

PRODUÇÃO DE FUMO VIRGÍNIA AFETADA POR MICORRIZAS ARBUSCULARES E pH DO SOLO

DANILO DOS SANTOS RHEINHEIMER¹, JOÃO KAMINSKI², ÉDSON CAMPANHOLA BORTOLUZZI³

RESUMO – A inoculação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) tem melhorado a qualidade de mudas e incrementado o crescimento dessas quando transplantadas para a lavoura. Objetivando avaliar a influência da micorrização e do pH do solo na formação de mudas e na produção de folhas de fumo, conduziu-se dois experimentos em casa de vegetação na Universidade Federal de Santa Maria – RS; com a variedade de fumo virgínia “NFK 326”. No experimento I, formação de mudas, usou-se três valores de pH e dois níveis de inoculação com FMA e oito repetições. De quatro repetições, avaliou-se os parâmetros morfológicos radiculares, a colonização e a intensidade micorrízica (CM e ICM) e a massa seca da parte aérea e das raízes. No experimento II, as mudas restantes foram transplantadas para vasos com 7 kg de solo com pH 4,7, 5,0 e 5,4 e conduzidas até a maturação de todas as folhas. Avaliou-se a CM e a ICM, a massa seca de folhas, de caule e de raízes. Na formação das mudas, a elevação do pH do solo de 4,7 para 5,0 e 5,4 proporcionou aumentos de 41 e 81% no comprimento, 40 e 72% na superfície e 31 e 44% na massa seca radicular. A elevação do pH do solo para a produção de folhas teve pouca influência na produtividade final. A inoculação das mudas com FMA foi benéfica, tanto para sua formação quanto para a produção de folhas, quando em pH 4,7 e 5,0. Mudas inoculadas originárias de solo sem Al trocável, diminuíram a produção final de folhas se transplantadas para solo com pH inferior.

Palavras-chave: *Nicotiana tabacum*, micorriza, alumínio, sementeira.

YIELD OF FLUE-CURED TOBACCO EFFECTED BY MYCORRHIZAL AND SOIL pH

ABSTRACT – The inoculation with vesicular mycorrhizal fungi (VMF) increase of the quality seedling and yield crops. The objective this study were to evaluate the influence of VMF and soil pH in the seedling formation and leaf yield production of flue-cured tobacco. The seedling formation in soil with three levels of pH (4.7, 5.0, and 5.4) and with and without VMF. Eight seedling was conducted by treatment. In four seedling, root morphology, mycorrhizal infection and dry matter was evaluated. The other four was transplanted to pot contend 7 kg of soil with three levels of pH (4.7, 5.0, and 5.4). The plants was cultivated until leaf maturation. In the nursery, the raise of soil pH improved quality of tobacco seedling production. The inoculation of mycorrhizal increase the root length, root surface area, and dry matter of the seedling in lower soil pH, and leaf dry matter when transplanted by lower soil pH. Seedling growing in soil without exchangeable Al produced highest leaf dry matter, independent of mycorrhizal or field soil pH. Seeding inoculated with VMF in high soil pH, decreasing leaf dry matter when transplant to lower field soil pH.

Key words: *Nicotiana tabacum*, mycorrhizal, aluminum, nursery, field.

INTRODUÇÃO

O cultivo do fumo exige a formação de mudas em sementeira e transplante para a produção de folhas em lavouras, por isso as características edáficas podem ser diferentes àquelas da origem da muda.

Na sementeira é, ainda, recomendado o uso de biocidas para o controle de patógenos, o que acarreta, também, a eliminação de microorganismos benéficos, como os fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Por isso, as mudas obtidas nestas condições podem apresentar crescimento reduzido, apresentando-se raquíticas e cloróticas (MENGE et al., 1982), o que é corrigido pela adição de fertilizantes, especialmente os nitrogenados e fosfatados. As mudas, geralmente, apresentam ampla área foliar e pequeno crescimento

radicular, dificultando o seu estabelecimento quando transplantadas para a lavoura.

Nestes casos, a inoculação com FMA, ou a manutenção de propágulos viáveis na sementeira, produz mudas mais robustas (SIQUEIRA et al., 1993; SIQUEIRA e COLOZZI-FO, 1986, com cafeeiro), que toleram condições edáficas desfavoráveis, como de pH e disponibilidade de fósforo, quando transplantadas, por causa da ampliação da superfície de absorção, além de modificações bioquímica-fisiológicas (KOIDE e SCHREINER, 1992; SMITH e GIANINAZZI-PEARSON, 1988). Tem-se verificado com outras espécies que, quando submetidas a algum tipo de estresse nutricional, elas aumentam a sua dependência micorrízica e parecem controlar o caráter da simbiose, que é moldada pelos fatores ambientais, e quanto mais

1. Eng. Agr., M. Sc. – Prof. Assistente do Departamento de Solos do Centro de Ciências Rurais da UFSM, 97119-900 Santa Maria – RS/BRASIL. Bolsista CNPq. Danilo@ccreta.ccr.ufsm.br.

2. Eng. Agr., Dr. – Prof. Titular do Departamento de Solos do Centro de Ciências Rurais da UFSM. Bolsista CNPq.

3. Estudante de Agronomia da UFSM. Bolsista da FAPERGS.

Recebido para publicação em 01/11/1996.

cedo ocorrer a colonização das raízes, maiores serão os benefícios do hospedeiro (RHEINHEIMER e KAMINSKI, 1994; SIQUEIRA e COLOZZI-FO, 1986).

Por outro lado, em grande número de sementeiras de fumo observaram-se baixos valores de pH do solo e presença de alumínio trocável (BORTOLUZZI et al., 1992), o que contribui para o pequeno crescimento radicular (FOY, 1974; ABRUNA et al., 1970), além de alterar os parâmetros cinéticos de absorção de fósforo (maiores K_m e C_{min}), diminuindo a capacidade absorviva de planta (PETRY et al., 1994; CASTELLS et al., 1985). RHEINHEIMER et al. (1994) constataram que as injúrias causadas pelo estresse de alumínio nos primeiros 15 dias de desenvolvimento do fumo virgínia comprometeram a produção final desta cultura em mais de 50%. Porém, mudas produzidas em substrato isento de alumínio trocável suportaram estresses moderados de toxidez de alumínio e apresentaram maior potencial de produção de folhas.

Este trabalho tem por objetivo avaliar a influência da micorrização e do pH do solo na formação de mudas e na produção de folhas do fumo virgínia.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Santa Maria, envolvendo dois experimentos onde utilizaram-se amostras superficiais de um solo podzólico vermelho-amarelo textura arenosa/argilosa e a cultura do fumo virgínia (*Nicotiana tabacum* L.) variedade "NFK 326".

No experimento I, produção de mudas, o solo foi seco ao ar, tamisado em malha 4 mm e fumigado com

brometo de metila (8mL/35 kg de solo) com reposição da microvida através de filtrado de solo isento de propágulos micorrízicos. O solo foi dividido em três porções iguais, nas quais se adicionaram quantidades de calcário suficientes para elevar o pH do solo a 4,7, 5,0 e 5,4 (Tabela 1). O solo destas porções permaneceu incubado com umidade equivalente a 90% da capacidade de campo por 30 dias. Após esse período, o solo foi novamente seco ao ar e envasado em copos plásticos com capacidade de 400 gramas. Na metade dos copos de cada valor de pH, adicionou-se 100 esporos de FMA nativos por copo cujas espécies predominantes foram *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Acaulospora bireticulata*, considerando-a como tratamento inoculado (M) e a outra metade como não inoculado (NM). Assim, os tratamentos constituíram um bifatorial 3x2, três valores de pH do solo (4,7; 5,0 e 5,4), com e sem micorriza, com oito repetições e distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado. Em todos os copos adicionou-se adubação complementar contendo, em mg/kg de solo, 100 de P_2O_5 , 100 de N, 200 de K, 2 de Zn, 1 de Cu e 0,5 de B, em solução aquosa.

Em cada copo cultivou-se uma planta de fumo até a fase de transplante (mudas com 3-4 folhas), repondo-se a água evapotranspirada diariamente. Nesta fase, em quatro copos por tratamento, avaliaram-se a massa seca da parte aérea e das raízes, o comprimento (TENNANT, 1975), o raio médio e a superfície radicular, a relação comprimento de raízes/massa seca da parte aérea, a colonização (CM) (GIOVANNETTI e MOSSE, 1980) e a intensidade micorrízica (ICM) (RHEINHEIMER e KAMINSKI, 1995).

TABELA 1 – Características químicas do solo utilizado nos experimentos após a adição de calcário e adubação complementar. Média de quatro repetições. Santa Maria, RS

Calagem t/ha	pH água	Ca+Mg mmol/dm ³	Al		P —mg/dm ³ —	K
			mmol/dm ³	%		
0	4,7	19,2	13,3	44	20,2	190
2	5,0	29,7	7,9	21	20,2	147
5	5,4	46,4	2,9	6	22,8	138

No experimento II, produção de folhas, o solo foi mantido no estado natural e adicionou-se calcário a fim de obter os mesmos valores de pH do experimento I. O solo de cada valor de pH foi acondicionado em vasos plásticos com capacidade para 7 kg, com quatro repetições. Nestes foram transplantadas as quatro mudas de cada tratamento produzidas anteriormente. Durante o transplante, o copo plástico foi cortado e a muda com o torrão foi introduzida no centro do vaso. Usou-se o mesmo delineamento experimental e a mesma quanti-

dade de nutrientes do experimento I. Deste modo, obteve-se um bifatorial 3 x 6, três valores de pH e seis origem de mudas, com 4 repetições.

Durante toda fase de desenvolvimento das plantas de fumo foram efetuados tratamentos culturais de acordo com as recomendações técnicas e procedimentos adotados na produção de mudas. Após a capação química dos botões florais iniciou-se a coleta semanal das folhas maduras, necessitando-se seis semanas para que todas as folhas fossem colhidas. Durante a coleta, separou-se

as folhas, o caule e as raízes, que após secas em estufas a 70°C, determinou-se a massa seca. No sistema radicular avaliou-se a CM e a ICM, de modo similar ao experimento I.

Os dados foram submetidos a análise de variância a 5% de significância e aplicou-se teste de comparação de médias Duncan. Os valores de CM foram previamente transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sementeira, quando de solo fumigado e sem a reposição dos FMA, limitou a colonização micorrízica

(CM < 7% e ICM 2 – Tabela 2), por causa da eficiência da fumigação do solo, que também dificilmente elimina totalmente a população nativa de FMA. Nos tratamentos NM, a elevação do pH do solo pela calagem proporcionou melhor desenvolvimento do sistema radicular, especialmente, pela neutralização do alumínio trocável (ABRUNA et al., 1970; FOY, 1974). Em solo com pH 4,5 as mudas apresentaram pouco desenvolvimento, não atingindo a fase de transplante. A diminuição na saturação em alumínio de 44 para 21 e 6%, resultou em aumentos de 41 e 81% no comprimento, 40 e 72% na superfície e 31 e 44% na massa seca radicular, respectivamente (Tabela 2 e 3).

TABELA 2 – Comprimento, raio médio e superfície radicular de mudas de fumo devido a diferentes níveis de pH do solo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. Média de quatro repetições. Santa Maria, RS

pH sementeira	Comprimento (m)		raio médio (mm)		superfície (cm ²)	
	NM ¹	M	NM	M	NM	M
4,7	13,52 bC	22,98 aA	0,23 bA	0,25 aA	187 bC	363 aB
5,0	19,07 bB	25,27 aA	0,23 bA	0,26 aA	262 bB	401 aA
5,4	24,53 aA	15,83 bB	0,21 bB	0,23 aB	321 aA	231 bC
Coefficiente de variação (%)	5,78		3,12		5,74	

¹ NM = não inoculado e M = inoculado com FMA
Médias seguidas pela mesma letra, minúscula para inoculação e maiúscula para pH do solo, não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5%.

TABELA 3 – Massa seca da parte aérea e de raízes, colonização e intensidade micorrízica de mudas de fumo devido a diferentes valores de pH do solo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. Média de quatro repetições. Santa Maria, RS

pH Sementeira	MS parte aérea (g/planta)		MS raízes (g/planta)		colonização (%)	
	NM ¹	M	NM	M	NM	M
4,7	0,23 bB	0,68 aB	0,16 bB	0,28 aB	4 bA(2)	54 aA(3)
5,0	0,75 bA	1,00 aA	0,21 bA	0,38 aA	7 bA(2)	55 aA(3)
5,4	0,64 aA	0,63, aB	0,23 aA	0,17 bC	4 bA(2)	41 aA(2)
Coefficiente de variação (%)	12,27		8,04		24,74	

¹ NM = não inoculado e M = inoculado com FMA
Números entre parênteses indicam a escala de intensidade de 1 a 5, onde 1 = ausência de colonização e 5 = córtex densamente colonizado e com ampla produção de arbúsculos.
Médias seguidas pela mesma letra, minúscula para inoculação e maiúscula para pH do solo, não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5%.

A reposição dos FMA aumentou o estabelecimento do fungo no sistema radicular, atingindo colonização de 54,3 e 54,7%, para pH 4,7 e 5,0, respectivamente, e ICM 3 (Tabela 3). Isto garantiu um grande aumento na superfície radicular, aliado às hifas externas, o que aumenta o volume de solo explorado, “garimpendo” o fós-

foro além da zona de depleção, cujo resultado final é a maior acumulação de massa seca pela muda (Tabela 3). Embora com maior comprimento radicular (L), a relação entre o L e a massa seca total das mudas foi menor nas inoculadas, diminuindo de 35 para 24, de 20 para 18 e de 28 para 20, nos valores de pH 4,7, 5,0 e 5,4,

respectivamente. Esta alteração é esperada, pois haverá uma redistribuição dos fotoassimilados, permitindo que a planta invista mais no crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular (RHEINHEIMER et al., 1994; SMITH e GIANINAZZI-PEARSON, 1988; ERNANI et al., 1994). As mudas inoculadas produzidas em pH 4,7 e 5,0 atingiram o estágio de transplante vinte dias antes das não inoculadas, além disso, apresentaram maior índice de sobrevivência e melhor desenvolvimento quando transplantadas, por causa do maior comprimento e superfície radicular (SUGGS et al., 1994).

Já no solo com pH 5,4, a inoculação com FMA, embora tenha permitido CM de 40,7% e ICM 2, diminuiu o comprimento, a superfície e a massa seca de raízes em relação às não micorrizadas, inclusive, esses parâmetros foram inferiores aos obtidos em pH 4,7. Isto evidencia que o maior benefício do fungo à planta ocorre quando esta é cultivada em ambiente desfavorável ao seu desenvolvimento, e que em condições edáficas adequadas, a simbiose deixa de ser obrigatória, como foi observado por RHEINHEIMER e KAMINSKI (1994) com capim-pensacola.

TABELA 4 – Colonização e intensidade micorrízica de plantas de fumo devido a diferentes origens das mudas e valores de pH do solo. Média de quatro repetições. Santa Maria, RS

Origem da muda ¹	colonização(%)			intensidade ²		
	4,7	5,0	5,5	4,7	5,0	5,5
NM-4,7	100	100	100	5	5	5
M-4,7	96	99	99	5	5	5
NM-5,0	100	100	98	5	5	5
M-5,0	100	100	98	5	5	5
NM-5,4	100	99	98	5	5	5
M-5,4	99	100	99	5	5	5

¹ Mudanças produzidas no primeiro experimento, NM = não inoculado e M = inoculado com FMA, em pH 4,7, 5,0 e 5,4.

² Escala de intensidade de 1 a 5, onde 1 = ausência de colonização e 5 = córtex densamente colonizado e com ampla produção de arbúsculos.

TABELA 5 – Massa seca de caule e de raízes de fumo virgínia devido às diferentes origens das mudas e pH do solo. Média de quatro repetições. Santa Maria, RS

Origem da muda ¹	MS caule (g/planta)			MS raízes (g/planta)		
	4,7	5,0	5,5	4,7	5,0	5,5
NM-4,7	8,27 bAB	7,74 bB	9,10 aA	13,19 aB	15,04 aA	12,93 aB
M-4,7	10,67 aAB	11,35 aA	9,46 aB	14,23 aA	13,56 bA	13,02 aA
NM-5,0	9,83 aA	9,69 aA	9,61 bA	11,26 bC	15,23 aA	13,78 aB
M-5,0	10,74 aB	10,6 aB	13,11 aA	14,32 aA	15,27 aA	14,02 aA
NM-5,4	11,19 aA	11,65 aA	11,47 aA	17,33 aA	17,94 bA	17,58 aA
M-5,4	11,25 aA	11,83 aA	11,68 aA	13,16 bC	19,23 aA	16,93 aB
Coefficiente de variação(%)	4,85			5,17		

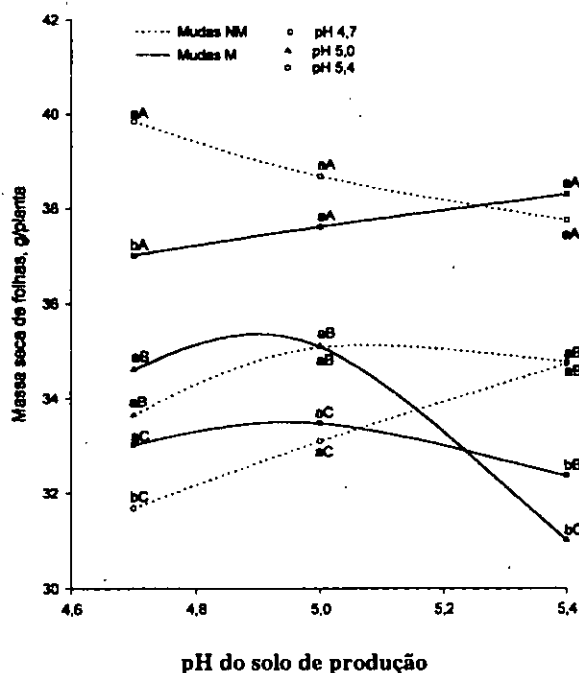
¹ Mudanças produzidas no primeiro experimento, NM = não inoculado e M = inoculado com FMA, em pH 4,7, 5,0 e 5,4.

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula para inoculação na muda e maiúscula para pH do solo de produção, não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5%.

No final do período de produção de folhas, todos os tratamentos apresentaram CM próximas a 100% e ICM 5 (Tabela 4), independente do pH do solo e da pré-colonização do fungo nas mudas, ou do pH do solo de produção. Isto deve ter ocorrido porque os FMA nativos encontrados nestes solos apresentam alto potencial de infecção.

A elevação do pH do solo nos vasos para a produção de folhas teve pouca influência no aumento da produtividade do fumo, mas foi significativo para as mudas NM - 4,7 e M - 5,4. No entanto, independente da micorriza, mudas produzidas em substrato com baixa saturação em alumínio tiveram alta produção de massa seca de folhas (Figura 1), cuja mesma tendência foi

observada para caule e raízes (Tabela 5). Isto evidencia que mudas estressadas pelo alumínio dificilmente se recuperam inteiramente quando transplantadas para o local definitivo. Neste sentido, RHEINHEIMER et al. (1994) observaram que as plantas de fumo submetidas ao estresse de alumínio, nos primeiros 15 dias, quando transferidas para ambiente isento de alumínio, não recuperaram seu sistema radicular, apresentando comprimento e massa seca inferiores às plantas que cresceram na ausência de alumínio. Pois além de diminuir a taxa de crescimento radicular, o estresse com alumínio altera a cinética de absorção de fósforo, elevando o Km e Cmin (PETRY et al., 1994), indicando a necessidade de doses mais elevadas do fósforo no solo e limitando o seu potencial de sobrevivência quando transplantado para o local definitivo.



Médias seguidas pela mesma letra, minúscula para pH da sementeira, não diferem estatisticamente pelo teste de média de Duncan à 5%. Coeficiente de variação 9,32%.

FIGURA 1 – Massa seca de folhas de fumo virgínia em função do pH do solo de produção, para mudas formadas em solo com três valores de pH (4,7, 5,0 e 5,4) e inoculadas ou não com fungos micorrízicos

As mudas inoculadas e formadas em pH 4,7 produziram maior massa seca de folhas que as não inoculadas quando transplantadas para áreas com solo de mesmo pH. Já a resposta foi menor quando o solo que recebeu esta muda apresentava pH 5,0 e, negativa em pH 5,4 (Figura 1 e Tabela 5). Isto demonstra que plantas submetidas a estresses nutricionais se beneficiam da

associação micorrízica, e por isso se tornam mais dependentes da associação, do que as plantas que crescem sob melhores condições de solo. Pois na ausência do estresse, a presença do fungo no sistema radicular pode atuar com um dreno de fotoassimilados mudando o caráter da simbiose, o que deve ter ocorrido nesta situação. Assim, as mudas inoculadas e produzidas em pH 5,4, favorável ao desenvolvimento do fumo (ABRUNA et al., 1970) e que foram transplantadas para solo com mesmo pH, tiveram rendimento equivalentes às não inoculadas, mas quando transplantadas para solo com alta saturação em alumínio reduziram o rendimento em mais de 10% (Figura 1).

CONCLUSÕES

Com base nas avaliações realizadas neste trabalho, pode-se concluir:

1 – A elevação do pH do solo melhorou a qualidade das mudas de fumo;

2 – a inoculação com FMA foi benéfica para a produção de mudas em baixo pH e parasítica em pH 5,4, e o benefício na produção de folhas só se manteve quando transplantadas para solos também com baixo pH;

3 – a elevação do pH do solo na produção de folhas teve pouco efeito no rendimento, e mudas produzidas no solo com presença de A1 trocável não se recuperaram e apresentaram baixo rendimento de folhas, mesmo quando transplantadas para solos com pH mais elevados;

4 – as maiores produções de folha foram obtidas quando as mudas foram produzidas em solo sem a presença de A1 trocável, independente da inoculação com FMA ou do pH do solo no local definitivo;

5 – mudas produzidas em solo com presença de A1 trocável e inoculadas com FMA diminuíram a produção de folhas, comparativamente às não inoculadas, quando transplantadas para solos com pH maiores que 5,0;

6 – mudas produzidas em solo sem A1 trocável e inoculadas com FMA diminuíram a produção de folhas, comparativamente às não inoculadas, quando transplantadas para solos com baixos pH.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ABRUNA, F. R.; VICENTE-CHANDLER, J.; PEARSON, R. W.; SILVA, S. Crop response to soil acidity factors in Ultisols and Oxisols Tobacco. *Soil Science Society American Proceeding*, Madison, v. 34, p. 629-635, 1970.
- BORTOLUZZI, E. C.; RHEINHEIMER, D. S.; BARTZ, H. R. Atividade microbiana na cultura do fumo na região fumageira de Santa Maria – RS. In: *JORNADA DE PESQUISA DA UFSM*, Santa Maria, 2., 1992. *Anais ...*, Santa Maria: UFSM, 1992, p. 295.

- CASTELLS, A. J.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; SANT'ANNA, R.; NEVES, J. C. L. Absorção de fósforo como critério de seleção de genótipos de soja quanto a tolerância ao alumínio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 1163-1170, 1985.
- ERNANI, P. R.; SANTOS, J. C. P.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S. Prediction of phosphorus uptake by a mechanistic model in a low phosphorus highly weathered soil as affected by micorrizae inoculation. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 17, n. 6, p. 1067-1078, 1994.
- FOY, C. D. Effects of aluminium on plant growth. In: CLARSON, E. W. (Ed.). *The plant root and its environment*. Charlottesville: University Free of Virginia, 1974, p. 601-642.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, Oxford, v. 84, p. 489-500, 1980.
- KOIDE, R. T.; SCHREINER, R. P. Regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, v. 43, p. 557-581, 1992.
- MENGE, J. A.; JARREL, W. M.; LABANAUSKAS, C. K.; OJALA, J. C.; HUSZAR, C.; JOHNSON, E. L.; SILBERT, D. Predicting mycorrhizal dependence of Troyer Citrange on *Glomus Fasciculatum* in California citrus soils and nursery mixes. *Soil Science Society American Journal*, Madison, v. 46, p. 762-768, 1982.
- PETRY, C.; RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J.; PESSOA, A. C. S.; CASSOL, L. C. Influência do estresse de alumínio em plantas de fumo: II. Efeito nos parâmetros cinéticos de absorção de fósforo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 18, p. 69-72, 1994.
- RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J. Intensidade de colonização do córtex radicular e sua relação com a absorção de fósforo pelo capim-pensacola. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 223-228, 1995.
- RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J. Resposta do capim-pensacola à adubação fosfatada e à micorrização em solo com diferentes valores de pH. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 18, p. 201-205, 1994.
- RHEINHEIMER, D. S.; PETRY, C.; KAMINSKI, J.; BARTZ, H. R. Influência do estresse de alumínio em plantas de fumo: I. Efeitos no sistema radicular, na absorção de fósforo e cálcio e no acúmulo de massa seca. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 18, p. 63-68, 1994.
- SIQUEIRA, J. O.; COLOZZI-Fo, A. Micorrizas vesicular-arbuscular em mudas de cafeeiro. II: Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 7, p. 207-211, 1986.
- SIQUEIRA, J. O.; COLOZZI-Fo, A.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; GUIMARÃES, P. T. G.; OLIVEIRA, E. Crescimento de mudas e produção de cafeeiro sob influência de fungos micorrízicos e superfosfato. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 17, p. 53-60, 1993.
- SMITH, S. E.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, v. 39, p. 221-244, 1988.
- SUGGS, C. W.; LINEBERGER, B. W.; SEABOCH, T. R.; PEEL, H. B.; WHELESSE, J. D. Tobacco transplants. Part 5. Production in polyethylene covered greenhouse tunnels. *Tobacco Science*, v. 38, p. 62-67, 1994.
- TENNANT, D. A test of a modified line intercept method of estimating root length. *Journal Ecology Applied*, London, v. 63, p. 995-1001, 1975.