

EFEITO DO CONTROLE DE DOENÇAS E DE CULTIVARES SOBRE A SANIDADE RADICULAR E A INFECÇÃO ENDOMICORRÍZICA DO TRIGO*

EFFECT OF DISEASES CONTROL AND CULTIVARS ON THE ROOT HEALTH AND THE ENDOMICORRHIZAL INFECTION ON WHEAT

Elena Blume** Marcos Rubens Fries*** Celso Aita***

RESUMO

Foi conduzido, em Langreder, na Alemanha, um experimento a campo, com o objetivo de avaliar o efeito do controle de doenças da parte aérea e de três cultivares de trigo sobre a sanidade radicular da planta e a infecção com fungos micorrízicos nativos. Os tratamentos constaram de diferentes controles químicos de doenças da parte aérea (sem controle, controle de doenças do colmo, controle de doenças da folha), controle de doenças do colmo e da folha e dos cultivares de trigo Sorbas, Kraka e Kanzler. O comprimento de raízes, o percentual de raízes sadias e a frequência e intensidade micorrízicas foram avaliados em quatro estádios de desenvolvimento do trigo. Observou-se que o controle químico das doenças provocou, inicialmente, uma inibição no crescimento das raízes, beneficiando seu desenvolvimento posterior. Não apresentou, entretanto, efeito significativo sobre a sanidade das raízes nem sobre a infecção micorrízica. No cultivar Kanzler ocorreu o maior nível de infecção micorrízica e o maior percentual de raízes sadias, enquanto Kraka apresentou os menores valores. Estas duas variáveis apresentaram correlação positiva significativa.

Palavras-chave: controle de doenças, cultivares de trigo, endomicorizas, sanidade radicular.

SUMMARY

A field experiment was conducted, in Germany, to evaluate the effect of shoot diseases control, and different wheat cultivars, on the root health and the natural endomycorrhiza fungus infection. The treatments were different shoot diseases control (no control; stalk diseases control; leaf diseases control; stalk and leaf

diseases control), and three wheat cultivars (Sorbas, Kraka and Kanzler). The root length, the percentage of healthy roots, as well as the mycorrhizal frequency and intensity were evaluated at four wheat development stages. The chemical control of diseases initially inhibited the root growth, and later increased it, but there were no significant effects on the root health and the mycorrhizal infection. The cultivar Kanzler presented both the highest level of mycorrhiza infection and the largest percent of healthy roots, while Kraka showed the lowest values. A significant positive correlation was obtained between these two variables.

Key words: diseases control, wheat cultivars endomycorrhiza, root health.

INTRODUÇÃO

A associação das raízes com fungos endomicorrízicos tem sido comprovada na grande maioria das plantas, incluindo aquelas de interesse econômico (GERDEMANN, 1968; MOSSE, 1973). A maior contribuição dessas associações para as plantas é o aumento da absorção de nutrientes do solo, principalmente daqueles elementos pouco móveis, como o fósforo (ZAMBOLIM & SIQUEIRA, 1985). As micorrizas podem, ainda, influenciar a sanidade do sistema radicular, através do aumento na tolerância a patógenos de solo (BAGYARAJ, 1984). O controle químico de doenças e/ou o uso de cultivares resistentes pode, no entanto, afetar a ocorrência das associações micorrízicas. Entre os diversos estudos sobre o efeito de pesticidas na simbiose endomicorrízica, a grande maioria foi realizada em casa de vegetação (MENGE, 1982), sendo que poucos relacionam o efeito destes produtos em diferentes cultivares.

A ocorrência de condições climáticas propícias ao desenvolvimento de doenças na parte aérea no trigo,

* Parte da dissertação do primeiro autor apresentada à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) como uma das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

** Engenheiro Agrônomo, estudante de doutorado. Purdue University, Agronomy Department, West Lafayette, IN 47907, USA.

*** Professores Adjunto e Assistente, respectivamente, Departamento de Solos, UFSM - 97119-200 Santa Maria, RS.

na região de Hannover, tem feito com que a aplicação de fungicidas, bem como a utilização de cultivares resistentes, seja uma prática recomendada no cultivo do trigo, a fim de manter altos os índices de produtividade da região.

Neste trabalho foi avaliado o efeito do controle de doenças da parte aérea do trigo com fungicidas e a influência de cultivares genotipicamente diferentes, sobre a sanidade das raízes e a infecção micorrízica a campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no período de novembro de 1986 a setembro de 1987, em uma propriedade em Langreder, região de Hannover (Alemanha), junto ao Instituto de Fitopatologia da Universidade de Hannover. As parcelas tiveram tamanho de 8 x 12m, distribuídas em blocos casualizados, esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de controle de doenças da parte aérea, designados SC = sem controle, DC = controle de doenças do colmo, DF = controle de doenças da folha e DC + DF = controle de doenças do colmo e da folha, em três cultivares de trigo de inverno com diferentes graus de resistência a doenças da parte aérea. Os cultivares utilizados, em ordem decrescente de resistência, foram Sorbas, Kraka e Kanzler.

Para o controle de doenças do colmo utilizou-se 1,5 litros/ha de "Sportak Alpha" (80g/l de carbendazin + 300g/l de prochloraz), aplicados durante a fase do 2º nó/aparecimento da última folha (estádio de desenvolvimento ED J/K). Como fungicida para o controle de doenças foliares foi usado 1,0 litro/ha de "Corbel" (750g/l de fenpropemorph), no estádio de lígula (ED L), bem como 0,5 litro/ha de "Baifidan" combinado com 4,0 litros/ha de "Direne" (250g/l de triadimenol + 500g/kg de anilazin), no início do espigamento (ED N). As parcelas que receberam todos os fungicidas constituíram o tratamento DC + DF. Carbendazin, fenpropemorph e triadimenol são fungicidas de ação sistêmica, enquanto prochloraz e anilazin são de contato. A escolha destes fungicidas deu-se em função de serem os mais comumente usados na região e por exercerem um amplo controle de doenças da parte aérea do trigo.

O experimento foi instalado em solo Luvisol (sistema FAO), classificado como Podzólico na classificação brasileira. A análise do solo mostrou as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) = 7,0; P (H₂O, segundo PAAUW, 1971) = 16,7PPM; k (CaCl₂, segundo SCHACHTSCHABEL & HEIBEMANN, 1974) = 80ppm. Os níveis de P e K são considerados altos segundo as tabelas de recomendação de adubação da Alemanha. A adubação foi a recomendada pela análise de solo, sendo 110kg/ha de P₂O₅ e 200KG/HA de K₂O aplicados no

plântio, enquanto que a adubação nitrogenada foi parcelada em quatro aplicações (uma no plantio e três durante o desenvolvimento da cultura), tendo sido aplicados 220kg/ha de N no total.

Para as avaliações radiculares foram coletadas amostras de solo com raízes, em cada parcela do experimento, em quatro épocas (estádio de desenvolvimento ED N/O = espigamento, ED P/Q = floração, ED S = maturação leitosa e ED U = maturação amarela). Com o auxílio de uma pá, foi retirado um volume de solo a uma profundidade de 0-30cm, diretamente ao lado da fileira de trigo. De cada parcela, foram retiradas subamostras de dois locais escolhidos aleatoriamente, as quais homogeneizadas, constituíram a amostra final. Desta amostra, foi retirado um volume de solo de 450cm³, o qual foi colocado sobre uma peneira e lavado com água corrente até que ficassem apenas as raízes contidas na amostra. Estas raízes foram então colocadas em uma solução de FAA (50ml de formol + 50ml de ácido acético + 900ml de álcool 70%) e armazenadas até sua utilização. Alíquotas representativas de raízes (20 pedaços de 1cm de comprimento por amostra) foram montadas em lâmina e observadas ao microscópio de contraste de fase com aumento de 400 vezes, para avaliação da sanidade e da infecção micorrízica das raízes.

Na avaliação da sanidade, as raízes foram classificadas, em termos percentuais, em dois grupos: sadias e degeneradas. Como raízes sadias foram consideradas aquelas raízes jovens, bem turgescerentes e com bastante pêlos radiculares. Como raízes degeneradas, considerou-se aquelas não mais turgescerentes, necrosadas, sem pêlos radiculares e com as células do córtex já deformadas.

Para a avaliação da infecção micorrízica, não foi necessário o clareamento das raízes com KOH e posterior coloração com azul de tripano para observação das estruturas das micorrizas vesículo-arbusculares (MVA), como recomendam PHILIPS & HAYMAN (1970), por tratar-se de raízes bastante finas, cuja observação ao microscópio foi possível apenas com o clareamento promovido pela solução de FAA.

A frequência e a intensidade de ocorrência da infecção micorrízica nos 20 pedaços de raízes foram avaliadas segundo o método de BACKHAUS (1984). A frequência é representada pela quantidade de raízes contendo estruturas micorrízicas (micélio, arbúsculos e vesículas) e é expressa em percentagem. Já a intensidade representa o grau de micorrização de cada pedaço de raiz, sendo avaliada de acordo com a seguinte escala:

- 0 = sem MVA
- 1 = 0 - 33% da raiz com MVA (baixo grau de micorrização)
- 2 = 34 - 66% da raiz com MVA (médio grau de micorrização)

3 = 67 - 100% da raiz com MVA (alto grau de micorrização)

A intensidade de micorrização também foi expressa em porcentagem, sendo que para um percentual de 100%, por exemplo, é necessário que todas raízes de uma amostra apresentem o valor 3 da escala acima.

Após a avaliação microscópica, foi efetuada a medida do comprimento de todas as raízes de cada amostra, através de um aparelho denominado "Comair Root Length Scanner". O resultado foi convertido para m/l de solo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, para a comparação das médias, utilizou-se o teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. A transformação $\text{arc sen } \sqrt{x}$ foi utilizada para os resultados em porcentagem. Análise de correlação, ao nível de 5% de probabilidade, foi realizada entre a frequência micorrízica e as demais variáveis medidas, para cada estágio de desenvolvimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo a análise estatística mostrado significância na interação dos fatores cultivares de trigo e tipo de controle de doenças da parte aérea apenas nas variáveis comprimento de raízes e percentual de raízes saudias, no estágio de desenvolvimento ED N/O (Tabela 1),

TABELA 1 - Efeito do controle de doenças sobre o comprimento de raízes (CR), o percentual de raízes saudias (PRS) e a frequência (FM) e intensidade micorrízicas (IM) em quatro estádios de desenvolvimento (ED) do trigo.

ED	Controle de doenças*	CR (m/l de solo)	PRS (%)	FM (%)	IM (%)
ED N/O	SC	**	**	19a	9a
	DC	**	**	13a	6a
	DF	**	**	19a	8a
	DC + DF	**	**	18a	9a
ED P/Q	SC	64,08a	38a	27a	15a
	DC	68,14a	40a	27a	13a
	DF	67,03a	37a	27a	14a
	DC + DF	65,80a	39a	24a	14a
ED S	SC	67,11 bc	38a	26a	16a
	DC	77,16a	35a	31a	17a
	DF	60,47 c	36a	30a	17a
	DC + DF	71,21ab	35a	33a	18a
ED U	SC	52,96a	23a	30a	18a
	DC	56,03a	23a	33a	20a
	DF	55,24a	29a	33a	21a
	DC + DF	50,85a	27a	33a	21a

Médias seguidas de letras iguais, dentro de cada estágio de desenvolvimento, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

* SC = sem controle

DC = controle de doenças do colmo

DF = controle de doenças da folha

DC + DF = controle de doenças do colmo e da folha

** Interação entre controle de doenças e cultivares, sendo esta desdobrada separadamente nas Tabelas 3 e 4.

os fatores passaram a ser analisados isoladamente, sendo as interações desdobradas em separado.

No estágio ED N/O (Tabela 1) não houve efeito significativo dos tratamentos sobre as variáveis frequência e intensidade micorrízicas, embora haja uma tendência de redução no tratamento DC. Carbendazin, um dos ingredientes ativos do produto usado neste tratamento, possui benzimidazol como componente na molécula, ao qual é atribuído um efeito supressivo aos fungos MVA (CARR & HINKLEY, 1985).

O comprimento de raízes, o percentual de raízes saudias, a frequência e a intensidade micorrízicas não foram afetadas pelo controle de doenças, no estágio ED P/Q.

O controle das doenças do colmo promoveu, no estágio ED S, um aumento significativo no comprimento de raízes em relação à testemunha e ao controle de doenças da folha, não diferindo do tratamento DC + DF. Observa-se, ainda, que não houve efeito do controle de doenças sobre os demais parâmetros avaliados. Contudo, estes tratamentos mostraram uma tendência em aumentar a frequência e intensidade micorrízicas em relação à testemunha, o que se manteve também no estágio ED U. Isso concorda com afirmações anteriores (TRAPPE et al, 1984) de que fungicidas, tanto de contato como sistêmicos, aplicados na parte aérea, não são prejudiciais à colonização das raízes pelos fungos MVA. Segundo DEHNE (1985), os produtos que controlam doenças da parte aérea podem até beneficiar a micorrização, atribuindo tal efeito a mudanças fisiológicas provocadas no hospedeiro ou ao controle das doenças, que garante um sistema foliar mais sadio, o qual pode produzir mais carboidratos, que, transferidos para a raiz, aumentam a nutrição do fungo.

A falta de efeitos significativos do fator controle de doenças pode ser sido, em parte, pela baixa incidência de doenças (observação visual), devido as baixas temperaturas ocorridas neste ano agrícola, bem como pela grande variabilidade espacial comum em experimento de biologia a campo.

Considerando-se o efeito do fator cultivar (Tabela 2), verifica-se que no estágio ED N/O houve interação entre este fator e o controle de doenças, nos parâmetros comprimento de raízes e percentual de raízes saudias, sendo esta interação desdobrada em separado. O cultivar Kanzler apresentou a maior frequência e intensidade micorrízicas, seguida de Sorbas e de Kraka.

Nos demais estádios de desenvolvimento (ED P/Q, ED S e ED U), Kanzler continuou sendo o cultivar mais colonizado pelos fungos micorrízicos nativos. AZCÓN & OCAMPO (1981) obtiveram diferenças de colonização de até 38% entre cultivares de trigo, atribuindo-as à quantidade de açúcares exudados pelas raízes, já que, nos cultivares com pouco ou nenhuma colonização, o teor de açúcares exudados foi substancialmente menor que o dos cultivares com intensa colonização. Os

TABELA 2 - Efeito de cultivares sobre o comprimento de raízes (CR), o percentual de raízes sadias (PRS) e a frequência (FM) e intensidade micorrízicas (IM) em quatro estádios de desenvolvimento (ED) do trigo.

ED	Cultivares	CR (m/l de solo)	PRS (%)	FM (%)	IM (%)
ED N/O	Sorbas	*	*	16 b	07 b
	Kraka	*	*	10 c	04 c
	Kanzler	*	*	23a	13a
ED P/Q	Sorbas	75,18a	40 b	25 b	12 b
	Kraka	71,10a	28 c	15 c	08 b
	Kanzler	54,28 b	47a	35a	21a
ED S	Sorbas	71,54a	28 b	26 b	13 b
	Kraka	77,08a	28 b	19 b	10 b
	Kanzler	55,68 b	44a	38a	24a
ED U	Sorbas	54,13a	25a	29 b	14 b
	Kraka	62,19a	21a	20 c	12 b
	Kanzler	44,12 b	28a	43a	28a

Médias seguidas de letras iguais, dentro de cada estágio de desenvolvimento, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

* Interação entre controle de doenças e cultivares, sendo esta desdobrada separadamente nas tabelas 3 e 4.

mesmos autores, assim como HALL (1978), observaram uma relação inversa entre percentagem de raízes com MVA e peso de raízes. No presente trabalho, relação inversa foi observada entre percentagem de raízes com MVA e comprimento de raízes, a partir do estágio ED P/Q, onde Kanzler, com o maior grau de micorrização, apresentou o menor comprimento de raízes (Tabela 2). O micélio micorrízico possivelmente esteja substituindo as raízes no papel de absorver nutrientes pouco móveis no solo.

Analisando-se o percentual de raízes sadias, nota-se uma relação direta significativa entre este percentual e o percentual de raízes micorrizadas (Tabela 2), com coeficientes de correlação de 0,38, 0,71, 0,65 e 0,51 para os estádios ED N/O, ED P/Q, ED S e ED U, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por DEHNE (1986) e BRINKMAN (1987). Nota-se que o cultivar Kanzler, com o maior percentual de raízes colonizadas, também foi o cultivar com maior percentual de raízes sadias. A maior micorrização do cultivar Kanzler durante todo ciclo da cultura foi concomitante com um sistema radicular mais sadio e, portanto, em melhores condições de absorver nutrientes até o estágio ED S. Já no cultivar Sorbas o percentual de raízes sadias decresceu sensivelmente no estágio ED S, tendo a micorrização atingido um grau próximo do máximo obtido já no estágio ED P/Q. Isso sugere que raízes bem micorrizadas podem manter-se sadias (ativas) por mais tempo no decorrer do desenvolvimento da cultura. No entanto, afirmações do tipo causa e efeito não podem ser feitas devido a dificuldade em determinar-se, experimentalmente, se a sanidade das raízes é beneficiada pelas micorizas ou vice-versa.

A característica genética para resistência ou

suscetibilidade às doenças da parte aérea parece não ter influenciado o desenvolvimento da simbiose micorrízica, uma vez que Kanzler, o cultivar mais suscetível, foi o que teve maior infecção, enquanto Kraka, de resistência intermediária a Kanzler e Sorbas, apresentou o menor nível de micorrização. Esses resultados diferem dos obtidos por outros autores em culturas diferentes. BHATTARAI & MISHRA (1984) observaram maior infecção em cultivares de batata resistentes à ferrugem, enquanto HECKMAN & ANGLE (1987), não encontraram diferença na infecção de cultivares de soja resistentes ou suscetíveis à *Phytophthora*. Possivelmente essa relação seja dependente, não só do tipo de cultura, como também do tipo de doença considerado.

Analisando a interação ocorrida entre o controle de doenças e os cultivares, no estágio de desenvolvimento ED N/O, para a variável comprimento de raízes (Tabela 3), observa-se um efeito depressivo do uso dos

TABELA 3 - Desdobramento da interação cultivares de trigo x controle de doenças para a variável comprimento de raízes (m/l de solo) no estágio de desenvolvimento N/O.

Controle de doenças	Cultivares		
	Sorbas	Kraka	Kanzler
Sem controle	66,88aA	57,28aA	63,44aA
Controle de doenças do colmo	53,06 bA	34,02 Bc	37,46 b B
Controle de doenças da folha	33,36 Bc	56,78aA	56,83aA
Controle de doenças de colmo e da folha	50,34 bA	46,18 bA	41,85 bA

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan. Letras minúsculas indicam diferenças na coluna e letras maiúsculas indicam diferenças na linha.

fungicidas sobre o comprimento de raízes. Nos cultivares Kraka e Kanzler, esse efeito foi maior pelo uso de "Sportak Alpha" para o controle das doenças do colmo, o qual possui carbendazin como um dos ingredientes ativos. BUCHENAUER (1983), citando outros autores, relata uma redução no comprimento de raízes, em algumas culturas, pelo tratamento de solo com carbendazin. Embora o produto tenha sido aplicado na parte aérea, a pouca massa verde do trigo, que não chegava a cobrir o solo, pode ter permitido um contato do produto com o solo e, conseqüentemente, com as raízes, provocando uma inibição temporária no seu crescimento.

O comportamento dos cultivares, dentro de cada tipo de controle, foi bastante variado. Na testemunha, sem controle, e no tratamento DC + DF, os cultivares não diferiram entre si. No controle de doenças do colmo, Sorbas foi superior e, no controle de doenças da folha, inferior à Kraka e Kanzler (Tabela 3).

O efeito do controle de doenças sobre a percentagem de raízes sadias, no estágio ED N/O, foi diferente para cada cultivar de trigo testado (Tabela 4). O controle das doenças do colo reduziu significativamente o número de raízes sadias do cultivar Kraka. Já Sorbas

TABELA 4 - Desdobramento da interação cultivares de trigo x controle de doenças para a variável percentagem de raízes sadias no estágio de desenvolvimento N/O.

Controle de doenças	Cultivares		
	Sorbas	Kraka	Kanzler
Sem controle	34 b B	29a C	40aA
Controle de doenças do colmo	34 b B	24 b C	40aA
Controle de doenças da folha	39abA	33a B	34 bAB
Controle de doenças de colmo e da folha	41aA	33a B	31 b B

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan. Letras minúsculas indicam diferenças na coluna e letras maiúsculas indicam diferenças na linha.

teve mais raízes sadias quando usados fungicidas para o controle de doenças da folha e do colmo e folha, em relação à testemunha e ao controle de doenças do colmo.

CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos, nas condições do presente trabalho, pode-se concluir que:

- O controle de doenças não teve efeito sobre a sanidade das raízes, nem sobre a infecção micorrízica do trigo.
- O controle de doenças provocou uma inibição temporária no comprimento de raízes no cultivar Sorbas, sendo que apenas o controle de doenças do colmo e do colmo e folha teve este efeito nos cultivares Kraka e Kanzler.
- Os cultivares apresentaram diferentes graus de micorrização, sendo que não houve relação entre o grau de resistência a doenças e o grau de micorrização. Kanzler obteve o maior nível de infecção e Kraka o menor. De maneira geral, Kanzler também apresentou o maior percentual de raízes sadias e o menor comprimento de raízes.
- A sanidade do sistema radicular teve correlação positiva com o grau de infecção micorrízica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZCÓN, R., OCAMPO, J.A. Factors affecting the vesicular-arbuscular infection and mycorrhizal dependency of thirteen wheat cultivars. *New Phytol*, Oxford, v. 87, p. 677-685, 1981.
- BACKHAUS, G.F. *Untersuchungen zur Nutzung der endotrophen (VA) Mykorrhiza in der gärtnerischen Pflanzenproduktion* Hannover, 1984. 149 p. Tese (Doutorado em Horticultura), Universidade de Hannover, 1984.
- BAGYARAJ, D.J. Biological interactions with VA mycorrhizal fungi. In: POWELL, C.L., BAGYARAJ, D.J. *VA Mycorrhiza* Boca Raton: CRC Press, 1984. cap. 7, p. 131-154.
- BHATTARAI, I.D., MISHRA, R.R. Study of the vesicular-arbuscular mycorrhiza of three cultivars of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant and Soil*, Hague, v. 79, p. 299-303, 1984.
- BRINKMAN, R. *Zur Bedeutung von Wurzelpathogenen für Wurzelgesundheit, Wachstum und Nährstoffaufnahme bei Wintergerste* Hannover, 1987. 121 p. Tese (Doutorado em Horticultura), Universidade de Hannover, 1987.
- BUCHENAUER, H. Wirkungsweise moderner Fungizide in Pilzen und Kulturpflanzen. *Ber Deutsch Bot Ges*, v. 96, p. 427-457, 1983.
- CARR, G.R., HINKLEY, M.A. Germination and hyphal growth of *Glomus caledonium* on water agar containing benomyl. *Soil Biol Biochem*, Oxford, v. 17, p. 313-316, 1985.
- DEHNE, H.W. Influence of pesticides on the development of vesicular-arbuscular mycorrhizae. In: *COMPORTEMENT ET EFFETS SECONDAIRES DES PESTICIDE DANS LE SOIL*, Verrailles, 1984. Paris. *Colloques...* Paris: INRA, 1985. p. 255-263.
- DEHNE, H.W. Zum Einfluss von Kulturmaßnahmen auf die VA Mykorrhiza-bildung und die Wurzelgesundheit in Getreide. *Mitt Biol Bundesanstalt*. Berlin, p. 232-272, 1986.
- GERDEMANN, J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Ann Rev Phytopath*, St. Paul, v. 6, p. 397-413, 1968.
- HALL, I.R. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on two varieties of maize and one sweetcorn. *N Z J Agric Res*, Wellington, v. 21, p. 517-519, 1978.
- HECKMAN, J.R., ANGLE, J.S. Variation between soybean cultivars in vesicular arbuscular mycorrhiza fungi colonization. *Agron J*, Madison, v. 79, p. 428-430, 1987.
- MENGE, J.A. Effect of soil fumigants and fungicides on vesicular-arbuscular fungi. *Phytopathology*, St. Paul, v. 72, p. 1125-32, 1982.
- MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Ann Rev Phytopath*, St. Paul, v. 11, p. 171-96, 1973.
- PAAUW, F. van der. An effective water extraction method for the determination of plant available soil phosphorus. *Plant and Soil*, Hague, v. 34, p. 467-481, 1971.
- PHILIPS, J.M., HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasite and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans Br Mycol Soc*, London, v. 64, p. 458-461, 1970.
- SCHACHTSCHABEL, P., HEIBEMANN, C.G. Beziehungen zwischen den Kaliumgehalten in Böden und in jungen Haferpflanzen. *Z Pflanzenernährung und Bodenkunde*, v. 137, p. 123-134, 1974.
- TRAPPE, J.M., MOLINA, R., CASTELLANO, M. Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhiza formation to pesticides. *Ann Rev Phytopath*, St. Paul, v. 22, p. 331-359, 1984.
- ZAMBOLIN, L., SIQUEIRA, J.O. *Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura* Belo Horizonte: EPAMIG, 1985. 36 p. Documentos, 26.