección en estados de desarrollo tempranos, el comienzo del control químico debe ser anterior y generalmente es necesario realizar un mayor número de aplicaciones para controlar la enfermedad (Figura 1). En este tipo de cultivares el comienzo de control químico debe ajustarse muy estrictamente al momento en que se alcanza el nivel crítico de infección, aplicaciones más tardías determinan un control deficiente de la enfermedad.

En un ejemplo del año 2006, el cv. I. Churrinche, de comportamiento intermedio frente a roya de la hoja, requirió 2 aplicaciones (fechas: 24/08 y 29/09; en los estados: macollaje y embuche, respectivamente) mientras que el cultivar altamente susceptible I.

Tero requirió 3 aplicaciones para controlar la enfermedad (fechas: 16/08, 22/09 y 20/10; en los estados: macollaje, 2 nudos y ½ grano respectivamente), comenzando una semana antes que I. Churrinche.

Información relacionada a resistencia de *Puccinia triticina* a triazoles.

A partir del año 2004 se han recibido consultas acerca de la posible pérdida de eficiencia de control de roya de la hoja de algunos fungicidas. Para dar respuesta a esta inquietud se instaló un ensayo en invernáculo, donde se probaron al estado de plántula los cultivares INIA Torcaza y Onix utilizados en los cultivos problema, y un testigo susceptible. Se utilizaron aislamientos obtenidos de los mismos cultivos comerciales donde se reportó el problema (predominantemente raza MDR-10,20), y razas antiguas, que eran controladas eficientemente por fungicidas. Cinco días después de la inoculación, se aplicó tebuconazol (Tebuzole, Folicur y Silvacur) y trifloxistrobin+ciproconazol (Sphere) y se dejó un testigo sin tratar. Bajo las condiciones de este experimento no hubieron diferencias entre razas en el control realizado por los fungicidas.

No se conocen reportes de resistencia de *Puccinia triticina* a triazoles a nivel mundial, a excepción de Brasil, donde se ha reportado resistencia de las razas B55 (MDT-10,20, MFT-10,20) y B56 (MFP-20) de *P. triticina* a triazoles. Ambas razas han estado presentes en Uruguay (Cuadro 3).

MDT-10,20 y MFT-10,20 (B55) fueron identificadas por primera vez en Argentina (P. Campos, Com. Pers.) y en Uruguay durante el año 2007. MDT-10,20 es probablemente la misma raza que MFT-10,20, dado que la mayor parte de los aislamientos presenta una reacción intermedia sobre del gen de resistencia *Lr26* (reacción variable con temperatura), de forma que algunas veces es avirulenta (MDT-10,20) y otras virulenta (MFT-10,20) sobre este gen de resistencia. MDT-10,20 fue la raza con mayor frecuencia dentro de la población del patógeno durante 2007 y junto a MFT-10,20 constituyeron más del 40% de los aislamientos analizados. Estas razas fueron aisladas de INIA Tero, INIA Carancho, INIA Tijereta, INIA Garza, BIOINTA 3000, Klein Chajá, Onix y Safira. Aún no se dispone de información sobre la reacción de los cultivares comerciales frente a estas razas, aunque por el rango de virulencia se presume que es virulenta sobre muchos de los cultivares comerciales sembrados en Uruguay.

MFP-20 (B56) fue identificada en el año 2005, y estuvo asociada a un cambio drástico del comportamiento frente a roya de la hoja del cultivar I. Tero. En el año 2006 fue la raza más frecuente en Uruguay, causando muy altas infecciones sobre este cv. Afecta además otros cultivares comerciales, tanto al estado de plántula como de planta adulta (Cuadro 4).

Durante el año 2006, la evaluación de eficiencia de fungicidas para control de roya de la hoja se realizó utilizando I. Tero. A pesar de que este cultivar es también susceptible a otras razas, 10 de las 15 muestras de roya de la hoja recogidas en todo el país correspondieron a la raza MFP-20 (B56). Específicamente de las 5 muestras recolectadas de I. Tero en Young, donde se condujo el ensayo, 4 fueron identificadas como MFP-20. Por lo tanto, los resultados de este ensayo pueden considerarse como información sobre eficiencia de control de fungicidas sobre la raza MFP-20.

El ensayo se sembró el 06/07/2006, con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, con tamaño de parcela de 6 surcos de 5 m de largo, a 16 cm de distancia.

Se cosecharon 6 surcos de 5 m de largo (4.8 m²) el 01/12/06. Los tratamientos fueron la aplicación de distintos productos en una única aplicación, y testigos con control total (2 aplicaciones) y sin control. Las aplicaciones fueron realizadas con mochila de presión constante y picos de cono hueco, caudal de 0.2 l/min., a 3 bares de presión. El momento de aplicación fue a principios de espigazón (Z61) el 06/10, con 4 S-MS de roya (nivel crítico de aplicación recomendado).

Las evaluaciones de roya de la hoja se realizaron el 17/10 al estado de fin de floración (FFL), 26/10 al estado de $\frac{3}{4}$ grano-acuoso (3/4G-A) y el 07/11 en el estado de grano lechoso (L). Se calculó el área debajo de la curva del progreso de la roya de la hoja (AUDPC). La eficiencia de control se estimó en base al coeficiente de infección (CI) registrado el 26/10 y en base al AUDPC. La residualidad se estimó como el número de días desde la aplicación hasta que la enfermedad alcanzó nuevamente un nivel aproximado de 5%. Se estimó rendimiento de grano (kg/ha) y peso de 1000 granos (g).

El ensayo se implantó muy bien, alcanzando rendimiento de 6700 kg/ha en algunos de los tratamientos con fungicidas. A pesar de que la infección de roya de la hoja comenzó relativamente tarde en el desarrollo del cultivo (principios de espigazón, 6/10 de octubre), el progreso de la infección en parcelas no tratadas fue rápido, llegando a niveles de 90S (estado de grano lechoso, 7/11), lo que permitió una muy buena evaluación de los fungicidas y estimación de los rendimientos.

Los resultados de las evaluaciones de la roya de la hoja realizada el 26/10 (coeficiente de infección), así como el rendimiento y peso de 1000 granos se presentan en el Cuadro 5.

La eficiencia de control estimada en base al CI (26/10) superó el 90% Allegro (kresoxim-metil + epoxiconazol), Opera (piraclostrobin + epoxiconazol), Nativo (trifloxistrobin + tebuconazol), Amistar (azoxistrobin) y Amistar Xtra (azoxistrobin + ciproconazol), y fue de 80 a 90% para Swing (carbendazim + epoxiconazol), Artea (propiconazol + ciproconazol) y Folicur (tebuconazol). La eficiencia de control estimada en base al AUDPC sigue la misma tendencia. La residualidad de los productos probados varió desde menos de 20 días para Swing, Artea y Folicur hasta 32 días para Opera, Amistar y AmistarXtra.

El rendimiento y el peso de 1000 grano de los tratamientos con los fungicidas más eficientes con una sola aplicación no difirieron significativamente de la doble aplicación, indicando que con una aplicación se pudo controlar la enfermedad muy eficientemente. Estos parámetros fueron disminuidos en los tratamientos con Folicur y Artea.

En La Estanzuela se condujo un ensayo con la misma metodología. La enfermedad comenzó tempranamente, durante macollaje, la aplicación de fungicidas fue realizada tardíamente (10-15 SMS) y los resultados indicaron que en estas condiciones fueron necesarias dos aplicaciones para controlar la enfermedad.

Consideraciones finales

La estrategia más eficiente para el control de las enfermedades de trigo es el manejo integrado de todas las medidas disponibles, realizadas en forma oportuna, aún desde antes de la siembra al seleccionar cultivares resistentes.

La información obtenida indica que frente a infecciones tardías como las ocurridas en Young durante el año 2006, una aplicación en el momento apropiado fue suficiente para controlar la enfermedad en I. Tero con los fungicidas de mayor eficiencia de control. Los fungicidas más eficientes y de mayor residualidad fueron Amistar, Amistar-Xtra, Allegro, Opera y Nativo. En todos los casos se trata de mezclas de triazoles y estrobilurinas. Sin embargo los triazoles solos también controlan la roya de la hoja, con menor eficiencia que las mezclas.

Los resultados de investigación que se dispone hasta el momento no permiten confirmar que exista resistencia a los triazoles en *Puccinia triticina*.

Literatura consultada

- Castro, M.; Díaz, M.; Germán, S.; Vázquez, D. 2008. II. Resultados experimentales de evaluación de cultivares de trigo período 2005-2006-2007. **In:** Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de trigos, cebadas y colza de los 3 últimos años período 2005-2006-2007. Resultados Experimentales N°8. INASE INIA Uruguay, 10 de abril de 2008.
- Díaz de Ackermann, M. 1996. Control de enfermedades en trigo. Boletín de Divulgación N° 62. INIA, La Estanzuela, Uruguay. 24 p.
- Díaz de Ackermann, M. 2004. Manejo de enfermedades en trigo. Jornada de Cultivos de Invierno 2004. Serie Actividades de Difusión INIA No 444, abril 2006. p. 22-29.
- Díaz de Ackermann, M.; García, A.; Vázquez, D.; Germán, S.; Pereyra, S. 2006. Aspectos sanitarios y su incidencia en la calidad y el rendimiento. Jornada de Cultivos de Invierno 2006. Serie Actividades de Difusión INIA N°444, abril 2006. p. 22-29.
- Germán S. 2006. Profundizando sobre las royas de la hoja de trigo y cebada: disminución de riesgos en el cultivo mediante una diversificación efectiva de las variedades disponibles. Revista INIA N° 7, junio 2006. p.15-16
- Germán S. 2007. Roya de la hoja en cultivos de invierno: epidemiología de la enfermedad y comportamiento varietal. Jornada de Cultivos de Invierno 2007. Serie Actividades de Difusión INIA N° 484, abril 2007. pp. 1- 13.
- Germán S., Díaz M., Pereyra S., Castro M. 2005. Roya de la hoja y oídio de trigo y cebada. Jornada de Cultivos de Invierno 2005. Serie Actividades de Difusión INIA N°404, abril 2005. p. 10-21.
- Pereyra, S.; Díaz de Ackermann, M. y Germán, S. 2007. Trigo y cebada: Planifique el manejo sanitario antes de la siembra. Revista INIA N°10, Abril 2007. p. 19-23.

Cuadro 1. Funciones de pérdidas de rendimiento en grano para roya de la hoja en trigo.

Roya de la hoja	Estado Fenológico del cultivo	Función
Trigo ciclo largo	2 Nudos	$Y = 100 - 0.90 S$
	Hoja Bandera - 3/4 grano	$Y = 100 - 0.30 S$
Trigo ciclo intermedio	Hoja Bandera	$Y = 100 - 13.20 S$
	Principio Floración	$Y = 100 - 2.60 S$

Y: porcentaje del rendimiento esperado

S: severidad (área foliar afectada) de la enfermedad (%)

Cuadro 2. Comportamiento de distintos fungicidas evaluados para el control de roya de la hoja en trigo (1993-2007) en INIA La Estanzuela.

Ingrediente activo (<i>nombre comercial evaluado</i>)	P.A.	Dosis	Eficiencia de control
	%	cc/ha	
Carbendazim + epoxiconazol (<i>Swing 250 SC</i>)	12.5 + 12.5	750-1000	I
Difenoconazol + propiconazol (<i>Taspa 500 EC</i>)	25.0 + 25.0	200-250	I
Metconazol (<i>Caramba</i>)	9.0	1000	B
Propiconazol (<i>Tilt 250 EC</i>)	25.0	500-1000	A ¹
Tebuconazol (<i>Folicur 430 SC</i>)	43.2	450	I
Tebuconazol (<i>Orius 250 SC</i>)	25.0	500	I
Tebuconazol (<i>Silvacur 25 EW</i>)	23.2	700	I/A
Carbendazim + flusilazol (<i>Fusión</i>)	25.0 + 12.5	800-1000	I
Propiconazol + ciproconazol (<i>Artea</i>)	25.0 + 8.0	400	I
Azoxistrobin + A.M. (<i>Amistar + Nimbus</i>)	25.0	300	A
Azoxistrobin+ ciproconazol + A.M. (<i>AmistarXtra+Nimbus</i>)	20.0 + 8.0	350	A
Trifloxistrobin + ciproconazol (<i>Sphere 267.5 DC</i>)	18.8 + 8.0	600-750	I
Piraclostrobin + epoxiconazol (<i>Opera</i>)	13.3 + 5.0	1000	A
Trifloxistrobin + propiconazol (<i>Stratego 250 EC</i>)	12.5 + 12.5	500-750	A ²
Kresoxim-metil + epoxiconazol (<i>Allegro</i>)	12.5 + 12.5	1000	A
Trifloxistrobin + tebuconazol (<i>Nativo 300 SC</i>)	10.0 + 20.0	800	I/A ³
Tebuconazol + prothioconazol (<i>Prosaro</i>)		750	I/A ³

Eficiencia de control: A: Alta; I: Intermedia; B: Baja

¹ Propiconazol probado durante 1993, 1994, no comparado con estrobilurina que se probaron a partir de 1999

² 1 Año de evaluación

³ Depende de la formulación

Cuadro 3. Primer año de detección, frecuencia y cultivares que cambiaron de comportamiento frente a las razas más importantes de *Puccinia triticina* durante el período 2004-2007 en Uruguay.

Raza	Código Brasileiro	Primer año detectada	Año				Cultivares con cambio de comportamiento (R/S)
			2004	2005	2006	2007*	
MCD-10	---	2001	15.0	8.0			
MCD-10,20	B48	1999	6.0	2.3	0.7	2.5	I.Mirlo, E.Pelón 90
MCP-10	---	2000	28.0	15.4	1.5	1.2	K.Don Enrique
MDP -10,20	---	2004	4.0	10.9	18.7	16.0	
MDP-20	---	2004	1.0	5.1	6.0	1.2	I.Tero
MDR-10,20	---	2003	17.0	32.0	20.1	3.7	I.Churrinche, I.Torcaza
MDT-10,20	B55	2007				34.6	
MFP-20	B56	2005		1.7	28.4	1.2	I.Tero
MFR-10,20	---	2004	4.0	4.0	3.7	1.2	
MFT 10,20	B55	2007				7.4	
N° aislamientos			100	175	134	81	
N° de razas			19	30	24	26	

* relevamiento 2007 incompleto

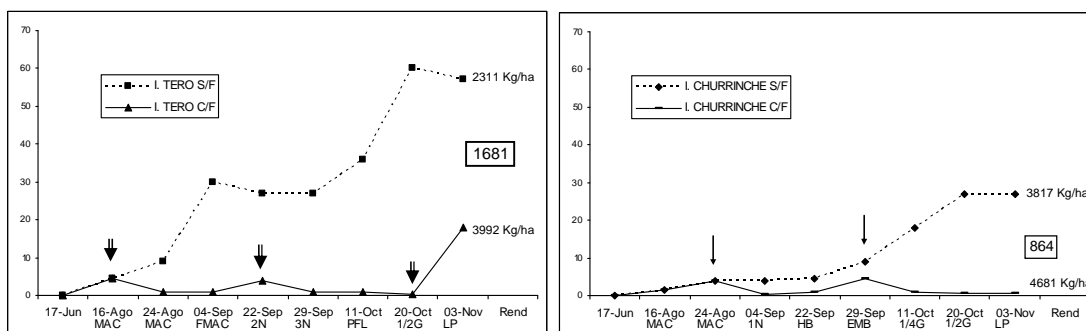


Figura 1. Desarrollo de roya de la hoja y su efecto en los cultivares INIA Tero (S) e INIA Churrinche (MSMR) en parcelas con infección natural y tratadas estratégicamente con fungida Opera, año 2006.

Cuadro 4. Nivel de infección a campo frente a roya de la hoja, tipo de infección en plántula y reacción en planta adulta frente a tres razas de *Puccinia triticina*, de cultivares de trigo.

Cultivar	Area			C.I. Promedio ^c			Nivel de Infección ^d	Plántula ^e			Planta adulta ^f		
	2005 ^a	2006 ^a	2007 ^b	2005	2006	2007		MDP-10;20	MDR-10;20	MFP-20	MDP-10;20	MDR-10;20	MFP-20
Ciclo Largo													
BAGUETTE 10	1.1	0.4	2.2	61.4	57.0*	45.6	A	3+4	3	3+4	MSS	MS	S
KLEIN MARTILLO	1.8	1.6	2.2	23.0*	20.5*	1.4	I	0;	0;	1-			
LE 2210 (INIA TIJERETA)	16.8	9.4	12.7	17.2	30.1	31.1	IA	2-;	1-	1+2			MS
LE 2245 (INIA GORRION)	4.5	5.7	4.1	12.0	12.9	18.9	IA	s/i	3	2+3		MRMS	MSS
LE 2313 (INIA GARZA)		0.1	1.9	3.0	4.3	8.8	I	1-;		12-			MS
BIOINTA 3000			3.8	30.0	34.8	20.4	IA						
Ciclo Intermedio													
BAGUETTE PREMIUM 11		1.7	4.9	7.7	20.0	9.4	I	3+	33+	3+4	MS	MS	MSS
BAGUETTE PREMIUM 13	4.1	4.4	3.4	--	70.0*	67.7	A	3	3	3	S	MSS	MS
BIOINTA 1001	0.5	10.5	15.8	1.7	1.9	5.7	BI	0;	0;	0;			
KLEIN CHAJA	2.4	2.8	10.5	9.0	34.5*	10.1	I	1-	0;	1-			
KLEIN FLECHA		0.7	1.9	12.0	17.4	16.2	I	3+	3+	4	s/i	MS	s/i
INIA MIRLO	8.0	10.0	7.8	41.0	47.7	49.3	A	;1=	0	2;			
LE 2249 (INIA CHURRINCHE)	17.0	17.0	9.9	20.4	15.1	48.0	IA	23	3+	;1=	MS	MSS	
LE 2303 (INIA TERO)	0.1	1.9	1.8	31.2	85.8	42.3	A	3	0;	3+	MS		MSS
LE 2310 (INIA CARANCHO)	0.0	0.8	2.0	39.6	36.5	59.8	A	3	3+	3+	s/i	MS	MSS
ONIX	21.0	4.4		66.5*	72.0	68.3	A	2-	3+			MS	
SAFIRA (ORL 98204)	0.1	0.9		57.6	48.0*	48.0	A	3+	3+		MSS	MSS	
Área total (miles de ha)	153.5	193.4	252.5										

a: INASE, área Producción y Comercio

b: DIEA

c: Coeficiente de infección promedio de Ensayos Oficiales (Convenio INIA/INASE, 6 ensayos por año), excepto *: Colecciones de roya de la hoja (La Estanzuela y Young)

d: B, Bajo; I, Intermedio; A, Alto

e: Tipo de infección en plántula (0-2 resistente, 3-4 susceptible)

f: Reacción en planta adulta MS moderadamente susceptible; S susceptible

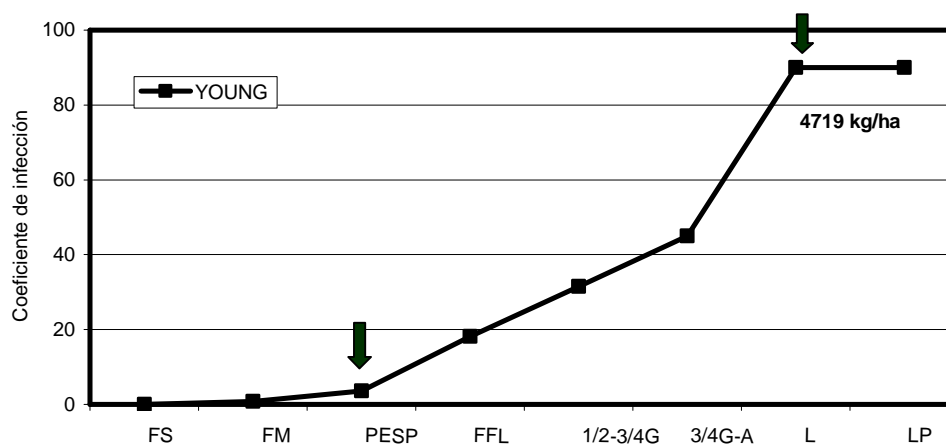


Figura 2. Desarrollo de la roya de la hoja en INIA Tero en el testigo sin tratar del ensayo de prueba de fungicidas en Young, zafra 2006.

Cuadro 5. Tratamientos y evaluaciones de roya de la hoja, rendimiento (kg/ha), peso de 1000 granos (g) en ensayo de prueba de fungicidas en Young, zafra 2006

Tratamiento	Fungicida	Coad.	CIRH3-3/4G-A		EFICIENCIA	AUDPC RH		EFICIENCIA	REND	P.M.G.		
	Dosis cc/há	cc/ 100 l	26/10/2006	CONTROL			CONTROL	kg/ha		g		
Experimental 1	800 + 240		12.4	B	72.5	445.3	B	63.3	4977.5	FG	30.6	D
Experimental 2	1000 + 240		6.4	CD	85.8	285.8	D	76.5	5467.0	E	31.5	D
Swing + Plurofac	1000 + 100		4.4	DEF	90.3	171.0	E	85.9	5915.3	CD	33.8	ABC
Allegro + Plurofac	1000 + 100		1.7	EF	96.2	112.7	EF	90.7	6472.3	AB	34.2	AB
Opera + Plurofac	1000 + 100		1.2	F	97.3	78.0	F	93.6	6721.0	A	35.5	A
Folicur + Silwet	450	50	8.4	C	81.4	363.3	C	70.1	5314.3	EF	30.8	D
Nativo + Optimizer	800 + 500		4.0	DEF	91.2	170.1	E	86.0	6234.8	BC	33.4	BC
Artea + Silwet	400	50	5.5	CDE	87.9	298.5	CD	75.4	5652.0	DE	32.1	CD
Amistar + Nimbus	300 + 500		0.5	F	98.9	62.2	F	94.9	6450.0	AB	34.0	AB
Amistar + Nimbus (2)	200 + 500		0.8	F	98.2	115.5	EF	90.5	6510.8	AB	35.4	A
Amistar Xtra + Nimbus	350 + 500		0.6	F	98.7	62.5	F	94.9	6717.3	A	35.0	AB
TESTIGO			45.0	A	0.0	1213.6	A	0.0	4718.8	G	30.7	D
Media			7.6			281.5			5929.2		33.1	
C.V.			36.0			18.1			4.8		3.7	
M.D.S. (P<0.05)			3.9			73.5			407.1		1.8	

CIRH: coeficiente de infección de roya de hoja

3/4G-A: tres cuarto de grano-acuoso

AUDPC RH: Área debajo de la curva de progreso de roya de hoja

M.D.S.: mínima diferencia significativa

Valores de medias seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes por M.D.S. al 0.05

Testigo: Testigo sin fungicida

Monitoramento da sensibilidade de raças de *Puccinia triticina* a fungicidas do grupo dos triazóis e estrobilurinas.

Singer, P. ; Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas – FRAC, www.frac-brasil.org.br, pedro.singer@bayercropscience.com.

A ferrugem-da-folha se destaca pela ocorrência freqüente e fácil identificação a campo (Welter, 2002). É causada pelo fungo *Puccinia triticina*, denominado anteriormente por *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Os sintomas de ferrugem-da-folha são caracterizados pela presença de pústulas de formato ovalado, de coloração vermelho escuro disseminadas predominantemente na região abaxial do limbo foliar. As pústulas (uredosporos) rompem a epiderme, porém sem dilacerar o tecido hospedeiro. Os uredosporos são de coloração laranja escuro, equinolados e esféricos medindo cerca de 20 a 28 µm. Os teliosporos são de coloração café com paredes celulares planas espessas e arredondadas no ápice. Os teliosporos se formam nas bainhas e nas folhas durante as últimas etapas de desenvolvimento do trigo. De alta agressividade, principalmente para as raças virulentas ocorrentes, as cultivares suscetíveis são severamente atacadas (Reis, 1991; Fernandes e Picinini, 1999).

O uso de fungicidas é uma prática comum no controle das doenças fúngicas, visto que as cultivares atualmente utilizadas são suscetíveis à maioria dessas (Goulart e Paiva, 1991). Os triazóis são fungicidas tradicionalmente utilizados no controle da ferrugem-da-folha e os produtos do grupo das estrobilurinas mostram bons resultados de controle, especialmente quando em mistura pronta com triazóis, quando é maior o espectro de controle e a ação residual do tratamento (Picinini e Fernandes, 1998; Feksa e Duhatschek, 2004; Oliveira et al., 2004). Para o controle em cultivares altamente suscetíveis, é recomendado o uso da mistura de triazóis + estrobilurinas, nas maiores doses recomendadas no rótulo do produto comercial, aplicadas no início das primeiras pústulas e mais duas aplicações, em geral no início do emborrachamento e no início do espigamento (Barcellos, 2007).

A perda de resistência à ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina*) em trigos que estavam alcançando ampla difusão, a divulgação de informações sobre a diminuição da eficiência de fungicidas e generalizada preocupação de pesquisadores e produtores, deve-se ao desenvolvimento de novas raças de fungos e à virulência que tem superado os anteriores (Barcellos, 2007).

Devido ao surgimento das novas raças de *Puccinia triticina*, a partir da safra 2007 o FRAC Brasil iniciou um projeto de pesquisa, objetivando definir a sensibilidade destas novas raças ao grupo dos triazóis e estrobilurinas.

Segundo o modelo proposto por after brent & hollomon (98), o risco de resistência de ferrugens ao grupo das estrobilurinas é baixo, e mais baixo ainda para o grupo dos triazóis. Devido a isto, o monitoramento de sensibilidade, só é recomendado em alguns casos onde há suspeitas.

Não existe até este momento no mundo, nenhum caso de resistência de ferrugens a triazóis, e nem a estrobilurinas. O que existe, são populações ou raças com exigências diferentes quanto ao mesmo fungicida (maior ou menor sensibilidade).

É normal dentro da dinâmica populacional, uma coexistência entre raças mais ou menos exigentes, devendo ser identificado os diferentes perfis. Tanto dentro da própria safra, e ao longo dos anos, é normal, hora a predominância de uma raça ou população, hora de outra, constituindo-se em uma verdadeira “flutuação populacional”.

A forma de se identificar a sensibilidade e definir os diferentes perfis populacionais, é através de um bio-ensaio em folhas de trigo destacadas (Base Line), onde se define a DE50 (Dose eficiente para controlar 50% da população) em ppm.

O objetivo do projeto, foi identificar as diferenças de sensibilidade entre as diferentes raças de *puccinia triticina* (B55, MDP-MR, MFH-HT e B34), a diferentes triazóis e estrobilurinas.

Os menores valores da DE 50 foram obtidos para a raça B34 (a mais sensível), e os maiores valores da DE 50 para as raças MDP-MR, B55, B55 4002S e MFH-HT, mostrando que existe diferença de sensibilidade (Tabela 1), porém não existe diferença entre os triazóis testados quanto a sensibilidade.

Para *puccinia triticina*, já existe um padrão internacional definido para as raças mais sensíveis e para as menos sensíveis.

Em geral, todos os isolados Brasileiros de *Puccinia triticina* (B55, B56, MPD-MR e B34) provenientes da `OR Sementes` (Tabela 2), mostram valores de EC50 e um range de sensibilidade semelhante ao observado para os isolados Europeus dos últimos 6 anos (Teste de folha destacada EpiLogic).

Na verdade, as novas raças brasileiras se mostram até mais sensíveis aos triazóis, com valores entre 3,29 e 3,51 ppm, comparadas as raças da Europa, principalmente as originárias da GB e França, com valores de 5,12 e 4,36 ppm respectivamente. Sendo assim, as novas raças brasileiras (B55, B56 e MDP-MR), não representam uma classe de isolados resistentes a triazóis.

Para as estrobilurinas, as novas raças mostram-se extremamente sensível, apresentando valores de DE50 muito baixos, e não havendo diferença entre elas (Tabela 3).

Devido ao fato das novas raças serem mais sensíveis as estrobilurinas, observa-se um controle superior com os fungicidas que contem mistura de triazol e estrobilurina a nível de campo (Figura 1).

Com base nestes dados, conclui-se que não se trata de resistência, porém a sensibilidade (exigência) é diferente, sendo esta maior para as novas raças. As quatro novas raças mostram-se muito sensíveis as estrobilurinas, e portanto, sugere-se que triazóis não sejam mais utilizados isoladamente, dando-se preferência para as misturas pronta com estrobilurinas, evitando aplicações curativas devido a exigência e virulência das novas raças.

Referência bibliográficas

BARCELLOS, A.L. Combate a ferrugem. **Cultivar**, ano 9, n.97, p. 9-12, junho, 2007.

FERNANDES, J.M.C. e PICININI, E.C. Ganhe controlando as doenças do trigo na hora certa. **Cultivar**, n.4, maio de 1999, p.18-22.

GOULART, A.C.P. e PAIVA, F.A. Avaliação de fungicidas no controle das ferrugens do trigo. **Pesq. Agrop. Brás.**, Brasília, v.26, n.2, p. 1975-1981. 1991.

REIS, E.M. **Doenças do trigo V: ferrugens**. Passo Fundo: Embrapa/CNPT, 1991. 20p.

RCCSBPT (Reunião da Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo, 19). **Informações Técnicas das Comissões Centro Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para a Safra de 2004**. Londrina, PR: Embrapa/lapar, 2004, 218p (Documentos, 001).

WELTER, B. **Doenças fúngicas em cereais de inverno**. Correio Agrícola, n.1, p.4-7. 2002.

Tabela 1. Valores em ppm de DE50, de 3 diferentes triazóis, para as 5 diferentes raças. FRAC Brasil, 2008

Raça	Triazol 1	Triazol 2	Triazol 3
	DE 50	DE 50	DE 50
CD 104	82,06	69,91	85,64
B55 4002 S	59,11	59,53	58,77
B55	53,16	44,04	64,52
CEP	21,05	20,77	10,08
B34	0,60	0,67	0,82

Tabela 2. Comparação entre as novas raças brasileiras, com os valores internacionais de monitoramento de sensibilidade desde 1994. EpiLogic, Dr. F.G. Felsenstein 2007.

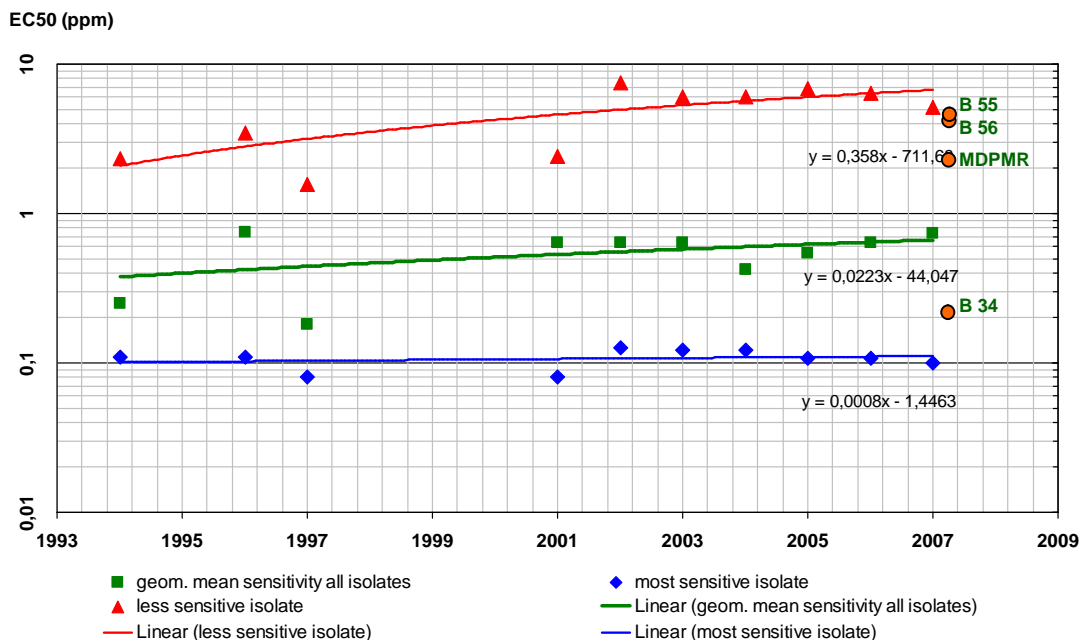


Tabela 3. Valores em ppm de DE50 de uma estrobilurina, para as 5 diferentes raças. FRAC Brasil, 2008

Raça	Estrobilurina 1	
	DE 50	DE 90
B55 4002 S	0,02	4,34
CEP	0,01	1,88
B55	0,01	2,73
CD 104	0,03	5,39
B34	0,02	4,20

Testemunha



Triazol



Estrob+Triazol



Figura 1. Comparação a nível de campo da eficiência de controle da raça B55 em cultivar Safira, entre área não tratada, triazol isolado e mistura com estrobilurina. UPF, Passo Fundo, RS, 2007