



1

2

Mal-do-pé do trigo – ciclo da doença

3

Erlei Melo Reis

4

Introdução

5

6

7

O mal-do-pé (pé, referindo-se a raiz do trigo) é uma podridão radicular que ocorre em lavouras onde o trigo é cultivado em monocultura, plantio direto, solos com pH > 5,5, em regiões com precipitação pluvial superior a 450 mm no ciclo do trigo.

8

Nomes comuns

9

10

11

12

O nome comum da doença foi criado por agricultores australianos que o denominaram de take-all (pega-tudo). Na Argentina é denominado de *pietin* e no Brasil, de mal-do-pé. Alguns ainda a denominam de *ofióbolus* em referência ao gênero antigo do fungo agente causal, *Ophiobolus*.

13

Danos.

14

15

16

17

Presentemente, no Planalto Médio e Missões do Rio Grande do Sul e no Estado do Paraná (Cascavel, Castro, Guarapuava, Mangueirinha, Palmas etc.) tem causado danos na cultura, principalmente, quando ocorre excesso de chuvas durante o desenvolvimento do trigo. O dano é proporcional a área de plantas mortas na lavoura.

18

Hospedeiros

19

20

O agente causal do mal-do-pé mostra algum grau de especialização para o trigo, mas pode atacar várias gramíneas.

21

22

23

24

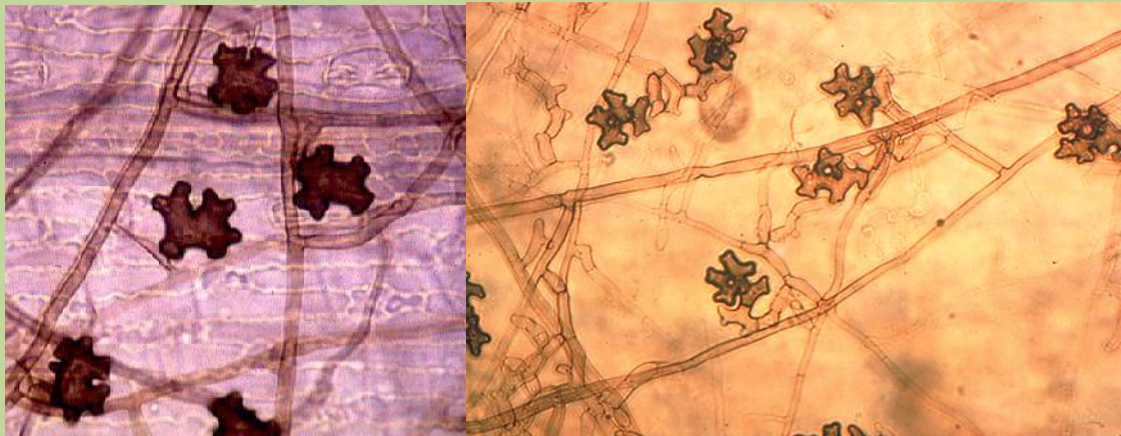
25

26

27

Em lavouras em que se faz a rotação de trigo com culturas de inverno não suscetíveis a *G. graminis* var. *tritici*, o fungo é mantido parasitando as raízes de algumas gramíneas vegetando na área. Tais espécies mantêm o patógeno viável no solo durante o inverno quando o trigo ou os demais cereais de inverno, não suscetíveis, não são cultivados. Servem de exemplo lavouras infestadas por azevém (*Lolium multiflorum*), gramínea de inverno comum no Sul do Brasil. Todas as variedades de trigo, cevada, centeio e triticale são igualmente suscetíveis.

1 **Etiologia.** O agente causal do mal-do-pé é um fungo pertencente à classe dos
 2 Ascomicetos; ordem: Pleosporales; família: Pleosporaceae. O fungo foi denominado durante
 3 muito tempo *Ophiobolus graminis* Sacc. Em 1952, os membros desse grupo foram
 4 transferidos para *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & Oliv., quando foram identifica
 5 das ascas unitunicadas e hifopódios. Os isolados de trigo são denominados *de G. graminis*
 6 variedade *tritici* Walker (*Ggt*) e são distinguidos de *G. graminis* var. *avenae*, por sua
 7 virulência à aveia, e de *G. graminis* var. *graminis*, patogênico a gramíneas, entre elas o arroz.
 8 *G. graminis* var. *graminis* foi relatado, em arroz, no Brasil (Prabhu & Filippi, 2002).



9

10 Figura 1 . Hifopódios de *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*.



11

12 Figura2. Ascas com ascósporos e ascósporos individualizados

13 **Morfologia do fungo.** Os hifopódios de *Ggt* são simples, formam-se na superfície do
 14 hospedeiro e servem para fixá-lo, algo semelhante a apressórios, tendo um poro transparente
 15 através do qual o hospedeiro é invadido pelo tubo de penetração (Figura 1). São achatados,
 16 tendo de 9 a 15 μm de diâmetro, e levemente mais escuros do que as hifas das quais são
 17 formados. São produzidos abundantemente no micélio que se forma sobre a base dos colmos
 18 ou, experimentalmente, sobre coleótilos de plântulas inoculadas com o fungo. *Ggt* tem

1 hifopódios simples, não lobados, enquanto os de *G. graminis* var. *graminis* são hialinos ou
2 pardo-claros e lobados. Estas duas variedades são indistinguíveis com base nos peritécios,
3 ascas e ascosporos. A única diferença está na forma dos hifopódios. *G. graminis* var. *avenae*
4 distingue-se das duas anteriores por apresentar hifopódios simples, porém com ascosporos
5 mais longos (2,5-3 x 90-110 µm). As macro-hifas são septadas, de 4 a 7 µm de largura e
6 freqüentemente agrupadas em feixes (Figura 7).

7 Essas hifas são importantes auxiliares na diagnose da doença quando os peritécios não
8 se formam nos estágios iniciais de desenvolvimento da cultura. São facilmente observadas,
9 com auxílio da lupa, crescendo longitudinalmente sobre as raízes das plantas atacadas.

10 Os peritécios são erumpentes através das bainhas inferiores, são escuros, medindo 200
11 a 400 µm em diâmetro com rostros de 150 a 300 µm de comprimento; as ascas são de 10-15 x
12 80-130 µm, tendo um distinto anel apical de 2 a 3 µm de diâmetro. Os ascosporos são
13 hialinos, 8 em cada asca, delgados, medindo 3-4 x 70-100 µm e de 3 a 7 septos (Figura 2).

14

15 **Ciclo do mal-do-pé (Fig. 3)**

16

17

18 Figura 2. Ciclo do mal-do-pé do trigo causado por *Gauemannoyces graminis* var. *tritici*.

19

20 **Sobrevivência e fontes de inóculo primário.** Não são conhecidas estruturas de
21 repouso em *Ggt* Por isso, o fungo sobrevive no solo na forma de colonização ativa, tendo
22 como substrato as raízes de gramíneas nativas, que, embora sem evidência de sintomas
23 secundários, mantêm o patógeno no solo por vários anos. Também são muito importantes para
24 a sobrevivência as coroas das plantas cultivadas suscetíveis. Esses são os tecidos que mais
25 resistem à ação decompositora dos microrganismos do solo. Na maioria dos casos, tais tecidos
26 são mais importantes à sobrevivência do que as gramíneas nativas.

27 Solo trabalhado intensamente reduz significativamente a doença, devido à destruição
28 dos restos culturais. Os fragmentos menores são mais facilmente degradados pelos
29 microrganismos de compositores da matéria orgânica, ou, talvez, também devido à maior
30 aeração do solo trabalhado, o que aumenta a atividade microbiana no solo. Por essa razão, o
31 mal-do-pé é mais severo quando se em plantio direta. Essa prática deixa as coroas infectadas

1 na posição ideal para que se dê a infecção dos tecidos radiculares no próximo plantio. Como o
2 fungo apresenta baixa capacidade competitiva, sua sobrevivência nos resíduos culturais do
3 trigo é favorecida por altos teores de N no solo.

4 A sobrevivência saprofítica do patógeno é favorecida por $\text{NO}_3\text{-N}$. Sob baixa
5 disponibilidade de N, ele não pode utilizar saprofiticamente o substrato; pode perder a
6 competição com outros microorganismos, morrendo assim de exaustão nutricional. Tem se
7 observado, em lavouras, que o cultivo de milho no verão, em solo infestado, reduz a
8 severidade da doença em trigo, quando comparado com a soja. A disponibilidade de N no solo
9 é maior sob o cultivo da leguminosa do que sob a da gramínea. Portanto, o efeito do cultivo
10 de milho em reduzir o mal-do-pé, provavelmente, se deve à menor disponibilidade de N no
11 solo, o que submete o patógeno a uma maior competição por nutrientes.

12 *Ggt* persiste em plantas vivas ou em resíduos culturais de seus hospedeiros. No solo,
13 as unidades infectivas - inóculo - ou fragmentos orgânicos infectivos, são representados pelos
14 resíduos culturais do hospedeiro colonizado. Utilizando-se métodos especiais, podem ser
15 devidamente quantificados. O fungo encontra-se especialmente associado a fragmentos
16 orgânicos maiores do que 420 μm . Como é capaz de crescer rapidamente na superfície das
17 raízes do hospedeiro, mesmo um número relativamente pequeno de fragmentos infectivos,
18 pode resultar em severo desenvolvimento da doença.

19 **Liberção dos ascosporos**

20 **Transporte do inóculo, vento ascosporos e tecidos radiculares infectados**

21 **Disseminação**

22 O principal inóculo de *Ggt* são os peritécios formados na base das plantas mortas no
23 final do ciclo, raízes infectadas de gramíneas nativas ou invasoras e os fragmentos de raízes
24 infectadas de plantas hospedeiras.

25 De acordo com o tipo de inóculo, têm-se diferentes mecanismos de transporte dos
26 propágulos. A disseminação através do ar ocorre com os ascosporos, que são ejetados
27 ativamente dos peritécios quando são hidratados. Portanto, o estímulo requerido para a
28 liberação dos esporos é a água líquida. Com precipitação pluvial de 2,03 mm foram coletados
29 cerca de 3.700 ascosporos no ar, num período de 2 h. Os ascosporos quando livres perdem a
30 viabilidade em 3-4 dias. Além disso, são rapidamente destruídos pelos microorganismos do
31 solo, pois apresentam baixa habilidade de competição saprofítica. O verdadeiro papel
32 epidemiológico dos ascosporos ainda não foi devidamente demonstrado. Na natureza são
33 liberados no final do ciclo do trigo, quando não mais teriam oportunidade de dar continuidade
34 ao ciclo vital, pois as plantas estão senescidas e o fungo só infecta substrato vivo. Nessa

1 época, podem infectar as raízes de gramíneas vivas nativas ou invasoras. Tais plantas não
2 apresentam ataque severo da doença; por isso, não mostram qualquer sintoma secundário.
3 Tem sido também relatado que não contribuem para o aumento do inóculo no solo; apenas o
4 mantêm viável, comportando-se como verdadeiros reservatórios (Hornby 1981).

5 Quando se cultivam campos nativos, o inóculo já está presente no solo; porém, numa
6 densidade muito baixa, a qual aumentará pelos cultivos sucessivos do trigo na mesma área.
7 O fungo pode ainda ser transportado pelo vento, arrastando solo com partículas orgânicas
8 infectadas, pelas águas de enxurradas e por implementos agrícolas durante o trabalho do solo.
9 Nesse último caso tem sido registrado transporte de inóculo à distância de 2 a 3 m (Hornby
10 1981).

11 **Deposição do inóculo.**

12 **Germinação dos ascosporos e penetração do hospedeiro.**

13 Tanto as hifas quanto os ascosporos podem penetrar o hospedeiro, iniciando assim o
14 ciclo da doença. Epidemiologicamente, o micélio é considerado mais importante. A
15 penetração pode dar-se por tubos de penetração formados a partir dos hifopódios, ou mesmo a
16 partir de micro-hifas. o fungo penetra a epiderme, passa através do córtex e entra no cilindro
17 central. Muitas das paredes celulares com as quais o patógeno entra em contato tornam-se
18 espessadas, podendo produzir protuberâncias lignificadas e envolvendo a hifa penetradora.
19 Todos os tecidos, exceto o xilema, podem ser desintegrados após a penetração. Células
20 atacadas mostram acúmulo de lignina e de suberina.

21 **Colonização.** Em estudos histológicos feitos em plantas exibindo vários estágios de
22 infecção, demonstrou-se que o fungo inicialmente destrói o córtex das raízes e depois penetra
23 o cilindro central. Destrói também as bainhas foliares e tecidos dos colmos, penetrando
24 inclusive nos vasos, mas não progride muito no interior destes. Estudos indicam que o
25 "branqueamento" das plantas não é devido à infecção sistêmica, mas sim devido à
26 interferência na absorção e transporte de água e de nutrientes e, possivelmente, à produção de
27 substâncias tóxicas. Os primeiros sintomas surgem de 7 a 14 dias após a penetração e os
28 peritécios formam-se de 1 a 3 meses depois (novembro, dezembro, nas condições do sul do
29 Brasil), sobrevivendo nos restos culturais.

30 **Sintomatologia.** Na época do espigamento das lavouras de trigo, surgem na lavoura
31 manchas, ou reboleiras, de plantas mortas com coloração branca e de extensão variável
32 (Fig.4). As plantas, inicialmente, apresentam o crescimento retardado e secamento
33 progressivo das folhas, a partir das mais inferiores para as superiores, terminando por secar
34 completamente. O ataque pode limitar-se a plantas isoladas na lavoura, permitindo identificar-

1 se assim áreas em que a doença começa a aumentar em intensidade. Nas reboleiras, pela falta
 2 de cobertura do solo pelo trigo, logo as ervas daninhas terminam por dominar a vegetação
 3 existente. Embora esses sejam os sintomas que são primeiramente visíveis, eles indicam os
 4 estágios finais da doença.



5

6 Figura 4. Sintomas do mal-do-pé em lavoura de trigo, reboleira de plantas com espigas
 7 brancas.



8

9 Figura 5 . Raízes com bainhas negras e com raiz negra, sintomas do mal-do-pé do trigo.

10 Nos locais em que se depositou calcário dentro da lavoura, onde se processava o
 11 abastecimento do distribuidor ou onde houve excessiva distribuição do calcário, é mais
 12 frequente e intensa a ocorrência das manchas ou de faixas de plantas mortas (Fig. 4).

13 Arrancando-se uma planta atacada, e lavando-se as raízes, pode-se observar que o córtex
 14 radicular se destaca com facilidade e que os demais tecidos radiculares estão completamente
 15 destruídos. As raízes de plantas arrancadas são, em geral, amputadas por não terem
 16 resistência, ao serem extraídas do solo. A cor preta predomina em todos os tecidos atacados.
 17 (Fig. 5). Entre o primeiro e segundo entrenós nota-se uma coloração negra brilhante.
 18 Observando-se o primeiro entrenó, pode-se constatar a presença de crostas irregulares, largas
 19 e negras, aderidas ao colmo, constituídas pelo micélio do fungo. Por ocasião da maturação da

1 cultura e sob alta umidade (chuvas frequentes), como sinais da doença surgem nestes locais as
2 frutificações do parasita (peritécios), cujas extremidades apicais atravessam as bainhas
3 foliares que envolvem as hastes; tornando-se visíveis ao exterior em forma de pequenas
4 pontuações negras. Nessa doença, tanto a base do colmo quanto as raízes se decompõem. Nos
5 ataques no início do desenvolvimento da cultura as flores abortam e as espigas tornam-se
6 completamente brancas. A morte da planta determina o amadurecimento precoce de algumas
7 espigas, com a formação de grãos chochos por falta de suprimento de nutrientes.

8 As plantas permanecem eretas e menores, pouco aphilhadas, e as espigas adquirem uma
9 coloração prateada, algo diferente da ostentada pelas espigas sadias e amadurecidas
10 normalmente. As plantas de trigo podem ser mortas em qualquer fase de seu
11 desenvolvimento, porém isso é mais comum e evidente após o espigamento. Os danos
12 maiores ocorrem quando o fungo atinge a coroa da planta.

13

14 **Efeito de fatores ambientais na ocorrência e na severidade da doença**

15 **Teor de água no solo.** Os danos ocasionados pelo ataque do *Ggt* variam de ano para
16 ano. O teor de água é um fator importante na ocorrência e desenvolvimento da doença.
17 Chuvas excessivas e solos mal drenados são altamente favoráveis. Condições úmidas do solo,
18 especialmente no final da fase de crescimento do trigo, têm sido apontadas como favoráveis
19 ao desenvolvimento da doença. O fungo cresce melhor sob elevado teor de umidade (-1,2 a -
20 1,5 bares); e com a metade da taxa de crescimento a -20 bares, cessando o crescimento entre -
21 45 a -50 bares. Isto ocorre tanto para o crescimento linear do fungo sobre a palha no solo, com
22 umidade controlada, quanto para o crescimento radial em ágar, onde o potencial foi
23 osmoticamente controlado. Os anos de ocorrência mais intensa da doença no Sul do Brasil são
24 sempre coincidentes com períodos de alta precipitação pluvial. Regiões mais secas (ao norte
25 do paralelo 24°S), onde se cultiva o trigo anualmente na mesma área, não apresentam
26 problemas sérios com esta enfermidade, devido a umidade ser um fator limitante, naquelas
27 condições.

28 **Fertilidade do solo.** O efeito drástico do mal-do-pé é maior em solos de baixa
29 fertilidade ou naqueles que têm nutrientes em quantidades desequilibradas. Assim,
30 deficiências de fósforo, potássio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco aumentam sua
31 incidência. As maiores respostas resultam de mudança nas concentrações de fósforo, potássio,
32 cobre ou zinco. Não se constatou nenhum efeito de cloro sobre o patógeno, ou sobre o
33 hospedeiro. Cálcio e enxofre não apresentaram efeito aparente sobre a doença, mesmo em
34 níveis que provocaram sintomas de deficiência em plantas de trigo. Os nutrientes com

1 potencial de reduzir o mal-do-pé resultaram em maior desenvolvimento de raízes, o que
2 sugere que o efeito é sobre o vigor do hospedeiro. Soluções contendo cobre e zinco, quando
3 pulverizadas sobre as folhas, também reduziram a severidade da doença. Isso é uma evidência
4 adicional de que o efeito é nutricional e não se trata de ação fungicida direta sobre o patógeno.

5 **pH do solo.** Na maioria, os solos do Rio Grande do Sul, mas principalmente os do
6 Planalto Médio, são bastante ácidos. Visando a aumentar os rendimentos das culturas de trigo,
7 mas principalmente da soja, procurou-se melhorar a fertilidade desses solos com o emprego
8 de altas quantidades de calcário. Devido ao aumento de pH do solo, o patógeno, que
9 esporadicamente ocorria nos trigais, passou a manifestar-se com mais frequência e
10 intensidade. Entre os fatores já citados, o pH do solo exerce papel destacado na ocorrência e
11 na severidade da doença. Alguns experimentos no Rio Grande do Sul demonstraram uma
12 incidência de 40% de infecção nos solos de pH igualou superior a 6; nos solos de pH baixo (4
13 a 4,5) somente cerca de 6% das plantas foram atacados pelo patógeno. O crescimento do
14 micélio em solos ácidos é menor do que nos de reação alcalina ou próximo a esta. O fungo,
15 em meio de cultura, tem o seu máximo crescimento em pH 6 e 7 sob temperatura de 22-26°C.
16 Nas lavouras, geralmente, a doença se manifesta inicial ou mais severamente nos locais onde
17 houve o depósito de calcário.

18 Smiley e Cook (1973) demonstraram que o mal-do-pé foi reduzido por uma alta
19 relação $\text{NH}_4^+ \text{N} : \text{NO}_3^- \text{N}$, especialmente onde a nitrificação foi reduzida. O efeito de NH_4^+ é
20 possível ser atribuído a uma combinação de muitos fatores, inclusive aumento no crescimento
21 radicular, aumento na resistência do hospedeiro, alteração na patogenicidade do agente causal
22 e também devido à alteração na microflora do solo. Em estudos detalhados, mostrou-se que o
23 efeito de várias formas de N sobre o pH do solo e da rizosfera (pHr) é considerável, na
24 manifestação da doença. A redução do mal-do-pé pelo uso de altas relações $\text{NH}_4^+ \text{N} : \text{NO}_3^- \text{N}$ é
25 correlacionada com a acidificação do pHr, mas não com o pH do solo. Absorção de $\text{NH}_4^+ \text{N}$
26 diminui o pHr, e a do $\text{NO}_3^- \text{N}$ aumenta-o. Assim, o efeito de formas de N sobre a intensidade
27 da doença é devido a uma efeito de pH. Nitrogênio amoniacal é acidificante e o nítrico é
28 alcalinizante. O efeito de $\text{NH}_4^+ \text{N}$ em diminuir a doença é cancelado pela adição de calcário no
29 solo. Além disto, $\text{NH}_4^+ \text{N}$ favorece o desenvolvimento de *Pseudomonas putida*, uma bactéria
30 antagonica de *Ggt*.

31 O efeito do calcário nesta doença é portanto de pH. A influência de calcário calcítico
32 em aumentar a incidência do mal-do-pé parece ser um efeito de pH, independentemente do de
33 cálcio. Aumentos de pH produziram um efeito semelhante a deficiências nutricionais; valores

1 de pH favoráveis ao mal-do-pé, aparentemente, também resultaram em desequilíbrios
2 nutricionais desfavoráveis à produção de novas raízes, pelo hospedeiro.

3 Calcário dolomítico não aumentou o mal-do-pé tanto quanto o calcítico,
4 aparentemente porque o Mg está entre os nutrientes úteis no controle da doença.

5 **Temperatura do solo.** Altas temperaturas e pouca umidade no solo durante o verão
6 tendem a reduzir a intensidade da doença. O frio tende a manter o inóculo por mais tempo
7 viável do que o calor. A campo, a infecção radicular é favorecida pela temperatura do solo
8 com valores entre 12 e 20°C. É por isso, também que a doença é mais frequente nas regiões
9 ao sul do paralelo 24°S.

10 **Declínio do mal-do-pé e antagonismo.** Em áreas onde se cultiva o trigo
11 continuamente, observou-se que, após o surgimento da doença, esta aumenta em intensidade
12 atingindo um pico de severidade após o segundo e terceiro anos. Após ter alcançado o ponto
13 máximo de intensidade, nota-se posteriormente uma redução de sua severidade. Gerlagh
14 (1978) usou o termo *declínio* para a redução específica da doença induzida pela presença
15 prévia do patógeno virulento.

16 Observou-se também que, durante a fase do declínio, a introdução de uma cultura não
17 suscetível rompe esta fase. Há, pois, a necessidade da ocorrência severa da doença para a
18 posterior manifestação do declínio. Esse fenômeno ainda não foi observado no Brasil.

19 **Controle**

20 As medidas mais eficientes do controle do mal-do-pé são a rotação de culturas com
21 espécies não suscetíveis como aveias, nabo forrageiro, canola... e a eliminação de plantas de
22 azevém. Os restos culturais do trigo se decompõem num período de até 18 meses. Portanto, a
23 rotação de um inverno com cultura não suscetível elimina o inóculo a área desde que não
24 estejam presentes plantas de azevém. O programa de rotação deve ser seguido durante o
25 tempo que o trigo é cultivado numa lavoura, e não ser obedecido apenas numa estação de
26 cultivo.

27

28 **Referências bibliográficas**

29

30 ALEXOPOULOS, C. J. Introducción a la Micología. Buenos Aires, EUDEBA, 1966, 615p.

31 BROOKS, D.H. & DAWSON, M.G. Influence of direct-drilling of winter wheat on incidence
32 of take-all and eyespot. Ann. Appl. Biol., 61(1):57-74, 1968.

- 1 CAIN, R.F. Studies of fungi imperfecti I. *Phialophora*. Cano J. Bot., 30:338-43, 1952 .:
- 2 CHAMBERS, S.C. Some factors affecting the relative importance of hosts in the survival of
- 3 *Ophiobolus graminis*. Aust. J. Agric. Res., 22:11-121,1970.
- 4 COSTA NETO, J.P. Moléstias do trigo. Boletim do Campo, 15(122):11-5, 1959.
- 5 DAVIDSON JUNIOR, R.M. & GROSS, R.I. Effects of P, S, N, lime, chlordane and
- 6 fungicides on ophiobolus patch disease of turf. Plant Dis. Rep., 56: 565- 67,1972.
- 7 DAVIS, R.J. Studies on *Ophiobolus graminis* Sacc. and the take-all disease of wheat. J. agric.
- 8 Res., 31 :801-40,1925.
- 9 FELLOWS, H. Ihe influence of oxygen and carbon dioxide on the growth of *Ophiobolus*
- 10 *graminis* in pure culture. J. Agric. Res., 37:349-55,1927.
- 11 FELLOWS, H. Some chemical and morphological phenomena attending infection of the
- 12 wheat plant by *Ophiobolus graminis*. J. Agric. Res., 37:647-61, 1928.
- 13 FELLOWS, H. Effect of certain environmental conditions on the prevalence of *Ophiobolus*
- 14 *graminis* in the soil. J. Agric. Res., 63:715-26, 1941.
- 15 FELLOWS, H. & FICKE, C.H. Effect on wheat plants of *Ophiobolus graminis* at different
- 16 levels in the soil. J. Agric. Res., 49:871-80, 1934.
- 17 FELLOWS, H. & FICKE, C.H. Soil infestation by *Ophiobolus graminis* and its spread. J.
- 18 Agric. Res., 58:505-19,1939.
- 19 GARRET, S.D. Some problems of intensive cereal cultivations. J. Ins. Com. Agric. Merch.
- 20 Lim., 147-51, 1950.
- 21 GARRET, S.D. The control of take-all under intensive cereal cultivation. Agric. J. Min.
- 22 Agric., 66(11)514-16, 1950.
- 23 GOTTLIEB, D. EI mal del pie del trigo en Chile. Biol. Fitosan. FAO, p.21-3, (s.d.).
- 24 GROSS, R.I. & COULD, C.J. Some interationships between fertility levels and ophiobolus
- 25 patch disease in turf grass. Agron. J., 59: 149-51, 1956.
- 26 HORNBY, D. Inoculum. In: ASHER, M.J.C. & SHIPTON, P.J. Biology and control oftake-
- 27 all. London, Acadamic Press, 1981. p.271-94.
- 28 HUBER, D.M. Spring versus fall nitrogen fertilization and take-all of spring wheat.
- 29 Phytopatology, 62:434-36,1972.
- 30 HUBER, D.M.; PAINTER, C.G.; McKAY, H.C. & PETERSON, D.I. Effect of nitrogen
- 31 fertilization on take-all of winter wheat. Phytopatology, 58:1470-72, 1968.
- 32 LANDALUZE, P.U.; SARDINA, J.R. & AZPILUCUETA, G.S. Patologia vegetal agricola,
- 33 s.l., Salvat Ed. 1961, 780p.

- 1 LINDQUIST; J. C. Clave para la determinación de los generos de hongos fitopatogenos. Rev.
2 Fac. Agron. La Plata RA, 1967. 44p.
- 3 MARCHIONATTO, J.B. Manual de las enfermedades de las plantas. Buenos Aires, Ed.
4 Sudamericana, 1944, 368p.
- 5 NILSSON, H.E. & SMITH, J.D. Take-all of grasses. In: ASHER, M.J. & SHIPTON, P.J.
6 Biology and control of take-all. London, Academic Press, 1981.
- 7 PARCEVAL, M. von. Algumas palavras sobre o estado sanitário da lavoura riograndense de
8 trigo em 1937 e um rápido prognóstico para 1938. s.1. Secretaria da Agricultura Indústria e
9 Comércio RS, 1938. 8p. (Boletim 66).
- 10 PRABHU, ANNE S. and FILIPPI, MARTA C. Ocorrência do mal-do-pé causado por
11 *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*, uma nova enfermidade em arroz no Brasil.
12 *Fitopatol. bras.* [online]. 2002, vol.27, n.4, pp. 417-419. ISSN 0100-4158.
- 13 PRESTES, A.M. Acerca de "mal-do-pé do trigo" (*Ophiobolus graminis*) no Rio Grande do
14 Sul, s.n.t. Trabalho apresentado na V Reunião da Sociedade Brasileira de Fitopatologia,
15 Fortaleza, CE, 1972.
- 16 REIS, E.M. Formação de peritécios de *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* em meio da
17 cultura. *Summa Phytopatol.*, 2:235-6, 1976.
- 18 REIS, E.M. & BACALTCHUK, B. O mal-do-pé do trigo. *Trigo e soja*, 45:12-5, 1979.
- 19 REIS, E.M. Effect of mineral nutrition on take-all of wheat. Washington, Washington State
20 University, 1980, 52p. Tese Doutorado.
- 21 REIS, E.M. Mal-do-pé. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. *Trigo no Brasil*,
22 Campinas, 1982.
- 23 REIS, E.M.; COOK, R.J. & McNEAL, B.I. Effect of mineral nutrition on take all of wheat.
24 *Phytopathology*, 72:224-9,1982.
- 25 REIS, E.M.; COOK, R.J. & McNEAL, B.I. Elevated pH and associated reduce nutrient
26 availability as factors contributing to take-all of wheat upon soil liming. *Phytopathology*,
27 73:411-3.
- 28 REIS, E.M.; SANTOS, H.P. & LHAMBY, J.C.B. Rotação de culturas I. Efeito sobre
29 podridões radiculares do trigo em 1981 e 1982. *Fitopatol. bras.*, 8:431-437,1983.
- 30 REIS, E.M.; LHAMBY, J.C.B.; SANTOS, H.P. & KOUCHHANN, R.A. Efeito de calcário e
31 de sistemas de semeadura na incidência de *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* e de
32 *Helminthosporium sativum* em raízes de trigo (*Triticum aestivum*). *Summa Phytopatol.*,
33 8(3,4):56-64,1983.

- 1 SHIPTON, P.J. Saprophytic survival between susceptible crops. In: ASHER, M.J.C. &
2 SHIPTON, N.J. Biology and control of take-all. London, academic Press, 1981, p.295-316.
- 3 SIOUEIRA, O.J.F.; KOCHHANN, R.A.; BORKERT, C.M.; BARTZ, H.R.; SHOLLES, O.;
4 REIS, E.M. & GOMES, E.P. Ocorrência do "mal-do-pé" em experimentos e lavouras de trigo
5 do Planalto Sulriograndense e suas relações com as propriedades do solo. s.n.t. Trabalho
6 apresentado na VIII Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo, Ponta Grossa, PR, 1976.
7 12p. Mimeografado.
- 8 SIOUEIRA, O.J.F. Considerações sobre a utilização das recomendações de fertilizantes e
9 corretivos. Trigo e soja, 17:3-9, 1976.
- 10 SIMONSEN, J. *Phialophora radicola* Cain, the conidial stage of *Gaeumannomyces graminis*
11 in Denmark. Friesia, 9(4-5): 361-8, 1971.
- 12 SMILEY, R.W. Colonization of wheat roots by take-all fungus *Gaeumannomyces graminis*
13 inhibited by specific soil microorganisms and ammonium nitrogen. Soil Biol. Biochem.,
14 10(3):175-9, 1978.
- 15 SMILEY, R.W. & COOK, R.J. Relationship between take-all of wheat and rhizosphere pH in
16 soils fertilized with ammonium vs. nitrate-nitrogen. Phytopathology, 63:882-90,1973.
- 17 SLAGG, C.M. & FELLOWS, H. Effects of certain soil fungi and their by-products on
18 *Ophiobolus graminis*. J. Agric. Res., 75:279-93,1947.
- 19 TARR, S.A.J. Diseases of sorghum sudan grass and broom corn. s.l. C.A.B.,C.M.I., 1962,
20 380p.
- 21 VALIELA, M.V.F. Introducción a la fitopatología. Buenos Aires, Ed. CADOLA, 1952. 872p.
- 22 WALKER, J. Type studies on *Gaeumannomyces graminis* and related fungi. Trans. Br.
23 Mycol. Soc., 58: 427-57, 1972.
- 24 WALKER, J. Take-all diseases of gramineae. A review of recent work. Rev. Plant. Pathol.,
25 54(3): 113-44, 1975.



26
27
28
29

OR Melhoria de Sementes Ltda
Trigos que rendem, com qualidade industrial