

INFLUÊNCIA DE SUBSTRATOS E FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE MUDAS MICORRIZADAS DE *Acacia mearnsii* DE WILD

SUBSTRACT AND PHOSPHOUR INFLUENCE IN SEEDLING PRODUCTION OF *Acacia mearnsii* DE WILD LEVEL

Andréa Hentz de Mello¹ João Kaminski² Zaida Inês Antonioli³ Lílian Castilho dos Santos⁴
Eduardo Lorensi de Souza⁵ Guilherme Karsten Schirmer⁵ Rafael Machado Goulart⁵

RESUMO

A inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) é viável em mudas de espécies florestais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estabelecimento de duas espécies de FMAs na produção de mudas de *Acacia mearnsii* em diferentes substratos e doses de fósforo. O experimento constou de cinco tratamentos, sendo dois tratamentos de inoculação de espécies de FMAs, (*Glomus clarum* Nicolson & Schenck e *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann) e três tratamentos com diferentes substratos (mecplani, turfa fértil e Neossolo Quartzarênico); com cinco doses de fósforo (0, 50, 100, 500 e 1000 mg.kg⁻¹), e dez repetições. Alto nível de P no substrato não impediu colonização micorrízica das raízes. Os isolados *G. clarum* e *G. etunicatum* apresentaram alta eficiência na colonização das raízes da *A. mearnsii*, e os substratos mecplani e turfa-fértil foram os mais eficientes na produção das mudas.

Palavras-chave: fungos micorrízicos arbusculares; turfa fértil; mecplani; produção de mudas.

ABSTRACT

The inoculation of mycorrhizal arbuscular fungi (FMAs) is viable in forest species. The aim of this study was to evaluate the establishment of two species of FMAs, in *Acacia mearnsii* production, considering different substracts and phosphour levels. The experiment was carried out with five treatments, with two species of FMAs (*Glomus clarum* Nicolson & Schenck and *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann), and three kinds of substracts (Mecplani, Fertil Turfa and Neossolo Quartzarênico) with four phosphour levels, with 10 repetitions. The high level of P in the substract did not influence the mycorrhizal colonization in the roots. These mycorrhizal fungi showed high efficiency in roots colonization of *A. mearnsii*. The Mecplani and Fertil Turfa substracts were the most efficient ones in seedling growing.

Keywords: mycorrhizal arbuscular fungi; fertil turfa; mecplani, seedlings production.

INTRODUÇÃO

A *Acacia mearnsii* (acácia-negra) é uma das principais espécies florestais plantadas no estado do Rio Grande do Sul depois das espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* (HIGA, 1998). Desde sua introdução em 1918, a acácia-negra apresentou uma expansão considerável em consequência do fornecimento de casca para produção de tanino (CALDEIRA *et al.*, 2002).

A acácia-negra se caracteriza como recuperadora de solos pela capacidade simbiótica, permitindo a reposição de nitrogênio, cerca de 200 Kg de N/ha.ano⁻¹, além de contribuir na formação de cobertura florestal por meio do seu rápido crescimento e fácil propagação (FRANCO e DOBEREINER, 1994). Possui vasto sistema radicular, o que promove maior agregação do solo e aumento da capacidade de retenção de água e sais minerais (BONI *et al.*, 1994), além de apresentar capacidade de formar simbiose com micorrizas arbusculares e ectomicorrizas (MOREIRA *et al.*, 2002).

Na produção de mudas de espécies florestais de qualidade, é indispensável que se tenha um bom

1. Engenheira Agrícola, Dr^a, Professora Adjunta, Faculdade de Agronomia do Pará, Campus do Sul e Sudeste do Pará, CEP 68501-730, Marabá (PA). andreahentz@ufpa.br
2. Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.
3. Bióloga, Dr^a., Professora do Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). zaida@smail.ufsm.br
4. Bióloga., MSc. em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.
5. Mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

Recebido para publicação em 13/03/2006 e aceito em 11/08/2008.

substrato, que é indicado sobretudo por suas características físico-químicas, com boa estrutura, consistência, alta porosidade, alta capacidade de retenção e fornecimento de nutrientes e de água e que estejam inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares – FMAs (SIQUEIRA, 1996). Assim, buscando a produção de mudas florestais em qualidade e quantidade, várias pesquisas científicas e avanços técnicos têm sido realizados com o objetivo de melhorar a qualidade das mudas, assegurando boa adaptação e crescimento após o plantio.

A maioria das áreas destinadas ao reflorestamento apresenta baixa fertilidade natural e baixo potencial de inóculo de microorganismos benéficos para as plantas, como FMAs. Esses fungos contribuem para a sobrevivência e crescimento das espécies das plantas, especialmente em ambientes estressantes (SIQUEIRA e SAGGIN-JÚNIOR, 1995). Dessa forma, o conhecimento sobre a capacidade das espécies arbóreas em formar simbioses com FMAs é importante para o sucesso de reflorestamentos, iniciado pela inoculação das plantas na fase de formação de mudas (PERRY *et al.*, 1987).

Como as micorrizas arbusculares são geralmente inibidas em condições de elevada disponibilidade de fósforo (KAMINSKI e RHEINHEIMER, 1994), a adição de P suficiente para otimizar o crescimento das mudas pode reduzir a colonização sendo esse efeito dependente da espécie vegetal e do fungo inoculado (RHEINHEIMER *et al.*, 1997). A adição de P não torna as plantas imunes à colonização micorrízica, apenas reduz a intensidade desta (CARDOSO, 1986). Geralmente, em concentrações de fósforo próximas do ótimo para o crescimento da planta hospedeira, já ocorre inibição da colonização micorrízica (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002). O P inibe a colonização via nutrição da planta, e a quantidade de P requerida para isso depende da capacidade de absorção, translocação e exigência interna da planta hospedeira (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002). Em solo deficiente em P, a aplicação de pequena quantidade desse elemento favorece a colonização e esporulação dos FMAs (FERNANDES *et al.*, 1987).

Como a inoculação de FMAs é feita basicamente durante a formação de mudas, geralmente estes colonizam as mudas crescendo em substrato fértil. Assim, os FMAs são eficientes em promover crescimento e fixação de N₂ em ambientes degradados de baixa fertilidade tendo então de estabelecer a simbiose na fase de mudas e em substrato considerado fértil. Essas mudas, uma vez levadas ao campo, conseguirão melhor adaptação às condições de estresse, uma vez que possuem boa vitalidade nutricional, alto poder de agregação das raízes com o substrato e boa capacidade de retenção de água, de modo que a espécie se adapte perfeitamente ao local do plantio (SIBINEL, 2003).

Dessa forma, o presente estudo teve o objetivo de avaliar a associação micorrízica de *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* durante a formação de mudas de *A. mearnsii* crescendo em diferentes substratos e doses de fósforo em condição de casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

As mudas de *Acacia mearnsii* foram produzidas em tubetes de 50 cm³ de capacidade de substrato, a partir de agosto de 2003, em casa de vegetação do Departamento de Solos, na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Os substratos comerciais utilizados foram a turfa fértil e mecplani e Neossolo Quartzarênico desinfestados com o fungicida sistêmico Benomyl (Benlat 50). Utilizaram-se 15 mg do ingrediente ativo seco (formulação pó molhável 50%) misturado em 1 kg de substrato. Posteriormente, os substratos foram umedecidos na capacidade de campo e deixados secar ao ar. Esse procedimento foi repetido por três vezes no período de 15 dias. As determinações químicas dos substratos foram feitas segundo metodologias descritas por Tedesco (1986), (Tabela 1).

TABELA 1: Características químicas dos substratos utilizados na produção de mudas de *Acacia mearnsii* De Wild.

TABLE 1: Chemical characteristics of the substracts used in the seedlings production of *Acacia mearnsii* De Wild.

Substrato	pH (água)	Índice (SMP)	P (mg.L ⁻¹)	K (mg.L ⁻¹)	Al (cmol _c .L ⁻¹)	Ca (cmol _c .L ⁻¹)	Mg (cmol _c .L ⁻¹)
Neossolo Quartzarênico	4,7	6,7	8,0	30,0	0,6	0,3	0,1
Mecplani	5,6	6,0	107,7	190,0	0	5,4	3,2
Turfa Fértil	6,5	6,4	39,5	82,0	0	5,3	3,3

O experimento constou de cinco tratamentos, sendo dois tratamentos de inoculação de espécies de

FMA, (*Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*) e três tratamentos com diferentes substratos com cinco doses de fósforo. O delineamento experimental utilizado foi de parcelas subdivididas em esquema fatorial 5x4 com dez repetições.

As doses de fósforo testadas foram 0, 50, 100, 500 e 1000 mg de P por quilo de solo ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

As sementes da acácia-negra foram obtidas na Estação Experimental de Silvicultura de Santa Maria (FEPAGRO). Para a quebra de dormência as sementes foram imersas em água quente a 80°C mantendo-as por 3 minutos, e inoculadas com rizóbio crescidas em meio sólido descritos por Vicent (1970). As estirpes de rizóbio foram fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia – CNPAB/EMBRAPA.

No plantio, abriu-se um orifício em cada tubete, pipetando-se nesse orifício, nos tratamentos de inoculação, 1 mL de suspensão de esporos de *Glomus clarum* Nicolson & Schenck e *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann, contendo em média noventa esporos de FMAs. Em seguida foram colocadas quatro sementes inoculadas com rizóbio por célula. Aos 30 dias, quando as plântulas estavam com um par de folhas definitivas, foi feito o desbaste deixando-se uma planta por tubete. As irrigações foram diárias, e a aplicação de solução nutritiva Hoagland e Arnon (1950) modificada por Jarstfer e Silva (1992), a base de KNO_3 , $\text{Mg}\cdot\text{SO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$; FeNaEDTA ; $\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$; H_3BO_3 ; $\text{Na}_2\text{MoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$; KH_2PO_4 ; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$; NaCl . a cada 15 dias. Para avaliação das mudas, foram coletadas aleatoriamente três plantas por tratamento aos 140 dias após a germinação, avaliando-se altura, colonização micorrízica e número de esporos.

Para avaliação da colonização micorrízica, as raízes foram clarificadas e coradas, conforme Koske e Gemma (1989) e Grace e Stribley (1991). A percentagem do comprimento de raízes colonizadas foi avaliada pelo método da intersecção em placa quadriculada descrito no trabalho de Giovanetti & Mosse (1980), adaptado com base no método de medidas de comprimento de raízes de Newman (1966).

Para a avaliação do número de esporos, estes foram extraídos do solo por meio da técnica de peneiramento úmido (GERDEMANN e NICOLSON, 1963), seguido de centrifugação em água e sacarose (JENKINS, 1964).

Os dados foram testados quanto à sua normalidade e submetidos à análise de variância, teste de média (Student – LSD) e regressão utilizando-se dos procedimentos disponíveis no programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas micorrizadas apresentaram resposta raiz quadrada típica com redução de altura em relação às plantas não-inoculadas na dose mais alta de P (Figura 1).

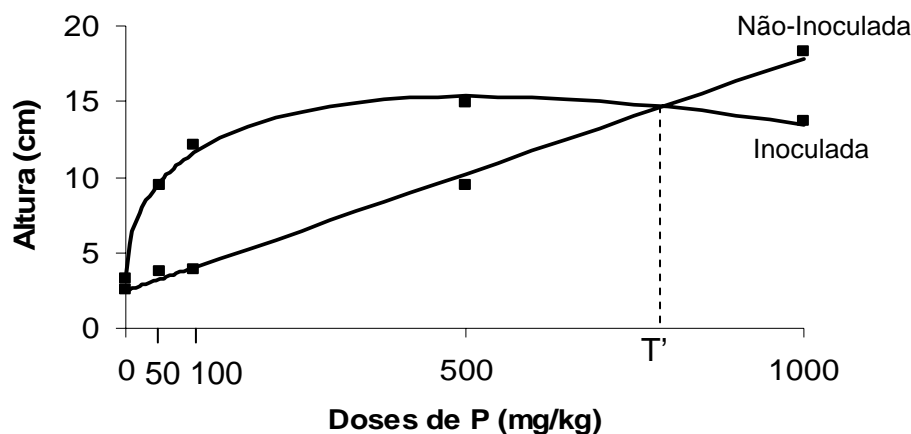


FIGURA 1: Altura das mudas de *Acacia mearnsii* De Wild aos 140 dias após a emergência inoculadas ou não com FMAs em diferentes doses de P no solo. Inoculada: $Y = 3,34 - 0,023X + 1,055X^{0,5}$; $R^2 = 0,99$, Não-inoculada: $Y = 2,12 + 0,012X$; $R^2 = 1,00$. Ambos os ajustes são significativos ($P \leq 0,01$).

FIGURE 1: Seedling height of seedling in *Acacia mearnsii* 140 days after emergency inoculated or non-inoculated mycorrhizal fungi in different levels of phosphour in the soil. Inoculated: $Y = 3,34 -$

$0,023X+1,055X^{0,5}$; $R^2 = 0,99$, No inoculated: $Y = 2,12+0,012X$; $R^2 = 1,00$. Both adjustments are significant ($P < 0,01$).

O ponto máximo da curva ocorreu entre as doses 100 e 500 mg.kg⁻¹ de P, o que, em termos de P disponível por Mehlich I, corresponde entre 32 e 84 mg.kg⁻¹ de solo. As plantas sem micorrizas responderam linearmente à aplicação de P no solo, apresentando também comportamento típico de plantas não-inoculadas. Benefícios acentuados da inoculação foram significativos nas doses de 50, 100 e 500 mg P.kg⁻¹, evidenciando a dependência micorrízica intermediária da *Acacia mearnsii*.

Janos (1988) define que a dependência micorrízica (DM) é “a incapacidade das plantas crescerem sem micorrizas a um dado nível de fertilidade”, o qual é usualmente medido pela concentração do fósforo na solução do solo. Ele propõe que a DM seja quantificada pelo nível de fósforo até o qual as plantas não-micorrizadas não aumentam significativamente o seu crescimento (T) ou pelo nível de fósforo acima do qual as plantas não-micorrizadas não cresçam diferentemente das micorrizadas (T’). Sendo assim, o ponto de cruzamento entre as curvas, que equivale ao ponto T’ de Janos (1988) é de 823 mg P.kg⁻¹. Esses dados, corroboram com os de Sibinel (2003) que, trabalhando com *Mimosa artemisiana*, verificou que essa é uma planta de dependência micorrízica intermediária, deixando de responder à inoculação quando o nível de P no solo é alto. O ponto T’ encontrado foi de 815 mg/kg, correspondendo aproximadamente a 187 mg de P disponível no solo, sugerindo assim que esse comportamento é comum em plantas pioneiras de rápido crescimento.

A interação significativa entre os fatores (substratos e tratamentos de inoculação), (substratos e doses de P), (tratamento de inoculação e doses de P) foi observada em relação à altura, número de esporos e colonização micorrízica.

Os isolados *Glomus etunicatum* e *Glomus clarum* foram capazes de colonizar as raízes da *A. mearnsii*, (Tabela 2).

TABELA 2: Colonização Micorrízica das mudas de *Acácia mearnsii* inoculadas com Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) aos 140 dias após a emergência em diferentes substratos e doses de fósforo (Média de dez repetições).

TABLE 2: Mycorrhizal colonization in seedling of *Acácia mearnsii* inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi (FMAs) to the 140 days after emergency in different substracts and phosphour levels (Medium of 10 repetitions).

Tratamentos	Colonização Micorrízica (%)				
	Doses de P mg.kg ⁻¹				
	0	50	100	500	1000
Neossolo	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Neossolo + <i>G. clarum</i>	74,59 b	84,07 a	75,51 b	62,67 b	85,57 a
Neossolo + <i>G. etunicatum</i>	85,32 a	80,94 b	83,00 b	87,20 a	76,38 b
Turfa	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Turfa + <i>G. clarum</i>	77,29 b	86,16 a	82,54 a	82,77 a	73,73 b
Turfa + <i>G. etunicatum</i>	85,17 a	79,74 b	81,55 a	68,87 b	77,99 b
Mecplani	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Mecplani + <i>G. clarum</i>	85,32 a	89,29 a	82,33 a	82,54 a	80,50 b
Mecplani + <i>G. etunicatum</i>	85,15 a	83,74 a	77,92 b	80,62 b	84,44 a

Em que: Médias seguidas da mesma letra, nas linhas não diferem entre si pelo teste de t (Student) – LSD.

A colonização micorrízica não foi detectada no tratamento não-inoculado, o que evidenciou a ausência de contaminação entre os tratamentos. Assim, a infectividade avaliada pela porcentagem de colonização das raízes, variou com o isolado fúngico inoculado, com a dose de fósforo aplicada e com os diferentes substratos.

A intensidade de colonização radicular em relação às doses de P aplicadas foi maior na dose de 50 mg P.kg⁻¹ no substrato mecplani inoculado com *Glomus clarum*. Este isolado promoveu maior colonização micorrízica das raízes da *A. mearnsii* nos substratos comerciais, enquanto que o *Glomus etunicatum* foi mais eficiente no Neossolo Quartzarênico. *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, por sua alta eficiência em beneficiarem mudas da *A. mearnsii*, podem apresentar alto potencial para promover o crescimento das

plantas no campo, embora, nessas condições, outros fatores influenciam também a eficiência dos FMAs, tais como competição com outros FMAs e adaptação ao solo e clima local (ABBOT e ROBSON, 1992).

Isso se deve ao fato de que as diferenças de eficiência dos FMAs em beneficiar as plantas são verificadas quando várias espécies de FMAs são inoculadas em uma mesma planta, sendo que tais diferenças podem existir até dentro de isolados de uma mesma espécie de FMA (SAGGIN JÚNIOR e LOVATO, 1995; BETHLENFALVAY *et al.*, 1989).

Nesse sentido, Caproni *et al.*, (2005) observaram que, quando mudas de *Acacia mangium* são inoculadas com *Glomus clarum*, há uma alta produção de esporos na fase inicial do plantio, declinando com o tempo, enquanto de *Gigaspora margarita* aumenta a esporulação dependendo das condições edafoclimáticas locais.

As diferenças de eficiência verificadas podem ser em consequência da habilidade maior da combinação *A. mearnsii*, FMAs e substratos em absorver nutrientes como P e promover nodulação com o rizóbio. Alguns estudos sobre ciclagem, concentração e exportação de nutrientes da acácia-negra já foram feitos no Brasil, basicamente envolvendo os macronutrientes (CALDEIRA *et al.*, 1999). Entretanto, atualmente as pesquisas realizadas com micronutrientes na acácia-negra se relacionam apenas aos teores de nutrientes nas folhas (BELLOT *et al.*, 2000). É evidente a necessidade de estudos sobre a distribuição dos micronutrientes nos outros componentes das árvores de acácia-negra, sendo fundamental para estudos de nutrição, ciclagem e exportação dos nutrientes.

Esses resultados evidenciam que o substrato para a produção de mudas deve ser rico em compostos orgânicos, pois propiciam melhor crescimento das mudas, com boa formação do sistema radicial. Caldeira *et al.*, (2000), trabalhando com adição de vermicomposto ao substrato, verificaram que o substrato enriquecido com o vermicomposto influenciou o crescimento das mudas de acácia-negra, favorecendo a produção de maior biomassa aérea.

A maior esporulação dos FMAs ocorreu nas menores doses de P aplicadas (Tabela 3).

TABELA 3: Número de esporos das mudas de *Acacia mearnsii* inoculadas com Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) aos 140 dias após a emergência em diferentes substratos e doses de fósforo (Média de dez repetições).

TABLE 3: Seedling number of spore in *Acacia mearnsii* inoculated with mycorrhizal fungi to the 140 days after emergency in different substracts and phosphour levels. (Medium of 10 repetitions).

Tratamentos	Número de esporos (n ⁻¹)				
	Doses de P mg.kg ⁻¹				
	0	50	100	500	1000
Neossolo	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Neossolo + <i>G. clarum</i>	202 b	359 a	240 b	158 b	193 b
Neossolo + <i>G. etunicatum</i>	281 a	224 b	249 b	132 b	163 b
Turfa	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Turfa + <i>G. clarum</i>	366 b	295 b	644 a	370 b	318 b
Turfa + <i>G. etunicatum</i>	410 a	428 a	350 b	384 b	297 b
Mecplani	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Mecplani + <i>G. clarum</i>	315 b	358 a	281 b	275 b	198 b
Mecplani + <i>G. etunicatum</i>	736 a	367 b	239 b	459 b	404 b

Em que: Médias seguidas da mesma letra, nas linhas não diferem entre si pelo teste de t (Student) – LSD.

A produção de esporos dos FMAs acompanhou o comportamento da colonização micorrízica, embora esse comportamento não seja obrigatório, pois não há uma relação direta entre o número de esporos e a colonização micorrízica. A taxa de germinação dos esporos é de fundamental importância para tal comportamento, pois se pode ter um grande número de esporos e estes possuem baixa taxa de germinação, por consequência, baixa percentagem de colonização micorrízica.

A disponibilidade de P e a fertilidade dos substratos turfa fértil e mecplani não foram suficientes para promover efeitos negativos no crescimento das plantas micorrizadas permitindo boa colonização das mudas tanto por *Glomus clarum* quanto por *Glomus etunicatum*. Ambos os fungos se mostraram eficientes em colonizar as mudas da *Acacia mearnsii*. A boa colonização das mudas é de extrema importância para garantir

sua sobrevivência e estabelecimento após o transplante para uma área degradada de baixa fertilidade e com poucos propágulos de FMAs (SIBINEL, 2003).

A micorrização de mudas de *A. mearnsii* é possível em substrato rico em fósforo, e embora possa não refletir em benefícios imediatos no crescimento das plantas, pode favorecê-las quando transplantada para áreas degradadas.

Mesmo apresentando uma situação ascendente no setor florestal, os estudos a respeito da *A. mearnsii* ainda apresentam carências quanto a informações científicas básicas em relação à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e da composição do substrato para uma otimização da produção de mudas dessa espécie.

CONCLUSÕES

As espécies de fungos micorrízicos arbusculares *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* apresentam eficiência na colonização das mudas de *Acacia mearnsii*.

O alto nível de fósforo no substrato não impede a colonização micorrízica das raízes da *Acacia mearnsii*.

Os substratos comerciais mecplani e turfa-férril são os mais eficientes na produção das mudas de *Acacia mearnsii*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D. The effect of VA mycorrhizae on plant growth. In: POWELL, C.L.; BAGYARAJ, D.J (eds). **VA MYCORRHIZAL**. CRC Press, 1992. p.113-130.
- BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D.; DEDECEK, R. A. Teores de macro e micronutrientes em acácia negra, com três anos de idade, plantada no Estado do Rio Grande do Sul. In: FERTBIO 2000 – BIODINÂMICA DO SOLO; REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3.; 2000. Santa Maria. **Resumos expandidos**. Santa Maria: SBCS/SBM, 2000. 1 CD-ROM.
- BETHLENFALVAY, G. J. *et al.* The Glycine-Glomus-Bradyrhizobiun symbiosis. IX Nutricional, morphological and physiological responses of nodulated soybean to geografic isolates of the mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. **Physiology Plant**. v. 76, n. 2, p. 226-232, 1989.
- BONI, N. R.; ESPINDOLA, R.; GUIMARÃES, E. C. Uso de leguminosas na recuperação de um solo decapitado. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p.563-568.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Scientia Forestalis**. Piracicaba. n. 57, p. 161-170, 2000.
- CALDEIRA, M. V. W.; PEREIRA, J. C.; SCHUMACHER, M. V. Comparação entre as concentrações de nutrientes nas folhas e no folheto em procedência de *Acacia mearnsii* de Wild. **Revista Árvore**. Viçosa. v. 23, n. 4, p. 489-492, 1999.
- CALDEIRA, M. V. W.; RONDON NETO, R. M.; SCHUMACHER, M. V. Avaliação da eficiência nutricional de três procedências australianas de acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Revista Árvore**. Viçosa. v. 26, n. 5, p. 615-620, 2002.
- CAPRONI, A. L. *et al.* Fungos micorrízicos arbusculares em área estéril revegetado com *Acacia mangium* após mineração de bauxita. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 29, n. 3, p. 373-381, 2005.
- CARDOSO, E. J. B. N. Interaction of mycorrhiza, phosphate and manganese in soybean. In: AZCON-AGUILAR, C. e BAREA, J. M., (eds). **Mycorrhizas in integrated systems from genes to plant development**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1986. p.304-306.
- FERNANDES, A. B. *et al.* Efeito diferenciado do P sobre o estabelecimento e efetividade da simbiose endomicorrízica em milho e soja. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 101-108, 1987.
- FERREIRA, D. F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras:UFLA/DEX/SISVAR, , 2000. 145p.
- FRANCO, A. A.; DOBEREINER, J. A biologia do solo e a sustentabilidade dos solos tropicais. **Summa Phytopathologica**. Jaguariúna, v. 20, n. 1, p. 68-74, 1994.
- GRACE, C.; STRIBLEY, D. P. A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycological Research**. v. 95, n. 10, p. 1160-1162, 1991.

- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wt-sieving and danting. **Transactions of British Mycological Society**. v. 46, p. 235-244, 1963.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. Na evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytology**, v. 84, p. 489-500, 1980.
- HIGA, A. R. Desarrollo de sistemas de producción para acacia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). In: CONGRESSO LATINO AMERICANO IUFRO – O manejo sustentável de los recursos forestales, desafío del siglo 21., 1998, Valdivia. **Anais...** Valdivia: IUFRO. 1998.144 p.
- JANOS, D. P. Mycorrhiza applications in tropical forestry: are temperate-zone approaches appropriate? In: NG, F. S. P.(eds). **Trees and mycorrhiza**. 1988. p.133-188.
- JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report** , v. 48, p. 692, 1964.
- KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. dos S. Micorrização da *Panicum* afetada por culturas precedentes. 2. Taxa de crescimento e absorção de fósforo. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 2., 1994, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Ed. da UFSC. 1994, p.38.
- KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, v. 92, n. 4, p. 468-488, 1989.
- MOREIRA, F. M. S E SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ed. da UFLA, 2002. 626 p.
- NEWMAN, E. E. J. A method of estimating the total length of root sample. **Journal of Applied Ecology**, v. 3, p. 139-45, 1966.
- PERRY, D. A.; MOLINA, R.; AMARANTHUS, M. P. Mycorrhizae, mycorrhizospheres and reforestation: current knowledge and research needs. **Canadian Journal of Forest Research**., v. 8, n. 17, p. 929-940, 1987.
- RHEINHEIMER, D. dos S.; ERNANI, P. R.; SANTOS, J. C. P. Influência da micorriza no crescimento do *Trifolium riograndense* e na predição de absorção de fósforo por um modelo mecanístico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 191-197, 1997.
- SAGGIN JÚNIOR, O. J.; LOVATO, P. E. Aplicação de micorrizas arbusculares na produção de mudas e plantas micropropagadas. In: SIQUEIRA, J. O., *et al.* (eds.) **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: SBCS; Lavras: UFLA/DCS, 1995. p. 725-774.
- SIBINEL, A. H. M. **Resposta da leguminosa *Mimosa artemisiana* à inoculação de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de áreas degradadas**. 2003. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Ciências do Solo) –Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- SIQUEIRA, J. O. Micorrizas: forma e função. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1.; 1995. Lavras, **Anais...** Lavras: FAEPE, 1996. p. 5-32.
- SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN-JUNIOR, O. J. The importance of mycorrhizae association in natura in low fertility. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL STRESS: MAIZE IN PERSPECTIVE, 1995, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA, 1995. p. 240-280.
- TEDESCO, K. J. **Extração simultânea de N, P, K, Ca, Mg em tecidos de plantas por digestão com H₂O₂ e H₂SO₄**. 1986. 23 p. Porto Alegre: UFRGS, (Informativo Interno, 01).
- VICENT, J. M. **A manual for the practical study of root-nodule bacteria**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1970.164 p.