

COMPORTAMENTO DA MANDIOCA (Manihot esculenta Crantz) EM RE  
LAÇÃO À INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS VESÍCULO-ARBUSCU  
LARES.

LUIZ FERNANDO GARCIA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO  
GRAU DE MESTRE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1986

Esta Dissertação é parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Setorial de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

---

LUIZ FERNANDO GARCIA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 29/01/1986

---

ROGÉRIO TAVARES DE ALMEIDA  
(Orientador)

---


JOSÉ ILO PONTE DE VASCONCELOS

---

FERNANDO FELIPE FERREYRA HERNANDEZ

---

FRANCISCO CÉLIO GUEDES ALMEIDA



Ao meu Pai

ANTÔNIO CARLOS

À minha Mãe

MARIA DA PENHA

Aos Irmãos

KKLO, MARISA,  
LUCIENNE, EURICO e CLÁUDIA

E à

MARLY

D E D I C O



## AGRADECIMENTOS

O Autor deixa aqui registrado os seus sinceros agradecimentos:

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade na realização do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Professor Mardônio Aguiar Coelho, Coordenador do Curso, pela compreensão e otimismo dispensado durante todas as fases do Mestrado;

Ao Professor Rogério Tavares de Almeida, pelo planejamento, orientação e revisão da Dissertação;

Aos Professores José Ilo Ponte de Vasconcelos, Fernando Felipe Ferreyra Hernandez e Francisco Célio Guedes Almeida, pela revisão dos manuscritos, bem como pelas sugestões apresentadas;

Aos colegas de Curso, mormente Maria Margarida Fontes, Ridvan Nunes Fernandes, Vânia Felipe Freire, Paulo Furtado Mendes Filho e Raimundo Nonato de Assis Júnior, pelo apoio, incentivo e cordialidade;

Aos funcionários do Departamento de Ciências do Solo, especialmente Simone Cardoso Façanha e Terezinha de Jesus Pinto Farias, pela ajuda prestada;

Ao laboratorista do Departamento de Ciências do Solo Antônio Luiz de Oliveira e ao seu filho Gerson Brandão de Oliveira, pela colaboração nas análises químicas;

A todo pessoal que trabalha na Biblioteca Setorial de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, especialmente aqueles responsáveis pela consulta bibliográfica;

À Agro Química Maringá S/A, pelo envio de um adesi



vo químico utilizado nesta pesquisa, e

Finalmente, o autor expressa sua gratidão a todos aqueles que, de algum modo, contribuíram para a realização deste trabalho.

## CONTEÚDO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	vii
ABSTRACT .....	ix
RESUMO .....	x
INTRODUÇÃO .....	01
REVISÃO DE LITERATURA .....	03
MATERIAL E MÉTODOS .....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
- Experimento I .....	28
- Experimento II .....	39
CONCLUSÕES .....	51
LITERATURA CITADA .....	52
ANEXOS .....	72
- ANEXO A .....	73
- ANEXO B .....	76

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Características físicas e químicas do perfil de solo Podzólico Vermelho Amarelo (Pacajus-CE) utilizado nos experimentos I e II. Fortaleza, 1984 .....	21
TABELA 2 - Descrição dos tratamentos usados no experimento I. Fortaleza, 1984 .....	23
TABELA 3 - Descrição dos tratamentos usados no experimento II. Fortaleza, 1984/85 .....	25
TABELA 4 - Altura da parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com diferentes espécies de fungos micorrízicos VA. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984 .....	29
TABELA 5 - Peso seco da parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com diferentes espécies de fungos micorrízicos VA. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984 .....	31
TABELA 6 - Conteúdo total de fósforo na parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com diferentes espécies de fungos micorrízicos VA. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984 .....	33
TABELA 7 - Conteúdo total de potássio na parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com diferentes espécies de fungos micorrízicos VA. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984 .....	36
TABELA 8 - Altura, peso seco da parte aérea, conteúdos totais de fósforo e potássio e	



percentagem de infecção radicular das plantas de mandioca inoculadas com diferentes espécies de fungos micorrízicos VA. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984 .....	38
TABELA 9 - Altura da parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com esporos de <u>Glomus mosseae</u> em suspensão com diferentes adesivos químicos. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984/85 .....	40
TABELA 10 - Peso seco da parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com esporos de <u>Glomus mosseae</u> em suspensão com diferentes adesivos químicos. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984/85 .....	42
TABELA 11 - Conteúdo total de fósforo na parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com esporos de <u>Glomus mosseae</u> em suspensão com diferentes adesivos químicos. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984/85 .....	44
TABELA 12 - Conteúdo total de potássio na parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com esporos de <u>Glomus mosseae</u> em suspensão com diferentes adesivos químicos. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984/85 .....	46
TABELA 13 - Altura, peso seco da parte aérea, conteúdos totais de fósforo e potássio e percentagem de infecção radicular das plantas de mandioca inoculadas com esporos de <u>Glomus mosseae</u> em suspensão com diferentes adesivos químicos e número de esporos no solo. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984/85 .....	48

## ABSTRACT

Two experiments were conducted under greenhouse conditions in order to observe the behavior of cassava (Manihot esculenta Crantz cv. Olho Verde) inoculated with VA-mycorrhiza and with added adhesives. A sandyloam Podzolic soil from Pacajus, Ceara, with 2ppm of available phosphorus and pH 6,0, was used for both experiments. Each parcel consisted of a plastic bag with 4kg soil and one rooting. A completely randomized design was used and both experiments were weekly irrigated with Hewitt's solution without phosphorus. Experiment one had 10 treatments and 6 replications and was inoculated with 6 introduced species (Acaulospora laevis, Gigaspora margarita, Glomus epigaeum, Glomus fasciculatum, Glomus macrocarpum and Glomus mosseae) and 2 native species (Glomus sp. and Sclerocystis sp.) of the fungi. The inoculation was done by using 10g of soil+infected roots, placed 2-3cm beneath the rootings. The results from experiment one showed that the introduced species were more efficient than the native species. Glomus mosseae and Glomus epigaeum showed the highest growth (height), dry matter production, phosphorus and potassium contents and root infection percentage. Experiment two had 9 treatments and 6 replications and was inoculated with a Glomus mosseae spore suspension+adhesives (40% gum arabic, 2% ethyl cellulose, 10% cashewtree resin, 10% casein, 10% sucrose, 10% commercial albion gum and 10% commercial cascofix gum). In addition to control, a treatment inoculated with 10g of soil+infected roots was used. The results from experiment two showed that the inoculation with spore suspension in different adhesives enhanced development of plants in all treatments. 2% ethyl cellulose was the most efficient adhesive treatment and it might be promising in inoculation of cassava rootings.



## RESUMO

Com a finalidade de observar o comportamento da mandioca (Manihot esculenta Crantz cv. Olho Verde) em relação à inoculação de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares (VA), foram instalados 2 experimentos em casa-de-vegetação localizada no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará. Os experimentos foram montados em um delineamento inteiramente casualizado, constando de 10 tratamentos e 6 repetições para o experimento I, e de 9 tratamentos e 6 repetições para o experimento II. Foram empregados sacos de polietileno com 4kg de um solo Podzólico Vermelho Amarelo, textura arenosa/média, autoclavado, procedente de Pacajus-CE, com 2ppm de fósforo disponível e pH 6,0. Ambos os experimentos receberam uma adubação semanal com solução de Hewitt sem fósforo. No experimento I foram testadas 6 espécies introduzidas (Acaulospora laevis, Gigaspora margarita, Glomus epigaeum, Glomus fasciculatum, Glomus macrocarpum e Glomus mosseae, bem como 2 espécies nativas do Estado do Ceará (Glomus sp. e Sclerocystis sp.). A inoculação foi feita utilizando-se 10g de solo+raízes colonizadas como inóculo, colocado a 2-3cm abaixo do local de plantio das estacas, sendo todos os tratamentos reinoculados com um filtrado do inóculo isento de fungos micorrízicos VA. O desenvolvimento das plantas foi diferencialmente afetado pelas espécies de fungos testados. As espécies introduzidas foram mais efetivas em estimular o crescimento das plantas do que as espécies nativas, tendo as espécies introduzidas aumentado significativamente o desenvolvimento da parte aérea. Os fungos Glomus mosseae e Glomus epigaeum foram os mais eficientes em aumentar o crescimento (altura), produção de matéria seca e conteúdos de fósforo e potássio da parte aérea das plantas, bem como os que determinaram as mais altas percen



tagens de infecção radicular. No experimento II foi testado o método de inoculação de estacas não enraizadas de mandioca, através de suspensões de esporos de Glomus mosseae em adesivos químicos (Goma arábica a 40%, Etil celulose a 2%, Resina de cajueiro a 10%, Resina de caseína a 10%, Sacarose a 10%, Cola albion a 10% e Cola cascofix a 10%). Empregou-se como controle, além da testemunha não inoculada (Testemunha 1), um tratamento (Testemunha 2) inoculado com 10g de solo+raízes colonizadas colocados a 2-3cm abaixo do local de plantio das estacas. Embora o método em que se utilizou como inóculo 10g de solo+raízes colonizadas tenha proporcionado os maiores índices de crescimento da parte aérea, não houve diferença significativa com relação aos tratamentos inoculados com suspensões de esporos de Glomus mosseae em Etil celulose a 2%, Cola albion a 10% e Resina de caseína a 10% quanto à altura, produção de matéria seca e conteúdos de fósforo e potássio da parte aérea. A inoculação com suspensões de esporos em diferentes adesivos estimulou o crescimento das plantas em todos os tratamentos, apresentando-se a inoculação com esporos em Etil celulose a 2% como o tratamento mais eficiente e revelando-se esse método de inoculação bastante promissor com relação à inoculação de estacas de mandioca não enraizadas.

## 1 - INTRODUÇÃO

As pesquisas na área de microbiologia do solo têm procurado contribuir efetivamente para o aumento da produtividade das culturas, através de um melhor aproveitamento dos nutrientes. Assim, por exemplo, estudos da fixação biológica do nitrogênio atmosférico, realizada pelas bactérias do gênero Rhizobium, têm possibilitado grande economia relacionada à importação de adubos químicos nitrogenados para aplicação na cultura da soja no Brasil. Dentre os outros microrganismos do solo, a pesquisa das associações micorrízicas é, também, de muita validade porque a associação simbiótica fungo-planta, além de outros benefícios, aumenta o aproveitamento de alguns elementos essenciais do solo, especialmente o fósforo.

A cultura da mandioca, pela sua formação de raízes tuberosas, apresentando poucos pêlos radiculares e, conseqüentemente, com baixa capacidade de explorar o solo, tem sido apontada como muito dependente da associação com fungos formadores de micorrizas vesículo-arbusculares para crescer e produzir nas condições de baixa fertilidade normalmente encontradas nos solo ácidos de regiões tropicais (YOST & FOX, 1979; HOWELER, 1980).

A mandioca é uma cultura secular. No Brasil, as maiores concentrações de plantio são encontradas na região nordestina. É uma cultura de grande alcance social, sendo sua farinha uma fonte de calorias com alto potencial de carboidratos, largamente consumida, especialmente pelas populações de baixa renda. Ademais, a mandioca constitui matéria prima para a produção de álcool.

As micorrizas vesículo-arbusculares são associações mutualísticas formadas por fungos de alguns gêneros da famí



lia Endogonaceae e raízes da maioria das espécies vegetais. O sistema funciona como um todo, isto é, uma interação envolvendo o solo, o fungo e a planta, na qual a transferência de fósforo é de primordial importância. O fósforo move-se da solução do solo através da hifa para a planta, sendo que essa interação é marcadamente influenciada pelas condições do meio ambiente. Seu grande interesse para a agricultura é representado pelos enormes efeitos que as micorrizas VA podem ter sobre o crescimento das plantas (MOSSE, 1973; RHODES & GERDEMANN, 1975; MOSSE, 1981; ABBOTT & ROBSON, 1982a).

Atualmente, estuda-se o uso de diferentes adesivos químicos como um meio para facilitar a inoculação de plantas com microrganismos simbiotes. Referidos adesivos são muito empregados na inoculação de bactérias que fixam nitrogênio atmosférico para facilitar a aderência do inoculante às sementes, bem como para conferir maior sobrevivência ao Rhizobium (BROCKWELL, 1962; VINCENT, 1970; BURTON, 1976). Estudos comparativos entre vários adesivos têm sido feitos para verificar sua aplicabilidade na inoculação de rizóbios, bem como na inoculação de fungos formadores de micorrizas VA (VARGAS & SUHET, 1980; NEMEC, 1983).

Como os fungos micorrízicos vesículo-arbusculares não podem ser cultivados em meios sintéticos, o inóculo, normalmente, tem que ser produzido através do cultivo de plantas multiplicadoras inoculadas com as espécies desejadas do fungo. Assim, as pesquisas nesta área utilizam, principalmente, o inóculo na forma de solo+raízes colonizadas, apenas raízes colonizadas ou somente esporos.

Este trabalho tem como objetivo estudar o comportamento da mandioca em relação à inoculação de fungos micorrízicos VA introduzidos e locais e testar o método de inoculação de estacas de mandioca, a partir de suspensões de esporos em diferentes tipos de adesivos.



## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

As micorrizas vesículo-arbusculares ocorrem em quase todas famílias das angiospermas e, também, em algumas gymnospermas, pteridófitas e briófitas (GERDEMANN, 1975). A maioria das plantas vasculares (80%, segundo TRAPPE, 1977) possuem micorrizas VA, ao passo que somente 3% apresentam ectomicorrizas (MEYER, 1973).

GERDEMANN (1968) verificou uma ocorrência rara ou ausência de micorrizas VA em 14 famílias de plantas estudadas, destacando-se entre elas as Cruciferae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Polygonaceae, Juncaceae e Cyperaceae.

As micorrizas VA têm uma ampla extensão ecológica, sendo encontradas na grande parte dos ecossistemas, incluindo florestas tropicais, vegetações arbustivas, savanas, pastagens, matas, dunas e semi-desertos (MOSSE, 1981).

ST. JOHN (1980) encontrou alta infecção micorrízica VA no sistema radicular de magnólia em uma floresta tropical da região amazônica. THOMAZINI (1974) fez um levantamento, constatando a presença de micorriza VA em um grande número de plantas de interesse no fornecimento de madeira na região do cerrado, não identificando, no entanto, a nível de espécie, os endófitos dessas associações. Trabalhos posteriores surgiram, indicando a presença de micorrizas VA em outros tipos de solos e plantas do Brasil (FERRAZ, 1979; MI RANDA, 1981; THOMAZINI, 1981; BONONI & TRUFEN, 1983; CALDEI RA et alii, 1983; LOPES et alii, 1983b; SAITO et alii, 1983, ALMEIDA et alii, 1984a; VASCONCELOS et alii, 1984; ALMEIDA et alii, 1985a, 1985b; SIQUEIRA et alii, 1985).

GERDEMANN (1968) citou que muitas espécies de plantas das 2 famílias de maior importância econômica, as legu minosas e gramíneas, são infectadas pelas micorrizas VA. No



entanto, algumas espécies são mais infectadas do que outras. O sistema radicular de muitas leguminosas forrageiras, por exemplo, estilosantes e trevo apresentam densa infecção micorrízica VA, enquanto o tremoço tem ocorrência rara ou ausência (MORLEY & MOSSE, 1976; TRINICK, 1977). O milho é altamente infectado, enquanto o trigo apresenta variações no grau de infecção, conforme o cultivar (GERDEMANN, 1968; AZCON & OCAMPO, 1981). Outras culturas que apresentam infecção micorrízica VA incluem sorgo, cana-de-açúcar, algodão, fumo, soja, abacaxi, morango, café, mamão, cebola, uva, arroz não irrigado, oliveira, cevada, cacau, maçã, batata, mandioca e diversas plantas ornamentais (GERDEMANN, 1968).

A mandioca se constitui em uma cultura amplamente difundida nos trópicos e, dentre os múltiplos fatores que implicam no seu baixo rendimento, destaca-se o seu cultivo em solos ácidos com baixa fertilidade natural, mormente em relação ao fósforo (COCK & HOWELER, 1978). HOWELER & CADAVID (1983) afirmam que essa planta absorve grandes quantidades de potássio e, em menor extensão, nitrogênio, sendo que o crescimento da planta não afeta muito a disponibilidade de fósforo no solo. Por outro lado, QUEIROZ & PINHO (1981), trabalhando com um solo de baixa fertilidade natural, no município de Pacajus (CE), encontraram respostas pouco frequentes à adubação com nitrogênio e potássio quando em comparação com as respostas ao fósforo. Diversos trabalhos, realizados em diferentes partes da região nordestina, têm revelado respostas favoráveis quando se utilizam pequenas doses de nutrientes, destacando-se o fósforo como o elemento de maior importância no incremento da produção (GOMES & HOWELER, 1980). HOWELER (1980) cita a capacidade de formar micorrizas como uma das principais características da mandioca para produzir em condições de baixa fertilidade. EZETA & CARVALHO (1982), em trabalho desenvolvido em casa-de-vegetação, demonstraram a dependência da mandioca pela associação simbiótica de suas raízes com fungos micorrízicos VA. YOST & FOX (1979) classificaram a mandioca e o estilosantes como as mais dependentes de micorriza VA, dentre 7



espécies estudadas. ZAAG et alii (1979), utilizando solo fumigado com brometo de metila, verificaram uma redução no crescimento da mandioca, sendo esse efeito atribuído à eliminação dos fungos que formam micorriza vesículo-arbusculares nas raízes dessa planta.

MOSSE (1981) cita que as micorrizas têm particular relevância por concorrerem para os seguintes aspectos na agricultura tropical: uma melhor utilização de fertilizantes aplicados, particularmente rochas fosfatadas; uma melhor nodulação e fixação de  $N_2$  em leguminosas, facilitando o estabelecimento de leguminosas forrageiras em pastagens, onde sua habilidade competitiva por fontes escassas de fósforo é pobre; um restabelecimento de infecção após esterilização do solo, particularmente em viveiros, e no controle da erosão e restabelecimento de solos degradados.

A maioria dos experimentos realizados com micorrizas VA, sob condições de casa-de-vegetação em vasos, em diferentes partes do mundo, têm revelado unanimemente um aumento na absorção de fósforo pela inoculação de plantas com os fungos endomicorrízicos em solos com baixa disponibilidade desse elemento (GERDEMANN, 1968; MOSSE, 1973; GERDEMANN, 1975; HAYMAN, 1978; SAFIR, 1980).

A maior parte dos estudos sobre os efeitos de micorriza VA na nutrição das plantas tem sido relacionada com o fósforo. Isso, evidentemente, porque esse elemento é um macronutriente essencial, podendo ser armazenado no córtex radicular em estruturas fúngicas tais como hifas, vesículas e arbúsculos, para depois ser utilizado pelas culturas (ABBOTT & ROBSON, 1982a). No entanto, as micorrizas VA podem aumentar a absorção de zinco quando inoculadas na cultura do pêssigo (GILMORE, 1971; LA RUE et alii, 1975) e nas culturas do milho, batata e trigo (SWAMINATHAN & VERMA, 1979). GRAY & GERDEMANN (1973) verificaram que a absorção de enxofre foi aumentada por micorrizas VA quando inoculadas em trevo e milho crescendo em areia e solução nutritiva. A inoculação com fungos micorrízicos VA aumentou a absorção



de potássio pelas plantas de mandioca, sorgo, soja e capim-braquiária (HOWELER, 1980; EZETA & CARVALHO, 1981, 1982; MIRANDA et alii, 1984; SANO, 1984). BLOSS & PFEIFFER (1984), trabalhando com micorrizas VA em guayule (Parthenium argentatum A. Gray), concluíram que essa planta apresentou maiores concentrações de Ca, Fe, Mg, Mn e Zn do que plantas não inoculadas.

GERDEMANN (1968) não encontrou evidências de que as micorrizas VA incrementem a absorção de nitratos e, muito menos, que promovam a fixação do nitrogênio diretamente.

MOSSE (1981) cita que em muitos solos tropicais, a toxidez de alumínio, manganês e a salinidade restringem o crescimento das plantas pela deficiência em nutrientes. POND et alii (1984) encontraram um aumento no crescimento do tomateiro inoculado com Glomus fasciculatum em solos salinos.

MOSSE (1981) cita que as micorrizas VA reagem diferentemente com relação à escassez de água no solo. LEVY & KRIKUN (1980) sugerem que a recuperação de plantas novas de limão, Citrus jambhiri, tem sido melhor quando estão micorrizadas. SIEVERDING (1981) constatou que, sob as mesmas condições, plantas inoculadas foram menos sensíveis a uma temporária escassez de água do que plantas não inoculadas.

ALLEN et alii (1980, 1982) citam que as micorrizas VA afetam o balanço hormonal das plantas, aumentando a produção de citocinina, giberelina e ácido abscísico. ALLEN et alii (1981) citam que Bouteloua gracilis (H.B.K) Lag., inoculada com micorrizas VA, apresentou um aumento no conteúdo de clorofila e, conseqüentemente, na sua taxa fotossintética.

As plantas absorvem o fósforo da solução do solo onde esse elemento encontra-se em concentrações muito baixas. Com a absorção do fósforo ocorre uma depleção de fósforo da solução em torno das raízes e, para que a absorção continue, o elemento deve se dissolver da fase sólida e movimentar-se por difusão até a superfície da raízes (VAN RAIJ, 1981).



Além disso, o movimento desse nutriente em direção às raízes verifica-se através da difusão, que é um processo lento (BARBER et alii, 1963). A morfologia das micorrizas VA e a cinemática do movimento de fósforo no solo indicam como sendo físico o principal mecanismo com que as micorrizas funcionam (MOSSE, 1973, 1981; LOPES et alii, 1983c). As hifas externas das micorrizas VA podem absorver nutrientes, especialmente elementos de baixa difusão, tais como fósforo e zinco, além da zona de depleção e os translocar do solo para hifas e arbúsculos dentro do córtex radicular, sendo daí transferidos para a planta. Translocações além da superfície radicular de 2,7cm (HATTINGH et alii, 1973) e até 7cm (RHODES & GERDEMANN, 1975) têm sido demonstradas experimentalmente. STRULLU et alii (1983), através de análise de vesículas, salientam que, em virtude do seu alto conteúdo de lipídios, elas podem funcionar como reserva de vários elementos, incluindo K, Ca, Mg e Na.

MOSSE (1973, 1981) sugere que a infecção micorrizica não se verifica quando o requerimento por fósforo é satisfeito, através de um mecanismo de auto-regulação. A propósito, HOWELER et alii (1982b), pesquisando o estabelecimento de micorrizas VA em solução nutritiva, constataram que as raízes inoculadas de mandioca estavam altamente infectadas a taxas de 0,1 e 1µM fosfato, mas não a 10 e 100µM. CARVALHO et alii (1982) indicam que a aplicação de fósforo reduziu as taxas de infecção radicular de Gigaspora margarita, quando inoculado em plantas de mandioca. HOWELER et alii (1982a) verificaram que a inoculação da mandioca foi mais infectiva e efetiva a níveis intermediários de aplicação de fósforo, 50 e 100kg P/ha.

A disponibilidade de nutrientes é um fator importante porque determina, na maioria das vezes, o benefício que a planta poderá ter da associação simbiótica com fungos micorrizicos VA. MOSSE (1973) cita que os nutrientes, especialmente o fósforo e o nitrogênio, influenciam o grau de colonização das raízes pelas micorrizas VA. HOWELER (1980)



constatou que a inoculação micorrízica VA apresentou grande efeito benéfico sobre o crescimento da mandioca, quando 2t P/ha foram aplicadas, mostrando as plantas inoculadas alto grau de infecção radicular a taxas de aplicação de fósforo de 0,1 a 4t P/ha. Por outro lado, nos 2 mais altos níveis de fósforo aplicado, 8 e 16t P/ha, a inoculação micorrízica não mostrou efeito benéfico e a percentagem de infecção radicular foi mais baixa, especialmente no solo não esterilizado. O mesmo autor, quando cultivou as plantas em solução nutritiva, verificou que as plantas de mandioca foram mais vigorosas nas concentrações de 10 e 100 $\mu$ M de fósforo nos tratamentos inoculados e não inoculados, embora não existindo infecção radicular. ALMENDRAS et alii (1982), trabalhando em 2 solos não esterilizados, concluíram que a aplicação de NPK nas dosagens de 45-60-60 e 90-60-60 resultou em significativa absorção de fósforo pelas plantas de mandioca, quando inoculadas com micorriza VA, do que na dosagem de 0-60-60 nos 2 tipos de solos. Independentemente do tipo de solo e tratamentos com fertilizantes, a inoculação aumentou significativamente a concentração e absorção de fósforo.

Muitos experimentos em vasos foram realizados em solos esterilizados para se avaliar a efetividade das micorrizas VA em aumentar a absorção de nutrientes. No entanto, a esterilização pode resultar, em alguns casos, em melhor crescimento das plantas, através da liberação de nutrientes, tais como manganês e nitrogênio, eliminação de patógenos e da competição microbiana por nutrientes (DENNIS, 1968; ISHIDA & MASUI, 1969; JAGER et alii, 1969, 1970). Os métodos utilizados para eliminação da população indígena das micorrizas VA incluem irradiação (JENSEN, 1984), fumigação (HATTINGH & GERDEMANN, 1975), vaporização (ABBOTT & ROBSON, 1977), autoclavagem (KLEINSCHMIDT & GERDEMANN, 1972) e pasteurização (MARJAN & SCHENCK, 1984).

Algumas espécies de plantas e principalmente cultivares de algumas espécies são mais dependentes das micorrizas VA do que outras (KRUCKELMANN, 1975; BERTHEAU et alii,



1980; MOSSE, 1981). BAYLIS (1970, 1975) indica que plantas com raízes grossas e sem pêlos radiculares são mais dependentes das micorrizas VA para uma adequada nutrição de fósforo do que plantas com sistema radicular fino, ramificado e coberto de pêlos. A alta dependência da mandioca na formação de micorrizas VA, assim como a intensa colonização das suas raízes, com taxas acima de 90% pelas espécies VA nativas, sugerem que este seja o fundamento da boa adaptação da espécie aos solos tropicais deficientes em fósforo (KANG *et alii*, 1980; EZETA & CARVALHO, 1981). Outros trabalhos mostram que a mandioca é altamente dependente da associação micorrízica VA para crescer em solos esterilizados e não esterilizados, com baixo teor de fósforo (POTTY, 1978; ZAAG *et alii*, 1979; HOWELER *et alii*, 1982a, 1982b; HOWELER & SIEVERDING, 1983). ST. JOHN (1980) faz um reexame da hipótese de Baylis com uma série de 89 espécies florestais da Amazônia, em que sustenta a teoria raiz-pêlo de Baylis. BAYLIS (1970) encontrou uma relação inversa entre a produção de pêlo radicular de uma espécie e a quantidade de fósforo a ser adicionada para produzir um significativo aumento no crescimento em solo esterilizado e deficiente em fósforo. A dependência de determinada planta por micorriza VA pode variar com o tipo de solo (MOSSE, 1981) e com a estação do ano (HAYMAN, 1970).

As espécies de fungos micorrízicos VA diferem em sua capacidade de germinação, colonização radicular, absorção de nutrientes e em sua habilidade para aumentar o crescimento das plantas (POWELL, 1977; ABBOTT & ROBSON, 1981b, 1982b; JENSEN, 1984; MARJAN & SCHENCK, 1984).

De um modo geral, qualquer espécie de micorriza VA pode, em alguma extensão, infectar qualquer espécie de planta e, dentre os fatores que afetam sua simbiose efetiva, estão, principalmente, a preferência por determinados solos e plantas hospedeiras (especificidade), infectividade, efetividade em estimular o crescimento das plantas, habilidade competitiva e tolerância para adição de fertilizantes e pes



tícidas (MOSSE, 1981; ABBOTT & ROBSON, 1981a, 1982a).

O estabelecimento de micorrizas VA pode estar limitado à ausência da planta hospedeira. Assim, LOPES et alii (1980, 1983a) citam que a espécie Glomus macrocarpum, que não infecta mudas de café, foi uma das mais eficientes em siratro (Macroptilium atropurpureum (DC.) Urb.), e Gigaspora margarita, que embora tenha colonizado o siratro, não estimulou seu desenvolvimento. EZETA & CARVALHO (1982), estudando a influência de micorrizas VA na absorção de P e K no crescimento da mandioca, concluíram que a espécie Acaulospora sp. foi mais eficiente do que outras espécies nativas na absorção de nutrientes e crescimento das plantas. Verificaram, ainda, que a maior quantidade de micélio externo ligado às raízes das plantas inoculadas, em solo esterilizado, apesar da menor taxa de infecção interna, favorecia a exploração do solo por Acaulospora sp.. HOWELER & SIEVERDING (1983) citam que a inoculação com diferentes fungos micorrízicos VA teve um variável efeito sobre a produção da mandioca em condições de campo. ROSS & RUTTENCUTTER (1977) encontraram uma mais elevada infecção micorrízica VA em amendoim e soja inoculados, simultaneamente, com Glomus e Gigaspora, do que com Glomus sozinho.

ABBOTT & ROBSON (1982a) citam que existem evidências de que as diferenças entre micorrizas VA, na sua efetividade em aumentar o crescimento das plantas, estejam correlacionadas com sua habilidade para infectar raízes e formar uma extensiva rede de hifas na sua rizosfera. Por outro lado, os fungos micorrízicos VA diferem em sua capacidade de desenvolver hifas externas, independentemente de sua capacidade para colonizar o córtex radicular, e que altos níveis de colonização não indicam que o fungo tenha desenvolvido o micélio no solo, necessário para o transporte de nutrientes responsáveis pelo aumento no crescimento das plantas (GRAHAM et alii, 1982). A dinâmica da colonização, esporulação e aumento em crescimento pelas micorrizas VA sugere que a taxa de ataque e capacidade de difusão da infecção na ra



iz é um fator importante que afeta o desenvolvimento do hospedeiro (FERGUSON & WOODHEAD, 1982). As razões para as diferenças existentes no grau de efetividade do fungo podem estar relacionadas com a taxa e o tempo de formação das micorrizas, bem como com a quantidade de infecção desenvolvida por cada fungo, sendo que a quantidade de inóculo influencia o grau de infecção micorrizica VA em plantas jovens (TINKER, 1978; BLACK & TINKER, 1977; ABBOTT & ROBSON, 1981a, 1981b). A infectividade pode estar associada com o potencial de inóculo e com a habilidade do fungo em se difundir dentro da raiz. Potencial de inóculo é definido, por GARRETT (1970), como sendo a energia de crescimento de um parasita disponível para infecção de um hospedeiro na superfície de um de seus órgãos. Altos índices de infecção micorrizica radicular não significam maiores efeitos sobre o crescimento das plantas, tendo, inclusive, em alguns casos, mostrado ação parasitária sobre algumas culturas (STRIBLEY *et alii*, 1980). Infecção em torno de 10% pode aumentar significativamente o crescimento das plantas (SANDERS *et alii*, 1977). Por outro lado, idênticas percentagens de infecção podem não apresentar o mesmo efeito sobre o crescimento (OWUSU-BENNOAH & MOSSE, 1979). Além do mais, essas diferenças na efetividade podem ser devidas a variações fisiológicas dos endófitos, à interação entre o solo e o endófito ou ao próprio mecanismo da infecção, os quais irão influir diretamente na eficiência do sistema (MOSSE, 1981).

Talvez mais importante que a especificidade seja a adaptabilidade dos endófitos VA ao pH, temperatura e à pequena toxidez de elementos (HEPPER, 1979; MOSSE, 1981).

ABBOTT & ROBSON (1978) citam que fungos introduzidos foram mais vigorosos do que fungos indígenas na colonização de trevo subterrâneo. ABBOTT & ROBSON (1981a) indicam que as espécies introduzidas foram mais efetivas em estimular a produção de matéria seca do que as espécies locais. POWELL (1976b) mostrou que um endófito VA introduzido aumentou muito mais o crescimento das plantas do que o fungo in



dígena. KANG et alii (1980) constataram que em certos casos, a população nativa de micorriza VA era suficiente para propiciar um bom desenvolvimento em plantio de mandioca. Frequentemente, os endófitos indígenas adaptados à baixa concentração de fósforo no solo são sensíveis às mudanças na fertilidade do solo (MOSSE, 1977; POWELL & DANIEL, 1978). O conceito de eficiência entre espécies de fungos micorrízicos VA para promover o crescimento das plantas é ainda pouco entendido, prevalecendo, até agora, a hipótese de que a adaptação dos endófitos às condições ambientais é mais importante do que alguma afinidade entre simbiontes e hospedeiros (HAYMAN & MOSSE, 1979).

A estação do ano exerce uma variação marcante nas populações de fungos formadores de micorrizas VA (HAYMAN, 1970). SCHENCK et alii (1975) apontam que Glomus mosseae apresentou maior germinação dos esporos à temperatura de 20-25°C e Gigaspora margarita a 34°C. SCHENCK & SMITH (1982) citam que houve considerável variação na resposta da soja para várias combinações de temperatura e espécie micorrízica VA. Esporos de Glomus epigaeum (DANIELS & TRAPPE, 1980), Gigaspora gigantea (KOSKE, 1981) e 3 espécies de Glomus (SYLVIA & SCHENCK, 1983) têm germinado em condições de alto potencial de água no solo. A fase gasosa do solo influencia as micorrizas VA. Assim, SAIF (1983) indica que a inoculação de Glomus macrocarpum em solo com a tensão de O<sub>2</sub> a 16% e à temperatura de 30°C proporcionou o maior aumento na produção de matéria seca das plantas de Eupatorium odoratum L..

Os propágulos de micorriza VA podem ser hiperparasitados pelos fungos: Rhizidiomycopsis stomatosa Sparrow em Glomus epigaeum (DANIELS & TRAPPE, 1979) e em várias outras espécies de micorrizas VA (SCHENCK & NICOLSON, 1977); Anquillospora pseudolongissima Ranzoni e Humicola fuscoatra Traaen em Glomus epigaeum e Glomus fasciculatum (DANIELS & MENGE, 1980); Phlyctochytrium sp. em Glomus macrocarpum (ROSS & RUTTENCUTTER, 1977); Phlyctochytrium kniepii em



Glomus sp. (TZEAN et alii, 1983) e Spizellomyces punctatum (Kock) Barr, um saprófita ou um fraco micoparasita facultativo de Gigaspora margarita (PAULITZ & MENGE, 1984)

Certos patógenos de raízes, além de nematóides, reduzem a colonização pelos fungos micorrízicos VA, possivelmente devido a competição entre os organismos envolvidos por espaço e nutrientes (HUSSEY & RONCADORI, 1972; SCHENCK & KELLAM, 1978; DAVIS & MENGE, 1981). Por outro lado, as micorrizas VA são responsáveis por alterações na fisiologia das raízes e na população da rizosfera, bem como por um aumento da espessura da parede de células corticais infectadas, produção de inibidores químicos e mudanças no estado nutricional da planta, podendo apresentar implicações práticas no controle biológico de agentes de fitomoléstias (GERDEMANN, 1975; KRISHNA & BAGY, 1983; LOPES et alii, 1983c; ZAMBOLIM & SCHENCK, 1983; ALMEIDA et alii, 1984b).

ASAI (1944), citado por CRUSH (1974), foi o primeiro a sugerir que as micorrizas VA são uma pré-condição para uma efetiva nodulação de muitas leguminosas. A existência de dois sistemas simbióticos em raízes de leguminosas, representados pelas bactérias do gênero Rhizobium e pelos fungos que formam micorrizas VA, em que freqüentemente agem sinergeticamente, aumentando a nodulação, fixação de nitrogênio, absorção de fósforo e, conseqüentemente, o crescimento das plantas, dá a esta família um destaque especial (MOSSE et alii, 1976; MOSSE, 1981; BONETTI, 1984; MENDES FILHO, 1985). As micorrizas VA podem estimular, além do Rhizobium, outras bactérias de vida livre que fixam nitrogênio atmosférico, tais como Beijerinckia, Azotobacter e as que solubilizam fosfatos. Estas últimas agindo, juntamente com as micorrizas VA, para aumentar o crescimento das plantas, especialmente quando rocha fosfatada é adicionada ao solo (BAGYARAJ & MENGE, 1978; MANJUNATH et alii, 1981; BROWN & CARR, 1984).

Diversos métodos de inoculação têm sido testados e



utilizados com a finalidade de introduzir fungos formadores de micorriza vesículo-arbuscular que contribuam efetivamente para aumentar o crescimento das plantas.

O material fúngico das micorrizas VA usado normalmente na inoculação das plantas é fornecido na forma de esporos, raízes infectadas e solo infestado (MOSSE, 1981).

A utilização de raízes infectadas e cultivadas pela técnica do filme nutriente como inóculo ainda apresenta problemas de estocagem, viabilidade e longevidade (MOSSE, 1962; ELMES & MOSSE, 1980). No entanto, ELMES et alii, (1984), utilizando raízes de feijão (Phaseolus vulgaris L.) cultivadas pela técnica do filme nutriente e infectadas com micorrizas VA, obtiveram sucesso na inoculação de trevo vermelho (Trifolium pratense L.) plantado em solo não esterilizado sob condições de campo. Outro caso interessante é o de Glomus epigaeum, que produz esporocarpos na superfície do solo, sendo que estes podem ser colhidos e usados como inóculo concentrado (DANIELS & TRAPPE, 1979; DANIELS & MENGE, 1981).

Vários pesquisadores têm comparado infectividade e respostas em crescimento com relação aos componentes do inóculo. HALL (1976) verificou que a inoculação com 50 esporos de Glomus sp. ou 2g de fragmentos radiculares infectados por planta apresentou igual resposta em crescimento. Entretanto, com Acaulospora sp., os fragmentos radiculares proporcionaram maior crescimento do que esporos. Trabalhando com cebola (MANJUNATH & BAGYARAJ, 1981) obtiveram melhores respostas em crescimento com esporos de Glomus sp. do que com fragmentos radiculares em solo esterilizado. Contudo, em solo não esterilizado, os dois tipos de inóculo foram igualmente efetivos. A inoculação com esporos de Glomus mosseae aumentou o crescimento de trevo mais do que a inoculação com fragmentos radiculares infectados (SMITH & SMITH, 1981). BIERMAN & LINDERMAN (1983) obtiveram alta infectividade quando fragmentos radiculares colonizados por Glomus fasciculatum, Glomus mosseae e Acaulospora laevis, espécie



es que formam vesículas intra-radiculares, foram usadas como inóculo, ao passo que fragmentos radiculares colonizados por fungos micorrízicos VA que não formam vesículas intra-radiculares (Gigaspora margarita e Gigaspora gigantea) não foram infectivos. Geralmente, quando o inóculo é fornecido na forma de solo+raízes colonizadas, as respostas à inoculação são maiores do que quando o inóculo é fornecido na forma de raízes infectadas, ou somente como esporos (POWELL, 1976a; HALL, 1976, 1979; CIAT, 1981; MOSSE, 1981).

CARLING et alii (1979) mostraram que a quantidade de inóculo pode afetar a taxa de infecção micorrízica VA. Em experimentos de campo, a colocação de 10g de inóculo constituído de solo+raízes colonizadas abaixo de cada planta promoveu rápido estabelecimento do fungo e aumentou o crescimento das plantas (ISLAM, 1977; OWUSU-BENNOAH & MOSSE, 1979). WILSON (1984) cita que a intensidade de infecção radicular foi afetada pela densidade do inóculo. DAFT & NICOLSON (1969) observaram que baixos níveis de inóculo (3 esporos/semente) produzem níveis de infecção em tomate idênticos àqueles com altos níveis (250 esporos/semente). PUGH et alii (1981) verificaram que a inoculação de cerca de 200-400 azigósporos de Gigaspora margarita/planta estimulou significativamente o crescimento do algodão (Gossypium hirsutum L.), ao passo que taxas de 10, 50 e 100 esporos/planta apresentou pouco ou nenhum efeito. Tem-se definido infectividade micorrízica ou potencial de inóculo em termos de densidade do inóculo. Contudo, estudos sobre a influência da densidade do inóculo micorrízico sobre a infecção, esporulação e respostas em crescimento do hospedeiro têm apresentado freqüentemente resultados conflitantes (DAFT & NICOLSON, 1969; FURLAN & FORTIN, 1977; EL-GIAHMI, 1978, CARLING et alii, 1979; PUGH et alii, 1981). DANIELS et alii (1982) citaram que a simples uniformização do número de esporos não pode garantir igual potencial do inóculo.

A mínima densidade de esporos requerida para assegurar rápida colonização radicular e crescimento da planta po



de variar de espécie para espécie. Glomus constrictum tem sido mais infectivo em estimular o crescimento do que Glomus fasciculatum ou Glomus deserticola à baixa densidade de esporos (FERGUSON & WOODHEAD, 1982). Além do mais, a localização do inóculo, também, pode afetar seu potencial de colonização radicular (JACKSON et alii, 1972; SMITH & SMITH, 1981). A utilização de esporos como inóculo reduz a possibilidade da cultura ser contaminada com patógenos de plantas, hiperparasitas e outras espécies de micorrizas VA (DANIELS & SKIPPER, 1982; MENGE & TIMMER, 1982).

O primeiro passo para se comparar diferentes espécies de micorriza VA quanto à sua habilidade em aumentar o crescimento das plantas é através do seu estabelecimento em vasos (GILMORE, 1968; ABBOTT & ROBSON, 1982a). No entanto, os solos dos vasos em contato com a atmosfera podem tornar-se infestados com fungos, nematóides e outras espécies de micorrizas VA (ABBOTT & ROBSON, 1982a; NEMEC, 1983). HALL (1977) aponta que o fungo Glomus tenuis é, freqüentemente, um contaminante de vasos.

A pré-inoculação de plantas com micorrizas VA, para posterior transplante para o campo, tem sido usada como método de inoculação. Assim, ABBOTT & ROBSON (1984) testaram a pré-inoculação de Trifolium subterraneum L., antes de transplantá-lo para solo contendo propágulos de outras espécies de micorrizas VA (Acaulospora laevis e Glomus tenuis). KHAN (1972, 1975) utilizou a técnica de pré-inoculação em milho e trigo com Glomus mosseae, antes de transplantá-los para solos inférteis, principalmente em fósforo, e com baixa população de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares. Assim, uma planta pode ser infectada com uma espécie micorrízica VA previamente selecionada antes de entrar em contato com fungos nativos de efetividade não conhecida (MOSSE, 1981). Muitas plantas perenes e anuais, tais como citros, café e fumo, as quais normalmente são cultivadas em viveiros até o momento de transplante para o campo, apresentam poucos problemas relacionados com o método de pré-inoculação (MOSSE, 1981). Inúmeros trabalhos utilizando essa técnica



ca de inoculação em experimentos com solos não esterilizados e fumigados foram realizados (POWELL, 1979a; HAYMAN & MOSSE, 1979; BROWN et alii, 1981; KORMANIK et alii, 1981, 1982; BLOSS & PFEIFFER, 1984).

A direta incorporação, no campo e em vasos, de inóculo constituído de raízes de plantas multiplicadoras contendo esporos, esporocarpos e micélio extramatricial, abaixo das sementes ou plantas, é uma técnica de inoculação que, embora normalmente utilizada em experimentos com solos esterilizados onde não há competição de fungos nativos, tem sido, também, empregada em solos não esterilizados (OWUSU-BENNOAH & MOSSE, 1979; CLARKE & MOSSE, 1981; HAYMAN et alii, 1981; MIRANDA, 1982; NEMEC, 1983). No entanto, com esse método, grandes quantidades de inóculo são requeridas para inoculação em condições de campo, cerca de 2,5t/ha dependendo da cultura (OWUSU-BENNOAH & MOSSE, 1979). Além disso, se o inóculo é seco e guardado, durante cerca de 2 semanas, a taxa de infecção diminui, supostamente porque somente os esporos sobrevivem (HALL, 1976; MENGE & TIMMER, 1982), tornando-se, portanto, fora de cogitação seu uso na agricultura em grande escala (HAYMAN et alii, 1981).

Sementes previamente germinadas de trevo (Trifolium pratense L. cv. Hungaropoly) e inóculo, na forma de esporos e fragmentos radiculares infectados, obtido segundo a técnica de peneiramento (GERDEMANN & NICOLSON, 1963) foram suspensos em um meio viscoso de metil celulose a 4%, sendo, em seguida, cultivadas com sucesso em um solo de campo contendo várias espécies de micorrizas VA nativas (HAYMAN et alii, 1981). Com as leguminosas essa técnica de inoculação pode ser duplamente vantajosa já que estirpes de Rhizobium podem ser adicionadas à suspensão (WITTY & HAYMAN, 1978).

NEMEC (1983) obteve melhores respostas em crescimento no campo quando raízes de plantas jovens de Citrus, livres de micorrizas VA, foram imersas em suspensão de metil celulose a 1%, goma arábica a 4%, caseína a 4% e em 4 diferentes tipos de hidrogéis, contendo diferentes números de



clamidósporos de Glomus etunicatum ou Glomus mosseae, em relação a suas respectivas testemunhas. O mesmo autor cita que esse método de inoculação requer uma pequena quantidade de inóculo em comparação com outros métodos.

Um método prático para introduzir micorriza vesículo-arbuscular nos solos é a peletização de sementes (ABBOTT & ROBSON, 1982a). DIEM et alii (1981) obtiveram respostas no crescimento das plantas pela peletização de sementes com esporos usando gel de poliacrilamida. FARIA et alii (1985) verificaram que adesivos caseiros como polvilho de araruta, polvilho de mandioca e farinha de trigo para inoculação de sementes de leguminosas com estirpes de Rhizobium e para o revestimento de sementes na forma de pêletes com micronutrientes são equivalentes às gomas tradicionais importadas, de alto custo e geralmente inacessíveis ao produtor rural, como a goma arábica.

Várias sementes podem ser incorporadas em materiais tais como argila, lignina ou turfa e misturadas com o inóculo de micorriza VA obtido por peneiramento ou com o solo e raízes infectadas de plantas multiplicadoras (POWELL, 1977; HALL, 1979; MOSSE & HAYMAN, 1980). HAYMAN et alii (1981) obtiveram resultados inconsistentes em um experimento de campo, quando usaram sementes de Trifolium pratense L. inoculadas com uma mistura de 4 partes de inóculo do solo (por volume) com uma parte de argila (95% de caolinita e 5% de montmorilonita). OWUSU-BENNOAH & MOSSE (1979) citam que esse método de inoculação pode requerer quase 2t/ha de inóculo. Pêletes com 1cm de diâmetro feitos de uma mistura de solo e sementes na taxa de 40:1 foram usados com sucesso (POWELL, 1979b). Culturas graminíferas, semeadas a uma taxa de 200kg/ha e peletizadas a uma taxa de 1:40, podem requerer 800kg/ha de solo infestado (MOSSE & HAYMAN, 1980). O inóculo pode ser produzido na forma de pêletes e colocado abaixo do local de plantio das sementes de Trifolium repens L., em vasos (HALL, 1979). Em um experimento de campo com um solo erodido, Lotus pedunculatus Cav. cv. Grasslands Maku teve



seu crescimento aumentado quando foi inoculado com micorrizas VA, usando-se pêletes de um solo infestado (HALL, 1980). Pêletes de solo infestado foram usados para introduzir micorrizas VA no campo, sendo considerado mais apropriado o uso dessa técnica de inoculação para a formação de pastagens de Trifolium repens L. do que o emprego da pré-inoculação (HALL, 1984). HALL & KELSON (1981) afirmam que 2 pessoas podem produzir 10.000 pêletes de solo infestado com micorrizas VA por dia, para uso em larga escala em demonstrações de campo, e sugerem que o tamanho do pêlete deve ter algum efeito sobre a capacidade de infecção. POWELL (1979b) mostra que a peletização de várias sementes pode ser uma técnica com possibilidade de aumentar a utilização de fosfato em grande escala.

Durante muitos anos a inoculação de árvores de floresta com ectomicorrizas era feita pela simples transferência de solo da superfície de um local infestado para outro, tendo esse processo de inoculação apresentado problemas com relação ao aparecimento de fitomoléstias e potencial de inóculo dos fungos simbiotes. No entanto, o método pode ser melhorado e adaptado para a produção de inóculo de micorrizas VA pelo preparo do solo infestado sob condições controladas em grandes recipientes (MOSSE, 1981).

Assim, admite-se que outros métodos de inoculação devem ser pesquisados como a inoculação de estacas não enraizadas de mandioca com suspensões de esporos de fungos micorrízicos VA, utilizando-se diferentes adesivos, um dos objetivos do presente trabalho.

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados 2 experimentos sob condições de ca  
sa-de-vegetação localizada no Campus do Pici da Universida  
de Federal do Ceará, em sacos de polietileno contendo 4kg  
de solo previamente esterilizado em autoclave, durante 2 ho  
ras, à temperatura de 120°C. Foi utilizado um solo de textu  
ra arenosa coletado do horizonte superficial, 0-13cm de pro  
fundidade, de um perfil localizado no município de Pacajus  
(CE), classificado como sendo um Podzólico Vermelho Amare  
lo, textura arenosa/média, com 2ppm de fósforo disponível,  
e cujas características físicas e químicas encontram-se na  
Tabela 1. O experimento I teve como finalidade estudar o  
comportamento da mandioca em relação à inoculação de fungos  
micorrízicos VA introduzidos e locais, e o experimento II  
testar o método de inoculação de estacas de mandioca, a par  
tir de suspensões de esporos em diferentes tipos de adesi  
vos.

#### 3.1 - Experimento I

Dentre as espécies de fungos micorrízicos VA utili  
zados na inoculação estão 6 espécies introduzidas,  
Acaulospora laevis Gerd. & Trappe, Gigaspora margarita  
Becker & Hall, Glomus epigaeum Daniels & Trappe, Glomus  
fasciculatum (Thaxter sensu Gerd.) Gerd. & Trappe, Glomus  
macrocarpum (Tul. & Tul.) Gerd. & Trappe, Glomus mosseae  
(Nic. & Gerd.) Gerd. & Trappe, e 2 espécies nativas, Glomus  
sp. e Sclerocystis sp.. Para a obtenção do inóculo os fun  
gos foram multiplicados, sob condições de casa-de-vegeta  
ção, em Stylosanthes humilis HBK. cultivado em sacos de poli



TABELA 1 - Características físicas e químicas do perfil de solo Podzólico Vermelho Amarelo (Pacajus-CE), utilizado nos experimentos I e II. Fortaleza, 1984.

HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (%)				ARGILA DISPERSA EM ÁGUA %	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (cm)	AREIA GROSSA 2 - 0,2 mm	AREIA FINA 0,2 - 0,005 mm	SILTE 0,05 - 0,002 mm	ARGILA < 0,002 mm		
A <sub>p</sub>	0- 13	71,50	22,30	1,60	4,60	0,30	Areia
A <sub>3</sub>	13- 44	71,65	20,65	1,15	6,55	1,20	Areia
B <sub>1</sub>	44- 80	62,20	27,35	1,15	9,30	1,30	Areia
B <sub>21t</sub>	80-115	57,15	26,90	2,55	13,40	0,10	Fr. aren.
B <sub>22t</sub>	115-150+	53,00	18,80	3,20	25,00	4,80	Fr. arg. aren.

SÍMBOLO	DENSIDADE PARTÍCULAS	UMIDADE g/100 g		pH EM ÁGUA	CE A 25°C EXT. SATUR. mmhos/cm	CARBONO %	NITROGÊNIO %	C/N	MATÉRIA ORGÂNICA
		1/3 atm	15 atm						
A <sub>p</sub>	2,68	5,3	2,5	6,00	0,21	0,49	0,05	10	0,84
A <sub>3</sub>	2,66	7,4	2,7	5,30	0,23	0,19	0,01	19	0,33
B <sub>1</sub>	2,66	6,0	3,2	5,10	0,27	0,16	0,01	16	0,27
B <sub>21t</sub>	2,65	12,0	5,3	5,00	0,24	0,19	0,01	19	0,33
B <sub>22t</sub>	2,65	20,9	11,2	4,70	0,20	0,20	0,02	10	0,34

SÍMBOLO	P ASSIMILÁVEL mg/100 g	COMPLEXO SORTIVO meq/100 g DE SOLO								100 S/T =V %
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup> +AL <sup>+++</sup>	Al <sup>+++</sup>	T	
A <sub>p</sub>	0,20	1,00	0,90	0,08	0,10	2,08	0,99	0,03	3,79	55
A <sub>3</sub>	0,13	0,60	0,80	0,10	1,10	1,60	0,99	0,23	2,59	61
B <sub>1</sub>	0,47	0,20	0,60	0,08	0,10	0,98	0,82	0,36	1,80	54
B <sub>21t</sub>	0,03	0,20	0,50	0,08	0,11	0,89	0,88	0,32	2,04	44
B <sub>22t</sub>	0,23	0,20	0,60	0,18	0,12	1,10	0,87	0,73	2,58	43



etileno.

Duas semanas após a esterilização do solo em autoclave, foi feita a inoculação e plantio das estacas. O inóculo consistiu de 10g de solo+raízes colonizadas da planta multiplicadora. Esse inóculo foi cuidadosamente espalhado de forma que ocupasse uma maior área possível do saco, 2-3cm abaixo das estacas de mandioca, procurando-se evitar qualquer tipo de contaminação entre as repetições e tratamentos inoculados. Em seguida, foi feito o plantio de 1 estaca de mandioca, no sentido horizontal, por saco de polietileno. Cada maniva com 8cm de comprimento, 4 a 6 gemas, e um peso médio de 27g. As testemunhas receberam uma quantidade equivalente de solo esterilizado, 10g, e após o plantio todos os tratamentos receberam 4ml/saco de um filtrado do inóculo, livre de micorrizas VA, porém contendo os outros componentes da microflora do inóculo. Cada parcela recebeu uma adubação semanal com solução de Hewitt sem fósforo (HEWITT, 1966), na quantidade de 2ml/kg de solo, sendo a irrigação feita à base de água de torneira. A temperatura do solo, tomada às 10 e 15 horas, variou de 25-35°C.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 10 tratamentos (Tabela 2) e 6 repetições, num total de 60 parcelas.

O experimento I foi instalado em março de 1984 e, 4 meses após a inoculação, efetuou-se a colheita, usando-se como parâmetros de avaliação a altura das plantas, peso seco da parte aérea, conteúdos de fósforo e potássio e percentagem de infecção radicular.

Após tomada a altura da parte aérea das plantas em centímetro, estas foram acondicionadas individualmente em sacos de papel e colocadas para secar em estufa à temperatura de 70°C, até peso constante. Em seguida foi determinado seu peso seco, sendo o material moído e recolhido em sacos plásticos para serem analisados os conteúdos de fósforo e potássio da parte aérea. As análises dos conteúdos de fósfo



TABELA 2 - Descrição dos tratamentos usados no Experimento  
I. Fortaleza, 1984.

---

T R A T A M E N T O S

---

TESTEMUNHA 1 (SOLO ESTERILIZADO/SEM INOCULAÇÃO)

TESTEMUNHA 2 (SOLO NÃO ESTERILIZADO/SEM INOCULAÇÃO)

SOLO ESTERILIZADO + Acaulospora laevis

SOLO ESTERILIZADO + Gigaspora margarita

SOLO ESTERILIZADO + Glomus epigaeum

SOLO ESTERILIZADO + Glomus fasciculatum

SOLO ESTERILIZADO + Glomus macrocarpum

SOLO ESTERILIZADO + Glomus mosseae

SOLO ESTERILIZADO + Glomus sp.

SOLO ESTERILIZADO + Sclerocystis sp.

---

ro e potássio foram feitas pelo método do Vanadato Molibdato descrito por CHAPMAN & PRATT (1961), e fotômetro de chama, respectivamente.

As raízes foram coletadas através do peneiramento do solo em peneira com 2mm de diâmetro e acondicionadas em sacos de polietileno. O material foi colocado em geladeira para conservação e determinação posterior da percentagem de infecção radicular, através de observações microscópicas de 10 fragmentos de raízes com 2cm de comprimento por repetição, clarificadas em KOH (hidróxido de potássio) e coradas pelo azul de algodão em lactofenol segundo a técnica de PHILLIPS & HAYMAN (1970).

### 3.2 - Experimento II

A inoculação foi feita com clamidósporos de Glomus mosseae. Essa espécie foi selecionada a partir de resultados obtidos no Experimento I, onde apresentou um dos melhores desempenhos na simbiose com a cultura da mandioca (Manihot esculenta Crantz. cv. Olho Verde).

Foram empregados 7 adesivos químicos, os quais variaram em concentração e pH, e 2 Testemunhas, conforme descrito na Tabela 3. O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado, com 9 tratamentos e 6 repetições, num total de 54 parcelas.

A obtenção das estruturas fúngicas foi feita utilizando-se a técnica de peneiramento úmido e decantação de uma suspensão de solo, segundo GERDEMANN & NICOLSON (1963). Uma vez retida nas peneiras de 0,250mm e 0,105mm, as estruturas foram transferidas para um becker com a solução de Ringer, onde foi completado o volume para 1.000ml. Depois, sob estereoscópio, foi feita a determinação do número/ml de propágulos fúngicos presentes nessa suspensão, através de amostras que foram colocadas individualmente em uma placa



TABELA 3 - Descrição dos tratamentos usados no Experimento  
II. Fortaleza, 1984/85.

---

T R A T A M E N T O S

---

TESTEMUNHA 1 (ÁGUA DESTILADA)

TESTEMUNHA 2 (10g DE SOLO+RAÍZES COLONIZADAS)

SUSPENSÃO DE ESPOROS EM GOMA ARÁBICA A 40%, pH 4,3

SUSPENSÃO DE ESPOROS EM ETIL CELULOSE A 2%, pH 5,7

SUSPENSÃO DE ESPOROS EM RESINA DE CAJUEIRO A 10%, pH 5,1

SUSPENSÃO DE ESPOROS EM RESINA DE CASEÍNA A 10%, pH 6,0

SUSPENSÃO DE ESPOROS EM SACAROSE A 10%, pH 4,2

SUSPENSÃO DE ESPOROS EM COLA ALBION A 10%, pH 8,2

SUSPENSÃO DE ESPOROS EM COLA CASCOFIX A 10%, pH 4,2

---

especial (HAYMAN & STOVOLD, 1979) com capacidade para 3ml. Foram realizadas 12 amostragens e tirada uma média dessas contagens para se obter o resultado final.

Após a contagem, as estruturas fúngicas foram transferidas para um becker onde tiveram sua superfície esterilizada em hipoclorito de sódio a 0,5%, durante 3 minutos, e lavadas 2 vezes com água destilada (SCHENCK et alii, 1975). Em seguida foram transferidas para um becker e suspensas em 2.100ml de água destilada.

Dessa suspensão fúngica foram retirados 300ml, para cada tratamento, contendo cerca de 3.000 clamidósporos de Glomus mosseae, transferidos para um becker e misturados com cada adesivo, sendo adicionada água destilada para completar o volume final de 500ml de uma suspensão de esporos em adesivo, contendo cerca de 6 esporos/ml. A mistura foi feita com um bastão de vidro e, em seguida, colocada numa bandeja de plástico, onde se processou a inoculação pela imersão das estacas de cada tratamento. Esse volume permitiu a imersão total das manivas que permaneceram em repouso durante 5 minutos. As estacas foram previamente esterilizadas em hipoclorito de sódio a 0,5% (SCHENCK et alii, 1975).

Após a inoculação as estacas foram colocadas para secar à sombra e, em seguida, plantadas. O plantio foi feito no sentido horizontal, com 1 estaca de mandioca por parcela. Usaram-se manivas com 8cm de comprimento, com 4 a 6 gemas, e peso médio de 35,5g. A irrigação do experimento foi feita com água destilada e as parcelas receberam uma adubação semanal com solução de Hewitt sem fósforo (HEWITT, 1966), na quantidade de 2ml/kg de solo. Durante o tempo que durou o experimento a temperatura do solo, tomada às 10 e 15 horas, variou de 30-40°C.

O experimento II foi instalado em outubro de 1984. Três meses após a inoculação efetuou-se a colheita, sendo avaliados os parâmetros: altura das plantas, peso seco da parte aérea, conteúdos de fósforo e potássio, percentagem



de infecção radicular e número de esporos presentes no solo. As análises para determinação da percentagem de infecção radicular foram feitas através de observações em estereoscópio de aproximadamente 200 fragmentos radiculares por repetição (GIOVANNETTI & MOSSE, 1980), clarificados em KOH e corados pelo azul de algodão em ácido lático:glicerol, segundo a técnica modificada de BEVEGE (1979).

Amostras do solo de 100ml foram coletadas para se observar e avaliar a quantidade de clamidósporos presentes por repetição. As estruturas fúngicas foram recuperadas através do peneiramento úmido de uma suspensão de solo, segundo GERDEMANN & NICOLSON (1963), empregando-se, na sequência do peneiramento, somente até o tamis de 0,250mm.

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros analisados são mostrados nas Tabelas, 4, 5, 6, 7 e 8, para o Experimento I, e 9, 10, 11, 12 e 13, para o Experimento II. As análises de variância são encontradas no ANEXO A, para o Experimento I e ANEXO B, para o Experimento II. De um modo geral, pode-se observar que ambos os experimentos apresentaram diferenças significativas (ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey) para os parâmetros analisados estatisticamente.

##### 4.1 - Experimento I

##### 4.1.1 - Altura da Parte Aérea

Na Tabela 4 são apresentados os resultados referentes a altura das plantas, onde se observa que esse parâmetro foi diferencialmente afetado pelas espécies de fungos micorrízicos VA testadas, havendo diferença significativa entre as espécies e destas com relação às plantas desenvolvidas em Solo Esterilizado Sem Inoculação (Testemunha 1). Todos os fungos micorrízicos VA introduzidos, Glomus epigaeum, Glomus mosseae, Glomus macrocarpum, Glomus fasciculatum, Gigaspora margarita e Acaulospora laevis, aumentaram significativamente a altura das plantas de mandioca ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, em relação à Testemunha 1, enquanto que os fungos indígenas Sclerocystis sp. e Glomus sp. não diferiram estatisticamente desse tratamento. A altura das plantas desenvolvidas em Solo Não Esterilizado (Testemunha 2) também apresentou dife



TABELA 4 - Altura da parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com diferentes espécies de fungos micorrízicos VA. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984.

Tratamentos	Altura	Altura Relativa
	(cm) *	(%)
Solo esteril./Sem inoculação (Testemunha 1)	18,83c	100,00
Solo não esteril./Sem inoculação (Testemunha 2)	29,50ab	156,66
Solo esterilizado + <u>Acaulospora laevis</u>	26,50b	140,73
Solo esterilizado + <u>Gigaspora margarita</u>	27,50ab	146,04
Solo esterilizado + <u>Glomus epigaeum</u>	33,67a	178,81
Solo esterilizado + <u>Glomus fasciculatum</u>	28,00ab	148,70
Solo esterilizado + <u>Glomus macrocarpum</u>	29,33ab	155,76
Solo esterilizado + <u>Glomus mosseae</u>	33,33a	177,00
Solo esterilizado + <u>Glomus</u> sp.	24,50bc	130,11
Solo esterilizado + <u>Sclerocystis</u> sp.	25,00bc	132,77

DMS = 6,77

CV = 12,80%

(\*) Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

rença significativa em relação à Testemunha 1, embora não mostrando diferença estatística dos tratamentos inoculados. As espécies introduzidas foram mais efetivas em promover o crescimento em altura das plantas do que as espécies locais, sugerindo uma boa adaptação desses endófitos às condições ambientais, ao hospedeiro e a outros fatores que influenciam na efetividade do sistema (POWELL, 1976b; ABBOTT & ROBSON, 1978, 1981b). O tratamento Solo Não Esterilizado apresentou maior altura das plantas do que os tratamentos que receberam endófitos locais. O maior aumento em altura foi obtido com a inoculação de Glomus epigaeum, 33,67cm, seguido de Glomus mosseae, 33,33cm, tendo esses tratamentos diferido estatisticamente dos tratamentos inoculados com Acaulospora laevis, Sclerocystis sp. e Glomus sp.. Observou-se um menor crescimento em altura das plantas no tratamento Testemunha 1, 18,83cm/parcela. Os resultados mostram que em geral as espécies de fungos micorrízicos VA contribuíram para aumentar o crescimento em altura das plantas, sendo observadas diferenças na efetividade dos endófitos VA quanto ao aumento em altura das plantas, confirmando dados de ABBOTT & ROBSON (1981a, 1981b).

#### 4.1.2 - Peso Seco da Parte Aérea

A Tabela 5 apresenta os dados referentes à produção de matéria seca da parte aérea das plantas de mandioca. O maior peso seco da parte aérea foi obtido com a inoculação de Glomus mosseae, seguido de Glomus epigaeum, Glomus macrocarpum, Gigaspora margarita, Glomus fasciculatum e Acaulospora laevis, os quais apresentaram diferença significativa com relação ao tratamento Testemunha 1, segundo a análise estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Todavia, os tratamentos inoculados com Glomus sp. e Sclerocystis sp. não apresentaram diferença significativa com relação a esse tratamento. As plantas em Solo Não Este



TABELA 5 - Peso seco da parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com diferentes espécies de fungos micorrízicos VA. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984.

Tratamentos	Peso Seco	Peso Seco Relativo
	(g) *	(%)
Solo esteril./Sem inoculação (Testemunha 1)	2,70d	100,00
Solo não esteril./Sem inoculação (Testemunha 2)	5,12abc	189,63
Solo esterilizado + <u>Acaulospora laevis</u>	4,75bc	175,92
Solo esterilizado + <u>Gigaspora margarita</u>	5,10abc	188,89
Solo esterilizado + <u>Glomus epigaeum</u>	6,45ab	238,89
Solo esterilizado + <u>Glomus fasciculatum</u>	5,00bc	185,18
Solo esterilizado + <u>Glomus macrocarpum</u>	5,48abc	202,96
Solo esterilizado + <u>Glomus mosseae</u>	6,70a	248,15
Solo esterilizado + <u>Glomus</u> sp.	4,35cd	161,11
Solo esterilizado + <u>Sclerocystis</u> sp.	4,00cd	148,15

DMS = 1,69

CV = 17,80%

(\*) Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

rilizado apresentaram diferenças significativas com relação ao peso seco das plantas do tratamento Testemunha 1, embora não diferindo estatisticamente dos tratamentos inoculados. As espécies introduzidas foram mais efetivas em estimular a produção de matéria seca do que as espécies locais. No tratamento Testemunha 2, as plantas produziram mais matéria seca do que quando inoculadas com fungos locais isolados. O aumento em peso seco foi da ordem de 148,15% e 138,89%, respectivamente, para os tratamentos inoculados com Glomus mosseae e Glomus epigaeum. O tratamento Testemunha 1 apresentou a menor produção em peso seco da parte aérea, 2,70g/parcela. Esses resultados podem estar associados com a dependência que a mandioca possui das micorrizas VA para crescer em solos pobres, principalmente deficientes em fósforo (HOWELER, 1980; HOWELER et alii, 1982a). O tratamento que obteve maior produção média de matéria seca, o inoculado com Glomus mosseae (6,70g), diferiu estatisticamente dos tratamentos inoculados com Glomus fasciculatum (5,00g), Acaulospora laevis (4,75g), Glomus sp. (4,35g) e Sclerocystis sp. (4,00g). Também foi observada diferença estatística entre Glomus epigaeum (6,45g), e as espécies Glomus sp. e Sclerocystis sp.. A produção de matéria seca da parte aérea foi diferencialmente afetada pela inoculação com as diferentes espécies de micorrizas VA, indicando que os endófitos VA variam em sua simbiose efetiva para estimular o crescimento das plantas (MOSSE, 1981; ABBOTT & ROBSON, 1982a). Talvez mais importante do que a especificidade seja a adaptabilidade dos fungos micorrízicos VA ao pH, à temperatura e à pequena toxidez de elementos (HEPPER, 1979; MOSSE, 1981).

#### 4.1.3 - Conteúdo de Fósforo na Parte Aérea

Na Tabela 6 são apresentados os dados referentes ao



TABELA 6 - Conteúdo total de fósforo na parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com diferentes espécies de fungos micorrízicos VA. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984.

Tratamentos	Conteúdo de P	Conteúdo Relativo
	(mg) *	(%)
Solo esteril./Sem inoculação (Testemunha 1)	4,33d	100,00
Solo não esteril./Sem inoculação (Testemunha 2)	10,13abc	233,95
Solo esterilizado + <u>Acaulospora laevis</u>	6,63cd	153,12
Solo esterilizado + <u>Gigaspora margarita</u>	9,83abc	227,02
Solo esterilizado + <u>Glomus epigaeum</u>	12,79ab	295,38
Solo esterilizado + <u>Glomus fasciculatum</u>	8,58bcd	198,15
Solo esterilizado + <u>Glomus macrocarpum</u>	10,36abc	239,26
Solo esterilizado + <u>Glomus mosseae</u>	14,79a	341,57
Solo esterilizado + <u>Glomus</u> sp.	8,05bcd	185,91
Solo esterilizado + <u>Sclerocystis</u> sp.	7,71bcd	178,06

DMS = 5,50

CV = 30,80%

(\*) Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

conteúdo de fósforo na parte aérea das plantas. O máximo conteúdo foi obtido com a inoculação de Glomus mosseae, seguido de Glomus epigaeum, Glomus macrocarpum e Gigaspora margarita, os quais diferiram estatisticamente do tratamento Testemunha 1, segundo a análise estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Por outro lado, os tratamentos inoculados com Glomus fasciculatum, Glomus sp., Sclerocystis sp. e Acaulospora laevis, embora tenham absorvido mais fósforo do que a Testemunha 1, não apresentaram diferenças significativas com relação a esta. O tratamento Testemunha 2 apresentou diferença significativa quanto ao conteúdo de fósforo, em relação à Testemunha 1 em Solo Esterilizado, porém não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos inoculados. O tratamento que mais absorveu fósforo foi o inoculado com Glomus mosseae, cerca de 14,79mg/parcela, tendo diferido significativamente dos tratamentos inoculados com Glomus fasciculatum (8,58mg), Glomus sp. (8,05mg), Sclerocystis sp. (7,71mg) e Acaulospora laevis (6,63mg). O tratamento inoculado com Glomus epigaeum (12,79mg) diferiu estatisticamente do tratamento inoculado com Acaulospora laevis. De uma maneira geral as espécies introduzidas foram mais efetivas em aumentar o conteúdo de fósforo da parte aérea do que as espécies nativas inoculadas em Solo Esterilizado. O tratamento Testemunha 1 foi o que apresentou o menor conteúdo de fósforo, cerca de 4,33mg/parcela. Quanto à remoção de nutrientes pela mandioca, o presente trabalho mostra que as micorrizas VA beneficiam em geral a absorção de fósforo, concordando com os dados obtidos por ZAAG et alii (1979), EZETA & CARVALHO (1982) e HOWELER et alii (1982a). Parece haver certa especificidade do hospedeiro quanto à espécie de fungo utilizada, uma vez que Glomus mosseae promoveu maior absorção e acúmulo de fósforo na parte aérea. Os resultados aqui observados sugerem diferenças na efetividade dos fungos que formam micorriza vesículo-arbuscular em aumentar a absorção de fósforo e o crescimento das plantas (ABBOTT & ROBSON, 1982a). No



entanto, essas diferenças na efetividade podem ser devidas a variações fisiológicas dos endófitos, à interação entre o solo e o endófito ou ao próprio mecanismo de infecção, os quais irão influir diretamente na eficiência do sistema (MOSSE, 1981). O benefício da formação de micorriza é determinado, principalmente, através do aumento da capacidade da planta para exploração do solo e obtenção de nutrientes de baixa difusibilidade, tal como o fósforo. Segundo EZETA & CARVALHO (1982), as raízes de mandioca não infectadas por fungos micorrízicos VA estão virtualmente incapacitadas de adquirir esse nutriente.

#### 4.1.4 - Conteúdo de Potássio na Parte Aérea

Na Tabela 7 pode-se observar os dados referentes ao conteúdo de potássio na parte aérea das plantas. O máximo conteúdo de potássio foi obtido com a inoculação de Glomus epigaeum, seguido de Glomus mosseae e Glomus macrocarpum, os quais diferiram estatisticamente do tratamento Testemunha 1, segundo a análise estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O tratamento em Solo Não Esterilizado (Testemunha 2) também apresentou diferença significativa quanto ao conteúdo de potássio, em relação ao tratamento Testemunha 1, embora não diferindo estatisticamente dos tratamentos inoculados. Os tratamentos inoculados com Gigaspora margarita, Glomus fasciculatum, Sclerocystis sp., Glomus sp. e Acaulospora laevis não apresentaram diferença significativa com relação ao tratamento Testemunha 1 em Solo Esterilizado. O tratamento que apresentou o maior conteúdo de potássio na parte aérea foi o inoculado com Glomus epigaeum, cerca de 53,36mg/parcela, tendo diferido estatisticamente dos tratamentos inoculados com Glomus fasciculatum (32,81mg), Glomus sp. (33,81mg) e Acaulospora laevis (32,79mg). Por outro lado, o tratamento que apresen

TABELA 7 - Conteúdo total de potássio na parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com diferentes espécies de fungos micorrízicos VA. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984.

Tratamentos	Conteúdo de K	Conteúdo Relativo
	(mg) *	(%)
Solo esteril./Sem inoculação (Testemunha 1)	23,17c	100,00
Solo não esteril./Sem inoculação (Testemunha 2)	43,40ab	187,31
Solo esterilizado + <u>Acaulospora laevis</u>	32,79bc	141,52
Solo esterilizado + <u>Gigaspora margarita</u>	37,88abc	163,49
Solo esterilizado + <u>Glomus epigaeum</u>	53,36a	230,30
Solo esterilizado + <u>Glomus fasciculatum</u>	32,81bc	141,60
Solo esterilizado + <u>Glomus macrocarpum</u>	49,15ab	212,13
Solo esterilizado + <u>Glomus mosseae</u>	52,26ab	225,55
Solo esterilizado + <u>Glomus</u> sp.	33,81bc	145,92
Solo esterilizado + <u>Sclerocystis</u> sp.	34,71abc	149,80

DMS = 20,06

CV = 26,65%

(\*) Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



tou o menor conteúdo de potássio foi a Testemunha 1, 23,17mg/parcela. A inoculação com fungos micorrízicos VA em geral aumentou a absorção de potássio pelas plantas de mandioca, confirmando resultados obtidos por outros pesquisadores com relação a essa cultura (HOWELER, 1980; EZETA & CARVALHO, 1981, 1982; CARVALHO et alii, 1982). O efeito da inoculação sobre o aproveitamento de nutrientes, em Solo Esterilizado, embora tenha sido maior no teor de fósforo, foi estimulante, também, sobre a absorção de potássio (MIRANDA et alii, 1984).

#### 4.1.5 - Percentagem de Infecção Radicular

A Tabela 8 apresenta dados relativos à percentagem de colonização radicular das espécies micorrízicas VA testadas. Os maiores índices de colonização radicular foram observados nos tratamentos inoculados com Glomus epigaeum, seguido de Glomus mosseae com 71,67% e 65,67%, respectivamente. Todas as espécies testadas colonizaram as raízes da mandioca, todavia apresentando diferenças em sua infectividade. As espécies locais inoculadas foram tão infectivas quanto algumas espécies introduzidas, embora fossem menos efetivas em aumentar o crescimento das plantas. O tratamento em Solo Não Esterilizado (Testemunha 2) apresentou 45,33% de infecção radicular, sendo mais infectivo e efetivo no aumento do crescimento das plantas do que as espécies locais inoculadas de forma isolada e, também, com relação a algumas espécies introduzidas. No tratamento Testemunha 1 foram observadas, em duas parcelas, pequenas contaminações de micorizas VA, fato freqüentemente constatado em experimentos dessa natureza (HALL, 1977; ABBOTT & ROBSON, 1982a; NEMEC, 1983). No entanto, a presença de infecção radicular no tratamento Testemunha 1 parece não ter influenciado o crescimento das plantas. A efetividade dos fungos micorrízicos VA

TABELA 8 - Altura, peso seco da parte aérea, conteúdos totais de fósforo e potássio e percentagem de infecção radicular das plantas de mandioca inoculadas com diferentes espécies de fungos micorrízicos VA. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984.

Tratamentos	Altura	Peso Seco	Conteúdo de P	Conteúdo de K	Infecção Radicular
	(cm) *	(g)	(mg)		(%)
Solo esteril./Sem inoculação (Testemunha 1)	18,83c	2,70d	4,33d	23,17c	2,67
Solo não esteril./Sem inoculação (Testemunha 2)	29,50ab	5,12abc	10,13abc	43,40ab	45,33
Solo esterilizado + <u>Acaulospora laevis</u>	26,50b	4,75bc	6,63cd	32,79bc	23,33
Solo esterilizado + <u>Gigaspora margarita</u>	27,50ab	5,10abc	9,83abc	37,88abc	40,00
Solo esterilizado + <u>Glomus epigaeum</u>	33,67a	6,45ab	12,79ab	53,36a	71,67
Solo esterilizado + <u>Glomus fasciculatum</u>	28,00ab	5,00bc	8,58bcd	32,81bc	30,00
Solo esterilizado + <u>Glomus macrocarpum</u>	29,33ab	5,48abc	10,36abc	49,15ab	36,67
Solo esterilizado + <u>Glomus mosseae</u>	33,33a	6,70a	14,79a	52,26ab	65,67
Solo esterilizado + <u>Glomus</u> sp.	24,50bc	4,35cd	8,05bcd	33,81bc	38,33
Solo esterilizado + <u>Sclerocystis</u> sp.	25,00bc	4,00cd	7,71bcd	34,71abc	33,33
DMS	6,77	1,69	5,50	20,06	
CV (%)	12,80	17,80	30,80	26,65	

(\*) Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



em aumentar a absorção de nutrientes e promover o crescimento das plantas pode estar relacionada com sua habilidade de colonização do sistema radicular das mesmas (ABBOTT & ROBSON, 1982a). Por outro lado, a eficiência de um endófito nem sempre depende da extensão da infecção ou do desenvolvimento de micélio no solo (GRAHAM et alii, 1982). Idênticos percentuais de infecção não, necessariamente, tem o mesmo efeito sobre o crescimento (OWUSU-BENNOAH & MOSSE, 1979). Para se obter alta eficiência na associação micorrízica VA, são necessárias condições adequadas de luz, temperatura, umidade, nível de fósforo, pH e aeração (LOPES et alii, 1983c). Além disso, a infectividade pode estar associada com o potencial de inóculo e com a habilidade do fungo em se difundir dentro da raiz (HALL, 1976; ABBOTT & ROBSON, 1981b, 1982a; MOSSE, 1981; FERGUSON & WOODHEAD, 1982). Normalmente, as espécies micorrízicas VA diferem em sua habilidade de infectar as raízes das plantas (ABBOTT & ROBSON, 1981b, 1982a; MOSSE, 1981). No presente trabalho os maiores percentuais de infecção corresponderam também a maiores aumentos do peso seco e extração de fósforo, sugerindo uma relação positiva entre esses parâmetros.

#### 4.2 - Experimento II

##### 4.2.2 - Altura da Parte Aérea

Na Tabela 9 são apresentados os resultados referentes ao crescimento das plantas em altura. Os tratamentos que mais se destacaram foram os inoculados com Solo+raízes colonizadas e com esporos em Etil celulose a 2%, os quais diferiram estatisticamente do tratamento Testemunha 1, conforme a análise pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos inoculados com uma suspensão de esporos em

TABELA 9 - Altura da parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com esporos de Glomus mosseae em suspensão com diferentes adesivos químicos. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984/85.

Tratamentos	Altura	Altura Relativa
	(cm) *	(%)
Testemunha 1 (água destilada)	22,33d	100,00
Testemunha 2 (10g de solo+raízes colonizadas)	38,67a	173,17
Goma arábica a 40%	32,83abc	147,02
Etil celulose a 2%	38,00ab	170,17
Resina de cajueiro a 10%	30,50c	136,59
Resina de caseína a 10%	33,33abc	149,26
Sacarose a 10%	31,25bc	139,95
Cola albion a 10%	34,08abc	152,62
Cola cascofix a 10%	32,25abc	144,42

DMS = 7,38

CV = 12,00%

(\*) Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Cola albion a 10%, Resina de caseína a 10%, Cola cascofix a 10%, Goma arábica a 40%, Sacarose a 10% e Resina de cajueiro a 10%, também diferiram estatisticamente do tratamento Testemunha 1 (água destilada). O aumento em crescimento foi da ordem de 73,17% e 70,17% para os tratamentos Solo+raízes colonizadas (Testemunha 2) e Etil celulose a 2%, respectivamente. As plantas do tratamento não inoculado (Testemunha 1) foram as que menos cresceram, atingindo a altura média de 22,33cm/parcela. O tratamento que apresentou maior altura foi o inoculado com 10g de solo+raízes colonizadas (38,67cm), tendo diferido estatisticamente dos tratamentos inoculados com esporos em Sacarose a 10% (31,25cm) e Resina de cajueiro a 10% (30,50cm). Por outro lado, o tratamento em que se usou esporos em Etil celulose a 2% (38,00cm) mostrou diferença significativa com relação ao tratamento Resina de cajueiro a 10%. A utilização de inóculo na forma de solo+raízes colonizadas proporcionou um maior crescimento da parte aérea do que na forma de esporos, concordando com resultados de HALL (1976), POWELL (1976a) e MOSSE (1981). No entanto, os resultados indicam que o emprego de esporos como inóculo foi bastante eficiente em aumentar o crescimento em altura das plantas, mostrando-se este método bastante promissor para a inoculação (HATTINGH & GERDEMANN, 1975; MANJUNATH & BAGYARAJ, 1981; SMITH & SMITH, 1981).

#### 4.2.2 - Peso Seco da Parte Aérea

Na Tabela 10 estão indicados os resultados referentes à produção de matéria seca da parte aérea das plantas de mandioca. O tratamento que mais se destacou no incremento em peso seco da parte aérea foi o inoculado com Solo+raízes colonizadas, seguido dos tratamentos inoculados com esporos em Etil celulose a 2%, Cola albion a 10%, Cola cascofix a 10%, Resina de caseína a 10% e Sacarose a 10%, os

TABELA 10 - Peso seco da parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com esporos de Glomus mosseae em suspensão com diferentes adesivos químicos. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984/85.

Tratamentos	Peso Seco	Peso Seco Relativo
	(g) *	(%)
Testemunha 1 (água destilada)	3,83d	100,00
Testemunha 2 (10g de solo+raízes colonizadas)	8,50a	221,03
Goma arábica a 40%	6,02bcd	157,18
Etil celulose a 2%	7,97ab	208,09
Resina de cajueiro a 10%	5,60cd	146,21
Resina de caseína a 10%	6,22abc	162,40
Sacarose a 10%	6,78abc	177,02
Cola albion a 10%	7,42abc	193,73
Cola cascofix a 10%	7,25abc	189,29

DMS = 2,32

CV = 18,62%

(\*) Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



quais diferiram significativamente com relação à Teste munha 1. Por outro lado, os tratamentos inoculados com Goma arábica a 40% e Resina de cajueiro a 10% não apresentaram diferença estatística com relação ao tratamento não inoculado (Testemunha 1). O incremento em peso seco foi de 121,93% e 108,09% para os tratamentos inoculados com Solo+raízes colonizadas e com uma suspensão de esporos em Etil celulose a 2%, respectivamente. O menor peso seco da parte aérea foi obtido no tratamento não inoculado (Testemunha 1) com 3,83g /parcela. O tratamento que mostrou maior produção média, foi o inoculado com Solo+raízes colonizadas (8,50g), tendo diferido estatisticamente dos tratamentos inoculados com uma suspensão de esporos em Goma arábica a 40% (6,02g) e Resina de cajueiro a 10% (5,60g). Por outro lado, o tratamento inoculado com esporos em Etil celulose a 2% (7,97g), diferiu significativamente do tratamento inoculado em Resina de cajueiro a 10%. Embora o método em que se utilizou como inóculo 10g de Solo+raízes colonizadas tenha proporcionado os maiores pesos secos da parte aérea das plantas, não houve diferença significativa com relação aos tratamentos inoculados com suspensões de esporos de Glomus mosseae em Etil celulose a 2%, Cola albion a 10% e Resina de caseína a 10%. A inoculação com suspensões de esporos em diferentes adesivos estimulou em geral o peso seco das plantas em todos os tratamentos, apresentando a inoculação com esporos em Etil celulose a 2% como o tratamento mais eficiente e revelando-se esse método de inoculação bastante promissor com relação à inoculação de estacas não enraizadas.

#### 4.2.3 - Conteúdo de Fósforo na Parte Aérea

Na Tabela 11 são apresentados os resultados referentes ao conteúdo de fósforo na parte aérea das plantas de mandioca. O máximo conteúdo total de fósforo foi obtido no

TABELA 11 - Conteúdo total de fósforo na parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com esporos de Glomus mosseae em suspensão com diferentes adesivos químicos. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984/85.

Tratamentos	Conteúdo de P	Conteúdo Relativo
	(mg) *	(%)
Testemunha 1 (água destilada)	4,41d	100,00
Testemunha 2 (10g de solo+raízes colonizadas)	14,89a	337,04
Goma arábica a 40%	8,57bcd	194,10
Etil celulose a 2%	12,15ab	275,51
Resina de cajueiro a 10%	6,67cd	151,25
Resina de caseína a 10%	9,86abc	223,58
Sacarose a 10%	8,44bcd	191,38
Cola albion a 10%	10,06abc	228,81
Cola cascofix a 10%	8,47bcd	192,06

DMS = 5,44

CV = 31,11%

(\*) Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



tratamento inoculado com 10g de solo+raízes colonizadas, seguido dos tratamentos inoculados com esporos em Etil celulose a 2%, Cola albion a 10% e Resina de caseína a 10%, os quais diferiram estatisticamente do tratamento Testemunha 1, conforme a análise estatística, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Por outro lado, os tratamentos inoculados com esporos em Goma arábica a 40%, Cola cascofix a 10%, Sacarose a 10% e Resina de cajueiro a 10% não apresentaram diferenças significativas com relação à Testemunha 1. O aumento no conteúdo de fósforo na parte aérea foi de 237,64% e 175,51% para os tratamentos Solo+raízes colonizadas e Etil celulose a 2%, respectivamente. O tratamento Testemunha 1 foi o que apresentou menor conteúdo de fósforo na parte aérea, 4,41mg/parcela. O tratamento que apresentou maior conteúdo de fósforo, o inoculado com Solo+raízes colonizadas, 14,89mg/parcela, diferiu significativamente dos tratamentos inoculados com esporos em Goma arábica a 40% (8,56mg), Cola cascofix a 10% (8,47mg), Sacarose a 10% (8,44mg) e Resina de cajueiro a 10% (6,67mg). O tratamento inoculado com esporos em Etil celulose a 2% (12,15mg) diferiu estatisticamente do tratamento inoculado em Resina de cajueiro a 10%. Neste trabalho a inoculação com micorriza VA em geral aumentou a absorção de fósforo na parte aérea das plantas de mandioca, de conformidade com EZETA & CARVALHO (1981) e CARVALHO *et alii* (1982). Geralmente o tipo de inóculo influencia nas respostas à inoculação (HALL, 1976; MOSSE, 1981; SMITH & SMITH, 1981). O inóculo na forma de solo+raízes colonizadas foi mais efetivo em aumentar o aproveitamento do fósforo no solo, do que na forma de esporos (POWELL, 1976a; HALL, 1979). Contudo, o primeiro método tem o inconveniente de exigir grandes quantidades de inóculo para inoculações a nível de campo (OWUSU-BENNOAH & MOSSE, 1979).

#### 4.2.4 - Conteúdo de Potássio na Parte Aérea

TABELA 12 - Conteúdo total de potássio na parte aérea das plantas de mandioca inoculadas com esporos de Glomus mosseae em suspensão com diferentes adesivos químicos. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984/85.

Tratamentos	Conteúdo de K	Conteúdo Relativo
	(mg) *	(%)
Testemunha 1 (água destilada)	32,24c	100,00
Testemunha 2 (10g de solo+raízes colonizadas)	83,32a	258,44
Goma arábica a 40%	56,60c	175,56
Etil celulose a 2%	74,21ab	230,18
Resina de cajueiro a 10%	52,97c	164,30
Resina de caseína a 10%	60,65ab	188,12
Sacarose a 10%	62,31ab	193,27
Cola albion a 10%	77,98ab	241,87
Cola cascofix a 10%	68,61ab	212,81

DMS = 26,70

CV = 22,40%

(\*) Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Na Tabela 12 são apresentados os resultados referentes ao conteúdo de potássio na parte aérea das plantas. A máxima absorção de potássio foi obtida com a inoculação de 10g de solo+raízes colonizadas, seguida dos tratamentos inoculados com esporos em Cola albion a 10%, Etil celulose a 2%, Cola cascofix a 10%, Sacarose a 10% e Resina de caseína a 10%, os quais diferiram significativamente do tratamento Testemunha 1, conforme a análise estatística, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Por outro lado, os tratamentos inoculados com esporos em Goma arábica a 40% e Resina de cajueiro a 10% não apresentaram diferenças significativas com relação à Testemunha 1. O aumento no conteúdo total de potássio da parte aérea das plantas foi de (83,32mg), (77,98mg), (74,21mg) para os tratamentos Solo+raízes colonizadas, Cola albion e Etil celulose, respectivamente. Os tratamentos inoculados com Cola cascofix (68,61mg), Sacarose (62,31mg) e Resina de caseína (60,65mg) também apresentaram diferenças significativas com relação aos tratamentos inoculados com esporos em Goma arábica (56,60mg) e Resina de cajueiro (52,97mg). O tratamento Testemunha 1 foi o que apresentou a menor quantidade de potássio na parte aérea, 34,24mg/parcela. A inoculação de fungos micorrízicos VA, em quase todos os tratamentos, aumentou o conteúdo de potássio nas plantas de mandioca, confirmando resultados obtidos por outros pesquisadores com relação a essa cultura (EZETA & CARVALHO, 1981, 1982; CARVALHO et alii, 1982).

#### 4.2.5 - Percentagem de Infecção Radicular

A Tabela 13 apresenta os dados referentes à percentagem de infecção radicular das plantas. Os maiores índices de colonização radicular foram observadas nos tratamentos

TABELA 13 - Altura, peso seco da parte aérea, conteúdos totais de fósforo e potássio e percentagem de infecção radicular das plantas de mandioca inoculadas com esporos de Glomus mosseae em suspensão com diferentes adesivos químicos e número de esporos no solo. Média de 6 repetições. Fortaleza, 1984/85.

Tratamentos	Altura	Peso Seco	Conteúdo de P	Conteúdo de K	Infecção Radicular	Nº de Esporos /10g de Solo
	(cm) *	(g)	(mg)		(%)	
Testemunha 1 (água destilada)	22,33d	3,83d	4,41d	32,24c	00,00	0
Testemunha 2 (10g de solo+raízes colonizadas)	38,67a	8,50a	14,89a	83,32a	61,87	167
Goma arábica a 40%	32,83abc	6,02bcd	8,56bcd	56,60c	22,50	33
Etil celulose a 2%	38,00ab	7,97ab	12,15ab	74,21ab	46,50	70
Resina de cajueiro a 10%	30,50c	5,60cd	6,67cd	52,97c	26,00	33
Resina de caseína a 10%	33,33abc	6,22abc	9,86abc	60,65ab	32,60	40
Sacarose a 10%	31,25bc	6,78abc	8,44bcd	62,31ab	26,00	27
Cola albion a 10%	34,08abc	7,42abc	10,06abc	77,98ab	36,70	43
Cola cascofix a 10%	32,25abc	7,25abc	8,47bcd	68,61ab	24,00	35
DMS	7,38	2,32	5,44	26,70		
CV (%)	12,00	18,62	31,11	22,40		

(\*) Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



inoculados com Solo+raízes colonizadas e inóculo na forma de esporos em uma suspensão com Etil celulose a 2%. Com exceção feita à Testemunha 1, que se mostrou livre de infecção, todos os demais tratamentos apresentaram infecção micorrízica VA no sistema radicular das plantas. Os resultados evidenciam que os maiores índices de colonização radicular estão associados com aumentos em peso seco e conteúdo de fósforo na parte aérea, confirmando ABBOTT & ROBSON (1982a). Contudo, esses parâmetros freqüentemente podem apresentar-se independentes, levantando dúvidas quanto ao nível ótimo de infecção radicular para se obter máximo benefício da simbiose micorrízica (EZETA & CARVALHO, 1981). As plantas exibem grande variação na sua suscetibilidade à formação de micorriza VA, a qual parece ser controlada geneticamente, podendo estender-se até mesmo ao nível de variedade (KRUCKELMANN, 1975; BERTHEAU *et alii*, 1980). A inoculação na forma de solo+raízes colonizadas mostrou-se mais infectiva do que na forma de esporos (HALL, 1979), embora se tenha obtido bons resultados com o inóculo na forma de esporos.

#### 4.2.6 - Número de Esporos no Solo

Na Tabela 13 são apresentados os dados referentes ao número de clamidósporos presentes no solo. Os tratamentos que exibiram maior número de esporos foram os inoculados com Solo+raízes colonizadas e suspensão de esporos em Etil celulose a 2%, com 167 e 70 esporos/10g de solo, respectivamente. Não foi constatada a presença de esporos no tratamento Testemunha 1. No presente trabalho houve uma certa relação positiva entre o número de esporos existentes no solo, percentagem de infecção radicular e o desenvolvimento das plantas. Tem-se definido infectividade micorrízica em termos de densidade de inóculo. No entanto, estudos sobre a influência da densidade do inóculo micorrízico VA sobre a

infecção, esporulação e respostas em crescimento do hospedeiro têm apresentado freqüentemente resultados conflitantes (DAFT & NICOLSON, 1969; FURLAN & FORTIN, 1977; DAFT & EL-GIAHMI, 1978; CARLING et alii, 1979). Ademais, densidade mínima de esporos requerida para assegurar rápida colonização radicular e crescimento da planta hospedeira pode variar de espécie para espécie (FERGUSON & WOODHEAD, 1982).



## 5 - CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir:

1 - Em geral os fungos micorrízicos VA aumentaram o crescimento em altura, produção de matéria seca da parte aérea e os conteúdos totais de fósforo e potássio da mandioca;

2 - Houve diferença na infectividade e efetividade entre as espécies de fungos micorrízicos VA testados;

3 - As espécies introduzidas Glomus mosseae e Glomus epigaeum tenderam a ser mais eficientes do que as espécies introduzidas Glomus macrocarpum, Glomus fasciculatum, Gigaspora margarita e Acaulospora laevis, superando as espécies nativas Sclerocystis sp. e Glomus sp., quanto ao rendimento de matéria seca, altura e absorção de fósforo e potássio pela mandioca;

4 - Em solo não esterilizado o bom desenvolvimento das plantas de mandioca é atribuído à eficiência das espécies nativas presentes;

5 - A inoculação de estacas não enraizadas de mandioca com esporos em suspensão com adesivos foi em geral favorável em aumentar o crescimento em altura, peso seco da parte aérea e conteúdos totais de fósforo e potássio, quando comparado com as plantas não inoculadas;

6 - O emprego de solo+raízes colonizadas como inóculo estimulou o desenvolvimento das plantas, não apresentando diferenças significativas com relação à inoculação de esporos de Glomus mosseae em suspensão com os adesivos Etil celuloose a 2%, Cola albion a 10% e Resina de caseína a 10%, em todos os parâmetros analisados;

7 - O emprego de esporos em suspensão com adesivos químicos é uma alternativa promissora para a inoculação de estacas de mandioca.

6 - LITERATURA CITADA

- ABBOTT, L. K. & ROBSON, A. D. Growth stimulation of subterranean clover with vesicular-arbuscular mycorrhizas. Aust. J. Agric. Res., 28: 639-650. 1977.
- \_\_\_\_\_. Growth of subterranean clover in relation to the formation of endomycorrhizas by introduced and indigenous fungi in a field soil. New Phytol., 81: 575-585. 1978.
- \_\_\_\_\_. Infectivity and effectiveness of five endomycorrhizal fungi: Competition with indigenous fungi in field soils. Aust. J. Agric. Res., 32: 621-630. 1981a.
- \_\_\_\_\_. Infectivity and effectiveness of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi: Effect of inoculum type. Aust. J. Agric. Res., 32: 631-639. 1981b.
- \_\_\_\_\_. The role of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture and the selection of fungi for inoculation. Aust. J. Agric. Res., 33: 389-408. 1982a.
- \_\_\_\_\_. Infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agricultural soils. Aust. J. Agric. Res., 33: 1049-1059. 1982b.
- \_\_\_\_\_. Colonization of the root system of subterranean clover (Trifolium subterraneum) by 3 species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol., 96: 275-282. 1984.
- ALLEN, M. F., MOORE, T. S. & CHRISTENSEN, M. Phytohormone changes in Bouteloua gracilis infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. I. Cytokinin increases in the host plant. Can. J. Bot., 58: 371-374. 1980.



- ALLEN, M. F., SMITH, W. K., MOORE, T. S. & CHRISTENSEN, M. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal and non-mycorrhizal Bouteloua gracilis. New Phytol., 88: 683-693. 1981.
- \_\_\_\_\_, MOORE, T. S. & CHRISTENSEN, M. Phytohormone changes in Bouteloua gracilis infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. II. Altered levels of Gibberellin like substances and abscisic acid in the host plant. Can. J. Bot., 60: 468-471. 1982.
- ALMEIDA, R. T., VASCONCELOS, I. & FREIRE, V. F. Ocorrência de esporos de endomicorrizas em solos sob leguminosas arbóreas do Estado do Ceará. Pesq. agrop. bras., Brasília, 19: 281-282. 1984a.
- \_\_\_\_\_, OLLIVIER, B. & DIEM, H. G. Effect of Glomus mosseae and Pratylenchus sefaensis on growth of Vigna unguiculata. Ciêñ. agron., Fortaleza, 15(1-2): 19-24. 1984b.
- \_\_\_\_\_, FREIRE, V. F. & VASCONCELOS, I. Infecção de micorrizas vesículo-arbusculares em gramíneas e leguminosas herbáceas e arbustivas em dois solos do Estado do Ceará. Ciêñ. agron., Fortaleza, 16(1): 69-73. 1985a.
- \_\_\_\_\_. Sclerocystis (Endogonaceae) em solos sob leguminosas arbóreas do Estado do Ceará. I Reunião Brasileira Sobre Micorrizas. Resumos, LAVRAS, p.74. 1985b.
- ALMENDRAS, A. S., CRUZ, R. E. D. & MANGUIAT, I. J. Effects of soil type, fertilization and mycorrhizal inoculation on nitrogen, phosphorus and potassium uptake of cassava. Ann. Trop. Res., 4(2): 118-126. 1982.
- AZCON, R. & OCAMPO, J. A. Factors affecting the vesicular-arbuscular infection and mycorrhizal dependency of thirteen wheat cultivars. New Phytol., 87(4): 677-686. 1981.
- BAGYARAJ, D. J. & MENGE, J. A. Interaction between a VA



mycorrhiza and Azotobacter and their effect on rhizosphere microflora and plant growth. New Phytol., 80(3): 567-574. 1978.

BARBER, S. A., WALKER, J. M. & VASEY, E. H. Mechanisms for the movement of plant nutrients from the soil and fertilizer to the plant root. J. Agric. Food. Chem., 11: 204-207. 1963.

BAYLIS, G. T. S. Root hairs and Phycomycetous mycorrhizas in phosphorus-deficient soil. Plant Soil, 33: 713-716. 1970.

\_\_\_\_\_. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: SANDERS, F. E., MOSSE, B., TINKER, P. B., eds. Endomycorrhizas, London, Academic Press, 373-389. 1975.

BECKER, W. N. & HALL, I. R. Gigaspora margarita a new species in the Endogonaceae. Mycotaxon, 4(1): 155-160. 1976.

BERTHEAU, Y., GIANINAZZI-PEARSON, V. & GIANINAZZI, S. Development et expression de l'association endomycorrhizienne chez le blé. I. Mise en évidence d'un effet variétal. Ann. Amélior. Plante, Paris, 30(1): 67-78. 1980.

BEVEGE, D. I. A rapid technique for clearing tannins and staining intact roots for detection of mycorrhizas caused by Endogone spp. and some records of infection in Australasian plants. Trans Br. Mycol. Soc., 51(5): 808-810. 1968.

BIERMANN, B. & LINDERMAN, R. G. Use of vesicular-arbuscular mycorrhizal roots, intraradical vesicles and extraradical vesicles as inoculum. New Phytol., 95(1): 97-106. 1983.

BLACK, R. L. B. & TINKER, P. B. Interaction between effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza and fertilizer phosphorus on yields of potatoes in the field. Nature,



267: 510-511. 1977.

- BLOSS, H. E. & PFEIFFER, C. M. Latex content and biomass increase in mycorrhizal guayule (Parthenium argentatum) under field conditions. Ann. Appl. Biol., 104(1): 175-184. 1984.
- BONNETTI, R. Efeito de micorrizas vesiculares arbusculares na nodulação, crescimento e absorção de fósforo e nitrogênio em siratro. R. bras. Ci. Solo, 8(2): 189-192. 1984.
- BONONI, V. L. R. & TRUFEN, S. F. B. Endomicorrizas vesículo-arbusculares do cerrado da reserva biológica de Moji-Guaçu, SP, Brasil. Rickia, 10: 55-84. 1984.
- BROCKWELL, J. Studies on seed pelleting as an aid to legume seed inoculation. Aust. J. Agric. Res., 13: 638-649. 1962.
- \_\_\_\_\_. Ecology and legume-Rhizobium associations. Proc. Indian Sci. Acad., 40: 687-699. 1974.
- BROWN, R. W., SCHULTZ, R. C. & KORMANIK, P. P. Response of vesicular-arbuscular endomycorrhizal (Glomus etunicatus) inoculated sweetgum (Liquidambar styraciflua) seedlings to 3 nitrogen fertilizers. For. Sci., 27(2): 413-420. 1981.
- BROWN, M. E. & CARR, G. R. Interactions between Azotobacter chroococcum and vesicular-arbuscular mycorrhiza and their effects on plant growth. J. Appl. Bacteriol., 56(3): 429-438. 1984.
- BURTON, J. C. Methods of inoculating seeds and their effect on survival of thizobia. In: NUTMAN, P. S., ed. Symbiotic nitrogen fixation in plants. Cambridge University Press. Cambridge, England. 1976. p.175-189.
- CALDEIRA, S. F., CHAVES, G. M. & BROWN, R. A. Associação de micorrizas vesicular-arbuscular com café, limão-rosa e capim-gordura. Pesq. agropec. bras., Brasília, 18(3): 223-228. 1983.
- CARLING, D. E., BROWN, M. F. & BROWN, R. A. Colonization



- rates and growth responses of soybean (Glycine max) plants infected by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Can. J. Bot., 57(17): 1769-1772. 1979.
- CARVALHO, P. C. L., EZETA, F. N., CALDAS, R. C. & RODRIGUES E. M. Contribuição da endomicorriza para absorção de nutrientes e crescimento da mandioca (Manihot esculenta Crantz). Revista Brasileira de Mandioca, 1(1): 55-60. 1982.
- CHAPMAN, H. D. & PRATT, P. F. Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Div. Agric. Sci., Berkeley, 1961. 309p.
- CIAT - CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CALI, Colombia. Yuca; Informe Anual. 1981. p.47-67.
- CLARKE, C. & MOSSE, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. XII. Field inoculation responses of barley at 2 soil phosphorus levels. New Phytol., 87(4): 695-704. 1981.
- COCK, J. H. & HOWELER, R. H. The ability of cassava to grow on poor soils. In: JUNG, G. A., ed. Crop tolerance to suboptimal land conditions. Madisom, USA, ASA/CSSA/SSA, Nº 32, 1978. p.145-154.
- CRUSH, J. R. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. VII. Growth and nodulation of some herbage legumes. New Phytol., 73: 743-752. 1974.
- DAFT, M. J. & NICOLSON, T. H. Effect of Endogone mycorrhiza on plant growth. III. Influence of inoculum concentration on growth and infection in tomato. New Phytol., 68: 953-961. 1969.
- \_\_\_\_\_. & EL-GIAHMI, A. A. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on plant growth. VIII. Effects of defoliation and light on selected hosts. New Phytol., 80(2): 365-372. 1978.
- DANIELS, B. A. & TRAPPE, J. M. Glomus epigaeus sp. nov., a useful fungus for vesicular-arbuscular mycorrhizal



- research. Can. J. Bot., 57(5): 539-542. 1979.
- DANIELS, B. A. & MENGE, J. A. Hiperparasitization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Phytopathol., 70(7): 584-588. 1980.
- \_\_\_\_\_. & TRAPPE, J. M. Factors affecting spore germination of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, Glomus epigaeus. Mycologia, 72(3): 457-471. 1980.
- \_\_\_\_\_. & MENGE, J. A. Evaluation of the commercial potential of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, Glomus epigaeus. New Phytol., 87: 345-354. 1981.
- \_\_\_\_\_. , McCOOL, P. M. & MENGE, J. A. Comparative inoculum potential of spores of six vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol., 89: 385-391. 1982.
- \_\_\_\_\_. & SKIPPER, H. D. Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. In: SCHENCK, N. C., ed. Methods and principles of mycorrhizal research, St. Paul American Phytopathological Society, 1982. p.29-35.
- DAVIS, R. M. & MENGE, J. A. Phytophthora parasitica inoculation and intensity of vesicular-arbuscular mycorrhizae in citrus. New Phytol., 87: 705-715. 1981.
- DENNIS, D. J. Manganese toxicity in tomato seedlings. N. Z. J. Agric., 117: 118-119. 1968.
- DIEM, H. G., JUNG, C., MUGNIER, J. & GANRY, F. Alginate-entrapped Glomus mosseae for crop inoculation. Fifth N. Amer. Conf. on Mycorrhizae Quebec, Canada, p.23 (abstract). 1981.
- ELMES, R. P. & MOSSE, B. Vesicular-arbuscular mycorrhiza: Nutrient film technique. Rothamsted Report for 1979, Part 1, p.188. 1980.
- \_\_\_\_\_. , HEPPEL, C. M.; HAYMAN, D. S. & O'SHEA, J. The use of vesicular-arbuscular mycorrhizae roots grown by the nutrient film technique as inoculum for field sites.



Ann. Appl. Biol., 104(3): 437-442. 1984.

EZETA, F. N. & CARVALHO, P. C. L. Eficiência de duas espécies nativas de fungos vesículo-arbusculares sobre a nutrição e crescimento da mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2., Vitória, E.S. 1981. Anais. Cruz das Almas, BA., EMBRAPA/CNPMP/SBM, 1982.

---

. Influência da endomicorriza na absorção de P e K e no crescimento da mandioca. R. bras. Ci. Solo, 6: 25-28. 1982.

FARIA, S. M., POLLI, H. & FRANCO, A. A. Adesivos para inoculação e revestimento de sementes de leguminosas. Pesq. agrop. bras., Brasília, 20(2): 169-176. 1985.

FERGUSON, J. J. & WOODHEAD, S. H. Production of endomycorrhizal inoculum. A. Increase and maintenance of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: SCHENCK, N. C., ed. Methods and principles of mycorrhizal research. St. Paul, American Phytopathological Society, 1982. p. 47-54.

FERRAZ, J. M. C. Levantamento de micorriza vesículo-arbuscular em culturas da Amazônia. R. bras. Ci. Solo, 3: 194-196. 1979.

FURLAN, V. & FORTIN, J. A. Effects of light intensity on the formation of vesicular-arbuscular endomycorrhizas on Allium cepa by Gigaspora calospora. New Phytol., 79: 335-340. 1977.

GARRETT, S. D. Pathogenic root infecting fungi. Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, p.9. 1970.

GERDEMANN, J. W. & NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet-sieving and decanting. Trans. British. Mycol. Soc., 46: 235-244. 1963.

---

. Vesicular arbuscular mycorrhiza and plant growth. Ann. Rev. Phytopathol., 6: 397-418. 1968.



GERDEMANN, J. W. & TRAPPE, J. M. The Endogonaceae in the Pacific Northwest. Mycologia Memoir, n° 5, 76p. 1974.

\_\_\_\_\_. Vesicular-arbuscular mycorrhiza. In: TORREY, J. G. & CLARKSON, D. T., eds. The development and function of roots. Academic Press, London, 1975. p. 575-591.

GILMORE, A. E. Phycomycetous mycorrhizal organisms collected by open-pot culture methods. Hilgardia, 39: 87-105. 1968.

\_\_\_\_\_. The influence of endotrophic mycorrhizae on the of peach seedlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 96: 35-38. 1971.

GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol., 84: 489-500. 1980.

GOMES, J. C. & HOWELER, R. H. Cassava production in low fertility soils. In: Cassava Cultural Practices, Salvador, BA. 1980. Proceedings of workshop. Brasília, Embrapa, 1980. p.93-102.

GRAHAM, J. H., LINDERMAN, R. G. & MENGE, J. A. Development of external hyphae by different isolates of mycorrhizal Glomus spp. in relation to root colonization and growth of Troyer citrange (Poncirus trifoliata X Citrus sinensis). New Phytol., 91(2): 183-190. 1982.

GRAY, L. E. & GERDEMANN, J. W. Uptake of sulphur-35 by vesicular mycorrhizae. Plant Soil., 39(3): 687-689. 1973.

HALL, I. R. Response of Coprosma robusta to different forms of mycorrhizal inoculum. Trans. Br. Mycol. Soc., 67(3): 409-411. 1976.

\_\_\_\_\_. Species and mycorrhizal infections of New Zealand Endogonaceae. Trans. Br. Mycol. Soc., 68(3): 341-356. 1977.



HALL, I. R. Soil pellets as a method of introducing vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi into soil. Soil biol. Biochem., 11: 85-86. 1979.

\_\_\_\_\_. Growth of Lotus pedunculatus Cav. in an eroded soil containing soil pellets infested with endomycorrhizal fungi. N. Z. J. Agric. Res., 23: 103-105. 1980.

\_\_\_\_\_. & KELSON, A. An improved technique for the production of endomycorrhizal infested soil pellets. N. Z. J. Agric. Res., 24: 221-222. 1981.

\_\_\_\_\_. Field trials assessing the effect of inoculating agricultural soils with endomycorrhizal fungi. J. Agric. Sci., 102(3): 725-732. 1984.

HATTINGH, M. J., GRAY, L. E. & GERDEMANN, J. W. Uptake and translocation of  $^{32}\text{P}$ -labelled phosphate to onion roots by endomycorrhizal fungi. Soil Sci., 116(5): 383-387. 1973.

\_\_\_\_\_. & GERDEMANN, J. W. Inoculation of Brasilian sour orange seed with an endomycorrhizal fungus. Phytopathol., 65(9): 1013-1016. 1975.

HAYMAN, D. S. Endogone spore numbers in soil and vesicular-arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. Trans. Br. Mycol. Soc., 54(1): 53-63. 1970.

\_\_\_\_\_. Endomycorrhizae. In: DOMMERGUES, Y. R. & KRUPA, S. W., eds. Interaction between non-pathogenic soil microorganisms and plants. Elsevier, Amsterdam. 1978. p.401-442.

\_\_\_\_\_. & MOSSE, B. Improved growth of white clover Trifolium repens cv. S-189 in hill grasslands by mycorrhizal inoculation. Ann. Appl. Biol., 93(2): 141-148. 1979.

\_\_\_\_\_. & STOVOLD, G. E. Spore populations and infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in



- New South Wales. Aust. J. Bot., 27: 227-233. 1979.
- HAYMAN, D. S., MORRIS, E. J. & PAGE, R. J. Methods for inoculating field crops with mycorrhizal fungi. Ann. Appl. Biol., 99(3): 247-254. 1981.
- HEPPER, C. M. Germination and growth of Glomus caledonius spores: The effects of inhibitors and nutrients. Soil Biol. Biochem., 11(3): 269-277. 1979.
- HEWITT, E. J. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Technical communication N° 22, (2nd ed.) Commonwealth Agricultural Bureau, London, 1966. 547p.
- HOWELER, R. H. The effect of mycorrhizal inoculation on the phosphorus nutrition of cassava. In: WEBER, E. J., TORO, J. C. & GRAHAM, M., eds. Cassava Cultural Practices. 1980. p.131-137.
- \_\_\_\_\_, CADAVID, L. F. & BURCKARDT, E. Response of cassava to VA mycorrhizal inoculation and phosphorus application in greenhouse and field experiments. Plant Soil, 69(3): 327-340. 1982a.
- \_\_\_\_\_, ASHER, C. J. & EDWARDS, D. G. Establishment of an effective endomycorrhizal association on cassava in flowing solution culture and its effects on phosphorus nutrition. New Phytol., 90(2): 229-238. 1982b.
- \_\_\_\_\_ & CADAVID, L. F. Accumulation and distribution of dry matter and nutrients during a 12-month growth cycle of cassava (Manihot esculenta). Field Crops Res., 7(2): 123-140. 1983.
- \_\_\_\_\_ & SIEVERDING, E. Potentials and limitations of mycorrhizal inoculation illustrated by experiments with field-grown cassava (Manihot esculenta). Plant Soil, 75(2): 245-262. 1983.
- HUSSEY, R. S. & RONCADORI, R. W. Vesicular-arbuscular mycorrhizas may limit nematode activity and improve



- plant growth. Plant Disease, 66: 9-14. 1972.
- ISHIDA, A. & MASUI, M. Studies of manganese excess of carnation. I. The steam sterilization and pH levels of soil. J. Jpn. Soc. Hortic. Sci., 42: 40-48. 1973.
- ISLAM, R. Effect of several Endogone spore types on the yield of Vigna unguiculata. Internal Report Internat. Inst. Trop. Agric., Ibadan, Nigéria. 19p. 1977.
- JACKSON, N. E., FRANKLIN, R. E. & MILLER, R. H. Effects of VA mycorrhizae on growth and phosphorus content of three agronomic crops. Soil Sci. Soc. Proc., 36: 64-67. 1972.
- JAGER, G., VAN DER BOON, J. & RAUW, G. J. G. The influence of soil steaming on some properties of the soil and on the growth and heading of winter glasshouse lettuce. I. Changes in chemical and physical properties. Neth. J. Agric. Sci., 17: 143-152. 1969.
- 
- : The influence of soil steaming on some properties of the soil and on the growth and heading of winter glasshouse lettuce. III. The influence of nitrogen form, manganese level and shading studied in sand culture experiments with trickle irrigation. Neth. J. Agric. Sci., 18: 158-167. 1970.
- JENSEN, A. Response of barley (Hordeum distichum cultivar Rupa), pea (Pisum sativum cultivar Bodil) and maize (Zea mays cultivar Edo) to inoculation with different vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in irradiated soil. Plant Soil, 78(3): 315-324. 1984.
- KANG, T., ISLAM, R., SANDERS, F. E. & AYANABA, A. Effect of phosphate fertilization and inoculation with VA-mycorrhizal fungi on performance of cassava (Manihot esculenta Crantz) grown on an alfisol. Field Crops Res., 3: 83-94. 1980.
- KHAN, A. G. The effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal associations on growth of cereals. I. Effects on maize



- growth. New Phytol., 71: 613-619. 1972.
- KHAN, A. G. The effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal associations on growth of cereals. II. Effects on wheat growth. Ann. Appl. Biol., 80: 27-36. 1975.
- KLEINSCHMIDT, G. D. & GERDEMANN, J. M. Stunting of citrus seedlings in fumigated nursery soils related to the absence of endomycorrhizas. Phytopathol., 62: 1447-1453. 1972.
- KORMANIK, P. P., BRYAN, W. C. & SCHULTZ, R. C. Effects of 3 vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on sweetgum (Liquidambar styraciflua) seedlings from 9 mother trees. For. Sci., 27(2): 327-335. 1981.
- \_\_\_\_\_, SCHULTZ, R. C. & BRYAN, W. C. The influence of vesicular mycorrhizae on the growth and development of 8 hardwood tree species. For. Sci., 28(3): 531-539. 1982.
- KOSKE, R. E. Gigaspora gigantea: Observations on spore germination of a VA-mycorrhizal fungus. Mycologia, 73: 288-300. 1981.
- KRISHNA, K. R. & BAGY, D. J. Interaction between Glomus fasciculatus and Sclerotium rolfsii in peanut (Arachis hypogaea). Can. J. Bot., 61(9): 2349-2351. 1983.
- KRUCKELMANN, H. W. Effects of fertilizers, soils, soil tillage, and plant species on the frequency of Endogone chlamydospores and mycorrhizal infection in arable soils. In: SANDERS, F. E., MOSSE, B. & TINKER, P. B., eds. Endomycorrhizas, London, Academic Press, 1975. p. 511-525.
- LA RUE, J. H., McCLELLAN, W. D. & PEACOCK, W. L. Mycorrhizal fungi and peach nursery nutrition. Calif. Agric., 29(5): 6-7. 1975.
- LEVY, Y. & KRIKUN, J. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on Citrus jambhiri water relations. New Phytol., 85: 25-31. 1980.



LOPES, E. S., OLIVEIRA, E. & NEPTUNE, A. M. L. Efeito de espécies de micorrizas vesiculares arbusculares no siratro (Macroptilium atropurpureum). Bragantia, 39: 241-245. 1980.

\_\_\_\_\_. & MORAES, F. R. P. Efeito da inoculação do cafeeiro com diferentes espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares. R. bras. Ci. Solo, 7: 137-141. 1983a.

\_\_\_\_\_. DIAS, R. & SCHENCK, N. C. Occurrence and distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in coffeea (Coffea arabica L.) plantations in Central São Paulo State, Brasil. Turrialba, 33(4): 417-422. 1983b.

\_\_\_\_\_. SIQUEIRA, J. O. & ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. R. bras. Ci. Solo, 7(1): 1-19. 1983c.

MANJUNATH, A. & BAGYARAJ, D. J. Components of VA mycorrhizal inoculum and their effects on growth of onion. New Phytol., 87(2): 355-362. 1981.

\_\_\_\_\_. MOHAN, R. & BAGYARAJ, D. J. Interaction between Beijerinckia mobilis, Aspergillus niger and Glomus fasciculatus and their effects on growth of onion (Allium cepa). New Phytol., 87(4): 723-728. 1981.

MARJAN, V. N. & SCHENCK, N. C. Spore germination, penetration and root colonization of 6 species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on soybean (Glycine max). Can. J. Bot., 62(4): 624-628. 1984.

MENDES FILHO, P. F. Efeito da interação Rhizobium, micorrizas VA e fosfatos no desenvolvimento de mudas de sabiã. Mimosa caesalpiniaefolia Benth. 1985. 54p. (Tese de Mestrado).

MENGGE, J. A. & TIMMER, L. W. Procedures for inoculation of plants with vesicular arbuscular mycorrhizal in the



- laboratory, greenhouse, and field. In: SCHENCK, N. C., ed. Methods and principles of mycorrhizal research. St. Paul, American Phytopathological Society, 1982. p.59-68.
- MEYER, F. H. Distribution of endomycorrhizae in native and man-made forests. In: MARKS, G. C. & KOZLOWSKI, T. T., eds. Ectomycorrhizae: Their ecology and physiology, Academic Press, New York, 1973. p.79-106.
- MIRANDA, J. C. C. Ocorrência de fungos endomicorrízicos nativos em um solo de cerrado do Distrito Federal e sua influência na absorção de fósforo por Brachiaria decumbens Stapf.. R. bras. Ci. Solo, 5: 102-105. 1981.
- \_\_\_\_\_. Influência de fungos endomicorrízicos inoculados a campo na cultura de sorgo e soja em um solo sob cerrado. R. bras. Ci. Solo, 6(1): 19-23. 1982.
- \_\_\_\_\_. , SOUSA, D. M. G. & MIRANDA, L. N. Influência de fungos endomicorrízicos vesículo-arbusculares na absorção de fósforo e no rendimento de matéria seca de plantas de sorgo. R. bras. Ci. Solo, 8(1): 31-36. 1984.
- MORLEY, C. D. & MOSSE, B. Abnormal vesicular-arbuscular mycorrhizal infections in white clover induced by lupine. Trans. Br. Mycol. Soc., 67(3): 510-513. 1976.
- MOSSE, B. The establishment of vesicular-arbuscular mycorrhiza under aseptic conditions. J. Gen. Microbiol., 27(3): 509-520. 1962.
- \_\_\_\_\_. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. Ann. Rev. Phytopathol., 11: 171-196. 1973.
- \_\_\_\_\_. , POWELL, C. Ll. & HAYMAN, D. S. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. XI. Interactions between VA mycorrhiza, rock phosphate and symbiotic nitrogen fixation. New Phytol., 76: 331-342. 1976.
- \_\_\_\_\_. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. X. Responses of Stylosanthes and maize to inoculation in unsterile soils. New Phytol., 78: 277-



288. 1977.

MOSSE, B. & HAYMAN, D. S. Mycorrhiza in agricultural plants.  
In: MIKOLA, P., ed. Tropical mycorrhizal research.  
Oxford Univ. Press, 1980. p.213-230.

\_\_\_\_\_. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for  
tropical agriculture. Hawaii. Inst. for Tropical Agric.  
and Human Resources, 1981. 82p.

NEMEC, S. Inoculation of citrus in the field with  
vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in Florida. Trop.  
Agric., (Trinidad), 60(2): 97-101. 1983.

NICOLSON, T. H. & GERDEMANN, J. W. Mycorrhizal Endogone  
species. Mycologia, 60(2): 313-325. 1968.

OWUSU-BENNOAH, E. & MOSSE, B. Plant growth responses to  
vesicular-arbuscular mycorrhiza. XI. Field inoculation  
responses in barley, lucerne and onion. New Phytol., 83  
(3): 671-680. 1979.

PAULITZ, T. C. & MENGE, J. A. Is Spizellomyces punctatum a  
parasite or saprophyte of vesicular-arbuscular  
mycorrhizal fungi? Mycologia, 76(1): 99-107. 1984.

PHILLIPS, J. M. & HAYMAN, D. S. Improved procedures for  
clearing roots and staining parasitic and vesicular-  
arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of  
infection. Trans. Br. Mycol. Soc., 55(1): 158-161. 1970.

POND, E. C., MENGE, J. A. & JARREL, W. M. Improved growth  
of tomato in salinized soil by vesicular-arbuscular  
mycorrhizal fungi collected from saline soils. Mycologia,  
76(1): 74-84. 1984.

POTY, V. P. Occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhiza in  
certain tubers crops. J. Root Crops, 4: 49-50. 1978.

POWELL, C. Ll. Development of mycorrhizal infections from  
Endogone spores and infected root segments. Trans. Br.  
Mycol. Soc., 66: 439-445. 1976a.

\_\_\_\_\_. Mycorrhizal fungi stimulate clover growth in  
New Zealand hill country soils. Nature, (London). 264:



436-438. 1976b.

POWELL, C. Ll. Mycorrhizas in hill country soils. III. Effects of inoculation on clover growth in unsterile soils. N. Z. J. Agric. Res., 20: 343-348. 1977.

\_\_\_\_\_. & DANIEL, J. Mycorrhizal fungi stimulated uptake of soluble and insoluble phosphate fertilizer from a phosphate-deficient soil. New Phytol., 80: 351-358. 1978.

\_\_\_\_\_. Spread of mycorrhizal fungi through soil. N. Z. J. Agric. Res., 22(2): 335-340. 1979a.

\_\_\_\_\_. Inoculation of white clover and ryegrass seed with mycorrhizal fungi. New Phytol., 83(1): 81-86. 1979b.

PUGH, L., RONCADORI, R. W. & HUSSEY, R. S. Factors affecting vesicular-arbuscular mycorrhizal development and growth of cotton (Gossypium hirsutum). Mycologia, 73(5): 869-879. 1981.

QUEIROZ, G. M. & PINHO, L. N. Resultados do experimento efeito da fertilização com macronutrientes NPK em mandioca no Estado do Ceará. Pacajus, CE; EPACE. 1981.

RHODES, L. H. & GERDEMANN, J. W. Phosphate uptake zones of mycorrhizal and non-mycorrhizal onions. New Phytol., 75(3): 555-561. 1975.

ROSS, J. P. & RUTTENCUTTER, R. Population dynamics of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and the role of hyperparasitic fungi. Phytopathol., 67: 490-496. 1977.

SAFIR, G. R. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and crop productivity. In: CARLSON, P. S., ed. The biology of crop productivity. Academic Press, New York. 1980. p. 231-254.

SAIF, S. R. Soil temperature, soil oxygen and growth of mycorrhizal plants of Eupatorium odoratum and development of G. macrocarpus. Ang. Bot., 57(3/4): 143-156. 1983.



- SAITO, S. M. T., MARTINS, E. C. S., FREITAS, J. R. & ROS  
TON, A. J. Ocorrência natural de micorriza e Rhizobium  
phaseoli em áreas com feijoeiro. Pes. agropec. bras.,  
Brasília, 18(8): 855-861. 1983.
- SCHENCK, N. C., GRAHAM, S. O. & GREEN, N. E. Temperature  
and light effect on contamination and spore germination  
of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Mycologia,  
67: 1189-1192. 1975.
- \_\_\_\_\_. & NICOLSON, T. H. A zoosporic fungus  
occurring on species of Gigaspora margarita and other  
vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Mycologia, 69:  
1049-1053. 1977.
- \_\_\_\_\_. & KELLAM, M. K. The influence of vesicular-  
arbuscular mycorrhizae on disease development. Florida  
Agric. Exp. Stat., 1-16. 1978.
- \_\_\_\_\_. & SMITH, G. S. Responses of six species of  
vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and their effects  
on soybean at four soil temperatures. New Phytol., 92:  
193-201. 1982.
- SANDERS, F. E., TINKER, P. B., BLACK, L. B. & PALMERLEY, S.  
M. The development of endomycorrhizal root systems. I.  
Spread of infection and growth promoting effects with  
four species of vesicular-arbuscular endophyte. New  
Phytol., Oxford, 78: 257-268. 1977.
- SANO, S. M. Influência de endomicorrizas nativas do cerrado  
no crescimento de plantas. R. bras. Ci. Solo, 8(1): 25-  
29. 1984.
- SIEVERDING, E. Influence of soil water regimes on  
vesicular-arbuscular mycorrhiza. 1. Effect on plant  
growth water utilization and development of mycorrhiza.  
Z. Acker-Pflanzenb., 150(5): 400-411. 1981.
- SIQUEIRA, J. O., ALVES, G. L., OLIVEIRA, E. & COSTA, N. M.  
S. Ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em es-  
pécies forrageiras em solo sob cerrado. I Reunião Brasi



- sileira Sobre Micorrizas. Resumos, LAVRAS, p.71. 1985.
- SMITH, F. A. & SMITH, S. E. Mycorrhizal infection and growth of Trifolium subterraneum: Comparison of natural and artificial inoculum. New Phytol., 88(2): 311-326. 1981.
- ST. JOHN, T. V. Root size, root hairs and mycorrhizal infection: A reexamination of Baylis's hypothesis with tropical trees. New Phytol., 84(3): 483-487. 1980.
- STRIBLEY, D. P., TINKER, P. B. & RAYNER, J. H. Relation of internal phosphorus concentration and plant weight in plants infected by vesicular-arbuscular mycorrhizas. New Phytol., 86: 261-266. 1980.
- STRULLU, D. G., CHAMEL, J. F. & GOURRET, J. P. Ultrastructure and analysis, by laser probe mass spectrography, of the mineral composition of the vesicles of Trifolium pratense endomycorrhizas. New Phytol., 94(1): 81-88. 1983.
- SUTTON, J. C. Development of vesicular-arbuscular mycorrhizae in crop plants. Can. J. Bot., 51: 2487-2493. 1973.
- SWAMINATHAN, K. & VERMA, B. C. Responses of three crop species to vesicular-arbuscular mycorrhizal infection on zinc deficient Indian soils. New Phytol., 82(2): 481-487. 1979.
- SYLVIA, D. M. & SCHENCK, N. C. Germination of chlamydospores of three Glomus species as affected by soil matric potential and fungal contamination. Mycologia, 75: 30-35. 1983.
- THOMAZINI, L. I. Mycorrhiza in plants of the Cerrado. Plant Soil, 41(3): 707-711. 1974.
- \_\_\_\_\_. Estudo sobre a associação micorrízica em Caryocar brasiliensis Cam., Revista de Agricultura, 5: 5-8. 1981.
- TINKER, P. B. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizas



- on plant nutrition and plant growth. Physiol. Veg., 16: 743-751. 1978.
- TRAPPE, J. M. Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries. Ann. R. Phytopath., 15: 203-222. 1977.
- TRINICK, M. J. Vesicular arbuscular infection and soil phosphorus utilization in Lupinus spp. New Phytol., 78: 297-304. 1977.
- TZEAN, S. S., CHU, C. L. & SU, H. J. Spiroplasma-like organisms in a vesicular-arbuscular mycorrhizae fungus and its mycoparasite. Phytopathol., 73(7): 989-991. 1983.
- VAN RAIJ, B. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142p.
- VARGAS, M. A. T. & SUHET, A. R. Efeitos da inoculação e de eficiência hídrica no desenvolvimento da soja em um solo de cerrado. R. bras. Ci. Solo, 4: 17-21. 1980.
- VASCONCELOS, I., ALMEIDA, R. T. & MENDES FILHO, P. F. Ocorrência de rizóbios e endomicorizas em leguminosas arbóreas e arbustivas do Estado do Ceará, Brasil. Ciê. Agron., Fortaleza. 15(1/2): 45-52. 1984.
- VINCENT, J. M. A manual for the practical study of root nodule bacteria, London, Burgess, 1970. 164p.
- ZAAG, P. V., FOX, R. L., Pena, R. S. & YOST, R. S. Phosphorus nutrition of cassava, including mycorrhizal effects on P, K, S, Zn e Ca uptake. Field Crops. Res., 2: 253-263. 1979.
- ZAMBOLIM, L. & SCHENCK, N. C. Reduction of the effects of pathogenic, root infecting fungi on soybean (Glycine max) by the mycorrhizal fungus, Glomus mosseae. Phytopathol., 73(10): 1402-1406. 1983.
- WILSON, J. M. Comparative development of infection by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol., 97



(3): 413-426. 1984.

WITTY, J. F. & HAYMAN, D. S. Slurry inoculation of VA mycorrhiza. Rothamsted Experimental Station Report for 1977, Part 1, p.239-240. 1978.

YOST, R. S. & FOX, R. L. Contribution of mycorrhizae to the P nutrition of crops growing on an Oxisol. Agron. J., 71: 903-908. 1979.

ANEXOS



## ANEXO A

ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS DADOS DE ALTURA, PESO SECO E CONTEÚDOS TOTAIS DE FÓSFORO E POTÁSSIO DA PARTE AÉREA DAS PLANTAS DO EXPERIMENTO I.

Análise de variância dos dados de altura das plantas do experimento I.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	1025,35	113,93	9,12 *
Erro Experimental	50	624,79	12,49	
TOTAL	59	1650,14		
CV = 12,80%				

Análise de variância dos dados de peso seco das plantas do experimento I.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	72,06	8,01	10,27 *
Erro Experimental	50	39,05	0,78	
TOTAL	59	111,11		
CV = 17,80%				



Análise de variância dos dados de conteúdo total de fósforo na parte aérea das plantas do experimento I.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	485,20	53,91	6,54 *
Erro Experimental	50	412,05	8,24	
TOTAL	59	897,25		
CV = 30,80%				

Análise de variância dos dados de conteúdo total de potássio na parte aérea das plantas do experimento I.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	9	4572,18	508,02	4,62 *
Erro Experimental	50	5494,34	109,89	
TOTAL	59	10066,52		
CV = 26,65%				

## ANEXO B

ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS DADOS DE ALTURA, PESO  
SECO E CONTEÚDOS TOTAIS DE FÓSFORO E POTÁSSIO  
DA PARTE AÉREA DAS PLANTAS DO EXPERIMENTO II.



Análise de variância dos dados de altura das plantas do experimento II.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	1082,56	135,32	8,84 *
Erro Experimental	45	688,75	15,30	
TOTAL	53	1771,31		
CV = 12,00%				

Análise de variância dos dados de peso seco das plantas do experimento II.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	94,43	11,80	7,76 *
Erro Experimental	45	68,39	1,52	
TOTAL	53	162,82		
CV = 18,62%				

Análise de variância dos dados de conteúdo total de fósforo na parte aérea das plantas do experimento II.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	438,71	54,84	6,58 *
Erro Experimental	45	374,87	8,33	
TOTAL	53	813,58		
CV = 31,11%				

Análise de variância dos dados de conteúdo total de potássio na parte aérea das plantas do experimento II.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	11326,15	1415,77	7,06 *
Erro Experimental	45	9021,69	200,48	
TOTAL	53	20347,84		
CV = 22,40%				