

EFEITOS DO HÚMUS DE MINHOCA E DA INOCULAÇÃO DO FUNGO MICORRÍZICO ARBUSCULAR Glomus macrocarpum TUL. & TUL. SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS PORTA-ENXERTOS DE CAJUEIRO ANÃO-PRECOCE (Anacardium occidentale.L)

C342351

ALEXANDRE PEREIRA DE BAKKER

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.



BCT/UFC CATIVO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

7
631.4
B142e
1994
ex.1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

UFC/BU/BCT 23/05/1997



R667064 Efeitos do humus de minhoca e da inocula
C342351
T631.4 B142e

FORTALEZA - 1994

Esta Dissertação faz 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 Central da referida Universidade.

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

ALEXANDRE PEREIRA DE BAKKER

DISSERTAÇÃO APROVADA EM _____

Prof. ROGERIO TAVARES DE ALMEIDA, Ph.D.
- Orientador -

Eng^a Agr^a MARIA PINHEIRO FERNANDES CORRÊA, Dra.

Prof. LINDBERGUE DE ARAÚJO CRISÓSTOMO, PhD.

Eng^o Agr^o FRANCISCO DAS CHAGAS OLIVEIRA FREIRE, PhD.

Aos meus pais

Às minhas irmãs

OFEREÇO

À minha esposa

Maria Salete

Aos meus filhos

Yuri, Andrei e Sérgio

DEDICO

"Tudo vale a pena, quando a alma não é pequena"
FERNANDO PESSOA

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e a Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade oferecida à realização deste curso;

Ao Professor Rogério Tavares de Almeida, pela orientação, planejamento e elaboração desta Dissertação;

Ao Professor Lindbergue de Araújo Crisóstomo pela revisão dos originais e sugestões apresentadas;

Aos Pesquisadores Maria Pinheiro Fernandes Corrêa e Francisco das Chagas Oliveira Freire, pela colaboração na revisão dos originais;

À Engenheira Agrônoma Vânia Felipe Freire pela atenção e dedicação prestadas nas práticas de Microbiologia do Solo e nas fases de implantação e análises de dados dos experimentos;

Ao Professor Fernando Felipe Ferreira Hernandez, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição pelo incentivo e colaboração dispensados durante o Curso;

Aos Professores do Curso de Pós- Graduação em Agronomia- Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas pelos ensinamentos prestados;

Aos Funcionários do Departamento de Ciências do Solo pela amizade e ajuda prestadas durante a realização do Curso;

À FUNCEME- Fundação Cearense de Meteorologia, pelas análises de laboratório;

A Professora Maria Zélia Maia Holanda do Departamento de Estatística da UFC, pelo auxílio na análises estatísticas dos experimentos;

Ao Estatístico Carlos Antônio de Queiroz, funcionário do Departamento de Estatística da UFC, pelo auxílio prestado na digitação e impressão deste trabalho e

A EMBRAPA/CNPAT, pelo total apoio em termos de recursos materiais usados neste trabalho.

SUMÁRIO

	Pg.
LISTAS DE QUADROS E TABELAS	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	VI
1) INTRODUÇÃO	1
2) REVISÃO DE LITERATURA	4
3) MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 - Experimento I	19
3.2 - Experimento II	25
4) RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 - Experimento I	29
4.2 - Experimento II	32
4.2.1 - Altura das plantas	34
4.2.2 - Diâmetro do caule	35
4.2.3 - Área foliar	35
4.2.4 - Peso da matéria seca da parte aérea	36
4.2.5 - Teor de fósforo da parte aérea	38
4.2.6 - Teor de nitrogênio da parte aérea	39
4.2.7 - N° de esporos por 100g de substrato	37
5) CONCLUSÕES	40
6) BIBLIOGRAFIA	41
7) ANEXOS	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado das análises químicas e classificação textural do substrato (S), utilizado nos Experimentos I e II e do substrato (SE), utilizado no Experimento II. Fortaleza, 1993.

Tabela 2 - Relação dos fungos testados no Experimento I, pertencentes ao banco de inóculo do setor de Microbiologia de Solo do Departamento de Solos da UFC. Fortaleza, 1993.

Tabela 3 - Descrição dos tratamentos utilizados no Experimento I. Fortaleza, 1993.

Tabela 4 - Resultado da análise química da matéria orgânica (húmus de minhoca), utilizada como adubo no Experimento II. Fortaleza, 1993.

Tabela 5 - Descrição dos tratamentos utilizados no Experimento II- Fortaleza, 1993.

Tabela 6 - Altura das plantas, diâmetro do caule, peso da matéria seca da parte aérea e colonização radicular das plantas do Experimento I. Média de 5 repetições. Fortaleza, 1993.

Tabela 7 - Altura das plantas, diâmetro do caule, área foliar, peso da matéria seca da parte aérea, teor de fósforo da parte aérea, e teor de nitrogênio da parte aérea do Experimento II. Média de 5 repetições. Fortaleza, 1993.

RESUMO

Objetivando a avaliação dos efeitos de diferentes dosagens de húmus de minhoca e da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sobre o desenvolvimento de mudas porta-enxertos de cajueiro anão-precoce (Anacardium occidentale L.), foram instalados dois experimentos em casa-de-vegetação, localizada no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza, Ceará.

O Experimento I, com 16 tratamentos e 5 repetições, teve duração de 60 dias. Neste experimento foram testadas 14 espécies de fungos micorrízicos arbusculares em um substrato (S) pasteurizado, constituído de Areia Quatzosa e Latossolo Vermelho-Amarelo na proporção 2:1. Cada uma destas espécies correspondeu a um tratamento. Os dois tratamentos restantes corresponderam aos controles, natural e pasteurizado. Durante o decorrer deste experimento as plantas foram adubadas semanalmente com solução de Hewitt, isenta de fósforo.

No Experimento II, com 11 tratamentos e 5 repetições, foram testadas diferentes 5 dosagens de húmus de minhoca (0, 50, 100, 150, 200g. por quilograma de substrato) Além do substrato (S), foi usado o substrato (SE), utilizado pela EMBRAPA/CNPAT para a formação de mudas de cajueiro anão precoce, composto de Areia Quartzosa e um Vertissolo, na proporção 2:1. As plantas foram inoculadas com o fungo Glomus macrocarpum, (Tul.&Tul.) selecionado no experimento I. Ao final do tempo de duração deste experimento, que foi de 50 dias, foram avaliados os seguintes parâmetros: altura das plantas, diâmetro do caule, peso da matéria seca da parte aérea, colonização radicular, teores de fósforo e nitrogênio da parte aérea e número de esporos /100g de solo. A inoculação com o fungo Glomus macrocarpum não

proporcionou nenhum benefício no incremento dos parâmetros analisados. O húmus de minhoca, pelos incrementos observados nos parâmetros analisados, revelou-se como uma alternativa na produção de mudas de cajueiro anão precoce.

O substrato (S), adubado com a dose máxima do húmus de minhoca (200g por quilograma de substrato), mostrou-se superior ao substrato (SE), utilizado pela EMBRAPA/CNPAT na formação de mudas de cajueiro anão precoce.

ABSTRACT

Two experiments were conducted under greenhouse conditions at the Campus of the Universidade Federal do Ceará, in Fortaleza, Ceará, Northeast of Brazil, in order to test the effects of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and earthworm humus on the growth of dwarf cashew seedlings (Anacardium occidentale L.)

In Experiment I, with 16 treatments and 5 replicates and 60 days long, were tested 14 different species of arbuscular mycorrhizal fungi. The substrate (S) used was a mixture of two parts of Quartz Sand and one part of Red-Yellow Latosol. The treatments were irrigated weekly with Hewitt solution without phosphorus.

The Experiment II was composed of 11 treatments and 5 replicates and 50 days long. Besides substrate (S) was used another substrate composed of a mixture of two parts of Quartz Sand and one part of a Vertisol, This type of substrate is recommended by EMBRAPA/CNPAT to grow dwarf cashew seedlings.

The seedlings were inoculated with the arbuscular fungus Glomus macrocarpum, Tul. & Tul. selected in Experiment I. The substrate (S) was manured with 5 different levels of organic matter (earthworm humus): 0, 50, 100, 150, 200 grams for each kilogram of substrate (S).

Height of plants, axis diameter, leaf area, shoot dry matter, shoot phosphorus, and nitrogen content and percentage of root colonization were determined.

The inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi did not provide a significative effect on the growth and nutrient content of the seedlings. The

effects on the growth and nutrient contents were caused by earthworm humus added to the substrate.

The use of this kind of organic matter may be a feasible alternative for the production of dwarf cashew seedlings. The substrate (SE), recommended by EMBRAPA/CNPAT, did not behave as good as the substrate (S) added with the maximum level of earthworm humus. (220g / Kg. of substrate)

The substrate (S) added with the maximum level of earthworm humus (220g/Kg of substrate) was superior to the substrate (SE), recommended by EMBRAPA/CNPAT.

1 - INTRODUÇÃO

Até a primeira metade do século XVIII os adubos aplicados aos solos eram praticamente os de origem orgânica, mas com a teoria mineralista de Liebig surgiram os adubos minerais, os quais são os mais usados até os dias de hoje (KIEHL, 1985).

A matéria orgânica tem sido, através dos séculos, o ponto culminante de apoio à agricultura como fator condicionador de primeira grandeza e de imprescindibilidade quase absoluta, pois houve quem, na sua sabedoria, proclamasse que sem a matéria orgânica a agricultura não seria possível. E no entanto, atualmente, não é sequer cogitada nas análises de solo (TIBAU, 1983).

Em virtude dos altos custos de produção os preços dos adubos se tornaram proibitivos para a grande maioria dos agricultores brasileiros, fazendo com que a adubação orgânica surgisse como uma boa alternativa para o aumento da produtividade, já que este tipo de prática, além de prover às plantas os nutrientes necessários ao seu bom desenvolvimento, melhora sensivelmente as potencialidades do solo.

Dentro destas potencialidades naturais dos solos destacam-se os microrganismos que exercem papel essencial no equilíbrio dos ecossistemas terrestres, pois agindo como decompositores da matéria orgânica têm sido importantes para a fertilidade do solo, devido a produção de húmus e para a reciclagem de nutrientes, degradando compostos orgânicos complexos à formas mais simples e assimiláveis pelas plantas (Drozdowics, 1977; Odum, 1971, citados por CECCATO et alii, 1986).

Os fungos micorrízicos arbusculares, além de sua grande importância ecológica, surgem como alternativa para a redução do uso de insumos na

agricultura (SIQUEIRA et alii, 1986) e desempenham papel importante para o crescimento e a nutrição mineral da maioria das espécies de interesse agrônomo, pastoril e florestal (LOPES et alii, 1983a).

As micorrizas arbusculares, as mais comuns das associações micorrízicas, as quais produzem estruturas fúngicas denominadas arbúsculos na região do córtex da raiz, são simbioses obrigatórias, não específicas. Podem aumentar a nutrição de fósforo de um hospedeiro, particularmente em solos de baixa fertilidade e auxiliar na absorção de outros íons (POWELL & BAGYARAJ, 1984).

O cajueiro (Anacardium occidentale L) pertence à família Anacardiaceae, a qual é composta por mais de 60 gêneros e 400 espécies, podendo ser encontrada em todo o país, sendo o Nordeste a região de maior exploração econômica, particularmente os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí, os quais detêm 95,7% do total da área colhida (RAMOS, 1988).

Em razão da forma como o cajueiro vinha sendo cultivado, como planta de reflorestamento em grandes áreas, seu plantio era feito por meio de semeadura direta no local definitivo ou por meio de mudas de pé-franco ou ainda numa forma mista, com plantio direto e replantio por meio de mudas, tipos de plantio não recomendáveis para a exploração racional do cajueiro como planta frutífera. Neste caso, o sistema seria o plantio de mudas enxertadas de clones selecionados, que se apresenta como o método mais recomendado pois permite se obter pomares mais uniformes e mais produtivos (BARROS, 1988). Por estas razões, a formação de mudas de cajueiro anão-precoces de boa qualidade, inoculadas com fungos micorrízicos e com uma adubação racional e de baixo custo, poderá vir a se constituir em uma condição essencial para um bom desempenho da cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e da adubação com húmus de minhoca no desenvolvimento de mudas porta-enxertos de cajueiro anão-precoce, criando uma possível alternativa para a produção deste tipo de muda.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Do ponto de vista agro-sócio-econômico são reconhecidos dois períodos que caracterizam a evolução da agroindústria do caju no Nordeste. O primeiro, existente desde os primórdios da colonização caracterizava-se por ser extrativista. Os cajueirais ocorriam em aglomerados ao longo do litoral, não recebiam qualquer trato cultural e a castanha e o pedúnculo apresentavam apenas valor alimentício. O segundo período, iniciado em meados da década de sessenta, caracterizou-se por uma considerável expansão dos setores agrícola e industrial. Se esta fase expansionista atendeu ao aumento de produção reclamado pela indústria, por outro lado induziu a implantação de pomares com baixo nível tecnológico. Estima-se que cerca de 62% das plantas produzem abaixo de 4 kg de castanha e são responsáveis por 30% da produção, o que compromete a cajucultura como atividade econômica. A situação agrava-se mais ainda quando se estima que apenas 38% das plantas respondem por 70% da produção.(PARENTE et alii, 1991).

O sistema EMBRAPA/Empresa de Pesquisa Agropecuária de Ceará (EPACE) desenvolveu durante as duas últimas décadas pesquisas, que se constituem como expressivas contribuições para a mudança do atual perfil da cajucultura. As tecnologias desenvolvidas nas áreas de melhoramento, propagação, sistemas de manejo e fitossanidade dão suporte para o estabelecimento de estratégias capazes de promover a recuperação e renovação dos atuais pomares e assegurar produtividades elevadas. (PARENTE et alii, 1991).

Dentre estas tecnologias já desenvolvidas a propagação vegetativa apresenta-se como uma alternativa capaz de contribuir para a recuperação dos pomares formados por meio de sementes e para o sucesso de novos empreendimentos, uma vez que possibilita a utilização de materiais geneticamente superiores e, conseqüentemente, a obtenção de plantios uniformes e mais rentáveis (CORRÊA et alii, 1993).

De acordo com ALVARGONZALEZ (1984) os solos da região Nordeste apresentam uma taxa de desgaste devido ao alto grau de intemperismo que esta região vem sofrendo, culminando na predominância de ferro, alumínio e silício na fração argila com remoção de bases do perfil (RAIJ, 1986).

A matéria orgânica exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades do solo e contribui substancialmente para o desenvolvimento das plantas, influenciando sobre as propriedades físicas, químicas, e biológicas do solo (KIEHL, 1985). Além disto, se constitui num importante componente da fertilidade do solo, sendo formada basicamente de duas frações distintas: a primeira representada pelos restos vegetais e animais em diferentes estados de decomposição e a outra, o húmus, que é o produto destes restos após a decomposição biológica. O húmus apresenta-se numa forma relativamente resistente a novos ataques microbianos, sendo a fração realmente ativa e importante no que diz respeito à fertilidade do solo (MELLO et alii, 1983). Seu uso como adubo é bastante freqüente na agricultura. Essa aplicação é feita isoladamente ou associada à adubação química (AIDAR et alii, 1976)

Segundo RAIJ (1991) a existência de matéria orgânica no solo demonstra a ação dos agentes biológicos, diferenciando o solo do regolito e, devido à atividade biológica, o solo passa a conter, através da matéria orgânica, dois importantes elementos não existentes no material de origem: carbono e

nitrogênio, sendo este último o nutriente mineral mais importante do ponto de vista de quantidades existentes em plantas e, muitas vezes, também do ponto de vista econômico. Tal fato caracteriza a importância da matéria orgânica do solo como fonte de nutrientes.

A composição química da matéria orgânica conserva os elementos remanescentes dos seres vivos que a produziram, ou seja, carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo (RAIJ, 1991). De acordo com FASSBENDER & BORNEMISZA (1987) a fertilidade de um solo está diretamente ligado ao seu conteúdo de matéria orgânica, e uma das maneiras de se diminuir a enorme perda de fertilidade de solos submetidos a uma exploração intensiva consiste na ampliação do uso de fertilizantes orgânicos.

A adição de diferentes tipos de matéria orgânica ao solo produz grande modificação na sua composição físico-química que, por sua vez, promove as condições nutricionais aos microrganismos e plantas. Em seu estado não oxidado a matéria orgânica fornece prontamente energia e nutrientes essenciais para as plantas, tais como nitrogênio, potássio, fósforo, enxofre, cálcio, ferro, manganês e outros, sendo muitas vezes a base da produtividade dos solos (PEREIRA & PERES, 1985 ; GOMES, 1985).

ALMEIDA et alii (1975) observaram que a aplicação de matéria orgânica acarretou aumento mais pronunciado na produção de feijão que aquele obtido com adubação química. Já MIYASAKA et alii (1965), trabalhando também com feijão, observaram um aumento de 79% na produção com a aplicação de matéria orgânica, que atuou como cobertura morta, mantendo a umidade e reduzindo a temperatura excessiva do solo. Aumentos na produção da cultura do feijão, decorrentes da aplicação de matéria orgânica, foram observados ainda por MIYASAKA et alii (1966) e MASCARENHAS et alii (1967), estudando várias formas de adubação orgânica.

Nas propriedades físicas do solo, a matéria orgânica exerce apreciável influência sobre a densidade aparente (redução), densidade real, porosidade, superfície específica, estrutura e a retenção de água, além de influenciar também na cor, consistência, permeabilidade, arejamento, temperatura e atividades microbiológicas e mesmo na penetração de raízes (KIEHL, 1979 ; ALLISON, 1973). Em solos arenosos o húmus é mais eficiente que a argila na formação de agregados estáveis (KIEHL, 1985).

A matéria orgânica dos solos origina-se das plantas verdes, animais e seus dejetos e dos microrganismos do solo (TIBAU, 1983). Em seu estado cru, a matéria orgânica tem capacidade de retenção de água em torno de 80%. À medida que vai se humificando esta capacidade de reter água se eleva alcançando em média 160%. Sobre as propriedades químicas a matéria orgânica exerce três funções distintas: fornecedor de nutrientes, corretivo da toxidez e melhorador ou condicionador do solo (KIEHL, 1985).

Quanto às propriedades físico-químicas, convém ressaltar a grande habilidade que a matéria orgânica possui, na sua forma de húmus, em adsorver cátions, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, em influenciar na capacidade tamponante do solo e na quelação de metais. O húmus apresenta uma capacidade de troca catiônica variando de 200 a 400 meq/100g de material, superior à CTC dos colóides minerais (CAMPBELL, 1978 ; KIEHL, 1985 ; PEREIRA & PERES, 1985 ; RAIJ, 1981 ; RAIJ 1991 ; BRASIL, 1985).

ERNANI & GIANELLO (1983), avaliando o efeito da incorporação de esterco de bovino e camas de aviário na diminuição do alumínio trocável no solo, concluíram que os valores deste elemento presentes no solo decresceram linearmente com o aumento da quantidade de matéria orgânica aplicada e que, ao redor da camada orgânica incorporada o alumínio na forma iônica deixou de

existir, principalmente em consequência da elevação do pH. HOLANDA et alii (1984), verificando o efeito da adubação com esterco de curral na disponibilidade de alguns macronutrientes e no controle da acidez do solo, observaram um aumento linear do pH em função do aumento da dose de esterco aplicada e que, nas dosagens mais elevadas de esterco o pH aumentou de 4,9 para até 5,9. Os teores de alumínio trocável decresceram com a elevação da quantidade de esterco aplicada e os teores de P, K e Ca+Mg dos solos aumentaram de acordo com o aumento na dosagem deste tipo de matéria orgânica. Conclusão semelhante já haviam obtido HOLANDA et alii (1982), quando verificaram que o alumínio trocável do solo teve sua concentração reduzida a zero em experimento no qual usaram a aplicação integral de esterco recomendada pelos laboratórios. Aumentos nos teores de P e K disponíveis no solo na razão de cinco e duas vezes, respectivamente, também foram observados por BEZERRA NETO et alii (1984) quando, após 1 ano, analisaram um solo no qual foi aplicado esterco de gado como adubo orgânico.

As minhocas - Filo Annelida; Ordem Oligochaeta - estão entre os mais primitivos animais terrestres, sendo encontradas em praticamente todas as regiões geográficas. Mais de 3000 espécies já foram observadas ao redor do mundo, ocorrendo tanto em regiões de clima frio, como em regiões de clima quente e temperado. (RUSHTON, 1988).

A transformação da matéria orgânica, resultante da ação combinada das minhocas e da microflora que vive em seu trato digestivo, é conhecida como vermicompostagem (KIEHL, 1985, AQUINO et alii, 1992). Neste processo, a minhoca ingere e digere os resíduos orgânicos, dejetando os excrementos com forma especial, constituídos de agregados de terra e matéria orgânica, os quais recebem o nome de coprólitos. Estes possuem os nutrientes de plantas em maior concentração que o solo. Dotados de um estado mais

avançado de decomposição, são de assimilação mais fácil pelas raízes, apresentando, ainda, como vantagens uma maior capacidade de troca catiônica, maior retenção de umidade e uma mineralização mais lenta (KIEHL, 1985; AQUINO et alii, 1992).

O esterco bovino que passa pelo processo de vermicompostagem tem o seu conteúdo de matéria orgânica humificada normalmente acrescido em torno de 30%, além do aumento no conteúdo de C-total, teores de cálcio + magnésio e diminuição no teor de alumínio trocável e redução da relação C/N a níveis nos quais o material pode ser diretamente absorvido pelas plantas (ALMEIDA, 1991; LOFTY, 1974).

Em virtude de melhorarem a estrutura do solo, através da formação de extensos canais, e pelo processamento de materiais que atravessam seu organismo, as minhocas têm sido consideradas os animais mais importantes do solo. Em seu trato intestinal existem microrganismos que transformam a matéria orgânica fresca em matéria orgânica humificada e formas mais simples de compostos nitrogenados, incluindo uréia e amônia. Estes animais necessitam de matéria orgânica fresca, que lhes serve de alimento, sendo o esterco bovino muito apreciado (RAIJ, 1991).

Dentro da filosofia de baixos insumos, para implementar e modernizar a agricultura brasileira em regiões menos desenvolvidas, e ampliar a fronteira agrícola, deve-se dispor das mais variadas alternativas de manejo de solos e também de fontes de fertilizantes (ROSAND & GOEDERT, 1985).

Os microrganismos do solo afetam favoravelmente ou desfavoravelmente a produção das plantas, agindo indiretamente sobre as propriedades físicas e químicas, ou diretamente pela interação com as raízes. No que concerne às propriedades do solo, os efeitos são verificados na estrutura, revestimento de partículas, potencial redox, nível de nitrogênio

(ganho por fixação simbiótica de N_2 , perda por processo de desnitrificação ou pela utilização e absorção), disponibilidade de nutrientes (especialmente N e P) e acumulação ou eliminação de compostos fitotóxicos orgânicos ou inorgânicos. No efeito direto sobre o crescimento das plantas, os microrganismos agem melhorando ou reduzindo a absorção de nutrientes e absorção de água. Também podem agir produzindo substâncias reguladoras do crescimento ou protetoras contra certos organismos patogênicos. A manipulação da microflora do solo mostra-se hoje em dia altamente desejável mas difícil de ser executada. Algum sucesso já foi obtido com inoculação direta, especialmente no caso de organismos fixadores de nitrogênio atmosférico e fungos micorrízicos. Alterações sobre a microflora do solo pela ação da planta é outra possibilidade (DOMMERGUES & DIEM, 1979).

Atualmente, a utilização da atividade biológica na agricultura constitui uma alternativa para o melhor emprego dos recursos naturais no processo produtivo, tornando assim as tecnologias mais atrativas para os pequenos agricultores e reduzindo os investimentos com insumos e custos de produção (ROSAND & DIAS, 1985).

Com a chamada crise energética e preocupações com a qualidade do ambiente tem havido grande interesse na utilização de microrganismos como agentes de controle biológico de pragas, doenças e ervas daninhas e promotores do crescimento de plantas (LOPES et alii, 1983b). Um exemplo disto é o uso de fungos micorrízicos que atuam diretamente na nutrição da planta, estimulando o seu crescimento, destacando-se entre eles os formadores de micorrizas arbusculares (LOPES et alii, 1985).

Embora os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sejam conhecidos desde o século passado, somente depois da década de 1960 acumularam-se evidências de que estes fungos, em associação com as plantas,

umentam a absorção de nutrientes pelas mesmas, principalmente em solos de baixa fertilidade (LOPES et alii, 1983a ; BRASIL, 1985).

A micorriza é uma associação mutualista na qual as raízes das plantas são colonizadas por fungos, ocorrendo uma perfeita integração morfológica e funcional entre os simbioses. Trata-se de uma simbiose universal, não só pelo grande número de plantas suscetíveis à micorrização, como também por sua ocorrência generalizada na maioria dos habitats (AZCON-AGUILAR & BAREA, 1980).

Entre os tipos principais de micorrizas encontrados podem ser destacadas as ectomicorrizas e as endomicorrizas. As ectomicorrizas, talvez por serem encontradas em menor frequência, apresentam uma menor importância ecológica (KORMANIK, 1977).

Os fungos formadores de micorrizas arbusculares são habitantes comuns do solo, estabelecendo inter-relações biotróficas quando colonizam as raízes das plantas. Através de uma rede externa de hifas o fungo capta da solução do solo os nutrientes, transferindo-os para a planta. Em contrapartida, recebe da planta hospedeira abundante substrato energético. Tais associações são tão frequentes que as plantas não micorrizadas constituem exceção na natureza, o que implica dizer que as plantas não possuem raízes mas sim micorrizas (GERDEMANN, 1968).

Dentre os fungos formadores de micorrizas destacam-se os pertencentes à Ordem Glomales que se associam às plantas constituindo as micorrizas arbusculares (MORTON & BENNY, 1990).

Os fungos micorrizicos arbusculares podem contribuir para o aumento da produção de madeiras, fibras e alimentos, reduzindo os custos dos insumos necessários à produção agrícola e dos danos causados ao meio

ambiente pelos modernos sistemas de produção (SILVEIRA & FRANCO, 1988).

Trabalhos conduzidos nas mais diversas condições e envolvendo grande número de espécies hospedeiras têm evidenciado que plantas micorrizadas apresentam maior absorção de certos nutrientes, crescem mais, são mais tolerantes às condições de estresse e podem produzir mais (ZAMBOLIM & SIQUEIRA, 1985).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) caracterizam-se por formar, no cortex da planta hospedeira, estruturas arbusculares ou saculiformes denominadas, respectivamente, arbúsculos e vesículas (POWELL & BAGYARAJ, 1984;)

As micorrizas desempenham importante papel na absorção e suprimento de fósforo, resultando num maior crescimento da planta (WILSON, 1988; MEDINA et alii, 1987). O mecanismo que favorece a absorção de fósforo é espacial. As hifas do fungo crescem para além da zona de depleção das raízes, absorvendo, transportando e transferindo este macronutriente para as mesmas. Além do fósforo, a absorção de outros elementos de lenta difusão no solo, tais como, cobre, molibdênio e enxofre, também foi evidenciada, provavelmente pelo fato de haver um aumento na superfície de absorção da raiz e pela melhor exploração do solo, provocada pelas hifas em microambientes favoráveis (MOSSE, 1973 ; GRAY & GERDEMANN, 1973; GILDON & TINKER, 1981). No caso do nitrogênio foi demonstrado que pode haver absorção e translocação de N pelas hifas do fungo (AMES et alii, 1983). A ocorrência da diminuição no teor de manganês e alumínio em planta micorrizada sugere que talvez a simbiose desempenhe algum papel de proteção direta da planta à toxicidade desses elementos ou esteja envolvida no caráter de tolerância da planta a eles (CARDOSO, 1985; MALUF et alii, 1988).

Em condições subótimas de fósforo as plantas micorrizadas absorvem mais eficientemente o fósforo do solo, crescem e produzem mais. O aumento de fósforo via micorriza compensa o dreno de fotossintatos. Assim, a resposta em crescimento da planta devido micorrização é controlada, dentre vários fatores, pela disponibilidade de fósforo no solo ou no meio de crescimento. A micorrização pode ser mínima, inexistente ou até mesmo negativa em condições de elevada disponibilidade de fósforo no solo (SIQUEIRA, 1984).

A influência da micorriza na absorção de nutrientes inorgânicos é bem pronunciada. Raízes micorrizadas freqüentemente assimilam fósforo mais prontamente que raízes não micorrizadas, capacitando a planta a crescer bem em solos deficientes em fósforo (ALEXANDER, 1977). A efetividade da associação fungo-raiz, além de ser influenciada por fatores como afinidade com a planta hospedeira, é também influenciada pela fertilidade do solo, especialmente quanto aos níveis de fósforo e nitrogênio (HAYMAN, 1983; ALEXANDER, 1977). Assim, a introdução de um fungo micorrízico arbuscular em uma determinada área deve seguir os resultados prévios obtidos em testes de adaptação s condições ambientais, estudos de afinidade pela planta hospedeira e ensaios comparativos da eficiência entre a espécie introduzida e a população nativa de microrganismos do solo (EZETA & SANTOS, 1980). Portanto, respostas obtidas em ensaios de campo com o uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são notoriamente imprevisíveis, porque o balanço simbiótico é em parte afetado por fatores ambientais. As extrapolações de resultados em condições de casa-de-vegetação deverão ser feitos criteriosamente. (HAYMAN, 1983).

Além de promoverem um aumento na absorção de nutrientes pela planta, os fungos micorrízicos favorecem a fixação de nitrogênio atmosférico

em cujo processo há alta exigência de fósforo e molibdênio (SILVEIRA & CARDOSO, 1987). Estudo conduzido sobre o efeito de FMA em feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) revelou um aumento considerável no peso da matéria seca da parte aérea, no sistema radicular e na altura das plantas em todos os tratamentos que sofreram inoculação com FMA (ZAMBOLIM, 1985).

MENDES FILHO (1985), trabalhando com sabiá (Mimosa caesalpinifolia Benth.), observou que o fungo micorrízico Glomus macrocarpum foi eficiente na associação simbiótica com esta leguminosa e que o seu efeito em plantas inoculadas com Rhizobium foi equivalente ao de uma adubação fosfatada.

ALMEIDA et alii (1985) em estudos com vistas a seleção de FMA para a inoculação em algaroba, Prosopis juliflora (SW.) DC., envolvendo 9 fungos micorrízicos introduzidos e indígenas, obtiveram um melhor desempenho das espécies Glomus macrocarpum (introduzido) e Gigaspora sp. (indígena) em relação ao grau de infecção micorrízica e peso seco da parte aérea das plantas que foram inoculadas.

CARDOSO (1985), trabalhando com FMA na simbiose soja-Rhizobium, verificou um efeito promotor no crescimento, absorção de nutrientes e produção da soja, concorrendo, também, para uma boa nodulação da planta. A micorrização levou ainda a aumentos nos teores de fósforo e zinco da parte aérea e a uma diminuição nos teores de magnésio e manganês.

St. JOHN (1980), em trabalho de coleta de espécies arbóreas na região amazônica e no sul da Bahia, verificou a ocorrência de FMA em cajueiro e mangueira, dentro das anacardiáceas.

AZIZAH CHULAM et alii (1983), analisando a distribuição de esporos de FMA em solos de textura arenosa, cultivados com cajueiro em duas áreas distintas da Malásia, verificaram uma forte interdependência entre os

teores de matéria orgânica e o número de esporos presentes no solo, ou seja, quanto maior o teor de matéria orgânica maior era o número de esporos no solo. Na região onde o número de esporos foi maior, assim como também o teor de matéria orgânica, foram observados pedaços de raízes contendo infecções micorrízicas arbusculares.

Em pesquisa feita na reserva Ducke do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), na região de Manaus, Amazonas, BONETTI et alii (1984) verificaram a presença de FMA em todas as espécies florestais arbóreas nativas coletadas para o estudo. Em outro trabalho, BONETTI & DONALD (1985) constataram a ocorrência de FMA em cultivos de frutíferas nativas, na região de Manaus, Amazonas. Estas observações foram feitas tanto em solos de várzea, como em solos de terra firme.

LOPES et alii (1983b) verificaram um aumento significativo na produção de matéria seca e teor de fósforo em mudas de cafeeiro colhidas aos nove meses de idade, sendo que o melhor resultado foi obtido com o FMA da espécie Gigaspora margarita. Em cafeeiro, um dos principais benefícios decorrentes da micorrização de mudas é o seu crescimento mais rápido, o que além de diminuir o tempo de permanência no viveiro reduz os custos de formação e permite sua comercialização mais cedo, além de incrementar a sua produção inicial (COLOZZI-FILHO & SIQUEIRA, 1986 ; BRASIL, 1985). SOUZA et alii (1991), em trabalho no qual observaram o crescimento e nutrição de mudas de cafeeiro micorrizadas e adubadas com matéria orgânica, constataram que as mudas que possuíam este tipo de adubo em seu substrato apresentaram um maior crescimento e um melhor estado nutricional do que aquelas que não foram adubadas com matéria orgânica. Concluíram, também, que não houve interação significativa entre a inoculação e a presença de matéria orgânica no substrato, uma vez que esta não alterou as taxas de

colonização radicular. SIQUEIRA et alii (1993), estudando os efeitos da inoculação do cafeeiro com fungos micorrízicos arbusculares no crescimento de mudas, verificaram que a micorrização destas mudas resultou em aumentos de 74% na produção em relação s mudas que não foram inoculadas. Avaliando o efeito da inoculação de diferentes fungos micorrízicos sobre o crescimento de mudas de cafeeiro, ANTUNES et alii (1988) concluíram que estes fungos promoveram um melhor desenvolvimento das plantas, proporcionando maior crescimento e absorção de P e K.

Em trabalho com mandioca, no que diz respeito principalmente em relação ao aumento da capacidade da planta para exploração do solo e obtenção de nutrientes, EZETA & CARVALHO (1982) concluíram que as raízes de mandioca que não foram infectadas por FMA estavam virtualmente incapacitadas de adquirir os nutrientes do solo, evidenciando uma alta dependência micorrízica desta planta.

A inoculação de FMA em porta-enxertos de citrus resultou num incremento considerável na produção de matéria seca das plantas e no aumento na absorção de fósforo e potássio do solo, resultando em grande economia em relação ao uso de fertilizantes fosfatados necessários para a produção de mudas sem micorrização. As mudas micorrizadas atingiram o ponto de enxertia 8 meses após a a sementeira, reduzindo o período necessário para a enxertia com relação s mudas não micorrizadas (CARDOSO et alii, 1986). WEBER et alii (1990), pesquisando o efeito da adubação orgânica e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento dos porta-enxertos de citros, verificaram que independente da forma de adubo orgânico aplicado, a inoculação com FMA favoreceu o desenvolvimento dos porta-enxertos. Estudando a resposta de porta-enxerto de citrus a fungos micorrízicos, ZAMBOLIM & PINTO (1985) constataram, cinco meses após a inoculação,

que todos os porta-enxertos responderam positivamente à inoculação, obtendo-se grande incremento no crescimento tanto da parte aérea quanto do sistema radicular.

O processo de esterilização do solo pode beneficiar o desenvolvimento das plantas devido às modificações químicas que causa no solo, especialmente com o aumento no conteúdo de amônia, aumento da decomposição da matéria orgânica, eliminação de organismos patogênicos e bactérias nitrificantes (DOMMERGUES & DIEM, 1979). Em trabalho com plantas inoculadas em sementeira esterilizada MOSSE et alii (1969) constataram que após o transplante para o solo não esterilizado as plantas que foram inoculadas com FMA cresceram mais que as não inoculadas.

Em trabalho em que se avaliou os efeitos da inoculação de quatro espécies de fungos micorrízicos arbusculares sobre o desenvolvimento de dendê híbrido na fase de pré-viveiro, CHU (1985) verificou que três das quatro espécies de fungos testados aumentaram significativamente a altura das plantas, diâmetro do caule, peso de matéria seca da parte aérea e raízes e ainda a absorção de nitrogênio e fósforo do solo em relação às plantas não inoculadas, mostrando a eficiência micorrízica em promover o desenvolvimento de dendê

ALMEIDA et alii (1985), avaliando o efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de mudas de urucu, Bixa orellana L., verificou que todas as mudas inoculadas apresentaram um maior peso seco da parte aérea em relação à testemunha não inoculada. O experimento evidenciou a importância da inoculação do urucu com fungos micorrízicos arbusculares e os fungos que melhor se associaram com o urucu foram Acaulospora laevis, Glomus versiforme e Glomus mossae.

CARDOSO (1994), em trabalho no qual avaliou o efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e da adubação mineral fosfatada sobre o crescimento de porta-enxertos de cajueiro anão precoce, concluí que nenhum dos fungos testados mostrou-se efetivo na associação simbiótica e que a aplicação de doses crescentes de fósforo não proporcionou aumento significativo no rendimento da matéria seca nem favoreceu o crescimento das plantas durante os 50 dias de duração do experimento. A inoculação com o fungo Glomus macrocarpum Tul. & Tul. não se mostrou eficiente na redução do tempo de enxertia. Em estudos conduzidos com a finalidade de analisar a influência da adubação sobre o cajueiro PARENTE & ALBUQUERQUE (1971) observaram que somente aos 180 e 300 dias após o plantio surgiram resultados significativos na altura das plantas. MELO (1991), quando em estudo direcionado para a observação da concentração e quantidade de macronutrientes em cajueiro anão precoce, com duração de aproximadamente 12 meses, verificou que a aplicação de diferentes quantidades destes macronutrientes ao substrato não promoveu respostas na produção de matéria seca da planta. LEFEBVRE (1970) observou, 18 meses após o início do estudo, que o cajueiro responde fortemente a combinação N x P e que o efeito desta combinação é mais pronunciado sobre a produção dos cajueiros e mais particularmente na sua precocidade. Já REDDY et alii (1981), utilizando três níveis de uréia associados a 0,05 kg de P₂O₅ e 0,05 kg de K₂O em solo arenoso, durante 180 dias, constataram que a aplicação de N até 1 kg, aumentou o conteúdo de N na folha, a sua área foliar, bem como a produção do cajueiro.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O Trabalho constou de dois experimentos. O Experimento I com o objetivo de selecionar espécies de fungos micorrízicos arbusculares mais eficientes na associação simbiótica com o cajueiro, verificando sua influência sobre o desenvolvimento de mudas porta-enxertos de cajueiro anão-precoce (Anacardium occidentale L.). O segundo experimento teve como objetivo básico avaliar o efeito micorrízico da espécie fúngica selecionada no Experimento I, associada a diferentes níveis de adubação com húmus de minhoca.

Ambos os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação, localizada no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza, Ceará.

As análises estatísticas dos dados dos experimentos foram realizadas através do pacote estatístico computacional SPSS/PC+, no Departamento de Estatística da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza, Ceará.

3.1 Experimento I

Neste experimento usou-se um substrato, composto de uma mistura de um solo do tipo Areia Quartzosa e Latossolo Vermelho-Amarelo, na proporção de 2:1, proveniente do Campo Experimental da EMBRAPA/CNPAT em Pacajús, Ceará. O substrato, cujas características químicas e texturais foram analisadas no Departamento de Solos da UFC (Tabela 1), foi em seguida submetido a um processo de pasteurização em autoclave com válvula aberta, durante de 1 hora.

Os fungos micorrízicos arbusculares testados no Experimento I pertencem ao banco de inóculo do setor de Microbiologia de Solos do Departamento de Ciências do Solo da UFC, conforme descrito na Tabela 2.

As sementes de cajueiro anão-precoce utilizadas pertencem ao clone CCP-06, recomendadas pela EMBRAPA/CNPAT para a produção de porta enxertos, com origem no Campo Experimental de Pacajús. Estas sementes foram tratadas com uma solução composta de hipoclorito de sódio a 0,5%, durante 10 minutos e, em seguida, lavadas em água destilada e semeadas em bandejas contendo vermiculita esterilizada.

Após a germinação as plântulas foram selecionadas de acordo com o vigor e uniformidade do período de germinação e transplantadas para sacos de polietileno, contendo 2,4 Kg. do substrato (S).

No transplante foi feita a inoculação dos 14 fungos micorrízicos arbusculares. O inóculo se constituiu de 50 esporos ou de 5 esporocarpos de cada uma das espécies a serem testadas, colocados em discos de papel de filtro com aproximadamente 4 a 5 cm de diâmetro, posicionados cerca de 5 cm abaixo do sistema radicular da muda. O uso do papel de filtro teve por finalidade evitar a remoção do inóculo pela água de irrigação afastando-o da zona de crescimento da raiz. A irrigação das plantas foi feita periodicamente com água de torneira, mantendo-se a umidade próxima a capacidade de campo.

A solução nutritiva usada foi a solução de Hewitt (HEWITT, 1966), isenta de fósforo, na quantidade de 5ml. por quilograma de substrato, a intervalos de 7 dias.

TABELA 1 - Características Químicas e Classificação Textural dos Substratos "S" e "SE" Utilizados nos Experimentos I e II. Fortaleza, 1993.

CARACTERÍSTICAS ANALISADAS	S	SE
Carbono Orgânico %	0,10	0,20
Nitrogênio Orgânico %	0,01	0,02
Matéria Orgânica %	0,17	0,34
Fósforo, ppm	2,00	26,00
Potássio, meq/100g solo	0,05	0,13
Cálcio + Magnésio, meq/100g solo	0,80	1,30
Alumínio, meq/100g solo	0,10	0,10
pH em água	5,10	5,30
Classificação Textural	Areia Franca	Areia Franca

S - Substrato formado por Areia Quartzosa e Latossolo Vermelho-Amarelo, na proporção de 2:1.

SE - Substrato formado por Areia Quartzosa e Vertissolo na proporção de 2:1, recomendado pela EMBRAPA/CNPAT, para a formação de porta-enxertos de cajueiro anão precoce.

TABELA 2 -Relação dos Fungos Testados no Experimento I, Pertencentes ao Banco de Inóculo do Setor de Microbiologia do Solo do Departamento de Solos da UFC. FORTALEZA, 1993.

-
- FMA(1)- Glomus sinuosum (Gerdemann & Bakshi) Almeida & Schenck (isolamento 1)
- FMA(2)- Scutellispora heterogama (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders (isolamento 1)
- FMA(3)- Glomus macrocarpum Tul. & Tul.
- FMA(4)- Scutellispora sp.
- FMA(5)- Glomus versiforme (Karsten) Berch
- FMA(6)- Glomus sp. (esporos em raízes)
- FMA(7)- Glomus sinuosum (Gerdemann & Bakshi) Almeida & Schenck (isolamento 2)
- FMA(8)- Gigaspora margarita Becker & Hall
- FMA(9)- Acaulospora laevis Gerdemann & Trappe
- FMA(10)-Glomus sinuosum (Gerdemann & Bakshi) Almeida & Schenck (isolamento 3)
- FMA(11)- Scutellispora heterogama (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders (isol. 2)
- FMA(12)- Glomus fasciculatum (Thaxter) Gerd. & Trappe emend. Walker & Koske
- FMA(13)- Glomus mossae (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe
- FMA(14)- Glomus sp.(esporos em cachos)
-

Os parâmetros analisados foram: Altura das plantas, Diâmetro do caule na região aproximadamente a 3 cm acima da inserção dos cotilédones, Peso da matéria seca da parte aérea; Número de esporos por 100 gramas de substrato e Percentagem de colonização radicular. O peso da matéria seca da parte aérea foi obtido após a secagem em estufa com circulação forçada de ar em temperatura variando de 65 até 70 graus Celcius para obtenção do peso constante. O delineamento usado foi inteiramente casualizado com 16 tratamentos e 5 repetições (Tabela 3). Os resultados foram avaliados estatisticamente pelos testes "F" e Tukey ao nível de 5% de probabilidade após 60 dias da semeadura.

Na análise da percentagem de colonização radicular as raízes foram fervidas em KOH a 10% e coradas segundo o método descrito por PHILLIPS & HAYMAN (1970), sendo em seguida analisadas pelo método da interseção de linhas de GIOVANNETTI & MOSSE (1980) para a determinação da taxa de colonização radicular.

Na contagem do número de esporos por 100 gramas de substrato seguiu-se a metodologia de peneiramento por via úmida, descrito por GERDEMANN & NICOLSON (1963).

Os nomes genéricos e específicos dos fungos são citados com base nas recomendações de ALMEIDA (1989) e ALMEIDA & SCHENCK (1990).

As citações bibliográficas deste trabalho seguem as normas da ABNT/91.

TABELA 3 - Descrição dos Tratamentos Utilizados no Experimento I. Fortaleza, 1993.

T R A T A M E N T O S
T1- SUBSTRATO (S), Natural
T2- SUBSTRATO (S), Pasteurizado
T3- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(1)
T4- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(2)
T5- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(3)
T6- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(4)
T7- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(5)
T8- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(6)
T9- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(7)
T10- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(8)
T11- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(9)
T12- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(10)
T13- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(11)
T14- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(12)
T15- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(13)
T16- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, + FMA(14)

- FMA(1)- Glomus sinuosum Gerdemann & Bakshi (isolamento 1)
 FMA(2)- Scutellispora heterogama (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders (isolamento 1)
 FMA(3)- Glomus macrocarpum Tul. & Tul.
 FMA(4)- Scutellispora sp.
 FMA(5)- Glomus versiforme (Karsten) Berch
 FMA(6)- Glomus sp. (esporos em raízes)
 FMA(7)- Glomus sinuosum (Gerdemann & Bakshi) Almeida & Schenck (isolamento 2)
 FMA(8)- Gigaspora margarita Becker & Hall
 FMA(9)- Acaulospora laevis Gerdemann & Trappe
 FMA(10)- Glomus sinuosum (Gerdemann & Bakshi) Almeida & Schenck (isolamento 3)
 FMA(11)- Scutellispora heterogama (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders (isolamento 2)
 FMA(12)- Glomus fasciculatum (Thaxter) Gerd. & Trappe emend. Walker & Koske
 FMA(13)- Glomus mossae (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe
 FMA(14)- Glomus sp. (esporos em cachos)

3.2 Experimento II

Neste experimento empregou-se a espécie fúngica (Glomus macrocarpum Tul. & Tul.) selecionada no experimento I, sendo o substrato adubado com diferentes dosagens de matéria orgânica.

O substrato usado foi o mesmo utilizado no Experimento I e submetido, também, ao mesmo processo de esterilização, ou seja, pasteurização em autoclave com válvula aberta pelo período de 1 hora.

Usou-se, também, como controle, outro substrato (SE) composto de Areia Quartzosa e de um Vertissolo, na proporção de 2:1. O substrato (SE) foi proveniente do Campo Experimental de Pacajús, Ceará, utilizado pela EMBRAPA/CNPAT para a formação de mudas porta-enxertos de cajueiro anão-precoce. O resultado de suas características químicas e texturais é apresentado na Tabela 1.

As sementes do Clone CCP-06 foram tratadas para desinfecção superficial com hipoclorito de sódio a 0,5%, durante 10 minutos, sendo então lavadas em água destilada e semeadas diretamente nos sacos de polietileno, contendo 2,4 Kg. de substrato com as diferentes dosagens de matéria orgânica. A semente foi colocada a aproximadamente 3cm de profundidade. A seleção das plântulas foi feita de acordo com a uniformidade de germinação, tamanho e vigor.

O tipo de matéria orgânica usada foi o húmus de minhoca processado a partir de esterco de gado, proveniente do Departamento de Biologia da UFC no Campus do Pici. O referido húmus sofreu processo de peneiramento e secagem ao ar, procedendo-se em seguida análise química dos seguintes elementos: carbono, nitrogênio e fósforo, além da determinação da percentagem de matéria orgânica e relação C/N (Tabela 4).

TABELA 4 - Características Químicas da Matéria Orgânica (Húmus de Minhoca), Utilizada como Adubo no Experimento II. Fortaleza, 1993.

CARACTERÍSTICAS ANALISADAS	HÚMUS
Carbono Orgânico %	8,208
Nitrogênio Total %	0,868
Matéria Orgânica %	14,15
Fósforo Total %	0,084
Relação C/N	9,45/1

O húmus foi adicionado ao substrato (S) nas seguintes dosagens: 0, 50, 100, 150 e 200 gramas por cada quilograma de substrato. O substrato (SE), foi usado sem inoculação e sem qualquer dosagem de húmus. A inoculação do fungo Glomus macrocarpum foi feita sob as raízes das plântulas, aos três dias a partir da germinação, dentro de cada saco plástico. Cada muda foi inoculada com 50 esporos, colocados sobre discos de papel de filtro e posicionados abaixo da raiz principal. A irrigação foi feita com água destilada, mantendo-se a umidade próxima capacidade de campo.

O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado com 11 tratamentos e 5 repetições (Tabela 5). Os resultados foram avaliados após 50 dias, mediante aplicação dos testes "F" e Tukey ao nível de 5% de significância.

Neste experimento foram analisados os seguintes parâmetros: Altura das plantas, Diâmetro do caule a aproximadamente 3 cm acima do ponto de inserção dos cotilédones, Área foliar, Peso da matéria seca da parte aérea, Teor de fósforo da parte aérea, Teor de nitrogênio da parte aérea, Número de esporos por 100 gramas de substrato e Percentagem de colonização radicular.

Na análise do número de esporos e percentagem de colonização radicular seguiu-se a mesma metodologia usada para o experimento I. Os teores de nitrogênio e fósforo foram obtidos de acordo com TEDESCO (1985), e CHAPMAN & PRATT (1961), respectivamente.

TABELA 5 - Descrição dos Tratamentos Utilizados no Experimento II. Fortaleza, 1993.

T R A T A M E N T O S

-
- T1- SUBSTRATO (SE), Natural, ã.a., - FMA**
T2- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, ã.a., - FMA*
T3- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, ã.a., + FMA*
T4- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, 50g/kg.(S) - FMA
T5- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, 50g/kg.(S) + FMA
T6- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, 100g/kg.(S) - FMA
T7- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, 100g/kg.(S) + FMA
T8- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, 150g/kg.(S) - FMA
T9- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, 150g/kg.(S) + FMA
T10- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, 200g/kg.(S) - FMA
T11- SUBSTRATO (S), Pasteurizado, 200g/kg.(S), + FMA
-

FMA - Fungo micorrízico-arbuscular (Glomus macrocarpum) Tulsane & Tulsane

- FMA - não inoculado

+ FMA - inoculado

* - testemunha

** - controle da EMBRAPA/CNPAT

50g/kg(S) à 200g/kg(S) - dosagens de húmus de minhoca aplicadas.

ã.a. - substrato não adubado com húmus de minhoca.

4-RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO I

De acordo com a análise estatística, observou-se que não houve diferença significativa, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para quase todos os parâmetros avaliados no Experimento I: Altura das plantas, Diâmetro do caule, Peso da matéria seca da parte aérea. A exceção foi observada na Percentagem de colonização radicular.

TABELA 6 - Altura das Plantas, Diâmetro do Caule, Peso da Matéria Seca da Parte Aérea, % de Colonização Radicular das Plantas do Experimento I. Média de 5 de Repetições. Fortaleza, 1993.

TRATAMENTOS	ALTURA DAS PLANTAS (cm)	DIÂMETRO DO CAULE (cm)	MATÉRIA SECA (g)	COLONIZAÇÃO RADICULAR* (%)
T1	20,20a	0,63a	3,70a	34,44d
T2	21,60a	0,57a	3,12a	Nihil
T3	23,80a	0,58a	3,59a	36,12ab
T4	19,80a	0,57a	3,62a	40,99a
T5	24,10a	0,60a	4,01a	28,88bc
T6	22,20a	0,55a	3,50a	32,24abc
T7	23,40a	0,60a	3,79a	38,01ab
T8	23,20a	0,56a	3,52a	17,30d
T9	23,20a	0,54a	3,68a	27,34cb
T10	19,02a	0,59a	2,85a	56,49e
T11	22,52a	0,64a	2,98a	33,84d
T12	19,90a	0,54a	2,66a	37,15d
T13	24,08a	0,59a	3,07a	37,15d
T14	22,50a	0,58a	2,86a	38,05cd
T15	21,14a	0,59a	3,27a	32,30bc
T16	25,40a	0,67a	3,69a	33,90d

* Valores em arc sen % ; ** Tratamentos seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. **T5 - Tratamento selecionado para a inoculação no Experimento II**

Na Tabela 6 estão apresentados os valores das médias dos parâmetros analisados. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para todos os parâmetros, exceto para a porcentagem de colonização radicular. Normalmente o fungo mais eficiente é aquele que proporciona um maior crescimento da planta, especialmente quanto produção de matéria seca.

Embora havendo diferença significativa entre os tratamentos com relação colonização radicular, este parâmetro não pode ser levado em conta como indicador do efeito micorrízico sobre a planta, uma vez que o fungo mais infectivo não é necessariamente o mais efetivo (CLARKE & MOSSE, 1981). Não há correlação definitiva entre a intensidade da colonização radicular e a sua implicação no crescimento das plantas (HAYMAN, 1982).

A escolha do fungo recaiu sobre a espécie Glomus macrocarpum, Tratamento 5, por esta apresentar uma tendência potencial para uma maior produção de matéria seca. Muito embora não se tenha diferenciado estatisticamente das demais espécies testadas. Considerou-se, ainda, a maior disponibilidade e pureza da fonte de inóculo desta espécie.

4.2 EXPERIMENTO II

No experimento II foram observados diferenças significativas nos seguintes parâmetros: Diâmetro do caule, Área foliar, Peso da matéria seca da parte aérea, Teor de fósforo da parte aérea e Teor de Nitrogênio da parte aérea.

Neste experimento, não foi observado efeito micorrízico do fungo Glomus macrocarpum Tul. & Tul., sobre as plantas, durante o seu tempo de duração. O fato de não ter havido efeito micorrízico pode ressaltar a importância da eficiência do sistema fungo-hospedeiro. MOSSE (1975) sugere que a especificidade está relacionada com o grau de adaptação do fungo ao hospedeiro, isto é, depende da interação genética entre eles, aliada condição de tempo de duração do experimento podendo ser influenciada por interações entre o solo e o fungo também.

Os efeitos benéficos da simbiose micorrízica poderiam ser constatados tanto no desenvolvimento e melhoria do estado nutricional das mudas porta-enxertos, como na adaptação melhor s condições de plantio no campo da muda já formada, como foi observado por SIQUEIRA et alii (1993), quando avaliaram o crescimento de mudas e produção de cafeeiro inoculado com fungos micorrízicos arbusculares. A produção de esporos por 100 gramas de solo, praticamente inexistiu.

Na Tabela 7, estão apresentados os valores das médias dos parâmetros analisados.

TABELA 7 - ALTURA DAS PLANTAS, DIÂMETRO DO CAULE, ÁREA FOLIAR, PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA, TEOR DE "N" E TEOR DE "P" DA PARTE AÉREA DO EXPERIMENTO II. MÉDIA DE 5 REPETIÇÕES. FORTALEZA, 1993.

TRATAMENTOS	ALTURA DAS PLANTAS (cm)	DIÂME- TRO DO CAULE (cm)	ÁREA FOLIAR (dm ²)	MATÉ- RIA SECA (g)	TEOR DE "N" (%)	TEOR DE "P" (%)
T1	19,10a	0,59ab	4,12a	4,26ab	1,502ab	0,094ab
T2	17,50a	0,57ab	4,09a	3,97a	1,146a	0,088ab
T3	18,00a	0,60ab	4,15a	4,19ab	1,138a	0,090ab
T4	18,20a	0,49a	4,28a	4,23ab	1,608b	0,079a
T5	19,50a	0,58ab	5,11abc	4,91ab	1,582c	0,088ab
T6	18,20a	0,59ab	5,80abc	5,32ab	1,704b	0,107ab
T7	19,80a	0,58ab	5,10abc	5,02ab	1,670b	0,098ab
T8	19,00a	0,58ab	4,93ab	4,66ab	1,884bc	0,113ab
T9	19,90a	0,59ab	5,14abc	4,81ab	1,868bc	0,126b
T10	21,90a	0,66ab	6,74c	5,77b	2,092c	0,173c
T11	19,60a	0,68b	6,39bc	5,29ab	2,146c	0,202c
C.V.	11,88	12,90	16,11	16,29	10,81	17,41

*- Tratamentos seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

R667064.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

4.2.1 - ALTURA DAS PLANTAS

De acordo com Tabela 7 pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos para este parâmetro. Embora não havendo diferença estatística entre os tratamentos nota-se que os tratamentos 2 e 3 (testemunhas), que não receberam qualquer dosagem de húmus, foram inferiores em valores absolutos (17,50cm e 18,00cm, respectivamente) aos tratamentos que receberam dosagens de húmus pré-estabelecidas no substrato. Estes resultados concordam com CARDOSO (1994), quando observou não haver diferença significativa entre os tratamentos para a altura das plantas em mudas porta-enxertos de cajueiros submetidos a adubação fosfatada e inoculação com fungo micorrízico arbuscular, em experimento com 50 dias de duração. Resultados semelhantes foram obtidos por PARENTE & ALBUQUERQUE (1971), quando verificaram que não houve resultados significativos nos valores de altura das plantas, antes de 180 dias, após o plantio, em cajueiros submetidos a adubação com NPK. Ausência de significância estatística entre tratamentos, para valores de altura de plantas, também, foi observado por BOEIRA et alii (1988) em estudo onde se avaliou o efeito das adubações química e orgânica sobre porta-enxertos de citros por um período de 120 dias.

O tratamento 10, que apresentou o maior valor de altura (21,90 cm), foi o tratamento que recebeu a dosagem máxima de húmus de minhoca no substrato.

O tratamento 1 (19,10cm), do substrato (SE) recomendado pela EMBRAPA/CNPAT, apresentou valores em termos absolutos superiores s testemunhas (tratamentos 2 e 3) e, ao mesmo tempo, inferiores aos tratamentos 10 e 11, cujas doses de húmus no substrato foram as maiores.

4.2.2 - DIÂMETRO DO CAULE

Embora não diferindo estatisticamente entre si, os tratamentos 10 e 11 foram os que apresentaram os maiores valores quanto ao diâmetro do caule (0,66cm e 0,68cm, respectivamente), o que pode ser observado na Tabela 7.

As médias dos tratamentos que receberam doses crescentes de húmus não se apresentaram superiores aquelas do tratamento 1 (0,59cm), do substrato (SE), salvo para os tratamentos que receberam as doses maiores de húmus no substrato (tratamentos 10 e 11).

A adubação orgânica não proporcionou incrementos significativos do diâmetro do caule das plantas em relação aos tratamentos não adubados com húmus de minhoca, inoculados ou não. Estes resultados concordam com CARDOSO (1994) que também não observou diferenças significativas nos valores de diâmetro de porta-enxertos de cajueiro anão-precoce em trabalho visando estudar o efeito da inoculação do fungo Glomus macrocarpum e da adubação fosfatada sobre o crescimento de porta-enxerto de cajueiro anão precoce, durante 50 dias.

Apesar de não ter havido diferença significativa entre os tratamentos, todas as médias apresentaram valores superiores aquela recomendada pela EMBRAPA/CNPAT para o processo de enxertia que é de 0,45 a 0,50 cm., obtidas em espaço de tempo de 45 dias.

4.2.3 - ÁREA FOLIAR

Os resultados da análise estatística revelam que houve diferença significativa entre os tratamentos com relação área foliar.

Este parâmetro revela a maior capacidade da planta de absorver mais luz e, portanto, maior capacidade de realização da fotossíntese, sendo, então, de grande importância no que diz respeito ao vigor da planta. É também

marcadamente influenciado pelo teor de nitrogênio, já que este elemento tem participação ativa no desenvolvimento do sistema vegetativo da planta, refletindo, assim, num maior incremento da área foliar (MALAVOLTA, 1979 ; TIBAU 1983)

Em análise da Tabela 7 podemos comprovar que os maiores valores de área foliar ($6,74\text{dm}^2$ e $6,39\text{dm}^2$) ocorreram nos tratamentos 10 e 11, que receberam as maiores doses de húmus. Já as testemunhas (tratamentos 2 e 3), que não receberam doses de húmus, tiveram os menores valores de área foliar ($4,09\text{dm}^2$ e $4,15\text{dm}^2$). Estes resultados demonstram que a aplicação de doses crescentes de húmus de minhoca tiveram o efeito significativo de proporcionar um aumento na área foliar dos porta-enxertos de cajueiro anão-precoce.

Resultados semelhantes foram obtidos por MELOLOPES et alii (1990) quando, estudando a ecofisiologia da produtividade do feijão caupi adubado com húmus de minhoca, constataram aumentos de área foliar de até 40% em relação ao controle não adubado, enfatizando, assim, os benefícios que este tipo de matéria orgânica acarreta ao crescimento vegetal.

O controle EMBRAPA/CNPAT, substrato (SE), tratamento 1, apresentou valores para este parâmetro praticamente semelhantes s testemunhas (tratamentos 2 e 3), apesar do seu maior teor de matéria orgânica e maior fertilidade natural.

4.2.4 - PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA

Neste parâmetro, segundo a análise estatística, foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Tais resultados concordam com MELO (1991), quando observou que não houve respostas significativas neste parâmetro em cajueiro anão precoce submetido a diferentes níveis de macronutrientes no substrato.

Pode-se observar, pelo exame da Tabela 7, um aumento do peso da matéria seca da parte aérea em função do aumento na dose de húmus de minhoca, já que aos maiores valores de peso da matéria seca da parte aérea, (5,77g e 5,29g), corresponderam s maiores doses de húmus de minhoca no substrato (tratamentos 10 e 11).

Os tratamentos 2 e 3 (testemunhas), que não foram adubados com húmus de minhoca, apresentaram os menores valores de peso da matéria seca da parte aérea, (3,97g e 4,19g) bem inferiores aos tratamentos 10 e 11. Embora não tendo havido efeito micorrízico sobre as plantas, pode-se observar um certo efeito da adubação com húmus de minhoca. Estes resultados concordam com TIBAU (1983), KIEHL (1985) e PRIMAVESI (1984) sobre os benefícios da matéria orgânica no incremento da produção vegetal.

O substrato (SE), tratamento 1 com 4,26g de peso de matéria seca, foi superior s testemunhas e inferior aos valores correspondentes ao tratamentos cujas doses de húmus foram as maiores (tratamentos 10 e 11).

4.2.5 - NÚMERO DE ESPOROS POR 100g DE SUBSTRATO

Na análise deste parâmetro foi observado uma baixa contagem. Isto indica que no período em que durou o experimento a multiplicação dos esporos do fungo Glomus macrocarpum no substrato utilizado foi muito reduzida.

A baixa contagem obtida no número de esporos pode ter ocorrido em função do curto período de duração do experimento (50 dias), concordando diretamente com as observações de CARDOSO (1994). Tal período de duração do experimento justifica-se pelo fato de que até 50 dias de idade o porta-enxerto já estaria apto para o processo de enxertia e que uma idade superior a 70 dias inviabilizaria sua utilização para este processo, segundo CORRÊA et alii (1993).

É provável, no entanto, que a influência do efeito micorrízico fosse detectado caso as plantas tivessem sido avaliadas após um período mais longo, mesmo após a enxertia.

4.2.6 - TEOR DE FÓSFORO DA PARTE AÉREA

Os valores observados com relação a este parâmetro na Tabela 7 enfatiza os benefícios que a adubação com este tipo de adubo orgânico proporcionou s mudas. Pode-se observar que, medida que cresce a dosagem de húmus de minhoca no substrato (S), cresce também o teor de fósforo na parte aérea. Os resultados obtidos estão de acordo com RAIJ (1992) e TEDESCO et alii (1985) no que diz respeito aos teores deste nutriente no tecido vegetal, e com HOLANDA et alii (1984); HOLANDA et alii (1982); BEZERRA NETO et alii (1984); e ALMEIDA (1991) quanto ao aumento do fósforo disponível no solo com o uso da matéria orgânica como fonte de nutrientes para as plantas.

Os maiores valores obtidos (0,173% e 0,202%) ocorreram nos tratamentos que receberam as maiores dosagens de húmus de minhoca (tratamentos 10 e 11), diferindo significativamente dos demais. O substrato (SE), tratamento 1, apesar de seu teor de fósforo ter sido bem maior que o substrato (S), apresentou valores no teor de fósforo da parte aérea de 0,094%, ligeiramente acima das testemunhas (tratamentos 2 e 3), que apresentaram valores de 0,088 e 0,090% respectivamente, não diferindo significativamente das mesmas.

As testemunhas (tratamentos 2 e 3), apesar de terem uma baixa concentração de P no substrato (substrato S) e de não terem sido adubadas com húmus, apresentaram teores de P na parte aérea acima do mínimo no tecido vegetal segundo TEDESCO et alii, (1985).

4.2.7 - TEOR DE NITROGÊNIO DA PARTE AÉREA

A exemplo do fósforo, o teor de nitrogênio da parte aérea foi diretamente influenciado pela dosagem de húmus de minhoca adicionado ao substrato. Na análise da Tabela 7 observa-se um nítido aumento no teor deste nutriente em razão direta ao aumento na dosagem de húmus de minhoca.

O maior teor de nitrogênio (2,146 %) correspondeu maior dosagem de húmus de minhoca no substrato (tratamentos 10 e 11), enquanto os teores mínimos de nitrogênio (1,146% e 1,138 %) corresponderam s testemunhas que não foram adubadas (tratamentos 2 e 3), havendo diferença significativa entre eles.

O substrato (SE), tratamento 1, mostrou, para este parâmetro, valores ligeiramente acima dos valores médios verificados nos tratamentos que não foram adubados (1,502 %) evidenciando um maior teor de matéria orgânica em sua composição. O estado nutricional das mudas, no que se refere aos teores de fósforo e nitrogênio da parte aérea, foram diretamente influenciados pelo húmus de minhoca aplicado ao substrato (S)

Assim, os resultados refletem a grande influência da matéria orgânica como recondicionadora da fertilidade do solo, entre outras, principalmente quando usada para compor substratos com baixa fertilidade natural, corroborando o que foi descrito por TIBAU (1983); RAIJ(1991); BLACKSHAW (1983); KIEHL (1985) e LOFTY (1974).

5 - CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o trabalho os resultados obtidos a partir dos dois experimentos permitem as seguintes conclusões:

1) A adição de húmus ao substrato melhorou o estado nutricional das plantas, o que pôde ser comprovado pelos maiores teores de N e P na parte aérea das mudas porta-enxerto de cajueiro anão-precoce.

2) A inoculação com o fungo Glomus macrocarpum Tul.&Tul., considerando o período de duração do experimento, não resultou em benefício para as plantas.

3) O substrato (SE), controle utilizado pela EMBRAPA/CNPAT para a produção de mudas porta-enxertos de cajueiro anão-precoce, embora com níveis de fertilidade superiores ao substrato (S), não se mostrou em nenhum parâmetro analisado superior a este mesmo substrato (S), exceto nos tratamentos testemunhas, os quais não receberam doses de húmus.

4) A dosagem máxima de húmus de minhoca (200 gramas por quilograma de substrato) mostrou ser superior a todos os outros tratamentos usados, revelando-se como uma alternativa adequada para a produção de mudas porta-enxertos de cajueiro anão-precoce.

6 - BIBLIOGRAFIA

1. AIDAR, H. , VIEIRA, C. , LOUREIRO, B. T. et al. Efeito da adubação orgânica sobre a cultura do feijoeiro. R. Ceres, Visçosa, v.23, n. 125, p.44-45, jan./fev. 1976.
2. ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. 2nd. ed., John Wiley: New York, 1977. 467p.
3. ALLISON, F. E. Soil organic matter and its role in crop production. In: ALLISON, E., ed. Developments in Soil Science 3. Amsterdam: Elsevier Publishing, Co., 1973, 617p. p.235.
4. ALMEIDA, L. D. , BULISANI, E. A. , MIYASAKA, S. et al. Efeito da incorporação de massa vegetal, da adubação e do espaçamento na produção do feijoeiro. Bragantia, Campinas, v 33 tomo único, p. 43 - 47, 1975.
5. ALMEIDA, D.L. Contribuição da matéria orgânica na fertilidade do solo. Itaguaí 1991. 188p. Tese (Doutorado em Ciências dos Solos) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1991.

6. ALMEIDA, R. T. , SARAIVA, J. A. B. , FREIRE, V. P. Efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de mudas de urucu, Bixa orellana L. Ciên. Agron., Fortaleza, v.16, n.2, p.65-67, dez. 1985.

7. ALMEIDA, R. T. , FREIRE, V. F. , VASCONCELOS, I. Seleção de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares para a inoculação em algaroba, Prosopis juliflora (SW.) DC. Ciên. Agron., Fortaleza v.16, n.2, p.91-94, dez. 1985.

8. ALMEIDA, R. T. Scientific names in the Endogonales, Zygomycetes. Mycotaxon v.36, p.147-159, 1989.

9. ALMEIDA, R. T. , SCHENCK, N. C. A revision of Genus Sclerocystis (Glomaceae, Glomales). Mycologia,v.82, n.6, p.703-714, nov./dez. 1990.

10. ALVARGONZALEZ, R. O. Desenvolvimento do Nordeste Árido. Fortaleza: Departamento Nacional de Obras Contra a Seca, 1984. v.1.

11. AMES, R. N. , READ, C. C. P. , PORTER, D. R. et al. Hyphal uptake and transport of nitrogen from two ¹⁵N - labelled sources by Glomus mosseae, a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. New Phytol , Oxford, v.95, p.381-396, 1983.

12. ANTUNES, V. , SIVEIRA, A. P. , CARDOSO, E. J. Interação entre diferentes tipos de solos e fungos micorrízicos vesículo-arbusculares na produção de mudas de café (Coffea arabica L.). Turrialba, San Jose, Costa Rica, v.38, n.2, p.117-122, abr./jun. 1988.

13. AQUINO, A. M. , ALMEIDA, D. L. , SILVA, V. F. Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem. Rio de Janeiro: MARA/ EMBRAPA/CNPBS, 1992. 12 p. (Comunicado Técnico, 8).

14. AZCON-AGUILLAR, C. , BAREA, J. M. Micorrizas. Investigacion y Ciência Madrid, v.47, p.8-16, 1980.

15. AZIZAH CHULAN, YAACOB, O. , KAMAL, A. J. M. et al. Distribution of VA mycorrhizal spores in sandy beach soils under cashew. Pertanika, v.6, n.3, p.15-20, 1983.

16. BARROS, L. M. Nutrição mineral e adubação. In: LIMA, V.P.M.S. (ed.) A Cultura do Cajueiro no Nordeste do Brasil, Banco do Nordeste do Brasil, Escritório Técnico de Estudos Economicos do Nordeste, Fortaleza: 1988. 486p. p.195-229.

17. BEZERRA NETO, F. , HOLANDA, J. S. , TORRES FILHO, J. et al. Níveis de máxima eficiência econômica de esterco de curral no cultivo do caupi. Pesq. agopec. bras., Brasília, v.19, n.5, p.567-571, maio, 1984.

18. BLACKSHAW, R. P. Earthworms and agriculture. Agriculture in Northern Ireland, v.58, n.2, p.53-55, 1991.

19. BOEIRA, R. C. , KOLLER, O. C. , BERGAMIN, F. N. Adubação mineral e orgânica em porta-enxerto de citrus. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.23, n.2, p.167-173, fev. 1988.

20. BONETTI, R. , OLIVEIRA, L. A. , MAGALHÃES, F. M. M. População de Rhizobium spp. e ocorrência de micorríza V A em cultivo de essências florestais. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.19, n.2, p.137-142, fev. 1984.

21. BONETTI, R., DONALD, E. S. F. Ocorrência de micorríza V.A. em espécies frutíferas nativas da região amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 20, Campinas. Anais... Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo 1985, p.63.
22. BRASIL. Instituto Brasileiro do Café. Cultura de café no Brasil: manual de recomendações. 5ª ed. Rio de Janeiro: 1985. 580 p. cap. 7: Adubação de cafezais.
23. CAMPBELL, C. A. Soil organic carbon, nitrogen, and fertility. In: SCHNITZER, M. & KHAN, S. U. eds. Soil organic matter. Amsterdam: Elsevier Publishing co., 1978. p.173-271.
24. CARDOSO, B. B. Efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e da adubação mineral fosfatada sobre o crescimento de porta-enxertos de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) Fortaleza, 1994. 45p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, 1994.
25. CARDOSO, E. J. B. N. Eficiência de micorríza vesículo-arbuscular e fosfato-de-rocha na simbiose soja Rhizobium. Rev. Bras. Ciên. Solo, Brasília, v.10, p.125-130, maio/ago. 1985.

26. CARDOSO, E. J. B. N., ANTUNES, V. , SILVEIRA, A. P. O. et al. A. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxerto de citros. R. bras. Ciên. Solo, Brasília, v.10, n.1, p.25-30, jan./abr. 1986.
27. CECCATO, S. R. , ATTILI, D. S. , SCHOENLEIN, L. H. et al. Aspectos da microbiota fúngica de solo cultivado com Pinus no município de Rio Claro. R. bras. Ciên. Solo, Brasília, v.10, p.227-230, set./dez.1986.
28. CLARKE, C. & MOSSE, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza: Field inoculation responses of barley at two soil P levels. New Phytol., v.87, p.695-703, 1981.
29. CHAPMAN, H. D. & PRATT, D. F. Methods of analysis for soil plants and waters. Berkeley: University of California, Division of Agricultural Sciences, 1961.195p.
30. CHU, E. Y. Efeito da micorrização no desenvolvimento de dendê híbrido (Eleais guinensis L) na fase de pré-viveiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 20, Campinas. Anais... Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1985, p.57.

31. COLOZZI-FILHO, A. , SIQUEIRA, J. O. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro - Efeito de Gigaspora margarita e adubação fosfatada no crescimento e nutrição. R. bras. Ciên. Solo, Brasília, v.10, p.199-205, 1986.
32. CORRÊA, M. P. F. , BUENO, D. M. , PARENTE, J. I. G. et al. Borbulhia: a enxertia econômica para o cajueiro. Fortaleza: MARA/EMBRAPA/CNPAT, 1993. 4p.
33. DOMMERGUES, Y. R. , DIEM, H. G. The effect of soil microorganisms on plant productivity. Icraf Soil Working Group, Nairobi, 1979.31f.(Mimeografado)
34. ERNANI, P. R. , GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovinos e camas de frango. R. bras. Ci. Solo, Brasília, v.7, p.161-165 maio/ago. 1983.
35. EZETA, F. N. , SANTOS, O. M. Benefício da introdução de endomicorriza eficiente na utilização de nutrientes em latossolos do sul da Bahia. R. bras. Ciên.Solo, Brasília, v.4, p.13-17, jan./abr. 1980.

36. EZETA, F. N. , CARVALHO, P. D. L. Influência da endomicorriza na absorção de P e K no crescimento da mandioca. R. bras. Ciên. Solo, Brasília v. 6, p.5-28, maio/ago. 1982.
37. FASSBENDER, H. W. & BORNEMISZA, E. Química de suelos con énfasis en suelos de America latina. 2 ed. rev. San José, Costa Rica: IICA, 1987, 420p.
38. GERDEMANN, J. W. , NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. br. Mycol. Soc., v.46, p.235-246, 1963.
39. GERDEMANN, J. W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. Ann. Rev. Phytopathology, v.6, p.397-419, 1968.
40. GILDON, N. A. , TINKER, P. B. A heavy metal tolerant strain of mycorrhizal fungus. Trans. Br. Myc. Soc., v.77, p.648- 649, 1981.
41. GIOVANNETTI, M. , MOSSE, B. An evolution of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol., v.84, p.489-500, 1980.

42. GOEDERT, W. J. , SOUSA, D. M. G. , LOBATO, E. Fósforo In: GOEDERT, W. J. (ed.) Solos dos Cerrados: Tecnologias e Estratégias de Manejo; São Paulo: Nobel, 1985. p.129-166.
43. GOMES, F. P. Adubos e adubações, São Paulo: Nobel, 12 ed. 1985, 187p.
44. GRAY, L. E. , GERDEMANN, J. W. Uptake of sulphur-35 by vesicular-arbuscular mycorrhiza. Pl. Soil, v.39, p.687-689, 1973.
45. HAYMAN, D. S. Influence of soils and fertility on activity and survival of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Phytopathology, v.72, p.1119-1125, 1982.
46. HAYMAN, D. S. The physiology of vesicular and arbuscular endomycorrhizal symbiosis. Can. J. Bot., v.61, p.944-963, 1983.
47. HEWITT, E. J. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. London: Commonwealth Agricultural Bureau, 1966, 547p. (Technical Communication 22).

48. HOLANDA, J. S. , MIELNICZUK, J. , STAMMEL, J. G. Utilização de esterco e adubo mineral em quatro seqüências de culturas em solo de encosta basáltica do Rio Grande do Sul. R. bras. Ci. Solo, Brasília v.6, p.47-51, jan./abr.,1982.
49. HOLANDA, J. S. , TORRES FILHO, J. , BEZERRA NETO, F. Alterações na fertilidade de dois solos adubados com esterco de curral e cultivados com caupi. R. bras. Ci. Solo, Brasília v.8, p.301-304, 1984.
50. KIEHL, E. J. Manual de edafologia, São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.
51. KIEHL, E. J. Fertilizantes Orgânicos, São Paulo: Agronômica Ceres, 1985, 492p.
52. KORMANIK, P. P. The role of mycorrhizae in plant growth and development. In: VINES, H. M.,(ed). Physiology of root-microorganism association. Atlanta:University of Georgia, 1977, 197p.

53. LEVEBVRE, A. Indications preliminaires sur la fertilisation de l'anacardier. Fruits, Paris, v.25, n.9, p.621-628, 1970.
54. LOFTY, J. R. Oligochaetes. In: DICKINSON, C. H. , PUGH, G. J. F.,(eds.) Biology of Plant Litter Decomposition., London:Academic Press, 1974. v.2, 467-488.
55. LOPES, E. S. , SIQUEIRA, J. O. , ZAMBOLIM, L. Caraterização das micorrizas-vesículo-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. R. bras. Ciên. Solo, Brasília, v.7, n.1, p.1-19, jan./abr.1983a.
56. LOPES, E. S. , SIQUEIRA, E. , NEPTUNE, A. M. , MORAES, F. R. P. Efeito da inoculação do cafeeiro com diferentes espécies de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares. R. bras. Ciên. Solo, Brasília v.7, n.2, p.137-142, maio/ago. 1983b.
57. LOPES, E. S. ; DIAS, R. & FREITAS, S. Influência dos microrganismos na nutrição dos cultivos nos trópicos. In : REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO 15, Bahia. Anais..., Bahia:CEPLAC, 1985, p.77-93.

58. MALAVOLTA, E. Aborção e transporte de íons e nutrição mineral. In: FERRI, M. G., Fisiologia Vegetal. São Paulo: USP, 1979. v. 1, p.77-113.
9. MALUF, A. M. , SILVEIRA, A. P. D. , MELO I. S. Influência da calagem e da micorríza vesículo-arbuscular no desenvolvimento da cultivares de leucena tolerantes e intolerantes ao alumínio. R. bras. Ciên. Solo, Brasília v.12, p.17- 24, jan./abr. 1988.
60. MASCARENHAS, H. A. A. , MIYASAKA, S. , ALMEIDA, L. D. et al. Adubação verde do feijão da seca com ervilha de vaca. Bragantia Campinas, v.26, p.37-40, 1967.
61. MEDINA, O. A. , SYLVIA, D. M. , KRETSCHMER, A. E. Selection of effective endomycorrhizal fungi for siratro. In: SYLVIA, D. M. , HUNG, L. L. , GRAHAM J. H. , (eds) Mycorrhizae in the next decade: practical applications and research priorities. Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences, 1987. p.51.
62. MELO, A. R. B. Concentração e qualidade de macronutrientes em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) anão precoce. Piracicaba, 1991. 72p. (Dissertação de Mestrado em Ciências dos Solos) Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz.

63. MELOLOPES, R. O. , MOURÃO, L. A. C. B. , NÓBREGA, J. W. M.
Ecofisiologia da produtividade do feijão caupi, adubado com esterco de minhoca, no Campus do Pici da UFC. In: Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Ciências Agrárias, 10, Fortaleza. Anais... Fortaleza: 1990. p. 40.
64. MELLO, F. A. F. , SOBRINHO, M. O. C. B. , ARZOLLA, S. et al.
Fertilidade do solo., 3 ed, São Paulo: Nobel, 1983, 400p.
65. MENDES FILHO, P. F. Efeito da interação Rhizobium-micorrizas VA e fosfato no desenvolvimento de mudas de Sabiá, Mimosa caesalpiniaefolia Benth. Fortaleza, 1985. 51p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, 1985.
66. MORTON, J. B. , BENNY, G. L. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): A new order, Glomales, two new Suborders, Glominae and Gigasporinae, and two new Families, Acaulosporaceae, and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. Mycotaxon, v.37, p.471-491, 1990.

67. MOSSE, B. , HAYMAN, D. S. , IDE, G. J. Growth responses of plants in unsterilized soil to inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhiza. Nature, v.224, p.1031-1032, 1969.
68. MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. Ann. Rev. Phytopath., v.11, p.171-196,. 1973.
69. MOSSE, B. Specificity in V.A. mycorrhiza. In: SANDERS, F. E., MOSSE, B., TINKER, P. B., (eds.) Endomycorrhiza. London: Academic Press, 1975. p.469-485.
70. MIYASAKA, S. , CAMARGO, A. P. , MASCARENHAS, H. A. A. Efeito da matéria orgânica sobre a produção de feijoeiro. Bragantia, Campinas, v.24, n.1 p.59-61, jan. 1965.
71. MIYASAKA, S. , CAMARGO, A. P. , INFORZATO, R. et al. Efeitos da cobertura e da incorporação ao solo, imediatamente antes do plantio, de diferentes formas de matéria orgânica não decomposta, na cultura do feijoeiro. Bragantia, Campinas, v.25, n.26, p.349-363, out. 1966.

72. PARENTE, J. I. G. , ALBUQUERQUE, J. J. L. Adubação mineral do cajueiro (Anacardium occidentale L.) em Pacajús, no litoral cearense. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.24, n.4, p.372-375, abr. 1971.
73. PARENTE, J. I. G. , PAULA PESSOA, P. F. A. de , NAKEMATA, Y. Diretrizes para a recuperação da cajucultura do Nordeste. EMBRAPA-CNPAT, Fortaleza, 1991. 38p.
74. PEREIRA, J. , PERES, J. R. R. Manejo da matéria orgânica. In: GOEDERT, W. J. (ed.) Solos dos Cerrados: Tecnologias e Estratégias de Manejo. São Paulo: Nobel, 1985, p.261-281.
75. PHILLIPS, J. M. , HAYMAN, D. S. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhiza fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc., p.158-161, 1970.
76. POWELL, C. L. , BAGYARAJ, J. D. V.A. Mycorrhiza: why all the interest? In: POWELL, C. L. , BAGYARAJ, J. D. (eds.), CRC Press, Boca Raton, 1984. p.1-3.

77. PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1984. 528p.
78. RAMOS, A. D. Solos In: LIMA, V. P. M. S. (ed.) A Cultura do Cajueiro no Nordeste do Brasil, Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1988, 486p. p.81-105.
79. RAIJ, B. V. Propiedades eletroquímicas do solo. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, Campinas. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1986, p.9-41.
80. RAIJ, B. V. Avaliação da fertilidade do solo. 2 ed. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.
81. RAIJ, B. V., Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Agronomica Ceres, Potafós, 1991. 343p.
83. REDDY, A. V. , RAO, P. V. N. , ANKAIAH, S. et al. Cashew N P K nutrition in relation to growth under graded doses of nitrogen fertilization. Indian Cashew Journal, Cochin, v.14, n.4, p.15-21, 1981.

84. ROSAND, P. C. , DIAS, R. Associações micorrízicas e a nutrição mineral das plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRÍZAS, 1, Lavras. Anais... Lavras: Escola Superior de Agricultura, 1985. p. 15.
85. ROSAND, P. C. , GOEDERT W. J. Fontes fertilizantes alternativas no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, Ilhéus, Anais... Ilhéus: CEPLAC, 1985. p.15
86. RUSTHON, S. P. Earthworms in pastoral agriculture Outlook on Agriculture v.17, n.2, p.44-48, 1988.
87. SILVEIRA, J. O. , CARDOSO, E. J. B. N. Efeito do fósforo e da micorríza vesículo-arbuscular na simbiose Rhizobium-feijoeiro. R. bras. Ci. Solo, Campinas, v.11, n.1, p.31-36, jan./abr. 1987.
88. SILVEIRA, J. O. , FRANCO, A. A. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Lavras: Gráfica Nagy, 1988. 256p.

89. SIQUEIRA, J. O. , HUBBEL, D. M. , VALLE, R. R. Effects of phosphorous on the formation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.19, n.12, p.1465-1474, 1984.
90. SIQUEIRA, J. O. Micorrizas: forma e função. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1, Lavras. Anais... Lavras: Escola Superior de Agricultura, Lavras, 1986. p.5-32.
91. SIQUEIRA, J. O. , SYLVIA, D. M. , GIBSON, J. et al. Spore germination and germ tubes of vesicular mycorrhizal fungi. Can. J. Microbiol., Ottawa, v.31, p.965-972, 1985.
92. SIQUEIRA, J. O. , COLOZZI-FILHO, A. , FARIA, F. H. S. et al. Efetividade simbiótica de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares para o algodoeiro. R. bras. Ci. Solo, Campinas, v.10, n.2, p.123-218, maio/ago. 1986.
93. SIQUEIRA, J. O. , COLOZZI-FILHO, A. , SAGIN-JÚNIOR, O. J. et al. Crescimento de mudas e produção do cafeeiro sob influência de fungos micorrízicos e superfosfato. R. bras. Ci. Solo, Campinas, v.17, n.1, p.53-60, jan./abr. 1993.

94. St. JOHN, T. Uma lista de espécies de plantas tropicais brasileiras naturalmente infectadas com micorrizas vesículo-arbuscular. Acta Amazônica, Manaus, v.10, n.1, p.229-234, 1980.
95. SOUZA, C. A. S. , SIQUEIRA, J. O. , OLIVEIRA, E. et al. Crescimento e nutrição de mudas de cafeeiro micorrizadas: efeito da matéria orgânica e superfosfato simples. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.26, n.11/12, p.1989-2005, 1991.
96. TEDESCO, M. J. , VOLKWEISS, S. J. , BOHNEN, H. Análises de solo, planta e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188p.(Boletim Técnico 5)
97. TIBAU, A, O. Matéria orgânica e fertilidade do solo, 2 ed. São Paulo: Nobel, 1983. 218p.
98. WEBER, O. B. , OLIVEIRA, A. A. R. , MAGALHÃES, A. F. J. Adubação orgânica e inoculação com Glomus etunicatum em porta-enxertos de citros. R. bras.Ci.. Solo, v.14, n.3, p.321-326, out./dez. 1990.

99. WILSON, D. O. Differential plant response to inoculation with two VA mycorrhizal fungi isolated from a low pH soil. Plant and Soil, v.10, p.69-75, 1988.
100. ZAMBOLIM, L. , SIQUEIRA, J. O. Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura. EPAMIG Documento, v.26, p.1-36, 1985.
101. ZAMBOLIM, L. Como plantas micorrizadas comportam-se em relação aos fitopatógenos. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRÍZAS, 1, Anais..., Lavras: Escola Superior de Agricultura, 1986. p. 76-79.
102. ZAMBOLIM, L. , PINTO, L. A. M. Resposta de porta-enxertos de citrus a fungos micorrízicos. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRÍZAS, 1, Anais... Lavras: Escola Superior de Agricultura, 1986. p.199.

ANEXOS - EXPERIMENTO II

ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS DADOS REFERENTES A ALTURA DAS PLANTAS, DIÂMETRO DO CAULE, ÁREA FOLIAR, PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA, TEOR DE NITROGÊNIO DA PARTE AÉREA E TEOR DE FÓSFORO DA PARTE AÉREA. FORTALEZA, CEARÁ, 1993.

A N V A - ALTURA DAS PLANTAS

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F _c	F _p
TRATAMENTO	10	73,7364	7,7364	1,4217	0,2027 ns
RESÍDUO	44	228,2000	5,1864		
TOTAL	54	301,9364			

CV - 11,88%

A N V A - DIÂMETRO DO CAULE

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F _c	F _p
TRATAMENTO	10	0,1095	0,0110	1,8147	0,0860 ns
RESÍDUO	44	0,2655	0,0060		
TOTAL	54	0,3750			

CV- 12.9%

A N V A - ÁREA FOLIAR

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F _c	F _p
TRATAMENTO	10	42,0971	4,2097	6,2793	0,0000 s
RESÍDUO	44	29,4982	0,6704		
TOTAL	54	71,5952			

CV - 16,11%

A N V A - PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F _c	F _p
TRATAMENTO	10	16,0796	1,6080	2,6323	0,0132 s
RESÍDUO	44	26,8777	0,6109		
TOTAL	54	42,9573			

CV - 16,29%

A N V A - TEOR DE NITROGÊNIO DA PARTE AÉREA

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F _c	F _p
TRATAMENTO	10	5,4407	0,5441	16,7342	0,0000 s
RESÍDUO	44	1,4306	0,0325		
TOTAL	54	6,8713			

CV - 10,81%

A N V A - TEOR DE FÓSFORO DA PARTE AÉREA

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F _c	F _p
TRATAMENTO	10	0,0763	0,0076	20,7046	0,0000 s
RESÍDUO	44	0,0162	0,0004		
TOTAL	54	0,0925			

CV - 17,41%