

Capítulo

1

## Histórico e Composição de Sistemas de Rotação de Culturas Importantes para Trigo no Sul do Brasil

Henrique Pereira dos Santos, Renato Serena Fontaneli, João Leonardo Fernandes Pires, Silvio Tulio Spera

### Introdução

No início da década de 1970, com a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em Brasília, DF, e posteriormente, do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), em Passo Fundo, RS, iniciaram-se os primeiros trabalhos de pesquisa com a cultura de trigo, em nível nacional. Dentro deste contexto, as atividades de pesquisa com rotação de culturas paralisadas desde 1965 foram retomadas.

De acordo com Rosa (1988), até então, pouca importância era dada às doenças do sistema radicular do trigo. Estas não foram percebidas nos primeiros anos de ocupação dos solos no Planalto Rio-Grandense, principalmente pela informação de que a sucessão trigo/soja era suficiente para controlar esse tipo de moléstias, e por haver ainda muitos solos nunca cultivados com trigo. A aplicação de doses elevadas de calcário determinou ocorrência mais intensa de mal-do-pé nas lavouras de trigo, a qual passou a ser uma preocupação dos pesquisadores a partir de 1975.

As doenças das raízes do trigo de maior importância ocorrentes em lavouras do Rio Grande do Sul, já eram naquela época, a podridão comum

e o mal-do-pé, causadas por *Bipolaris sorokiniana* e *Gaeumannomyces graminis*, respectivamente.

No entanto, Rosa (1988) afirmou que somente com resistência genética, único recurso disponível até 1974, não era possível controlar todas as doenças. Assim, não se conseguia oferecer ao tricultor gaúcho um sistema de produção de trigo seguro para safras com condições climáticas desfavoráveis. Os resultados da safra de 1977, contudo, demonstraram que o controle químico em adição à resistência genética disponível não era suficiente para assegurar um nível de rendimento de grãos satisfatório. No entanto, algumas lavouras e alguns experimentos conduzidos em áreas que não foram semeadas com trigo em anos anteriores, mostravam rendimento de grãos excelentes.

No final de 1977, considerou-se a inclusão do pousio de inverno ou a rotação de culturas no sistema de produção para trigo no Rio Grande do Sul, embora ainda não se soubesse qual o intervalo de pousio de inverno necessário para controlar as doenças do sistema radicular (Rosa, 1988).

Decorrente disso, foi solicitada uma reunião extraordinária da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo para estudar, entre outros assuntos, a possível inclusão da rotação de culturas no sistema de produção com trigo (Rosa, 1988). A reunião foi realizada na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, RS, no dia 1º de fevereiro de 1978. A proposta, mesmo baseada apenas nas observações já descritas, foi aprovada por unanimidade. Porém, somente com os resultados de Diehl (1979) é que realmente a Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo iria alterar a indicação de rotação ou de pousio para três anos.

Os estudos preliminares realizados pela Embrapa Trigo a partir de 1978 mostraram, também, que a podridão comum ocorria com maior intensidade em lavouras com monocultura de trigo. Seu controle podia ser atingido pela manutenção destas lavouras sem o cultivo de trigo, ou cereais suscetíveis, por três ou mais anos (Diehl, 1979; Diehl et al., 1982).

Segundo Reis e Bacaltchuk (1979), a intensidade do mal-do-pé começou a aumentar significativamente a partir de 1969, principalmente pelas elevadas doses de calcário aplicadas ao solo - prática comum para corrigir a acidez do solo para a soja - e do cultivo intensivo de trigo. Os autores concluíram que, na monocultura de cereais de inverno, o pH elevado e a alta umidade do solo eram os principais fatores que favoreciam a ocorrência do mal-do-pé.

Em 1980 e 1981, foram avaliadas várias lavouras de trigo do Rio Grande do Sul, com e sem rotação de culturas (Diehl et al., 1983), e foi verificado que a podridão comum ocorreu em todas as lavouras avaliadas. Sua intensidade foi elevada em lavouras de semeadura anual de trigo ou em lavouras com um a dois anos de pousio ou de rotação, independente das outras culturas usadas. A intensidade da doença só foi reduzida nas lavouras com pousio de três a quatro anos e naquelas semeadas com trigo pela primeira vez. O mal-do-pé ocorreu em cerca de 30% das lavouras sob condições de semeadura anual de trigo e de um ano de pousio ou de cultivo com culturas não suscetíveis, como linho, tremoço, aveia ou colza. Esta doença, entretanto, não foi encontrada em lavouras com dois ou mais anos com aveia, pousio, ou da combinação de pousio com cultura anual não suscetível.

Naquela época, foram utilizados, também, experimentos em condições de campo para avaliar a reação à podridão comum em dez espécies de gramíneas, como: trigo, cevada, centeio, aveia amarela, aveia branca, aveia preta, capim lanudo, azevém, festuca e pensacola (Diehl et al., 1983). Trigo, cevada, festuca e azevém foram as espécies mais suscetíveis ao mal-do-pé. Centeio, aveia amarela e aveia branca (Figura 1), apesar de mostrarem menor grau de infecção do que as espécies anteriormente descritas, também foram afetadas pela doença. A aveia preta mostrou resistência à doença, enquanto que, a pensacola morreu devido ao ataque severo nas raízes (Figura 2).

Foto: Renato Serena Fontaneli



**Figura 1.** Aveia branca.

Foto: Paulo Odilon Ceratti Kurtz



**Figura 2.** Aveia preta.

Baseados em levantamentos efetuados em nível de lavoura e devido à elevada incidência de mal-do-pé e também de podridão comum no Brasil, naquela oportunidade, pesquisadores da Embrapa Trigo e de outros órgãos de pesquisa, que participavam das Reuniões de Pesquisa com Trigo, recomendaram que não deveria ser semeado trigo por três invernos seguidos numa mesma área agrícola (Diehl et al., 1974; Diehl, 1979, Reunião...,1980). Caso fosse necessário o cultivo da área, este deveria ser feito com espécies de outras famílias.

Paralelamente aos trabalhos de levantamento das doenças do sistema radicular de trigo em lavouras, também foram iniciados, na Embrapa Trigo, estudos sobre sistemas de rotação de culturas envolvendo o trigo. Além disso, buscava-se esclarecer o efeito da aveia branca ou da aveia preta em rotação de culturas com a cultura de trigo, uma vez que, naquela época, não havia estudos no País sobre aqueles sistemas.

De 1980 a 1990, foram desenvolvidos vários estudos, em Passo Fundo, RS, e em Guarapuava, PR, sobre sistemas de rotações de ciclos curtos e longos, envolvendo a cultura de trigo. Inicialmente, esses estudos eram conduzidos sob preparo convencional de solo, mudando posteriormente para sistema plantio direto.

Baseados nos trabalhos desenvolvidos pela Embrapa Trigo (capítulos 3 a 8) com sistemas de rotação de culturas envolvendo culturas de inverno (aveia branca, aveia preta, azevém, cevada, colza, ervilha, ervilhaca, linho, girassol e serradela, trevo e trigo) e de verão (milho, milheto, soja e sorgo), foi possível diminuir o período de rotação de culturas para dois invernos (Reunião... , 1988) e depois para um inverno sem trigo (Reunião..., 1997). Além disso, foi indicado que as culturas de aveia branca e aveia preta poderiam compor os sistemas de rotação de culturas com trigo, sem restrição sob o ponto de vista fitopatológico (Reunião..., 1989).

## **Principais resultados obtidos em experimentos de longa duração, nas décadas de 1980 e 2010, na Embrapa Trigo**

Os resultados mostrados a seguir abrangeram diferentes sistemas de rotações, com ciclos de duração curtos e longos (períodos em que o trigo retornava à mesma área cultivada). Os trabalhos foram desenvolvidos pela Embrapa Trigo, desde a sua criação até a década de 1990, enfatizando as variáveis: rendimento de grãos, intensidade de doenças do sistema radicular, análise energética de sistemas de rotação ou de sistemas de produção de grãos, análise econômica e de risco de sistemas de rotação ou de sistemas de produção de grãos para a cultura de trigo.

### **Resultados em sistemas de rotação de ciclos curtos (até três anos) incluindo trigo**

Como sistemas de rotação de período curto para o trigo, com maior rendimento de grãos, menor intensidade de doenças do sistema radicular (Santos et al., 1996, 1998), melhor desempenho energético (Santos et al., 2000b, 2001b, 2005, 2010), econômico e de menor risco (Ambrosi et al., 2001; Fontaneli et al., 2000; Santos et al., 2000a, 2002, 2003, 2004), salientaram-se as seguintes sequências de culturas:

- 1) trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo;
- 2) trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho;
- 3) trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milho;
- 4) trigo/soja e aveia branca/soja;
- 5) trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; e

6) trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo.

Na maioria dos trabalhos desenvolvidos com estas sequências de culturas, os sistemas de rotações com um e dois invernos sem trigo mostraram maior rendimento de grãos e menor intensidade de doenças do sistema radicular, em comparação com a monocultura trigo/soja. Além disso, os sistemas trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo e trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo foram mais eficientes no aproveitamento de energia e no retorno econômico e de menor risco para serem utilizados pelos agricultores.

### **Resultados em sistemas de rotação de ciclos longos (mais de três anos) incluindo trigo**

Como sistemas de rotação de período longo para o trigo, com maior rendimento de grãos, menor intensidade de doenças do sistema radicular (Santos et al., 1990, 1998), melhor desempenho energético (Santos et al., 1995a, 2001b), econômico (Santos et al., 1995b, 2001a), e de menor risco (Santos et al., 2002), destacaram-se as seguintes:

- 1) trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e leguminosa/milho;
- 2) trigo/soja, colza/soja, linho/soja e leguminosa/milho;
- 3) trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo;
- 4) trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho;
- 5) trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho.

Para serem utilizados por longos períodos de rotação, destacaram-se opções de sistemas de produção com espécies de famílias diferentes das do trigo. Nos trabalhos desenvolvidos, alguns sistemas de rotação de ciclos longos mostraram maior rendimento de grãos e menor intensidade de doenças do sistema radicular do trigo. Além disso, todos os sistemas de

rotação de ciclo longo destacaram-se pela conversão de energia, economicidade e menor risco ao agricultor. Ainda, foi observado que o trigo podia ser semeado por dois invernos seguidos, deixando-se dois invernos de rotação (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo).

Quanto à fertilidade do solo, tanto nos sistemas de rotações com trigo, de ciclos curto ou de longo, houve concentração de matéria orgânica, de P e de K, na camada de 0-5 cm, cujos valores, porém, gradativamente declinaram com o aprofundamento da camada de solo sob sistema plantio direto.

## **Conclusões dos experimentos com rotação de culturas em ciclos curtos ou longos envolvendo a cultura de trigo**

Com base nos estudos apresentados, foram indicados os primeiros sistemas de rotação/sucessão de culturas utilizando espécies de famílias diferentes do trigo, com um, dois e três invernos sem este cereal, tais como: a) trigo após colza, linho e tremoço; b) trigo após leguminosa; e c) trigo após colza, cevada e tremoço e cultivando, no verão, soja, milho ou sorgo.

Do ponto de vista fitopatológico, tanto a aveia branca quanto a aveia preta são indicadas para cultivos em sistemas de rotação com a cultura do trigo, pois ambas apresentam resistência ao mal-do-pé e baixa infecção por podridão comum.

O trigo, dessa forma, pode ser semeado por dois invernos seguidos, deixando-se dois invernos sem o cultivo dessa gramínea (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho).

A rotação de culturas, além de ter reduzido os custos de produção das



lavouras pelo aumento do rendimento de grãos, promove a diversificação de culturas e, como consequência, diminui o risco de insucesso dos triticultores.

Diversos trabalhos fundamentaram as indicações de sistemas de produção com um inverno sem trigo (trigo/soja e ervilhaca/milho).

## Referências

AMBROSI, I.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; ZOLDAN, S. M. Lucratividade e risco de sistema de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1213-1219, out. 2001.

DIEHL, J. A. Influência de sistemas de cultivo sobre podridões de raízes de trigo. **Summa Phytopathologica**, v. 5, n. 3/4, p. 134-139, 1979.

DIEHL, J. A.; CASTRO, C.; CAETANO, V. R. Teste com cultivares de trigo a problemas sanitários do sistema radicular, no sul do Brasil. **Fitopatología**, v. 9, n. 1, p. 100-104, 1974.

DIEHL, J. A.; KOCHHANN, R. A.; TINLINE, R. D. Sistemas de cultivo sobre podridão comum de raízes e mal-do-pé do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 235-241, 1983.

DIEHL, J. A.; TINLINE, R. D.; KOCHHANN, R. A.; SHIPTON, P. J.; ROVIRA, A. D. The effect of fallow periods on common root rot of wheat in Rio Grande do Sul, Brazil. **Phytopathology**, v. 72, n. 9, p. 1297-1301, 1982.

- FONTANELI, R. S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H. P. dos; IGNACZAK, J. C.; ZOLDAN, S. M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens de inverno, em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 11, p. 2129-2137, nov. 2000.
- REIS, E. M.; BACALTCHUK, B. O mal-do-pé do trigo. **Trigo e Soja**, v. 45, n. 1, p. 3-15, 1979.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 12., 1980, Porto Alegre. **Ata...** Porto Alegre: IPAGRO, 1980. não paginado.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 20., 1988, Porto Alegre. **Recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo para a cultura do trigo em 1988**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT: Porto Alegre UFRGS-FA, 1988. 76 p.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 21., 1989, Passo Fundo. **Recomendações da Comissão Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo - 1989**. Cruz Alta: FUNDACEP: FECOTRIGO, 1989. 68 p.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 29., 1997, Porto Alegre. **Recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo-1997**. Porto Alegre: Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, 1997. 82 p.
- ROSA, O. de S. **Controle integrado de doenças e de pragas do trigo no Rio Grande do Sul – desenvolvimento, resultados e perspectiva**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1988. 24 p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 9).
- SANTOS, H. P. dos; AMBROSI, I.; IGNACZAK, J. C.; LHAMBY, J. C. B.; SCHENEIDER, G. A. Análise econômica de sistemas de rotação de

culturas para a região do Planalto Médio do RS. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 7, n. 2, p. 175-182, 2001a.

SANTOS, H. P. dos; AMBROSI, I.; LHAMBY, J. C. B.; SCHNEIDER, G. A. Comparação econômica de sistemas de rotação de culturas para a região do Planalto Médio do RS. **Revista Brasileira de Agrocência**, v. 8, n. 1, p. 25-29, 2002.

SANTOS, H. P. dos; AMBROSI, I.; WOBETO, C. Risco de sistemas de rotação de culturas de inverno e verão, sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 37-42, 2000a.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. ; AMBROSI, I. Análise de risco de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens anuais de inverno e de verão, sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 10, n. 1/2, p. 59-65, 2004.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; AMBROSI, I. Análise econômica de culturas de inverno e de verão em sistemas mistos, sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 9, n. 1/2, p. 121-128, 2003.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; IGNACZAK, J. C.; ZOLDAN, S. M. Conversão e balanço energético de sistemas de produção de grãos com pastagens sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 743-752, 2000b.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; MALDANER, G. L. Conversão e balanço energético de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária (SPILP), sob plantio direto. In: PIRES, J. L. F.; PASINATO, A.; CAIERÃO, E.; TIBOLA, C. S. (Org.). **Trigo: resultados de pesquisa - safra 2009**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. p. 71-87. (Embrapa Trigo. Documentos, 96).

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O.; MANTO, L. Conversão e balanço energético de culturas de inverno e de verão em sistemas de produção mistos sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 11, n. 1/2, p. 39-46, 2005.

SANTOS, H. P. dos; IGNACZAK, J. C.; LHAMBY, J. C. B. Produtividade cultural de sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dez anos, em Passo Fundo, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 12, p. 1397-1402, dez. 1995a.

SANTOS, H. P. dos; IGNACZAK, J. C.; LHAMBY, J. C. B.; AMBROSI, I. Análise econômica de quatro sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dez anos, em Passo Fundo, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 9, p. 1167-1175, set. 1995b.

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; IGNACZAK, J. C.; SCHNEIDER, G. A. Conversão energética e balanço energético de sistemas de sucessão e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, v. 1, n. 2, p. 191-198, 2001b.

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; PRESTES, A. M.; REIS, E. M. Características agronômicas e controle de doenças radiculares de trigo, em rotação com outras culturas de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 3, p. 277-288, 1998.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M.; LHAMBY, J. C. B.; WOBETO, C. Efeito da rotação de culturas sobre o trigo, em sistema plantio direto, em Guarapuava, PR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 259-267, abr. 1996.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M.; PEREIRA, L. R. Rotação de culturas. XVII. Efeitos no rendimento de grãos e nas doenças do sistema radicular do trigo de 1980 a 1987. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 11, p. 1627-1635, nov. 1990.