

EFEITO DO VERMICOMPOSTO, URÉIA E INOCULAÇÃO COM *Rhizobium phaseoli* NA CULTURA DO FEIJÃO

*EFFECT OF VERMICOMPOSTING, NITROGEN FERTILIZATION AND INOCULATION WITH *Rhizobium phaseoli* IN COMMON BEAN*

Saulo Ferigolo Venturini¹, Zaida Inês Antonioli², Ricardo Bemfica Steffen³, Evandro Ferigolo Venturini⁴, Ecila Maria Nunes Giracca⁵

Recebido em: 12/02/2005; aprovado em: 11/10/2005.

RESUMO

Dois experimentos foram conduzidos em condição de campo num Neossolo Litólico Eutrófico típico, com o objetivo de avaliar a utilização de vermicomposto, inoculação das sementes com *Rhizobium* contendo as estirpes Semia 4077 e 4080, e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijoeiro. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. No cultivo de 2000/2001, não ocorreu diferença significativa entre as formas de adubação para massa das plantas, número de nódulos por planta e rendimento de grãos. A inoculação com *Rhizobium* aumentou a massa seca das plantas, o número de nódulos por planta e a massa seca de nódulos, enquanto que o uso de adubação nitrogenada em cobertura apresentou comportamento semelhante, contudo aumentou o rendimento de grãos. No cultivo de 2001/2002, os resultados foram similares entre as diferentes formas de adubação de base, mostrando que a adubação orgânica desempenha um papel tão importante quanto a adubação mineral no rendimento de grãos. Foi encontrada maior diferença significativa para a associação micorrízica no cultivo de 2000/2001, sendo que estas diferenças tendem a diminuir quando o feijoeiro é cultivado em anos consecutivos na mesma área.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação orgânica, fixação biológica de nitrogênio, associação micorrízica, nutrição.

SUMMARY

Two experiments were conducted under field conditions in a Hapludol Lhitic soil. The aim was to evaluate the vermicomposting utilization with inoculation of the seeds with *Rhizobium phaseoli* and the side-dress of nitrogen fertilization in common bean production. The experimental design was a randomized complete block, with four repetitions. In the growing season of 2000/2001 there was no significant difference among the fertilization forms for plant dry mass, number of nodules per plant and grain production. The inoculation with *Rhizobium phaseoli* increased plant dry mass and the number of legumes per plant. The use of side-dress nitrogen fertilization presented similar results, and also increased in the grain production. In the growing season of 2001/2002, there were similar results among the different forms of base fertilization, demonstrating that organic fertilization could be as important as mineral fertilization to common bean grain yield. There were higher differences in the mycorrhizal association in 2000/2001, but such differences tend to decrease when common bean is grown in the same area for several years.

KEY WORDS: Organic fertilization, biological fixation of nitrogen, mycorrhizal association, nutrition.

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os três maiores produtores

¹ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Agronomia. Departamento de Solos. UFSM/RS

² Professora, Doutora do Departamento de Solos. UFSM/RS. E-mail: zaida@ccr.ufsm.br

³ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo. UFSM/RS. Bolsista CNPq

⁴ Acadêmico do Curso de Agronomia. UFSM/RS

⁵ Professora, Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia. Departamento de Solos. UFSM/RS

mundiais de feijão e o maior consumidor, necessitando de importações. Na maioria das regiões brasileiras produtoras, os problemas de baixa produtividade são, provavelmente, devido a pouca tecnologia empregada em seu cultivo, às variações climáticas, principalmente a deficiência hídrica, aos problemas fitossanitários e ao esgotamento progressivo da fertilidade do solo, (PESSOA et al., 1996 e FULLIN et al., 1999).

A reutilização dos materiais orgânicos produzidos nas propriedades rurais, como esterco, restos de culturas e outros, pode se tornar excelente alternativa à adubação com fertilizantes químicos. A compostagem apresenta-se como uma forma rápida e eficiente para reciclar estes materiais, resultando em um produto estável que pode ser utilizado diretamente nos cultivos agrícolas (PEIXOTO et al., 1989). Além disso, o uso de vermicomposto pode interferir aumentando a população e atividade de microrganismos (JENSEN, 1932 ; WEIL e KROONTJE, 1979).

A inoculação das sementes de feijão com *Rhizobium* específico pode suprir as necessidades em N da cultura do feijoeiro. Ruschel e Saito (1977) obtiveram aumentos na nodulação, no N-total da planta e na produção de grãos, similar ao proporcionado pela utilização da adubação com 100 kg ha⁻¹ de N parcelado no 10° e no 23° dia após o plantio. A produção de grãos aumentou 2,0 e 2,5 vezes, respectivamente em função da inoculação e da adubação com 100 kg ha⁻¹ de N, parcelado no 20° e no 30° dia após o plantio; entretanto, quando utilizou a inoculação e a adubação nitrogenada conjuntamente, obtiveram-se as mais elevadas produções de grãos (RUSCHEL et al., 1979). Resultados similares foram obtidos por Saito (1982), no quais estirpes fixadoras eficientes promoveram aumentos no rendimento em grãos, no teor de N das sementes e contribuições de 24,2 a 27,8 kg ha⁻¹ de N, em um solo com alta disponibilidade em nitrogênio. O processo da fixação biológica de nitrogênio é, portanto, a chave para a sustentabilidade da agricultura nos solos tropicais, que são freqüentemente deficientes em nitrogênio (VARGAS e HUNGRIA, 1997).

Considerando-se que a adubação orgânica e a inoculação das sementes com *Rhizobium* podem su-

primir em parte a utilização de fertilizantes comerciais no feijoeiro, este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de vermicomposto, inoculação das sementes com *Rhizobium* contendo as estirpes Semia 4077 e 4080, e adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de setembro de 2000 a janeiro de 2002, em uma propriedade particular no Município de Ivorá, situada na região ecofisiográfica da Depressão Central, Rio Grande do Sul, em um Neossolo Litólico Eutrófico típico, com substrato basalto (EMBRAPA, 1999). A localização geográfica do Município de Ivorá está entre as coordenadas 53°39'09"W, 29°26'18"S e 53°30'29"W, 29°34'50"S. As características químicas e físicas do solo na camada de 0-10 cm de profundidade são: argila: 24%; textura: 4; pH: 5,3; SMP: 6,0; MO: 3,0%; P: 15,8 mg/L; K: 142,0 mg/L; Al: 0,0 cmol/L; Ca: 7,5 cmol/L e Mg: 1,4 cmol/L.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, num fatorial 4x2x2 (4 níveis de adubação: 1- 100% adubo comercial, 2- 100% vermicomposto, 3- 200% vermicomposto 4- 75% vermicomposto + 25% adubo comercial; 2 níveis de nitrogênio em cobertura: 0 e 100% e com e sem inoculação com *Rhizobium*), com quatro repetições. A dose 100% adubo comercial corresponde a 100 kg por hectare da fórmula comercial 07-28-20 de N-P-K, enquanto que a dose 100% vermicomposto corresponde a 6.380 kg por hectare com, aproximadamente, 50% de umidade, levando-se em consideração os índices de eficiência de liberação dos nutrientes aplicados na forma orgânica. Contudo ao adequar a dose de vermicomposto para as necessidades da cultura foi levado em consideração o nutriente mais limitante, no caso o fósforo. A quantidade de vermicomposto foi calculada conforme a presença de nutrientes e conforme recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (1995) para a cultura do feijoeiro. Os fertilizantes foram distribuídos a lanço imediatamente antes da semeadura do feijoeiro, tendo-se o cuidado de curvar a palhada sobre os fertilizantes.

A dose 100% de nitrogênio em cobertura

corresponde à aplicação de 160 kg por hectare de uréia, aplicados aos 20 dias após a emergência (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC, 1995).

O vermicomposto utilizado no experimento foi produzido a partir de esterco bovino coletado em estábulo coberto. Sendo o material vermicompostado por 60 dias pela ação de minhocas vermelhas da califórnia (*Eisenia foetida* Savigny, 1826). Durante o processo de vermicompostagem foi realizado monitoramento da umidade a cada três dias e, sempre que se fazia necessário, foram realizadas irrigações. Após este período, o vermicomposto foi peneirado em peneira de malha 6 mm e acondicionado em sacos plásticos semipermeáveis, até o momento em que foi utilizado. Uma análise química do vermicomposto foi realizada para avaliar os teores de nutrientes que, após o processo de vermicompostagem, apresentou: 13,6g de N; 10,8g de P₂O₅; 6,6g de K₂O; 7,4g de cálcio e 2,7g de magnésio por kg de vermicomposto.

A instalação do experimento ocorreu por ocasião da semeadura da cultura da aveia preta (*Avena strigosa* L.) para formação de palhada. No mês de agosto dos respectivos anos foi aplicado herbicida de ação total com princípio ativo a base de Glifosato na área experimental para possibilitar a semeadura da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar TPS Nobre, em sistema de plantio direto. A área de cada parcela foi de 16 m². O feijoeiro foi semeado no mês de setembro, utilizando-se semeadora de tração manual. As sementes foram tratadas com fungicidas de acordo com a recomendação para a cultura, e posteriormente, as sementes foram inoculadas com inoculante contendo as estirpes de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* Semia 4077 e 4080, sendo o inoculante fixado às sementes por meio de adesivo comercial.

A população final de plantas utilizadas foi de 300 000 plantas por hectare, distribuídas em 10 linhas por parcela, com espaçamento de 40 cm nas entrelinhas e 12 plantas por metro linear, em uma parcela de 4x4 m. Considerou-se como parcela útil as seis linhas centrais de cada parcela, excluindo-se 50 cm de cada extremidade das linhas.

Durante todo o cultivo foram realizadas as prá-

ticas culturais recomendadas para a cultura (COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2000).

Durante o período de pré-floração foram coletadas 10 plantas em seqüência na fileira interna da bordadura. As partes aéreas das plantas foram destacadas ao nível do colo da planta e acondicionadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C para a secagem do material. Após a secagem foi determinada a massa seca e o tecido foi moído em moinho de facas para serem realizadas as análises de nutrientes presentes na parte aérea.

O material foi submetido à digestão úmida para a determinação de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, de acordo com a técnica de análise de plantas e resíduos orgânicos descrita por Tedesco et al. (1995).

O sistema radicular das plantas foi levado ao laboratório e sob peneira foi lavada e em seguida os nódulos foram destacados e contados. Posteriormente procedeu-se à secagem dos mesmos em estufa a 65°C, e se determinou a massa seca.

Para avaliação da colonização micorrízica as raízes das plantas foram separadas do solo através de peneiras e lavadas com água destilada, em seguida, retirou-se uma amostra de 0,1 g de raízes, as quais foram cortadas em segmentos de 1 cm e armazenadas em solução com álcool comercial a 50%. No laboratório, essas raízes foram submetidas ao processo de clareamento e coloração, que constou em deixar uma amostra de 0,1 g de raízes imersas em solução de KOH 10%, a 80 °C durante 1h 30 min. Após, lavou-se com água e posteriormente as raízes foram colocadas em HCl 0,1N durante 2 minutos. Lavou-se novamente com água e colocou-as em Trypan Blue (corante) a 80 °C por 30 min. Posteriormente, lavou-se novamente com água armazenando-as em lactoglicerol, conforme Brundrett et al. (1996).

A avaliação da percentagem de colonização micorrízica (CM) foi estimada utilizando-se 10 segmentos de raízes coloridas em lâminas sob microscópio composto com amplificação entre 100 a 1000 vezes (óleo de imersão) (BRUNDRETT, et al., 1996).

Quando os grãos se apresentavam na fase de maturação foi realizada a colheita do experimento,

feita pelo arranquio manual das plantas da área útil de cada parcela seguida da trilha através de batedor tratorizado. Após a colheita foi retirada uma amostra de cada tratamento que foi colocada para secar em estufa de ventilação forçada e após foi moída em moinho de facas. O material foi submetido à digestão úmida para a determinação de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, de acordo com a técnica de análise de plantas e resíduos orgânicos descrita por Tedesco et al. (1995). Para a determinação do rendimento de grãos foram pesados os grãos obtidos na área útil de cada parcela, corrigindo a umidade a 13%.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SOC, desenvolvido pelo Núcleo Tecnológico para Informática (EMBRAPA, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação estatística aplicada não foi verificada diferença significativa promovida pela interação entre os fatores estudados: adubação de base, inoculação das sementes e adubação de cobertura. Entretanto, uso de fertilização não aumentou significativamente os valores a massa seca das plantas coletadas no florescimento quando comparadas à testemunha, sem adubação, no cultivo de 2000/2001 (Tabela 1). Isto pode ser explicado pela fertilidade natural elevada do solo utilizado para condução do experimento.

No cultivo de 2001/2002, foi observado maior acúmulo de massa das plantas secas que receberam adubação em relação a testemunha, demonstrando que, embora a fertilidade do solo fosse alta, foi necessário a adubação para manutenção da produtividade ao decorrer de cultivos seqüenciais na mesma área. As diferenças encontradas no cultivo de 2001/2002 (Tabela 1) podem estar relacionadas ao efeito acumulativo dos fertilizantes aplicados ao solo, nos tratamentos que receberam fertilizantes e, da diminuição da disponibilidade de nutrientes das parcelas testemunhas, pela exportação dos nutrientes da área (VIEIRA, 1967).

No entanto, nos dois cultivos não houve diferenças entre as formas de adubação, mostrando que quando a quantidade de nutrientes requerida pelas plantas foi fornecida, independentemente da fonte, o acúmulo de massa seca foi semelhante. A utilização do dobro da dose recomendada de vermicomposto não promoveu acréscimos na massa seca das plantas secas, isto se deve ao fornecimento de uma quantidade de nutrientes superior ao que as plantas podem assimilar. Estes mesmos resultados foram encontrados por Pereira et al. (1988), que ao estudar o uso de composto orgânico associado ao fertilizante mineral verificou não haver acréscimos na produção a partir do uso de 37,5 Mg de composto por hectare.

No cultivo de 2000/2001, não houve efeito da inoculação das sementes e da adubação nitrogenada em relação ao acúmulo de massa seca pelas plantas (Tabela 1). Este resultado provavelmente está relacionado a variação na disponibilidade de nitrogênio fornecido às plantas influenciadas pelo fornecimento a partir do solo (FORNASIERI FILHO et al., 1988). No cultivo de 2001/2002 foi observado que apenas o uso da adubação nitrogenada em cobertura apresentou esta mesma tendência. A inoculação das sementes com *Rhizobium* não resultou em incrementos na massa seca das plantas nos cultivos de 2000/2001 e 2001/2002 (Tabela 1). Resultado similar foi encontrado por Fornasieri Filho et al. (1988) ao estudar o efeito da inoculação e nitrogênio mineral na cultura do feijoeiro.

O número de nódulos por planta não foi influenciado pelas formas de adubação utilizadas, nem pela inoculação das sementes (Tabela 1), isto provavelmente devido à alta população de *Rhizobium* presente no solo, verificada pela expressiva nodulação ocorrida na testemunha, o que pode resultar na limitação no estabelecimento de estirpes inoculadas (DENARDIN, 1991; ANDRADE et al., 1998).

Os tratamentos adubados com vermicomposto apresentaram menor acúmulo de massa seca dos nódulos, este comportamento pode ser explicado pela maior quantidade de nitrogênio. Assim, foi aplicada uma dose de nitrogênio acima da recomendação, e em condição de alta disponibilidade de nitrogênio, ocorre efeito negativo ao desenvolvimento dos nódulos e a fixação de nitrogênio atmosférico é diminuí-

Tabela 1- Massa seca da parte aérea das plantas de feijoeiro em g / planta na fase de florescimento nos cultivos de 2000/2001 e 2001/2002 e número e massa seca de nódulos no feijoeiro no ano agrícola 2001/2002, Ivorá-RS, média de quatro repetições.

Tratamento	Massa seca de plantas		Número de nódulos	Massa seca de nódulos
	2000/2001	2001/2002		
Fator A: Adubação de Base	-----g / planta-----		--nódulos / planta--	--g / planta--
100% Adubo Comercial	5,65 a*	7,13 a	47,36 a	0,069 a
100% Vermicomposto	6,16 a	6,44 a	45,99 a	0,051 b
200% Vermicomposto	4,41 a	7,19 a	38,63 a	0,055 b
75% Vermicomposto +25% Adubo Comercial	4,44 a	6,75 a	45,99 a	0,061 ab
Testemunha	5,19 a	4,20 b	38,70 a	0,063 a
Fator D: Inoculação das sementes				
Com Inoculante	5,92 a	6,59 a	46,10 a	0,064 a
Sem Inoculante	4,42 a	7,15 a	42,95 a	0,053 a
Fator C: Adubação de Cobertura				
Com Uréia	5,42 a	7,75 a	26,34 b	0,027 b
Sem Uréia	4,92 a	6,00 b	62,71 a	0,091 a
CV (%)	22,00	24,00	31,00	25,00

* Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan, com 5% de probabilidade de erro.

ída (PONS e GOEPFERT, 1975).

A massa seca dos nódulos, bem como o número de nódulos por planta apresentaram redução pela aplicação de nitrogênio na forma de uréia (Tabela 1), corroborando resultados existentes de que altos níveis de nitrogênio mineral reduzem o número de nódulos, inibindo o seu desenvolvimento e a fixação simbiótica (ALLOS e BARTHOLOMEW, 1955; MERCANTE e FRANCO, 1991).

O rendimento de grãos não foi alterado pelas diferentes fontes de fornecimento de nutrientes, mostrando não haver diferenças entre as formas orgânica e mineral para o rendimento de grãos (Tabela 2). Ao estudar o efeito do composto orgânico na cultura do feijoeiro, Pereira et al. (1988) observaram que a associação dos adubos químicos com composto permitiu os melhores resultados.

Entretanto, há evidência da necessidade de fornecimento de nutrientes ao solo para se obter maior rendimento, visto que os tratamentos adubados resultaram em médias de rendimento superiores às tes-

temunhas sem adubação (Tabela 2). A adição do dobro da dose recomendada de vermicomposto não promoveu aumentos no rendimento de grãos do feijoeiro.

O baixo incremento no rendimento de grãos promovido pela inoculação das sementes e aplicação de nitrogênio em cobertura provavelmente está relacionado aos elevados teores de fertilidade inicial do solo. Resultados semelhantes, com alta fertilidade de solo foram encontrados por ARF et al. (1991).

A colonização micorrízica apresentou comportamento diferenciado, no cultivo de 2000/2001, as diferentes formas de adubação influenciaram na associação micorrízica, e houve maior colonização micorrízica nos tratamentos adubados em relação à testemunha, sem adubação. A utilização de inoculante ou a aplicação de nitrogênio em cobertura promoveram decréscimo na colonização micorrízica (Tabela 3).

Em feijoeiro, a ocorrência de micorizas pode estimular o crescimento das plantas, como reflexo do

Tabela 2- Rendimento de grãos de feijão observados nos cultivos de 2000/2001 e 2001/2002, Ivorá-RS, média de quatro repetições.

Tratamento	2000/2001	2001/2002
Fator A: Adubação de Base	-----kg / ha-----	
100% Adubo Comercial	2.035 a*	4.235 a
100% Vermicomposto	2.039 a	4.366 a
200% Vermicomposto	2.187 a	4.426 a
75% Vermicomposto +25% Adubo Comercial	2.262 a	4.263 a
Testemunha	1.654 b	2.842 b
Fator D: Inoculação das sementes		
Com Inoculante	2.136 a	4.330 a
Sem Inoculante	1.946 a	4.314 a
Fator C: Adubação de Cobertura		
Com Uréia	2.252 a	4.347 a
Sem Uréia	2.010 a	4.298 a
CV (%)	32,00	9,30

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan, com 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3- Percentual de colonização micorrízica em feijão, nos cultivos de 2000/2001 e 2001/2002, Ivorá-RS. Média de quatro repetições.

Tratamento	2000/2001	2001/2002
Fator A: Adubação de Base	-----%-----	
100% Adubo Comercial	36,75 a*	42,69 ab
100% Vermicomposto	29,13 b	37,31 b
200% Vermicomposto	33,19 b	42,69 ab
75% Vermicomposto +25% Adubo Comercial	35,38 a	46,50 a
Testemunha	34,75 a	40,00 ab
Fator D: Inoculação das sementes		
Com Inoculante	31,03 b	42,19 a
Sem Inoculante	36,19 a	42,41 a
Fator C: Adubação de Cobertura		
Com Uréia	31,50 b	43,03 a
Sem Uréia	35,72 a	41,56 a
CV (%)	13,00	23,00

* Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan, com 5% de probabilidade de erro.

aumento da absorção de nutrientes, principalmente, em solos de baixa fertilidade (LOPES et al., 1983). Gallotti et al. (1988), estudando o efeito da inoculação

de *Glomus* em feijoeiro, não observaram variações no peso da parte aérea e sistema radicular sendo que apenas *Glomus etunicatum* proporcionou rendimento superior à testemunha sem inoculação. Contudo, Zambolim et al. (1985) observaram aumentos significativos no peso da parte aérea de feijoeiro quando inoculado com várias espécies de *Glomus*.

No cultivo de 2001/2002 houve diferença entre as formas de adubação para a colonização micorrízica, observando-se maior colonização nos tratamentos em que foi utilizada a mistura dos fertilizantes, não se diferenciando da forma química de adubação e de quando fora utilizado o dobro da dose de vermicomposto. A utilização da dose simples de vermicomposto proporcionou menor colonização micorrízica. Estas diferenças, no entanto, não refletiram em aumento no rendimento de grãos (GALLOTTI et al., 1988).

O favorecimento da colonização micorrízica com as plantas de feijoeiro, encontradas no cultivo de 2000/2001, quanto a não utilização de inoculante ou nitrogênio em cobertura não foram evidenciadas no cultivo de 2001/2002, isto possivelmente, deveu-se ao fato das espécies nativas terem se adaptado para infectar o feijoeiro por este ser cultivado anteriormente na mesma área (GALLOTTI et al., 1988).

CONCLUSÕES

A utilização da adubação orgânica (vermicomposto) e inoculação das sementes com *Rhizobium* promoveram respostas semelhantes à aplicação de nitrogênio na forma mineral no rendimento de grãos na cultura do feijoeiro.

A nodulação do feijoeiro foi reduzida pela aplicação de uréia em cobertura, mas não foi influenciada pela inoculação das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLOS, H.F.; BARTHOLOMEW, W.V. Effect of available nitrogen on symbiotic fixation. *Soil Science Society of América Proceedings* n. 19, p. 182-184,

1955.

ANDRADE, M.J.B. de; ALVARENGA, P.E.; CARVALHO, J.G. de; SILVA, R. da; NAVES, R. de N. Influência do nitrogênio sobre o crescimento, nodulação radicular e teores de nutrientes no feijoeiro. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 45, n. 257, p. 65-79, 1998.

ARF, O.; FORNASIERI FILHO, D.; MALHEIROS, E.B.; SAITO, S.M.T. Efeito da inoculação e da adubação nitrogenada em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar carioca 80. I. Solo de alta fertilidade. *Científica*, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 29-38, 1991.

BRUNDRETT, M., BOUGHER, N.; DELL, B.; GROVE, T.; MALAJCZUK, N. **Working with mycorrhizas in forestry and agriculture**. Canberra: ACIAR, 1996. 400 p.

COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO. **Recomendações técnicas para o Cultivo no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Pallotti, 2000. 80 p.: il. Tabs. (Comissão Estadual de Pesquisa em Feijão; coordenador Ricardo Silveiro Balardin).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendação de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3 ed. Passo Fundo, SBCS - Núcleo Regional Sul, EMBRAPA/CNPT, 1995. 223p.

DENARDIN, N.D. **Seleção de estirpes de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* tolerantes a fatores de acidez e resistentes a antibióticos**. 1991. 89f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agronomia Luís de Queirós, Piracicaba, 1991.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 421 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para Agricultura. **Ambiente software NTIA, versão 4.2.2: Manual do Usuário - Ferramental Estatístico**. Campinas, 1997.

FORNASIERI FILHO, D.; BELLINGIERI, P.A.; VITTI, G.C.; MALHEIROS, E.B.; HORIENTE, E.C. Efeitos da inoculação com *Rhizobium phaseoli* de fertilizantes às sementes e nitrogênio mineral na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) carioca

- 80 das "águas". **Científica**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 229-238, 1988.
- FULLIN, E.; ZANGRANDE, M.B.; LANI, J.A.; MENDONÇA, L.F. de; FILHO, N.D. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 7, p. 1145-1149, 1999.
- GALLOTTI, G.J.M.; ZAMBOLIM, L.; VIEIRA, C. Efeito de *Glomus etunicatum* e de espécies de *Glomus* sobre o crescimento e produção do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 35, n. 200, p. 421-425, 1988.
- JENSEN, H. L. The microbiology of farmyard manure decomposition in soil. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 2, p. 21-25, 1932.
- LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.O.; ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, n. 7, p. 1-19, 1983.
- MERCANTE, F.M.; FRANCO, A.A. Uso de *Leucaena leucocephala* para obtenção de *Rhizobium* tolerante à temperatura elevada para inoculação do feijoeiro. In: Feira Nacional de Biotecnologia, São Paulo, 1991. **Resumos...** São Paulo, Associação Brasileira de Empresas de Biotecnologia, 1991.
- PEIXOTO, R.T. dos G.; ALMEIDA, D.L. de. FRANCO, A.A. Compostagem de lixo urbano enriquecido com fontes de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 5, p. 599-606, 1989.
- PEREIRA, E.B.; CARDOSO, A.A.; VIEIRA, C.; LOURES, E.G. Efeitos do composto orgânico sobre a cultura do feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 35, n. 198, p. 182-198, 1988.
- PESSOA, A.C. dos S.; KELLING, C.R.S.; POZZEBON, E.J.; KÖNIG, O. Concentração e acumulação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo feijoeiro cultivado sob diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 69-74, 1996.
- PONS, A.L.; GOEPFERT, C.F. Efeito da adubação nitrogenada em feijoeiro. I Solo Camaquã. **Agronomia Sulriograndense**, v. 11, n. 2, p. 259-266, 1975.
- RUSCHEL, A.P.; SAITO, S.M.T. Efeito da inoculação de *Rhizobium*, nitrogênio e matéria orgânica na fixação simbiótica de nitrogênio em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 1, p. 21-24, 1977.
- RUSCHEL, A.P.; SAITO, S.M.T.; TULMAN NETO, A. Eficiência da inoculação de *Rhizobium* em *Phaseolus vulgaris* L I- Efeito de fontes de nitrogênio e cultivares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 3, p. 13-17, 1979.
- SAITO, S.M.T. Avaliação em campo da capacidade de fixação simbiótica de estirpes de *Rhizobium phaseoli*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 7, p. 999-1009, 1982.
- SILVA, A.J. da; RAMALHO, M.A.P.; GUEDES, G.A. de A.; VALE, F.R. do. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada. I. Produção de grãos e seus componentes. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 348-355, 1989.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. Boletim Técnico, 5.
- VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. ed. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 524p.
- VIEIRA, C. **O feijoeiro comum: Cultura, doenças e melhoramento**. Viçosa : UFV, 1967.
- WEIL, R. R.; KROONTJE, W. Organic matter decomposition in a soil heavily amended with poultry manure. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 8, p. 584-588, 1979.
- ZAMBOLIM, L.; OLIVEIRA, A.A.R.; RIBEIRO, A.C. Efeito da infecção por fungos micorrízicos do tipo vesicular-arbuscular sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 32, n. 181, p. 252-258, 1985.