

**Erlei MELO REIS\***

\* Eng. Agr., M.Sc., Ph.D., Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, EMBRAPA, Caixa Postal 569, 99001, Passo Fundo-RS, Brasil (Bolsista do CNPq)

## INTRODUÇÃO

### Conceitos básicos

Os fatores determinantes de fitomoléstias são o hospedeiro, o patógeno e o ambiente. O trigo e a cevada representam o hospedeiro, ou fonte nutricional ou o substrato indispensável à nutrição do parasita. Deve-se ter em mente que neste caso o substrato é representado pela planta cultivada, plantas voluntárias, restos culturais e sementes. O patógeno é o agente causal representado por fungos, bactérias e vírus (Wiese, 1977). Quanto ao ambiente,

## SUMMARY

*Crop rotation is the most biological method to control plant diseases. Its effects are noticed both in the control of root infecting pathogens and of those infecting above-ground plant parts. In Brazil, the potentiality of crop rotation has been investigated mainly to control diseases of field winter crops such as wheat, barley, triticale, and lupins. The results are so encouraging that rotation has been officially recommended as a control measure for those crops. Most of the necrotrophic parasites that survive in crop residues, with low saprophytic competitive ability, without resistant structures (sclerotia and chlamydospores), having large or heavy spores (*Bipolaris* and *Drechslera*), or small light spores but spreaded in water droplets (*Septoria* and *Colletotrichum*), are controlled by means of crop rotation.*

*The principle of control involved in this practice is the elimination of the nutritional source of the pathogen (crop residue), between season crops, through microbial decomposition of the host crop residues. Thus, the pathogen is submitted to a nutritional stress that leads it to starvation. Therefore, crop rotation acts on the source of primary inoculum.*

*Unfortunately, the potentiality of controlling plant diseases by crop rotation has not yet been completely studied and exploited in Brazil.*

# POTENCIALIDADE DE CONTROLE DE DOENÇAS DE TRIGO E DA CEVADA POR ROTAÇÃO DE CULTURAS

a duração da água livre na superfície dos órgãos verdes, a umidade relativa e a temperatura são os mais importantes (Sutton et al., 1984).

A maioria dos fitopatógenos (fungos e bactérias) apresentam uma fase de seu ciclo vital chamada de parasitismo. Nesta ocorre a exploração nutricional do hospedeiro pelo parasita por ser este heterotrófico. Em decorrência, são observados os sintomas e os danos correspondentes através de perdas no rendimento de grãos. Alguns parasitas têm a faculdade de, após a senescência da planta de trigo ou de cevada, continuar a nutrir-se dos tecidos mortos. Esta fase do ciclo biológico é chamada de saprofitismo. Nos intervalos entre períodos de parasitismo, os patógenos encontram-se num ambiente menos favorável, e, talvez, mais vulneráveis às práticas culturais de controle do que quando parasitavam o hospedeiro vivo (Menzies, 1963).

O conhecimento de biologia de uma espécie de fitopatógeno leva ao conhecimento de onde, como e por quanto tempo ela sobrevive na ausência da planta hospedeira cultivada e de como pode ser racionalmente controlada.

## Sobrevivência de fitopatógenos

A rotação de culturas age durante a fase de sobrevivência do patógeno. Nesta fase, os patógenos são submetidos a uma intensa competição microbiana, da qual, geralmente levam desvantagem. Correm, também, o risco de não encontrarem o hospedeiro, o que lhes determina a morte por desnutrição. Isto ocorre no período entre dois cultivos de trigo e de cevada, durante a fase saprofítica, a qual no Uruguai corresponde de dezembro-janeiro e junho-agosto.

Sobreviver é manter a viabilidade durante uma situação adversa, como estresse nutricional, hídrico, térmico e por competição microbiana.

### Fungos infectantes de raízes

Estes patógenos sobrevivem pela colonização saprofítica dos restos culturais, como por exemplo, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, agente causal do mal-do-pé (Asher & Sipton, 1981) e de *Cochliobolus sativus* (forma anamórfica *Bipolaris sorokiniana* sin. *Helminthosporium sativum*), agente causal da podridão comum de raízes (Chinn et al., 1962). No caso de *C. sativus*, este pode ainda sobreviver como conídios dormentes no solo (Chinn et al., 1962). Estes esporos, no solo, podem manter a sua viabilidade pela micostase (Chinn & Tinline, 1963) por um período de

até 37 meses nas condições do Rio Grande do Sul, Brasil (Reis, 1989a, 1989b). Quanto à *Gibberella zeae* (anamorfo *Fusarium graminearum*), apresenta habilidade de competição saprofítica, ou seja, extrai nutrientes de vários substratos mortos, diferentes do trigo (Burgess, 1981).

### Fungos infectantes de órgãos aéreos

Para melhor compreensão, este grupo será dividido em biotróficos e necrotróficos. Os biotróficos, agentes causais das ferrugens (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, *P. recondita* f. sp. *tritici*, *P. hordei*) e do oídio (*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*, *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) sobrevivem, principalmente, em plantas voluntárias. O agente causal do carvão (*Ustilago tritici*) sobrevive no interior do embrião da semente na forma vegetativa de micélio dormente (Wiese, 1977).

Os necrotróficos podem ainda sobreviver pela colonização saprofítica dos resíduos culturais, associados a semente, como conídios dormentes no solo e em hospedeiros secundários (Shaner, 1981; Chinn et al., 1962).

## CLASSIFICAÇÃO DOS PATÓGENOS DO TRIGO E DA CEVADA SEGUNDO SEUS REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS E IMPLICAÇÕES NO CONTROLE PELA ROTAÇÃO DE CULTURAS (FEDERATION..., 1973)

### Biotróficos

São aqueles que desenvolveram requerimentos nutricionais específicos, o que os tornou inteiramente dependentes de seus hospedeiros vivos para sobreviverem (Ex. Os agentes causais das ferrugens e do oídio). Desta maneira não são controláveis pela rotação porque não são dependentes dos resíduos culturais para sobreviverem.

### RESUMO

O método biológico de controle de doenças mais antigo é a rotação de culturas. Seus efeitos são observáveis tanto no controle dos patógenos infectantes de raízes como nos de órgãos aéreos. No Brasil, a potencialidade da rotação tem sido investigada, principalmente, no controle de doenças de cultivos de inverno como trigo, cevada, triticale e tremoço. Os resultados obtidos são tão evidentes que hoje esta prática faz parte das recomendações oficiais da pesquisa para aquelas culturas. Todos os patógenos necrotróficos que sobrevivem nos restos culturais, que tenham baixa habilidade de competição saprofítica, que não apresentem estruturas de resistência (esclerócios e clamidosporos), que apresentem esporos grandes e ou pesados (*Bipolaris* e *Drechslera*) ou que seus esporos sejam disseminados veiculados a gotículas de águas (*Septoria* e *Colletotrichum*) são controláveis pela rotação de culturas.

O princípio de controle envolvido nesta prática é a eliminação da fonte nutricional do patógeno, no período de entressafra, pela decomposição microbiana dos restos culturais do hospedeiro. Assim, o patógeno é submetido a um estresse nutricional que leva à sua morte. A rotação de culturas age, portanto, sobre a fonte de inóculo primário.

No Brasil, a potencialidade de controle de doenças de plantas pela rotação de culturas ainda não tem sido devidamente estudada e explorada.

## Necrotróficos

Extraem seus nutrientes tanto de tecidos vivos como de mortos, isto é, além da fase parasitária sobre a planta viva de trigo, ainda apresentam uma opção adicional de sobreviver que é a fase saprofítica. São potencialmente controláveis pela rotação de culturas.

## PRINCÍPIO DE CONTROLE DE FITOMOLÉSTIAS PELA ROTAÇÃO DE CULTURAS

Uma revisão extensa sobre o assunto foi feita por Curl (1963) e um histórico de sua evolução no Brasil foi descrito por Rosa (1988).

A rotação de culturas é o cultivo alternativo de espécies vegetais diferentes no mesmo local e na mesma estação anual. Por exemplo, trigo, aveia, trigo, aveia, trigo, etc. Numa mesma lavoura, durante o inverno, são cultivadas alternadamente estas duas espécies de cereais.

Por outro lado, o cultivo alternado, na mesma área, de diferentes espécies, em estações diferentes, constitui a sucessão anual de culturas como por exemplo trigo, soja, trigo, soja, etc. Neste caso, tem-se

monocultura do trigo no inverno e de soja no verão.

O princípio de controle da rotação de culturas baseia-se na supressão do hospedeiro (substrato nutricional), um dos fatores determinantes de doenças. A inexistência da planta de trigo e de cevada no solo (cultivada, voluntária e resíduos culturais) leva a erradicação dos patógenos que delas são nutricionalmente dependentes.

A eliminação dos resíduos culturais, durante a rotação de culturas é devida à decomposição da mesma pelos microorganismos do solo. Na fase final da decomposição dos fitopatógenos associados aos resíduos são destruídos pela microflora. Assim, a rotação de culturas constitui-se numa medida de controle biológico, como abordado por Cook & Baker (1983).

Baker & Cook (1974) citam que a maioria, ou se não a totalidade dos fitopatógenos, provavelmente, morreriam de inanição ou de velhice, independentemente de qualquer fator biológico, se não tiverem acesso ao hospedeiro ou a outro substrato. Daí conclui-se que durante a rotação de culturas os fitopatógenos são eliminados e que, contrariamente, sob monocultura, eles são realimentados e, portanto, mantidos num potencial de inóculo suficiente para a continuidade do ciclo biológico dos patógenos.

**Quadro 1.** Efeitos de manejo do solo e de sistemas de rotação de culturas na incidência (%) da mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis*) nas três últimas folhas do trigo BR 23, 1989

Sistemas de rotação (inverno)	Sistemas de manejo do solo				Média
	PD	CM	AD	AA	
Monocultura de trigo	37,3Aa	29,6Aa	20,3Ba	16,7Ba	26,0a
Rotação 1 (trigo-ervilhaca-trigo, etc.)	21,1ABb	24,3Aab	21,6ABa	14,8BA	20,5b
Rotação 2 (trigo-aveia-ervilhaca-trigo, etc.)	17,8Ab	19,0Ab	19,5Aa	15,9Aa	18,0b
Média	25,4A	24,4A	20,5B	15,8C	

PD-Plantio direto; CM - Cultivo mínimo; AD Preparo convencional com arado de discos; preparo convencional com arado de aiveca.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e por letras minúsculas nas colunas são estatisticamente semelhantes pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. C.V. (%) para rotação 6, 13 e para manejo de solo 9,9.

Fonte: Reis e Santos, no prelo.

## CARACTERÍSTICAS DOS FITOPATÓGENOS VULNERÁVEIS AO CONTROLE DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

Sobrevivem pela colonização saprofítica dos resíduos culturais do trigo. Não apresentam habilidade de competição saprofítica. Portanto, apresentam dependência nutricional ao trigo ou a cevada.

Não apresentam estruturas de resistência as quais poderiam mantê-los viáveis por vários anos, no solo, a espera de uma nova oportunidade de infectarem a planta hospedeira quando esta voltasse a ser cultivada naquele local. As principais estruturas de resistência são: clamidosporos, esclerócios e oosporos. Convém mencionar-se que os fitopatógenos do trigo e da cevada não apresentam tais estruturas. Porém, *C. sativus*, como já mencionado, sobrevive como conídios, livres no solo.

Apresentam esporos grandes, pesados, transportados pelo vento a distâncias relativamente curtas. Como exemplo, são apresentadas as dimensões dos esporos dos fungos infectantes dos órgãos aéreos controláveis pela rotação: *Bipolaris sorokiniana*, 60-100 x 18-23  $\mu\text{m}$ , *D. tritici-repentis* 80-250 x 14-20  $\mu\text{m}$  e *D. teres* 90-120 x 19-21  $\mu\text{m}$  (Ellis, 1971). Na quadro 1, apresentam-se os dados relativos ao efeito da rotação de culturas no controle de *D. tritici-repentis*, experimento no qual as parcelas estavam distanciadas 3 m uma das outras. Na figura 1, mostra-se o efeito da rotação de culturas na evolução da mancha reticular da cevada (*D. teres*).

Apresentam esporos relativamente pequenos e leves, porém, sempre transpor-

tados pelo vento, veiculados a gotículas de água, a distâncias relativamente curtas (Brennam et al., 1985). Servem de exemplos *Septoria nodorum* 22-30 x 2,5-3  $\mu\text{m}$ , *S. tritici* 43-70 x 1,5-2  $\mu\text{m}$  e *S. passerinii* (Wiese, 1977).

Apresentam poucos ou nenhum hospedeiro secundário (planta sem importância econômica).

Ainda não foi devidamente esclarecida a presença de hospedeiros secundários de *D. tritici-repentis*, *D. teres*, *S. nodorum* e de *S. tritici*, no Brasil. Caso fossem epidemiologicamente importantes, poderiam, em algumas situações, eliminar o efeito da rotação de culturas.

## PATÓGENOS NECROTRÓFICOS CONTROLÁVEIS PELA ROTAÇÃO DE CULTURAS

Enquadram-se em uma das cinco características acima citadas os seguintes patógenos com os respectivos nomes comuns das doenças:

- G. graminis* var. *tritici* - Mal-do-pé.
- S. tritici* - Mancha salpicada da folha.
- S. nodorum* - Septoriose da folha, do nó e da gluma.
- D. tritici-repentis* - Mancha amarela da folha.
- D. teres* - Mancha em rede.
- B. sorokiniana* - Helmintosporiose.
- Xanthomonas campestris* pv *undulosa* - Estria bacteriana.

## PATÓGENOS NECROTRÓFICOS NÃO CONTROLÁVEIS PELA ROTAÇÃO DE CULTURAS

Aqui são listados aqueles patógenos que não satisfazem uma ou mais das características anteriormente citadas.

***Gibberella zeae*** - giberela. Apresenta muitos hospedeiros secundários (quadro 2) nos quais forma peritécios saprofiticamente. A figura 2, mostra que devido a

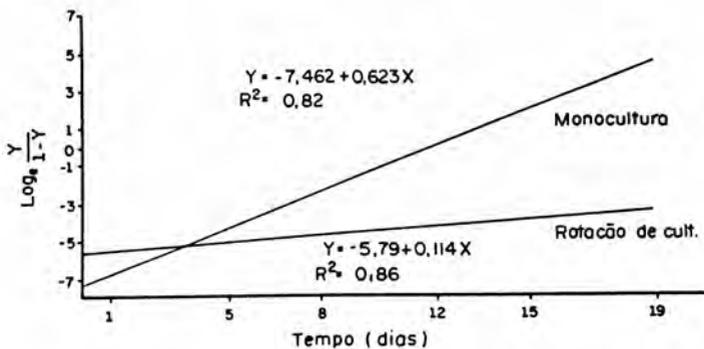


Figura 1. Efeito da rotação de culturas na evolução da mancha em rede da cevada causada por *Drechslera teres*. CNPT/EMBRAPA (Gassen & Reis, 1990).

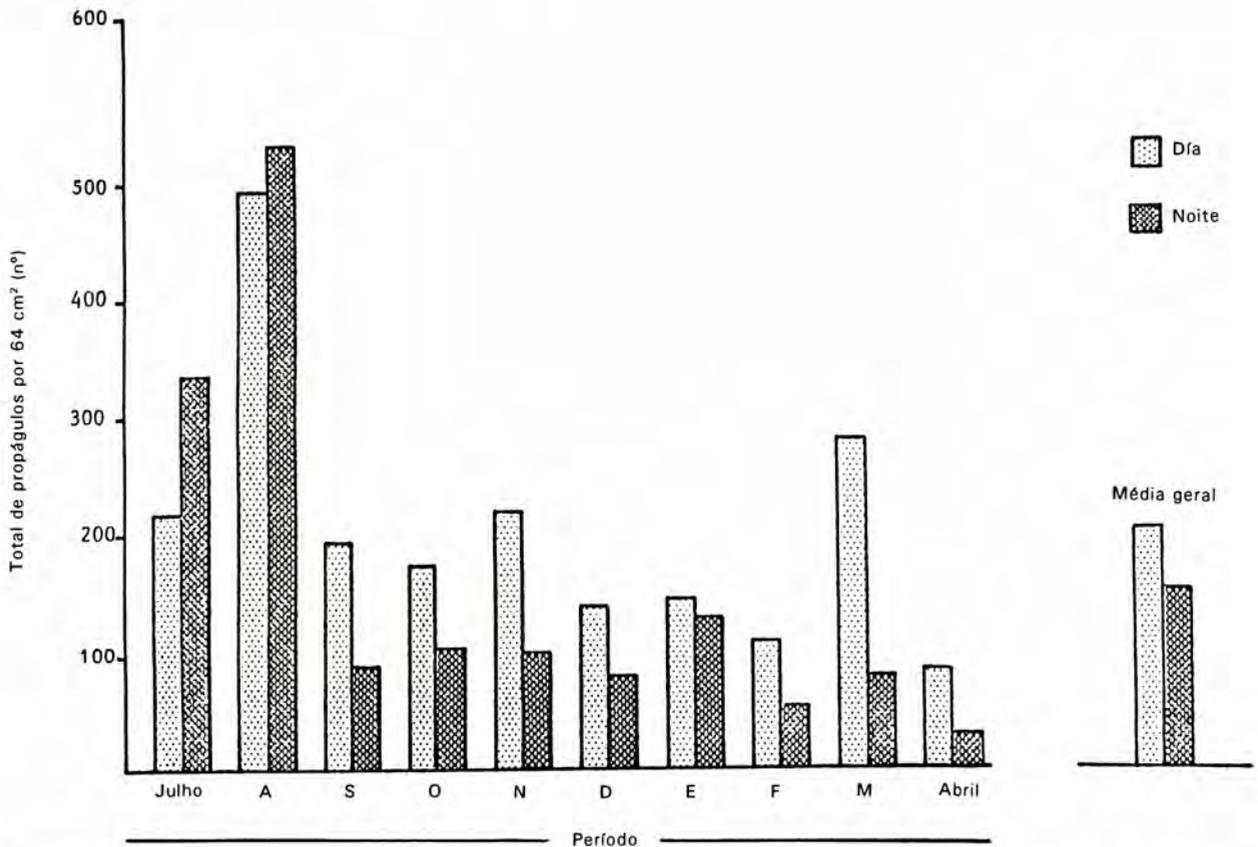
**Quadro 2.** Espécies vegetais\* sobre as quais foram encontrados peritécios de *Gibberella zeae* sob condições naturais.

*Andropogon bicornis* L.  
*Avena strigosa* Schrab.  
*Botriochloa* sp.  
*Brachiaria plantaginea* (Lk.) Hitch  
*Bromus catharticus* Vahl  
*Cortaderia selloana*  
*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.  
*D. ciliaris* (Letz.) Koel.  
*Lolium multiflorum* Lam.  
*Oryza sativa* L.  
*Panicum maximum* Jacq.  
*Paspalum dilatatum* Poir.  
*P. notatum* Fluegge.  
*P. urvillei* Steud.  
*Pennisetum clandestinum* Chiov.  
*P. purpureum* Schumach.  
*Sorghum halepense* (L.) Pers.  
*S. vulgare* L.

este fato, os ascósporos estão presentes no ar todos os meses do ano, principalmente nos meses em que o trigo está em floração. Além disto, apresenta esporos pequenos, segundo Booth (1971) 17-25 x 3-5  $\mu\text{m}$ , leves e, portanto, transportados pelo vento a longa distância. Estes fatos asseguram a presença do inóculo em qualquer lugar e em qualquer tempo. Assim é anulado o efeito da rotação (Reis, 1989c, 1990a, 1990b).

***Pyricularia oryzae*** - brusone. Apresenta, no Brasil, também, uma gama numerosa de hospedeiros secundários, esporos pequenos, segundo Ou (1985) 19-23 x 7-9  $\mu\text{m}$ , transportados pelo vento a longa distância. Estes dois fatos anulam o efeito da rotação em erradicar o patógeno de uma lavoura.

\* Tecidos senescidos ou mortos por geadas.  
 Fonte: Reis, 1990a.



**Figura 2.** Propágulos de *Gibberella zeae*, coletados em armadilhas de esporos em dois períodos diários, de julho de 1983 a abril de 1984, sobre *Trifolium subterraneum*, em Passo Fundo, RS. Fonte: Reis, 1989c

## CONSEQUÊNCIAS DA ROTAÇÃO E DA MONOCULTURA NA POPULAÇÃO DE FITOPATÓGENOS

¿Por que a monocultura de trigo aumenta a intensidade das doenças causadas por necrotróficos? Porque não deixa faltar o substrato indispensável à multiplicação dos parasitas. Assim, a presença dos restos culturais do trigo ou da cevada, em lavouras de monocultura, indica também, a presença dos patógenos naquele local. A monocultura reintroduz na lavoura o alimento dos patógenos a cada 6-7 meses (colhe-se o trigo em dezembro-janeiro, e semeia-se em julho-agosto).

Na figura 3, é hipoteticamente mostrada a dinâmica de aumento e de declínio populacional dos necrotróficos sob monocultura. A linha pontilhada indica o

limiar ou o nível crítico de dano económico. Ou seja, quando o nível de infecção situar-se acima, a doença causa perdas económicas na cultura e é justificável seu controle por fungicidas aplicados nos órgãos aéreos.

Na figura 4, está representada hipoteticamente, o efeito da rotação de culturas em reduzir o inóculo primário presente nos resíduos culturais. De modo semelhante, a linha pontilhada representa o nível crítico de dano económico. Observa-se que sob rotação, a intensidade das doenças em função do inóculo disponível irá atingir o nível com uma frequência muito menor do que quando comparada a monocultura.

Outra pergunta pertinente é ¿quando o trigo ou a cevada poderão voltar a ser cultivados na mesma área? A resposta é: quando os patógenos necrotróficos controláveis pela rotação de culturas forem eliminados ou reduzidos a um nível de inóculo muito baixo. Isto ocorre após a decomposição completa dos resíduos

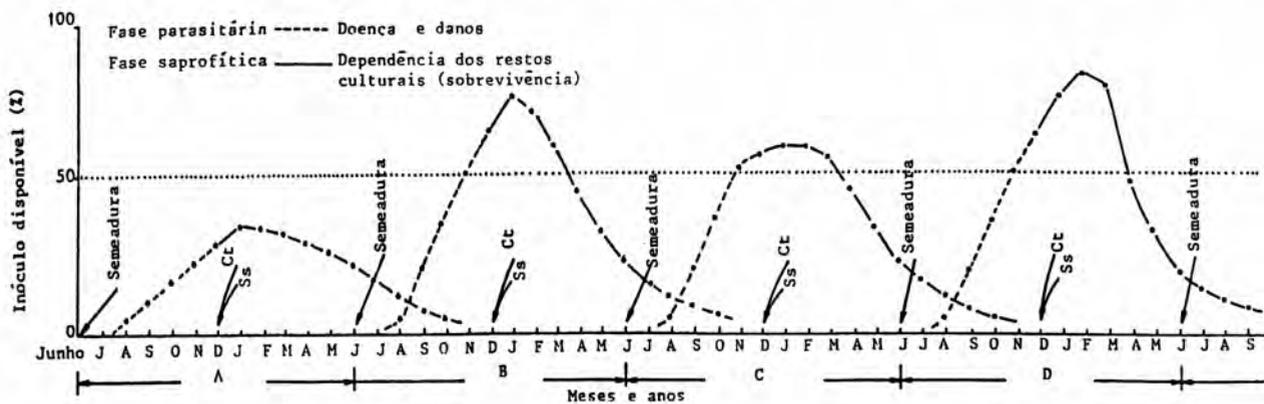


Figura 3. Gráfico hipotético da dinâmica de aumento e declínio populacional de patógenos necrotróficos em trigo e cevada, sob monocultura. A, B, C, D - Anos agrícolas; Ct - Colheita do trigo; Ss - Semeadura da soja.

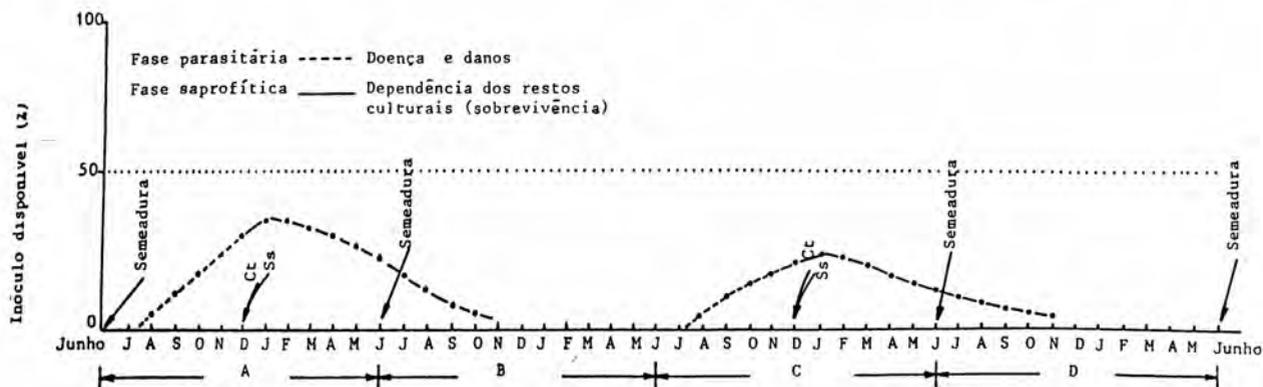


Figura 4. Gráfico hipotético da dinâmica de aumento e declínio populacional de patógenos necrotróficos em trigo e cevada, sob rotação de culturas. A, B, C, D, = Anos agrícolas. Ct = Colheita de trigo. Ss = Semeadura da soja.

culturais (mineralização da matéria orgânica). Este período é em torno de 12-16 meses, para Passo Fundo, no RS (Reis, dados não publicados).

A resposta a esta pergunta requer pesquisa local a fim de determinar-se o período de decomposição dos resíduos culturais do trigo. Como exemplo apresenta-se a figura 5, referente à sobrevivência de *G. zeae*. A velocidade de decomposição é função da atividade microbiana que por sua vez é dependente da umidade do resíduo, da relação C/N, da temperatura, do pH e da aeração (Alexander, 1961). Nos resíduos culturais ocorre a esporulação contínua dos patógenos e esta prossegue enquanto houver nutrientes disponíveis. Desta maneira, a esporulação e liberação do inóculo constitui fenômenos cíclicos. Quando coincidir a liberação do inóculo com a presença do trigo reestabelece-se o parasitismo. Neste momento, o resíduo cultural não é mais uma fonte de inóculo primário importante. O patógeno já foi introduzido no novo cultivo (fig. 3).

### ESPÉCIES ALTERNATIVAS PARA INTEGRAREM UM SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURAS DE INVERNO COM O TRIGO

Uma espécie vegetal para integrar o sistema de rotação não pode ser hospedeira dos patógenos do trigo e da cevada. Geralmente as espécies leguminosas (ervilhaca, chícharo, serradela, trevos, etc.) e crucíferos (colza e nabo forrageiro) satisfazem este requisito. Porém, das gramíneas de inverno a mais favorável é a aveia. O único inconveniente é a sua suscetibilidade ao vírus do mosaico do trigo transmitido pelo fungo de solo *Polymixa graminis*. Havendo registro de sua ocorrência numa lavoura, deve-se seguir a recomendação e se plantar cultivares de trigo resistentes ao vírus (Reunião..., 1989).

Deduz-se que a cevada, o centeio e o triticale são hospedeiros comuns de um ou de vários patógenos e por isto não são alternativas para uso em rotação de culturas com o trigo (Reis & Wünsche, 1984; Reis & Baier, 1983).

Em algumas situações, os hospedeiros secundários poderão comprometer o controle pela rotação de culturas. Cita-se o

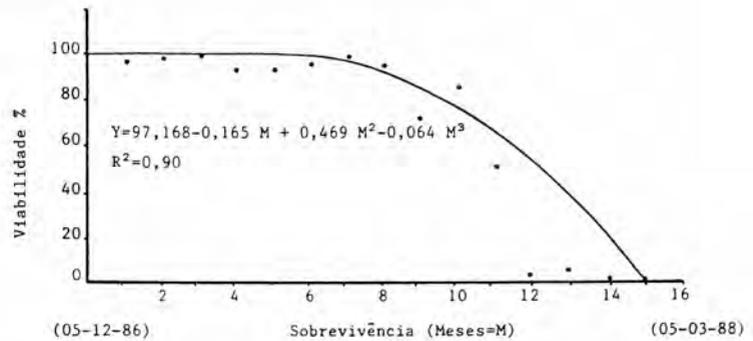


Figura 5. Sobrevivência de peritécios de *Gibberella zeae* em grãos de trigo naturalmente infectados sob condições de campo. Fonte: Reis, 1990 b.

exemplo do azevém (*Lolium multiflorum* L.) que pode tornar-se uma invasora em algumas lavouras. Esta espécie é suscetível ao agente causal do mal-do-pé. Portanto, caso não seja eliminada da lavoura, manterá o patógeno viável no solo num nível de inóculo suficiente para garantir a continuidade de seu ciclo biológico, quando o trigo voltar a ser cultivado na área após um inverno de rotação (Reis & Santos, 1989; Reis & Santos, no prelo; Reis et al., 1983).

### INTERAÇÃO ENTRE DOENÇAS E PLANTIO DIRETO

No plantio direto a totalidade dos resíduos culturais são deixados na superfície do solo. Nesta situação a taxa de decomposição é mais lenta, o que aumenta o período de sobrevivência dos patógenos. Também, o inóculo encontra-se num posicionamento ideal para a esporulação, liberação e inoculação. A nova cultura de trigo emerge entre os resíduos infectados. Por isto, as doenças causadas por necrotróficos são mais severas sob plantio direto e monocultura (Cook et al., 1978). A rotação de culturas minimiza este inconveniente do plantio direto (quadro 1).

### INTERAÇÃO ENTRE ROTAÇÃO DE CULTURAS E SANIDADE DE SEMENTES

Como abordado anteriormente, a rotação de culturas elimina biologicamente os patógenos que sobrevivem nos restos culturais.

Os patógenos tais como *B. sorokiniana*, *D. tritici-repentis*, *D. teres*, *S. nodorum* e *X. campestris* pv *undulosa* sobrevivem também, associados a sementes e são transmitidos aos órgãos aéreos com elevada eficiência (Wiese, 1971). Por isto, a rotação de cultura para ser efetiva deve ser complementada pelo tratamento de sementes de trigo e de cevada com fungicidas e doses eficazes, isto é, de modo a se obter controle com eficácia de 100% (Reis, 1987).

O uso de sementes infectadas, sem tratamento com fungicida, reintroduz os patógenos na área onde foram eliminados pela rotação de culturas.

### ASPECTOS ECONÓMICOS DA ROTAÇÃO DE CULTURAS

Os cereais de inverno mais rentáveis são o trigo e a cevada. Desta maneira ao observar a rotação de culturas o agricultor não terá o mesmo número de safras destas espécies ao longo de vários ciclos da rotação. Isto pode significar uma redução em sua receita. Logicamente que com a rotação haverá um incremento dos rendi-

mentos. Porém, no caso de um sistema de rotação no qual o trigo retorne a mesma área após 2 ou 3 invernos, dificilmente os aumentos de rendimento proporcionados compensariam economicamente o sistema de um inverno sem trigo, apesar dos rendimentos absolutos deste serem um pouco mais baixos (quadros 3 e 4).

Na análise económica dos experimentos de rotação de culturas conduzidos no CNPT/EMBRAPA, envolvendo o trigo, Zentner et al. (1990), obtiveram o seguinte retorno líquido, em dólares canadenses/ha: monocultura U\$ 81,00, um inverno de rotação U\$ 245,00, dois invernos U\$ 81,00 e três invernos de rotação U\$ 121,00. No estudo foram analisados os rendimentos obtidos de 1981 a 1986. Torna-se claro que o sistema mais económico, no momento é o de 3 invernos de rotação sem trigo, intercalado com cevada.

Outro aspecto que merece consideração refere-se à aveia. No momento, esta é a melhor cultura alternativa para integrar o sistema de rotação no Sul do Brasil. Caso o agricultor obtenha uma renda adicional pelo pastoreio desta, produzindo carne ou mesmo se houver a industrialização do grão, da aveia branca, e se este produto for

**Quadro 3.** Efeito de rotação de culturas na intensidade de doenças radiculares e no rendimento de grãos do trigo. CNPT-EMBRAPA, 1982.

	TRATAMENTOS			Anos sem trigo	Grau de infecção*		Rendimento	
	Anos de cultivo				Não transformado (%)	Transformado arco seno $\sqrt{\%}$	Kg/ha	%
1979	1980	1981	1982					
C/T	Trigo	Trigo	Trigo	0	92	74,7a**	377c	100
C/T	Trigo	Tremoço	Trigo	1	67	54,9b	1.045b	277
Trigo	Aveia	Linho	Trigo	2	19	25,7c	2.184a	579
Trigo	Tremoço	Colza	Trigo	2	16	23,4cd	2.320a	615
C/T	Trevo	Trevo	Trigo	2	12	20,2cd	2.044a	542
Trigo	Pousio	Tremoço	Trigo	2	7	16,3d	2.117a	562
C.V. (%)						14,44	13,32	---

\* Determinado segundo a fórmula de McKinney em que plantas sadias = 0 - traço; 1-25% do sistema radicular necrosado = infecção leve; 25-50% = moderada; > 50% = severa. Os valores englobam conjuntamente o mal-do-pé e a prodridão comum de raízes.

\*\* As médias em colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste de Duncan a 5%.

C/T = Cultivo de cevada ou trigo.

Fonte: Reis et al. (1983).

**Quadro 4.** Efeitos de sistemas de rotação de culturas sobre a severidade de doenças radiculares (GI\*) e sobre o rendimento de grãos de trigo, nos anos de 1984 a 1986. CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS.

Tratamento	Inverno sem trigo ou cevada	1984		1985		1986		Média	
		GI (%)	Rendi- mento kg/ha	GI (%)	Rendi- mento kg/ha	GI (%)	Rendi- mento kg/ha	GI (%)	Rendi- mento kg/ha
1. Monocultura de trigo desde 1976	0	79a	1.734b	67a	1.950b	38a	2.171c	61a	1.952b
2. Rotação: trigo-colza- cevada-tremoço-trigo	1	67b	1.962a	42b	2.547a	9b	2.593b	39b	2.367a
3. Rotação: trigo-aveia- ervilhaca-trigo	2	62b	1.941a	28c	2.741a	8b	2.813a	33b	2.498a
4. Rotação: trigo-colza- linho-tremoço-trigo	3	62b	2.044a	22c	2.806a	8b	2.768a	31b	2.539a
C.V. (%)		9,57	6,22	9,06	25,11	29,67	2,42	—	—

Médias de quatro repetições, seguidas pela mesma letra dentro das colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Valores de GI foram transformados  $\sqrt{\%}$  para a análise estatística.

Fonte: Reis & Santos (1989).

introduzido, por exemplo, na merenda escolar e com garantia de um preço mínimo justo, o valor de US\$ 245,00 (sistema de um inverno de rotação) poderia ter ainda um acréscimo considerável. Tornaria desta maneira este um sistema econômico, diversificado e que dificilmente seria sobrepujado por outro. No momento, a adoção da rotação de cultura tem sido muito lenta por falta, talvez, de informações que comprovem a sua economicidade.

## CONCLUSÕES

Apesar dos resultados obtidos tanto em experimentos como em lavouras comerciais serem positivos, a expansão do uso da rotação para o trigo e para a cevada tem sido pouco expressiva. Talvez, as regiões, no Brasil, onde esta prática vem sendo observada num percentual mais elevado de agricultores é nas regiões de atuação das cooperativas Fundação ABC (Castro, Tibagi e Ponta Grossa, PR) e da Cooperativa Agrária (Guarapuava, PR).

A eficácia da rotação de culturas, usada integradamente com as demais tecnologias recomendadas, tem sido claramente demonstrada, porém, a sua potencialidade

de uso ainda não tem sido devidamente explorada, no Brasil.

Um sistema de rotação de culturas envolvendo o trigo e a cevada pode ser desenvolvido, no Uruguai, mais facilmente do que no Brasil. Isto porque já é tradicional no primeiro país a integração da pecuária com a agricultura. As leguminosas forrageiras se constituem na melhor opção sob o aspecto fitossanitário. Entre as gramíneas pode-se recomendar o uso das aveias como culturas alternativas. No entanto, deve-se fazer uma ressalva de que o uso de outras espécies de gramíneas, comuns no Uruguai, muitas delas nativas, precisa ser cuidadosamente investigada a fim de conhecer-se se são hospedeiras comuns de patógenos do trigo e ou da cevada. Por exemplo, o azevém, é suscetível ao agente causal do mal-do-pé do trigo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALEXANDER, M. 1961. Organic matter decomposition. In: ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. New York, John Wiley. Chap. 9, p.139-162.

- ASHER, M. J. C.; SHIPTON, P. J. 1981. Biology and control of take-all. London, Academic Press. 538p.
- BAKER, K. F.; COOK, R. J. 1974. Biological control of plant pathogen. San Francisco. W. H. Freeman and Company, San Francisco. 433p.
- BOOTH, C. 1971. The genus fusarium. Kew, Commonwealth Mycological Institute. 237p.
- BRENNAN, R. M.; FITT, B. D. L.; TAYLOR, G. S.; COLHOUN, I. 1985. Dispersal of *Septoria nodorum* pycnidiospores by simulated rain and wind. *Phytopathol. Z.*, Berlin., 112:291-287.
- BURGESS, L. W. 1981. General ecology of the fusaria. In: NELSON, P. E.; TOUSSOUN, T. A.; COOK, R. J., eds. Fusarium: diseases, biology, and taxonomy. University Park: The Pennsylvania State University Press. 457p.
- CHINN, S. H. F.; TINLINE, R. D. 1963. Spore germinability in soil as an inherent character of *Cochliobolus sativus*. *Phytopathol.*, 53:1101-12.
- CHINN, S. H. F.; SALLANS, B. J.; LEDINGHAM, R. J. 1962. Spore population of *Helminthosporium sativum* in soils in relation to the occurrence of common root rot of wheat. *Can. J. Plant. Sci.*, 42:720-727.
- COOK, R. J.; BAKER, K. F. 1983. The nature and practices of biological control of plant pathogens. St. Paul, The American Phytopathological Society. 539p.
- COOK, R. J.; BOOSALIS, M. G.; DOUPNIK, B. 1978. Influence of crop residues on plant diseases. In: CROP residue management systems. Madison, ASA/CSSA/SSSA. ASA Special Publication, 31, cap. 8, p.147-63.
- CURL, E. A. 1963. Control of plant diseases by crop rotation. *Bot. Rev.*, 29:413-419.
- ELLIS, M. B. 1971. *Dematiaceous hyphomycetes*. Kew, CAB. 608p.
- FEDERATION OF BRITISH PLANT PATHOLOGISTS. 1973. Terminology sub-committee. A guide to the use of terms in plant pathology. Kew, Commonwealth Mycological Institute. *Phytopathological papers*, Nº 17. 55p.
- GASSEN, F. R.; REIS, E. M. 1990. Efeito da rotação de culturas na evolução da mancha reticular da cevada causada por *Drechslera teres*. Relatório FAPERGS. 8p.
- MENZIES, J. D. 1963. Survival of microbial plant pathogens in soil. *Bot. Rev.* 29:79-112.
- OU, S. H. 1985. Rice diseases. 2nd. ed. London, Commonwealth Mycological Institute. 368p.
- REIS, E. M. 1987. Patologia de sementes de cereais de inverno. São Paulo, CNDA. 32p.
- REIS, E. M. 1989a. Longevity of *Cochliobolus sativus* propagules in soil. *Fitopatol. bras.*, 14(3/4):205-297.
- REIS, E. M. 1989b. Doenças do trigo II; Mal-do-pé. São Paulo, Ciba Geigy. 15p.
- REIS, E. M. 1989c. Quantificação de propagulos de *Gibberella zeae* no ar com armadilha de esporos. *Fitopatol. bras.*, 13:324-327.
- REIS, E. M. 1990a. Perithecial formation of *Gibberella zeae* on senescent stems of grasses under natural conditions. *Fitopatol. bras.*, 15:52-54.
- REIS, E. M. 1990b. Survival of perithecia *Gibberella zeae* Petch. on naturally infected wheat kernels under field conditions. *Fitopatol. bras.*, 15:254-255.
- REIS, E. M.; BAIER, A. C. 1983. Efeito do cultivo de alguns cereais de inverno no aumento da população de *Helminthosporium sativum* no solo. *Fitopatol. bras.*, 8:311-5.
- REIS, E. M.; SANTOS, H. P. 1989. Rotação de culturas XV. Efeitos sobre doenças radiculares e sobre o rendimento de grãos de trigo nos anos de 1984 a 1986. *Fitopatol. bra.*, 14(1):17-19.
- REIS, E. M.; SANTOS, H. P. The effects of soil management and crop rotation on the incidence of yellow spot of wheat caused by *Drechslera tritici-repentis*. *Fitopatol. bras.* (no prelo).
- REIS, E. M.; SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B. 1983. Rotação de culturas I - Efeito sobre doenças radiculares do trigo nos anos de 1981 e 1982. *Fitopatol. bras.* 8(3):431-37.
- REIS, E. M.; WUNSCH, W. A. 1984. The sporulation of *Cochliobolus sativus* on residues of winter crops and its relationship to the increase of inoculum density in the soil. *Plant. Dis.*, 68:411-412.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 21, Passo Fundo, RS, 1989. Recomendações da comissão sul-brasileira de pesquisa de trigo - 1989. Cruz Alta, FUNDACEP-FECOTRIGO. 68p.

- ROSA, O. de. 1988. Controle integrado de doenças e de pragas do trigo no Rio Grande do Sul - desenvolvimento, resultados e perspectivas. Passo Fundo : EMBRAPA-CNPT, 1988. EMBRAPA-CNPT. Documentos. 24p.
- SHANER, G. 1981. Effect of environment of fungal leaf blights of small grains. *Ann. Rev. Phytopathol.* 19:273-296.
- SUTTON, J. C.; GILLESPIE, T. J.; HILDEBRAND, P. D. 1984. Monitoring weather factors in relation to plant disease. *Plant. Dis.*, 68:78-84.
- WIESE, M. V. 1977. Compendium of wheat diseases. St. Paul, The American Phytopathol. Soc., 106p.
- ZENTNER, R. P.; SELLES, F.; SANTOS, H. P.; AMBROSI, I. 1990. Effects of crop rotations on yield, soil characteristics, and economic returns in southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS (Passo Fundo, RS). Proceedings; conservation tillage for subtropical areas. (s.1.): CIDA/EMBRAPA-CNPT. p. 96-116.