

Severidade da podridão-radicular de *Rhizoctonia* do feijoeiro influenciada pela calagem, e pelas fontes e doses de nitrogênio⁽¹⁾

Fabício de Ávila Rodrigues⁽²⁾, Enia Mara Carvalho⁽³⁾ e Francisco Xavier Ribeiro do Vale⁽⁴⁾

Resumo – Avaliou-se o efeito da calagem e de doses e fontes de N na severidade da podridão-radicular de *Rhizoctonia* (PRR) em feijoeiro em condições controladas. No primeiro ensaio, utilizaram-se as doses de 0, 1,75, 2,25, 2,75, 3,25 e 3,75 g de calcário dolomítico por quilograma de solo. No segundo ensaio, os tratamentos constituíram um fatorial 2x6, ou seja: duas fontes de N (sulfato de amônio e nitrato de sódio) e seis doses de N (0, 11, 16, 21, 26 e 31 mg kg⁻¹ de solo). A acidez do material de solo usado no segundo ensaio foi corrigida com 1,75 g de calcário por quilograma de solo. Foram colocados 16 g de grãos de arroz infestados por *R. solani* em cada vaso com 1 kg de material de solo. Utilizou-se, em ambos os ensaios, o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. A severidade da PRR foi avaliada 25 dias após a emergência das plantas, atribuindo-se nota para cada planta de acordo com o tamanho das lesões formadas no hipocótilo. Os dados obtidos foram usados para calcular o índice de doença (ID, %). Foram obtidas equações lineares significativas que permitiram descrever as relações entre a calagem e fontes de N com a severidade da PRR. Houve um acréscimo de 32% no ID, em virtude das doses crescentes de calcário. Após a calagem, a aplicação de sulfato de amônio reduziu em 22% o ID, enquanto o nitrato de sódio o aumentou em 18%, com relação ao controle.

Termos para indexação: *Rhizoctonia solani*, nutrição mineral, doença das plantas, sulfato de amônio, nitrato de sódio.

Severity of *Rhizoctonia* root rot in beans influenced by liming, nitrogen sources and rates

Abstract – The objective of this study was to determine the effects of liming, nitrogen sources and rates on the severity of *Rhizoctonia* root rot (RRR) in beans under controlled conditions. In the first experiment, the soil was amended with 0, 1.75, 2.25, 2.75, 3.25 and 3.75 g of dolomitic lime per kilogram of soil. In the second experiment, the soil was fertilized with 0, 11, 16, 21, 26 and 31 mg N kg⁻¹ of soil, using ammonium sulfate and sodium nitrate as N sources. For the second experiment, soil acidity was adjusted by applying 1.75 g of dolomitic lime per kilogram of soil. Both experiments were arranged in a completely randomized design, with five replications. Soil was infested before sowing with 16 g of rice grains infested by *Rhizoctonia solani* per kilogram of soil. Twenty-five days after seed germination, the severity of RRR was evaluated based on lesion development on the hypocotyls, by using a scale ranging from 0 to 5. Data obtained were used to calculate the disease index (DI, %). Linear equations significantly described liming and N source-severity of RRR relationships. Liming increased DI by 32% over the control. After liming, application of ammonium sulfate reduced DI by 22%, while sodium nitrate increased DI by 18%, over the control.

Index terms: *Rhizoctonia solani*, mineral nutrition, plant diseases, ammonium sulfate, sodium nitrate.

Introdução

A podridão-radicular de *Rhizoctonia* (PRR), causada pelo fungo *Rhizoctonia solani* Kühn, é uma das doenças radiculares mais comuns do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Brasil (Cardoso, 1990). O controle desta doença é difícil e até antieconômico, e inviabiliza o plantio do feijoeiro, principalmente em áreas irrigadas pelo sistema do pivô central.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 22 de abril de 2002.

⁽²⁾ University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Dep. of Plant Pathology, 32611-0680, Gainesville, FL, USA. E-mail: far@scientist.com

⁽³⁾ Universidade Federal de Lavras, Dep. de Fitopatologia, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: emara@ufla.br

⁽⁴⁾ Universidade Federal de Viçosa, Dep. de Fitopatologia, CEP 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: dovale@ufv.br

As recentes preocupações com o meio ambiente, saúde pública e resistência dos patógenos aos fungicidas têm estimulado as tentativas em reduzir a quantidade de defensivos usados na agricultura, além da busca de métodos alternativos de controle das principais doenças das plantas. A resistência das plantas às doenças, mesmo sendo geneticamente controlada, poderá ser afetada pelos fatores ambientais. A nutrição mineral é um fator ambiental de fácil manipulação a ser empregado no controle das doenças, mas, mesmo assim, não tem recebido grande atenção dos pesquisadores. O status nutricional de uma planta pode afetar a sua susceptibilidade aos patógenos (Huber & Watson, 1974; Marschner, 1988; Zambolim & Ventura, 1993). Assim, torna-se necessário conhecer o efeito de cada nutriente e de suas interações no desenvolvimento das doenças. A calagem e a adubação nitrogenada têm sido utilizadas em excesso para a obtenção de um ganho maior na produtividade agrícola. Embora a calagem seja uma prática agrícola indispensável, ao considerar que o crescimento e a produção das plantas cultivadas em solos ácidos são afetados pela toxidez de Al, Fe, e Mn e pela deficiência de Ca, Mg, K, P, B, N e Mo (Marschner, 1988), de outro lado, a mudança da natureza álica para eutrófica do solo é um fator que contribui para aumentar a intensidade da PRR em feijoeiro. A aplicação de N estimula o crescimento das plantas, aumenta a produção e exerce efeitos secundários – entre eles, a alteração na resistência do hospedeiro às doenças (Marschner, 1988). Desta forma, a escolha da fonte de N a ser utilizada dependerá do patógeno presente na área, além da espécie vegetal a ser cultivada, a qual responde preferencialmente por uma ou outra fonte de N (Huber & Watson, 1974). O uso de fertilizantes ácidos ou de práticas agrícolas que inibem a nitrificação são estratégias frequentemente adotadas para o controle da PRR. A literatura referente às fontes de N no controle da PRR é contraditória. Assim, a incidência da doença em feijoeiro foi menor quando as plantas foram fertilizadas com N na forma nítrica (Davey & Papavizas, 1960; Papavizas, 1963). Por outro lado, Rush & Winter (1990) e Elmer & LaMondia (1999) mencionam que a utilização da fonte nítrica favorece o desenvolvimento da PRR. A fertilização nitrogenada amoniacal tem afetado negativamente outros patógenos, tais como

Pythium, *Diplodia*, *Phymatotrichum*, *Ophiobolus*, *Streptomyces*, *Phialophora*, *Verticillium*, *Pseudomonas*, *Puccinia*, *Colletotrichum* e *Heterodera* (Huber & Watson, 1974).

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de fontes e doses de N e da calagem, na severidade da PRR em feijoeiro em condições controladas.

Material e Métodos

Os ensaios foram realizados em câmara de crescimento, à temperatura de 27°C, do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, no período de outubro a dezembro de 1998.

Foi utilizada, como substrato, amostra de material de solo (0-20 cm) de um Latossolo Vermelho-Amarelo álico, textura muito argilosa, coletada no Município de Uberlândia, região do Triângulo Mineiro, MG.

O material de solo utilizado nos experimentos foi previamente esterilizado em autoclave, a 120°C por 30 minutos, com o objetivo de eliminar a presença de populações autóctones de *R. solani* e de bactérias nitrificantes.

No primeiro ensaio, os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, e constaram da aplicação de 0, 1,75, 2,25, 2,75, 3,25 e 3,75 g de calcário dolomítico (PRNT 100%; 38,9% de CaO e 12,7% de MgO) por quilograma de solo. No segundo ensaio, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x6, ou seja: duas fontes de N (sulfato de amônio e nitrato de sódio) e seis doses de N (0, 11, 16, 21, 26 e 31 mg kg⁻¹ de solo), com cinco repetições. Antes da aplicação do N, aplicou-se 1,75 g de calcário dolomítico por quilograma de solo, de acordo com a análise química do solo. A unidade experimental, em ambos os ensaios, era constituída de um vaso de plástico contendo 1 kg de material de solo. Cada vaso foi revestido internamente com saco de plástico, para evitar a perda de nutrientes, incluindo o nitrogênio. O período de incubação do calcário com o material de solo, em ambos os ensaios, foi de 60 dias. Durante esse período, a umidade do solo foi mantida na capacidade de campo, pela adição de água a cada 48 horas. No primeiro ensaio, após o período de incubação, amostras de 10 g de material de solo foram retiradas dos vasos, para compor uma amostra composta por tratamento, e foram submetidas à análise química (Embrapa, 1979). No segundo ensaio, o pH do solo foi determinado após o período de incubação com calcário (pH inicial) e após o término do ensaio (pH final). O pH final foi determinado em amostras de solo (0-5 cm) de 10 g de cada tratamento.

Procedeu-se à infestação do material de solo após a aplicação dos tratamentos e antes da sementeira, incorporando-se 16 g de grãos de arroz colonizados por *R. solani* na camada de 0-15 cm de material de solo. Cada vaso recebeu 15 sementes de feijão (cultivar Carioca), deixando-se, após o desbaste, nove plantas em cada vaso. Após 25 dias da germinação, avaliou-se a severidade da PRR, utilizando-se uma escala de notas de 0 a 5, onde: 0: plantas saudáveis; 1: lesões menores ou iguais a 2,5 mm; 2: lesões entre 2,5 e 5 mm; 3: lesões envolvendo o coleto e causando murcha-foliar; 4: planta tombada ou morta; 5: sementes não germinadas ou plântulas não emergidas (Rodrigues et al., 1999). Os valores obtidos foram usados para calcular o índice de doença (ID), de acordo com a fórmula estabelecida por McKinney (1923):

$$ID (\%) = \frac{\sum (\text{valor da nota} \times \text{N}^{\circ} \text{ de plantas com esta nota})}{(\text{N}^{\circ} \text{ total de plantas} \times \text{valor máximo da escala de notas})} \times 100.$$

Os dados obtidos nos dois ensaios foram submetidos à análise de variância e análise de regressão, testando-se, neste caso, os modelos linear e quadrático. Os critérios para escolha dos modelos de regressão foram baseados no maior coeficiente de determinação; significância dos coeficientes de regressão até 5% de probabilidade pelo teste F, e significado biológico do modelo. As variáveis independentes nos dois ensaios foram as doses de calcário e de N, e a dependente, o ID da PRR. As análises estatísticas foram realizadas com o emprego do programa SAEG 5.0 (Sistema de Análise Estatística e Genética, Universidade Federal de Viçosa).

Resultados e Discussão

As alterações nos valores de algumas características químicas do solo após a aplicação das doses de calcário encontram-se na Tabela 1. O pH em água, o teor de Ca trocável, a soma de bases e a saturação

Tabela 1. Características químicas determinadas após o período de incubação do solo com calcário⁽¹⁾.

Calcário (g kg ⁻¹)	pH H ₂ O	Al	Ca	SB	t	V	m
		-----	(cmol _c dm ⁻³)	-----	-----	-----	(%)
0,00	4,9	0,3	0,2	0,4	0,7	6,7	46,2
1,75	5,6	0,0	1,9	2,1	2,1	40,7	0,0
2,25	5,7	0,0	2,3	2,5	2,5	45,0	0,0
2,75	5,8	0,0	2,6	2,8	2,8	51,4	0,0
3,25	5,9	0,0	2,7	2,9	2,9	58,8	0,0
3,75	5,8	0,0	3,0	3,2	3,2	66,5	0,0

⁽¹⁾SB: soma de bases; t: CTC efetiva; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio.

por bases tiveram os seus valores aumentados em 16, 93, 88 e 90%, respectivamente, após adição das doses de calcário. Como era esperado, a aplicação de calcário reduziu os teores de Al³⁺ e a saturação por Al³⁺ de 0,3 para 0 cmol_c dm⁻³ e de 46,2 para 0%, respectivamente. O ID respondeu de forma linear e positiva às doses crescentes de calcário, com valores variando de 57 a 83% (Figura 1). Portanto, houve um acréscimo de 32% nos valores dessa variável, no controle em relação a maior dose de calcário. O aumento no ID causado pelas doses crescentes de calcário é explicado pela mudança nos padrões de fertilidade do solo, de álica (saturação por Al³⁺ igual ou superior a 50%) para eutrófica (saturação por bases superior a 50%). Segundo Kobayashi & Ko (1985), alto teor de Al³⁺ trocável no solo desfavoreceu o estabelecimento de *R. solani*. Embora a calagem seja uma prática agrícola indispensável, considerando que o crescimento das plantas cultivadas em solos ácidos são afetados pela toxidez de Al, Fe, e Mn e pela deficiência de Ca, Mg, K, P, B, N e Mo (Marschner, 1988), a mudança da natureza álica para eutrófica pode afetar o comportamento de certos patógenos residentes no solo. Na literatura, são ra-

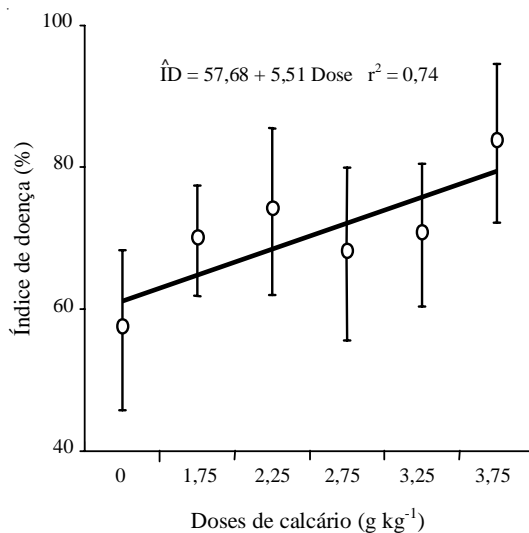


Figura 1. Índice de doença (ID, %) em plântulas de feijoeiro infectadas por *Rhizoctonia solani* em função de doses de calcário adicionadas ao solo. Barra vertical em cada ponto representa o desvio-padrão da média.

ros os trabalhos que mencionam a influência da calagem na intensidade de doenças, particularmente em relação à PRR do feijoeiro. Rodrigues et al. (1999) observaram aumento na severidade de *R. solani* em feijoeiro com a aplicação de silicato de cálcio, o qual aumentou a saturação por bases de 9 para 21% e o teor de Ca de 165 para 200 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, e conseqüentemente, decresceu a saturação por Al, de 70 para 19%. Por outro lado, Arshad et al. (1997) verificaram que a calagem reduziu significativamente a severidade da PRR em canola, porém, somente em áreas com plantio convencional e não em áreas com plantio direto. De acordo com esses autores, a severidade da rizoctoniose foi reduzida devido ao teor de Ca no solo, ou seja, esse nutriente após ser absorvido pela planta, teria aumentado a resistência da parede celular à degradação enzimática do fungo. Porém, esses autores não investigaram a relação supostamente existente entre as alterações das características químicas do solo, causadas pela calagem, e o estabelecimento e a colonização do fungo no solo. A severidade do mal-do-pé-do-trigo (*Gaeumannomyces graminis*) é maior após a aplicação de calcário, em razão do aumento dos teores de Ca e Mg e da deficiência de Cu, Zn, Mn e Fe (Reis et al., 1983). A sarna-da-batateira (*Streptomyces scabies*) torna-se um sério problema em solos com pH elevado devido à aplicação de calcário, embora o patógeno não seja afetado pelo alto teor de Ca (Lambert & Manzer, 1991). O controle de *Sclerotium rolfisii* e *Plasmodiophora brassicae* tem sido satisfatório com a aplicação de calcário (Engelhard, 1989).

A análise de variância dos dados do ID pelo teste F revelou diferença significativa ($P \leq 0,05$) em relação à doses e fontes de N, além da interação entre eles. O ID respondeu de forma linear e positiva à adição de doses crescentes de N na forma de nitrato de sódio (Figura 2), com valores variando de 58 a 71%. Verificou-se um acréscimo de 18% com relação ao controle nos valores do ID para a maior dose de N fornecida por este sal. Por outro lado, as doses crescentes de N aplicadas na forma de sulfato de amônio causaram resposta linear e negativa no ID (Figura 2), com valores variando de 77 a 60%. Constatou-se um decréscimo com relação ao controle de 22% nos valores do ID na maior dose de N aplicada

na forma de sulfato de amônio. A incidência de plantas com PRR é menor quando o N é empregado na forma nítrica (Davey & Papavizas, 1960; Papavizas, 1963). A adubação nitrogenada nítrica também reduziu de maneira significativa a severidade da PRR em plântulas de soja e em hastes de batateira (Castano & Kernkamp, 1956; Huber et al., 1965). A aplicação de sulfato de amônio e de monofosfato de cálcio aumentaram o número de plantas de feijoeiro com sintomas de PRR (Walia et al., 1992). Elmer (1997) obteve supressão de *R. solani* atacando plântulas de beterraba com a aplicação de nitrato de cálcio.

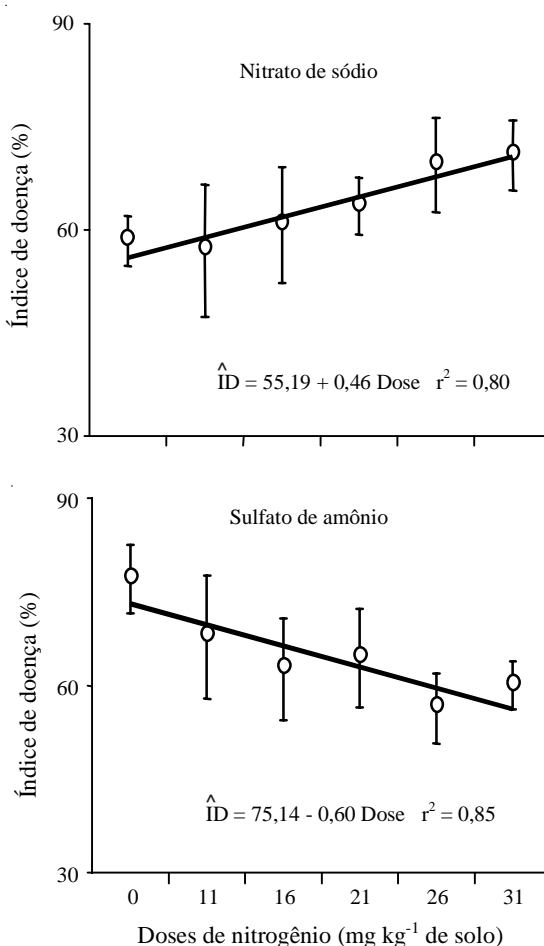


Figura 2. Índice de doença (ID, %) em plântulas de feijoeiro infectadas por *Rhizoctonia solani* em função de doses de N aplicadas na forma de nitrato de sódio e sulfato de amônio. Barra vertical, em cada ponto, representa o desvio-padrão da média.

Esses relatos discordam dos resultados obtidos no presente trabalho, pois a fertilização nitrogenada amoniacal fez diminuir o ID em comparação com a forma nítrica. Por outro lado, Elmer & LaMondia (1999) também constataram que a incidência de PRR, *Pratylenchus penetrans*, *Pythium*, *Fusarium* e *Cylindrocarpon*, em morangueiro, foi reduzida com a aplicação de sulfato de amônio, em comparação com a aplicação de nitrato de cálcio. Rush & Winter (1990) mencionam que a incidência de plântulas de beterraba açucareira atacadas por *Rhizoctonia solani* foi maior em áreas onde as culturas usadas no esquema de rotação deixaram alto teor residual de nitrato no solo. A fertilização com N na forma amoniacal tem efeito negativo sobre alguns patógenos, tais como *Pythium*, *Diplodia*, *Phymatotrichum*, *Ophiobolus*, *Streptomyces*, *Phialophora*, *Verticillium*, *Pseudomonas*, *Puccinia*, *Colletotrichum* e *Heterodera* (Huber & Watson, 1974). A severidade do mal-do-pé-do-trigo é afetada negativamente com a adição do sulfato de amônio ao solo, principalmente na presença de um inibidor da nitrificação (Smiley & Cook, 1973).

Os valores do pH final do solo, após o término do segundo ensaio, variaram de 6,0 a 6,4, e não apresentaram nenhuma diferença discrepante entre as duas fontes de N nas seis doses testadas. Entretanto, esses valores foram maiores do que o pH inicial determinado após a calagem, o qual foi de 5,6. O pH é uma característica química muito variável. Provavelmente a sua variação após a aplicação dos tratamentos deve-se a vários fatores, entre eles a exsudação radicular, a decomposição dos grãos de arroz usados para veicular o patógeno, e/ou a própria água usada para irrigar as plantas. Farr et al. (1969) não verificaram alteração no pH do solo após a utilização do N sob a forma nítrica ou amoniacal, embora a absorção de NH_4^+ pelas raízes tenha a capacidade de reduzir o pH da rizosfera. O uso da adubação nitrogenada nítrica decresceu a severidade da podridão-radicular em feijoeiro, causada por *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, embora os valores do pH do solo com as fontes nítrica e amoniacal tenham sido semelhantes (Huber & Watson, 1974). A redução do pH da rizosfera, embora não determinada neste estudo, seria uma possível explicação para o decréscimo no ID após a utilização do sulfato de

amônio. A maior disponibilidade de Mn no solo está relacionada com o aumento da resistência das plantas às doenças, por causa da sua participação na ativação de enzimas atuantes na síntese de compostos fenólicos (Huber & Wilhelm, 1988), e pelo seu efeito negativo sobre a virulência de *R. solani* (Shoa & Foy, 1982). Aventa-se a hipótese de que a acidificação da rizosfera, promovida pelo sulfato de amônio, tenha aumentado a disponibilidade de Mn às plantas de feijoeiro. Elmer & LaMondia (1999) relataram que plantas de morangueiro fertilizadas com sulfato de amônio, além de apresentarem maior crescimento, acumularam alto teor foliar de N, K, S, Mn e Zn.

Conclusões

1. A aplicação de calcário favorece o desenvolvimento de *Rhizoctonia solani* em feijoeiro.
2. O uso do nitrogênio na forma nítrica contribui mais para o aumento da podridão-radicular causado pela *Rhizoctonia* em feijoeiro, em comparação com a fonte amoniacal.

Referências

- ARSHAD, M. A.; GILL, K. S.; TURKINGTON, T. K.; WOODS, D. L. Canola root rot and yield response to liming and tillage. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, p. 17-22, 1997.
- CARDOSO, J. E. **Doenças do feijoeiro causadas por patógenos de solo**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1990. 30 p. (Documento Técnico, 30).
- CASTANO, J. J.; KERNKAMP, M. F. The influence of certain plant nutrients on infection of soybeans by *Rhizoctonia solani*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 46, p. 326-328, 1956.
- DAVEY, C. B.; PAPAIVIZAS, G. C. Effect of dry mature plant materials and nitrogen on *Rhizoctonia solani* in soil. **Phytopathology**, St. Paul, v. 50, p. 522-525, 1960.
- ELMER, W. H. Influence of chloride and nitrogen form on *Rhizoctonia* root and crown rot of table beets. **Plant Disease**, St. Paul, v. 81, p. 635-640, 1997.
- ELMER, W. H.; LAMONDIA, J. A. Influence of ammonium sulfate and rotation crops on strawberry black root rot. **Plant Disease**, St. Paul, v. 83, p. 119-123, 1999.

- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. 247 p.
- ENGELHARD, A. W. **Soilborne plant pathogens: management of diseases with macro and microelements**. St. Paul: American Phytopathology Society, 1989. 217 p.
- FARR, E.; VAIDYANATHAN, L. V.; NYE, P. H. Measurement of ionic concentration gradients in soil near roots. **Soil Science**, Baltimore, v. 107, p. 385-391, 1969.
- HUBER, D. M.; WATSON, R. D. Nitrogen form and plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 12, p. 139-165, 1974.
- HUBER, D. M.; WATSON, R. D.; STEINER, G. W. Crop residues, nitrogen and plant disease. **Soil Science**, Baltimore, v. 100, p. 302-308, 1965.
- HUBER, D. M.; WILHELM, N. S. The role of manganese in resistance to plant disease. In: GRAHAM, R. D.; HANNAM, R. J.; UREN, N. C. (Ed.). **Manganese in soils and plants**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. p. 155-173.
- KOBAYASHI, N.; KO, W. H. Nature of suppression of *Rhizoctonia solani* in Hawaiian soils. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, Inglaterra, v. 84, p. 691-694, 1985.
- LAMBERT, D. H.; MANZER, F. E. Relationship of calcium to potato scab. **Phytopathology**, St. Paul, v. 81, p. 632-636, 1991.
- McKINNEY, H. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, St. Paul, v. 26, p. 195-218, 1923.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic, 1988. 889 p.
- PAPAVIZAS, G. C. Microbial antagonism in bean rhizosphere as affected by oat straw and supplemental nitrogen. **Phytopathology**, St. Paul, v. 53, p. 1430-1435, 1963.
- REIS, E. M.; COOK, R. J.; McNEAL, B. L. Elevated pH and associated reduced trace-nutrient availability as factors contributing to take-all of wheat upon soil liming. **Phytopathology**, St. Paul, v. 73, p. 411-413, 1983.
- RODRIGUES, F. de Á.; CORRÊA, G. F.; KORNDÖRFER, G. H.; SANTOS, M. A. dos; DATNOFF, L. E. Efeito do silicato de cálcio e da autoclavagem na supressividade e na condutividade de dois solos à *Rhizoctonia solani*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 8, p. 1367-1371, ago. 1999.
- RUSH, C. M.; WINTER, S. R. Influence of previous crops on *Rhizoctonia* root and crown rot of sugar beet. **Plant Disease**, St. Paul, v. 74, p. 421-425, 1990.
- SHOA, F. M.; FOY, C. D. Interaction of soil manganese and reaction of cotton to *Verticillium* wilt and *Rhizoctonia* root rot. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 13, p. 21-38, 1982.
- SMILEY, R. W.; COOK, R. J. Relationship between take-all of wheat and rhizosphere pH in soils fertilized with ammonium vs. nitrate-nitrogen. **Phytopathology**, St. Paul, v. 63, p. 882-889, 1973.
- WALIA, G. S.; SUNDER, S.; GROVER, R. K. Influence of nutrients on pathogenic behaviour of *Rhizoctonia solani* on cowpea. **Indian Journal of Mycology and Plant Pathology**, New Delhi, v. 22, p. 170-177, 1992.
- ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 1, p. 275-318, 1993.