


REJANE GOMES FERREIRA

UFV	BIBLIOTECA	BBT	RG000806225
	CLASSIFICAÇÃO	T 634.9181351 / F383m / 1999	
TÍTULO Micorrizacão e fertilização fosfatada de m			
			
143478		BBT	

MICORRIZAÇÃO E FERTILIZAÇÃO FOSFATADA DE MUDAS DE SUMAÚMA
(*Ceiba pentandra* (L.) GAERTN.) EM UM LATOSSOLO DA AMAZÔNIA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "Magister Scientiae".

BIBLIOTECA CENTRAL
- UFV -

143.478 -
01.09-99

T
634.9181351
F 383m
1999
ex. 1.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
MAIO - 1999

BOACAO

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

F383m
1999

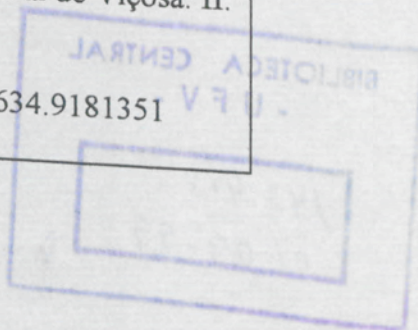
Ferreira, Rejane Gomes, 1968-

Micorrização e fertilização fosfatada de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) em latossolo da Amazônia / Rejane Gomes Ferreira. – Viçosa : UFV, 1999. 49p. il.

Orientador: Emílio Gomide Loures
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa

1. Sumaúma - Micorriza - Inoculação. 2. Sumaúma - Adubação fosfatada. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDO adapt. CDD 634.9181351



000000

REJANE GOMES FERREIRA

MICORRIZAÇÃO E FERTILIZAÇÃO FOSFATADA DE MUDAS DE SUMAÚMA
(*Ceiba pentandra* (L.) GAERTN.) EM UM LATOSSOLO DA AMAZÔNIA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "Magister Scientiae".

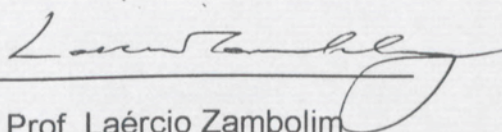
Ao meu filho Saulo.

Aos meus pais Arkibal e Marly.

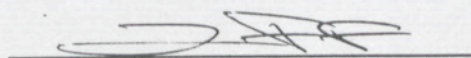
Aos irmãos Lenyra e Glória.

A minha avó Camila.

APROVADA: 16 de março de 1999



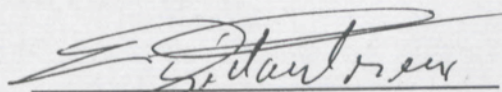
Prof. Laércio Zambolim
(Conselheiro)



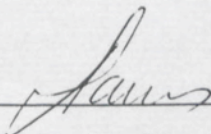
Prof. Carlos A. Franco Tucci
(Conselheiro)



Prof. Luiz Antônio de Oliveira



Prof. José Odair Pereira



Prof. Emílio Gomide Loures
(Orientador)

AGRADECIMENTO

A Deus, pelo dom da vida.

Ao Instituto de Tecnologia da Amazônia, pela oportunidade de realização deste curso, e à Universidade Federal de Viçosa e à Universidade do Amazonas, pelo curso.

Ao meu filho Saulo.

Aos meus pais Arkibal e Marly.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

Às minhas tias Lenyra e Glória.

À minha avó Camila.

Ao professor Emilio Gomide Loures, pela orientação.

Aos professores Laércio Zambolim e Carlos Alberto Franco Tucci, pelas sugestões.

Aos professores da Banca Examinadora, pelas sugestões e críticas.

Ao professor José Ferreira da Silva, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade do Amazonas, pela amizade e pelo apoio.

Ao Laboratório de Solos e de Plantas do Centro de Pesquisas Agropecuárias da Amazônia Ocidental, da EMBRAPA, ao Laboratório de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias da FUA e ao Laboratório de Microbiologia do Solo do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Ao meu filho, aos meus pais, irmãos e tios e à minha avó, que tornaram possível a realização deste curso.

Aos amigos de dia-a-dia, Marcia Bananeira, Maria de Nazaré, Tânia e César Leandro, pelo incentivo e pela amizade.

A Maria Aparecida, Neizia e Mylene, pelo convívio.

Ao Wilton, pela amizade, pelo incentivo e pela colaboração.
Aos alunos do Curso de Engenharia Florestal do UTAM, Sílvia, Anne,
Caroline e Angela, pela colaboração.
A todos que me incentivaram e contribuíram para a realização deste
trabalho.

AGRADECIMENTO

A Deus, pelo dom da vida.

Ao Instituto de Tecnologia da Amazônia, pela oportunidade de realização deste curso, e à Universidade Federal de Viçosa e à Universidade do Amazonas, pelo curso proporcionado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

Ao professor Emílio Gomide Loures, pela orientação.

Aos professores Laércio Zambolim e Carlos Alberto Franco Tucci, pelas sugestões.

Aos professores da Banca Examinadora, pelas sugestões e críticas.

Ao professor José Ferreira da Silva, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade do Amazonas, pela amizade e pelo apoio.

Ao Laboratório de Solos e de Plantas do Centro de Pesquisas Agropecuárias da Amazônia Ocidental, da EMBRAPA, ao Laboratório de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias da FUA e ao Laboratório de Microbiologia do Solo do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Ao meu filho, aos meus pais, irmãos e tios e à minha avó, que tornaram possível a realização deste curso.

Aos amigos do dia-a-dia, Márcia Bananeira, Maria de Nazaré, Tânia e César Leandro, pelo incentivo e pela amizade.

A Maria Aldenir, Neízia e Mylene, pelo convívio.

Ao Wiliam, pela amizade, pelo incentivo e pela colaboração.

Aos alunos do Curso de Engenharia Florestal do UTAM, Sívio, Anne Caroline e Angela, pela colaboração.

A todos que me incentivaram e contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

REJANE GOMES FERREIRA, filha de Arlúal Socorro Ferreira e Marly Gomes Ferreira, nasceu em Manaus - AM, em 16 de junho de 1968.

Em agosto de 1991, graduou-se Engenheira Florestal pelo Instituto de Tecnologia da Amazônia, Manaus - AM.

Em agosto de 1994, foi aprovada em Concurso Público para o cargo de Professor Auxiliar do Instituto de Tecnologia da Amazônia.

Em março de 1995, iniciou o Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, através do convênio UFV/FUA, submetendo-se à defesa de tese em março de 1999.

BIOGRAFIA

REJANE GOMES FERREIRA, filha de Arkibal Socorro Ferreira e Marly Gomes Ferreira, nasceu em Manaus - AM, em 16 de junho de 1968.

Em agosto de 1991, graduou-se Engenheira Florestal pelo Instituto de Tecnologia da Amazônia, Manaus - AM.

Em agosto de 1994, foi aprovada em Concurso Público para o cargo de Professor Auxiliar do Instituto de Tecnologia da Amazônia.

Em março de 1995, iniciou o Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, através do convênio UFV/FUA, submetendo-se à defesa de tese em março de 1999.

3. MATERIAL E METODOS	14
3.1. Amostragem e preparo do substrato	14
3.2. Tratamento e germinação das sementes	15
3.3. Obtenção do inoculo e inoculação com fungos micorrízicos	17
3.4. Fertilização nitrogenada do substrato	18
3.5. Controle fitossanitário	19
3.6. Definição experimental	19
3.7. Análises	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22

4.1. Crescimento vegetativo	22
4.2. Colonização micorrízica	26
4.3. Nível crítico de fósforo no solo	28
4.4. Concentração crítica de fósforo na parte aérea das plantas	30
4.5. Teor e conteúdo de fósforo	30
4.6. Índices de eficiência	33
5. RESUMO E CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
APÊNDICE	45
CONTEÚDO	
EXTRATO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Características da espécie <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	4
2.2. Fungos micorrízicos-arbusculares (MA)	6
2.3 Fósforo e importância das micorrizas no crescimento de plantas ..	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Amostragem e preparo do substrato	14
3.2. Tratamento e germinação das sementes	15
3.3. Obtenção do inóculo e inoculação com fungos micorrízicos	17
3.4. Fertilização nitrogenada do substrato	18
3.5. Controle fitossanitário	19
3.6. Delineamento experimental	19
3.7. Avaliações	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22

4.1. Crescimento vegetativo	22
4.2. Colonização micorrízica	26
4.3. Nível crítico de fósforo no solo	28
4.4. Concentração crítica de fósforo na parte aérea das plantas	30
4.5. Teor e conteúdo de fósforo	30
4.6. Índices de eficiência	33
5. RESUMO E CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
APÊNDICE	45

EXTRATO

FERREIRA, R.G. M.S. Universidade Federal de Viçosa, maio de 1999.
 Micorrização e fertilização fosfatada de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) em um Latossolo da Amazônia. Orientador: Emilio Gonide Loures, Conselheiros: Carlos Alberto Franco Tucci e Leércio Zambolim.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do fungo micorrízico *Glomus stenocephalum* (GE) e de espécies de fungos nativos (ME) no crescimento e na absorção de P_i em mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), em resposta à fertilização fosfatada. O experimento foi conduzido sob telado, na Universidade do Amazonas (Manaus-AM), utilizando amostra de um Latossolo Amarelo esterilizado. A micorrização e os tratamentos com fósforo influenciaram positivamente o crescimento das plantas. Os tratamentos fúngicos tiveram comportamentos similares, embora a percentagem de colonização micorrízica do GE não fosse influenciada pelo aumento das doses de P_i. Os fungos micorrízicos nativos mostraram-se sensíveis ao aumento das doses de fósforo reduzindo a percentagem de colonização e o aumento da concentração deste nutriente. As plantas micorrizadas foram mais eficientes na absorção e utilização do fósforo, principalmente nos maiores doses do nutriente. O nível crítico de P_i no solo (Mehlich-1) variou entre 2,77 e 2,84 mg kg⁻¹ e na planta, de 20,92, 23,19, e 25,66 mg kg⁻¹, na parte aérea, de 2,77, 2,84, e

4,36 g/kg, respectivamente, para o *Glomus etunicatum*, os fungos nativos e as plantas não-micorrizadas.

EXTRATO

FERREIRA, R.G., M.S., Universidade Federal de Viçosa, maio de 1999.
Micorrização e fertilização fosfatada de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) em um Latossolo da Amazônia. Orientador: Emílio Gomide Loures. Conselheiros: Carlos Alberto Franco Tucci e Laércio Zambolim.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do fungo micorrízico *Glomus etunicatum* (GE) e de espécies de fungos nativos (ME) no crescimento e na absorção de P, em mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), em resposta à fertilização fosfatada. O experimento foi conduzido sob telado, na Universidade do Amazonas (Manaus-AM), utilizando amostra de um Latossolo Amarelo esterilizado. A micorrização e os tratamentos com fósforo influenciaram positivamente o crescimento das plantas. Os tratamentos fúngicos tiveram comportamentos similares, embora a percentagem de colonização micorrízica do GE não fosse influenciada pelo aumento das doses de P. Os fungos micorrízicos nativos mostraram-se sensíveis ao aumento das doses de fósforo, reduzindo a percentagem de colonização com o aumento da concentração deste nutriente. As plantas micorrizadas foram mais eficientes na absorção e utilização do fósforo, principalmente nas menores doses do nutriente. O nível crítico de P no solo (Mehlich-1), com base na altura das plantas foi de 20,60; 23,16; e 26,60 mg/kg e, na planta, de 2,77; 2,84; e

4,35 g/kg, respectivamente, para o *Glomus etunicatum*, os fungos nativos e as plantas não-micorrizadas.

ABSTRACT

FERREIRA, R.G., M.S., Universidade Federal de Viçosa, May 1999. Mycorrhization and phosphated fertilization of "sumoima" shoots (*Colba pentandra* (L.) Gaertn.) in a Amazonia's Latosol. Adviser: Emílio Gonide Loures. Committee members: Carlos Alberto Franco Tucci and Laécio Zambolim.

The objective of this work was to evaluate the effect of *Glomus etunicatum* (GE) mycorrhizic fungi and native fungi species (ME) in growth and absorption of P, in "sumoima" shoots (*Colba pentandra* (L.) Gaertn.), in response to the phosphate fertilization. The experiment was driven under screen house, at the Universidade de Amazonas (Manaus-AM), using a sterilized Yellow Latosol sample. Mycorrhization and phosphate treatments positively influenced plants' growth. The fungi-treatments had similar behaviors, although the GE mycorrhizic colonization percentage was not influenced by the increase of P doses. The native mycorrhizic fungi were sensitive to the increase of P doses, reducing the colonization percentage with the increase of this nutrient's concentration. The mycorrhized plants were more efficient to P absorption and usage, specially in the smallest doses of the nutrient. P's critical level in the soil (Mehlich-1), based on plants' height was of 20,60, 23,16, and 25,60 mg/kg and, on the plant, of 2,77, 2,84, and 4,35 g/kg, respectively, for *Glomus etunicatum*, native fungi and non-mycorrhized plants.

ABSTRACT

FERREIRA, R.G., M.S., Universidade Federal de Viçosa, May 1999.
Mycorrhization and phosphated fertilization of "sumaúma" shoots (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) in a Amazônia's Latosoil. Adviser: Emílio Gomide Loures. Committee members: Carlos Alberto Franco Tucci and Laércio Zambolim.

The objective of this work was to evaluate the effect of *Glomus etunicatum* (GE) mycorrhizic fungi and native fungi species (ME) in growth and absorption of P, in "sumaúma" shoots (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), in response to the phosphate fertilization. The experiment was driven under screen house, at the Universidade do Amazonas (Manaus-AM), using a sterilized Yellow Latosoil sample. Mycorrhization and phosphate treatments positively influenced plants' growth. The fungi treatments had similar behaviors, although the GE mycorrhizic colonization percentage was not influenced by the increase of P doses. The native mycorrhizic fungi were sensitive to the increase of P doses, reducing the colonization percentage with the increase of this nutrient's concentration. The mycorrhized plants were more efficient to P absorption and usage, specially in the smallest doses of the nutrient. P's critical level in the soil (Mehlich-1), based on plants' height was of 20,60; 23,16; and 26,60 mg/kg and, on the plant, of 2,77; 2,84; and 4,35 g/kg, respectively, for *Glomus etunicatum*, native fungi and non-mycorrhized plants.

1. INTRODUÇÃO

A sumaúma (*Ceiba pentandra* L. (Gaertn.)) é a espécie florestal mais utilizada nas indústrias de compensados e laminados do Estado do Amazonas, sendo empregada como miolo e capa de compensados e exportada em grande quantidade como laminados. Embora não esteja na lista das espécies da flora ameaçadas de extinção, neste estado, talvez seja a espécie que corre maiores riscos (SEBRAE, 1994; HUMMEL, 1997). A sumaúma, juntamente com a muiratinga (*Naucleopsis caloneura* (Hub.) Ducke) e a copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne), talvez participe com mais de 90% da produção de lâminas no Amazonas (HUMMEL, 1997). Dados anteriores de JANSEN e ALENCAR (1991) revelaram que deveriam ser plantadas 3.240.177 árvores de sumaúma para satisfazer a reposição obrigatória exigida pelo IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente), considerando o período de 1965 a 1988.

A crescente demanda de madeira nos últimos anos fez com que as entidades ambientais, o Governo e a população de maneira geral cobrassem a conservação do ecossistema florestal. Para isso, torna-se necessário fazer o melhor uso dos solos da região amazônica, bem como a reposição de espécies florestais.

DÜNISCH et al. (1998) selecionaram oito espécies florestais nativas da Amazônia possíveis de utilização na recuperação de áreas degradadas e, dentre estas, incluíram a sumaúma. AZEVEDO et al. (1998) encontraram alta

percentagem de sobrevivência da espécie em monocultura. JANSEN (1995) verificou a ocorrência de progênies de sumaúma plantadas em solos de terra firme na Amazônia Central.

As interações microrganismo-planta têm sido consideradas um fator importante tanto em sistemas agrícolas quanto em silviculturais. A associação fungo-raiz, conhecida como micorriza, resulta numa relação simbiótica mutualística, de ocorrência na maioria das plantas. A micorrização promove a melhoria das condições nutricionais do hospedeiro, devido a um balanço de fluxos hospedeiro-fungo, promovendo melhor crescimento da planta, podendo: aumentar a absorção de nutrientes, em especial o fósforo; atuar como agente biológico do controle de pragas e doenças (SIQUEIRA e FRANCO, 1988; ZAMBOLIM e SIQUEIRA, 1985); absorver e translocar água para a planta hospedeira (KILLHAM, 1994); e proteger contra metais pesados (GALLI et al., 1994).

Alguns estudos com espécies florestais amazônicas foram realizados. GUITTON (1996), na região de Manaus, encontrou índices de infecção radicular para o marupá (*Simaruba amara* Aubl.) de 64,45%; para cedrorana (*Cedrellinga catenaeformis* Ducke.), de 62,8%; para abiurana (*Eremoluma williamsi* Aubr. et Pellegr.), de 23,1%; e para cumaru (*Dipterix odorata* (Aubl.) Wild.), de 34,5%. ST. JOHN (1980 a,b) cita espécies de plantas micorrizadas, nativas ou economicamente importantes, ou ornamentais, coletadas na Amazônia Central, perto de Manaus, em Belém e na região cacauqueira do sul da Bahia. Dentre as espécies de interesse econômico para a indústria de compensados e laminados, podem-se destacar :

Ceiba pentandra Gaertn. - Sumaúma verdadeira (BOMBACACEAE)

Carapa guianensis Aubl. - Andiroba (MELIACEAE)

Naucleopsis caloneura (Hub.) Ducke - Muiratinga (MORACEAE)

Embora se tenha conhecimento de que várias espécies florestais formam associações micorrízicas, e sabendo que estas associações podem contribuir para o estabelecimento, desenvolvimento e crescimento das mudas, aumentando a capacidade de adaptação destas às áreas de plantio, não se conhece o comportamento da sumaúma quando inoculada com fungos micorrízicos, sob diferentes níveis de adubação fosfatada.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da pré-colonização com fungos micorrízicos no crescimento inicial de mudas de sumaúma, em casa de vegetação, em amostra de um Latossolo Amarelo fumigado, fertilizadas com diferentes doses de fósforo, no município de Manaus - AM.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características da espécie *Cola pentandra* (L.) Gaertn

A sumaúma - *Cola pentandra* (L.) Gaertn - pertence à família Bombacaceae. No Brasil, recebe as denominações de sumaúma, sumakima, barriguda e sumaúma-da-várzea, sendo conhecida no comércio exterior como ceiba (LAMPRECHT, 1990).

Supõe-se que a área de ocorrência da sumaúma tenha sido a América Central, porém não se tem uma reconstrução exata (LAMPRECHT, 1990). JANKOVSKY et al. (1990) relatam sua ocorrência desde o México até o norte da América do Sul, sendo encontrada na África e Índia e cultivada nos estados da Flórida e Califórnia.

A sumaúma é uma árvore pioneira, acenadamente heliófila, com fraca competitividade em relação a outras espécies e à vegetação rasteira, surgindo em povoadamentos secundários e ocorrendo em formações de florestas tropicais perenifólias e de galeria (LAMPRECHT, 1990). Desenvolve-se em solos de diversas origens geológicas, destacando-se em formações aluviais com pH levemente ácido até neutro, evitando ambientes pouco oxigenados. É encontrada em toda a bacia amazônica (LOUREIRO et al., 1999; JANKOVSKY et al., 1990).

A *Ceiba pentandra* floresce durante os meses de agosto a setembro e os frutos amadurecem em outubro e novembro (LORENZI, 1992).

As árvores são atacadas por grande número de fungos, como *Aspilota molle* e *Fomes lignosus* (LAMPRECHT, 1990).

A espécie possui crescimento rápido e apresenta, nos primeiros dez anos, taxas de incremento em altura de 1,2 m/ano, em diâmetro de 3 a 4 cm/ano e rotação entre 30 e 40 anos (LAMPRECHT, 1990). Estudos mostram que a *Ceiba pentandra* é uma grande produtora de biomassa, comparada à *Vitex surnamensis*, desempenhando importante papel na ciclagem de nutrientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A propagação da espécie é feita através da produção de mudas em viveiro, com sementes oriundas das regiões de extração de madeira. Segundo LORENZI (1992), a emergência das plântulas ocorre em dez dias a taxa de 60 a 70% para a espécie.

2.1. Características da espécie *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn

A sumaúma - *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn - pertence à família Bombacaceae. No Brasil, recebe as denominações de sumaúma, sumaúma-barriguda e sumaúma-da-várzea, sendo conhecida no comércio exterior como ceiba (LAMPRECHT, 1990).

Supõe-se que a área de ocorrência da sumaúma tenha sido a América Central, porém não se tem uma reconstrução exata (LAMPRECHT, 1990). JANKOWSKY et al. (1990) relatam sua ocorrência desde o México até o norte da América do Sul, sendo encontrada na África e Índia e cultivada nos estados da Flórida e Califórnia.

A sumaúma é uma árvore pioneira, acentuadamente heliófila, com fraca competitividade em relação a outras espécies e à vegetação rasteira, surgindo em povoamentos secundários e ocorrendo em formações de florestas higrófilas perenifólias e de galeria (LAMPRECHT, 1990). Desenvolve-se em solos de diversas origens geológicas, destacando-se em formações aluviais com pH levemente ácido até neutro, evitando ambientes pouco oxigenados. É encontrada em toda a bacia amazônica (LOUREIRO et al., 1968; JANKOWSKY et al., 1990).

2.2. Fungos A *Ceiba pentandra* floresce durante os meses de agosto a setembro e os frutos amadurecem em outubro e novembro (LORENZI, 1992).

As árvores são atacadas por grande número de fungos, como *Armillaria mellea* e *Fomes lignosus* (LAMPRECHT, 1990).

A espécie possui crescimento rápido e apresenta, nos primeiros dez anos, taxas de incremento em altura de 1,2 m/ano, em diâmetro de 3 a 4 cm/ano e rotação entre 30 e 40 anos (LAMPRECHT, 1990). Estudos mostram que a *Ceiba pentandra* é uma grande produtora de biomassa, comparada à *Virola surinamensis*, desempenhando importante papel na ciclagem de nutrientes (NEVES et al., 1998).

A propagação da espécie é feita através da produção de mudas em viveiro, com sementes oriundas das regiões de extração de madeira. Segundo LORENZI (1992), a emergência das plântulas ocorre em dez dias e a taxa de germinação é elevada para sementes novas. Atribui-se um poder germinativo de 60 a 70% para a espécie.

Resultados preliminares obtidos por MUROYA e AZEVEDO (1998) indicam a propagação assexuada da sumaúma a partir de material juvenil em Ácido Indol-acético (IBA).

A madeira da *Ceiba pentandra* é muito leve (0,30 a 0,37 g/cm³), apresentando lenho de cor esbranquiçada quando fresco, passando para castanho-cinza; possui grã-regular, textura média, cheiro e gosto distintos: a madeira é macia e de fácil trabalhabilidade, proporcionando bom acabamento com lixa ou plaina (JANKWOSKY et al., 1990). Apresenta boa inflamabilidade (LAMPRECHT, 1990). Pode ser empregada na indústria de chapas aglomeradas e de papel, bem como na fabricação de móveis (LAMPRECHT, 1990). É indicada para jangadas, bóias e considerada um bom isolante térmico (JANKWOSKY et al., 1990). Nas indústrias do Estado do Amazonas, é empregada como miolo e capa de compensados, sendo exportada principalmente como laminados.

2.2. Fungos micorrízicos-arbusculares (MA)

Micorriza (do grego, mikes= fungos; rhiza= raiz), assim designado por Frank em 1885, representa associações simbióticas mutualísticas entre certos grupos de fungos de solo e as raízes de plantas (SIQUEIRA e FRANCO, 1988; ZAMBOLIM e SIQUEIRA, 1985).

As micorrizas são de ocorrência generalizada, estando presentes dos pólos gelados às florestas tropicais úmidas e desertos, podendo-se afirmar que: micorriza é a regra e não a exceção (SIQUEIRA e FRANCO, 1988). Os fungos micorrízicos são encontrados na maioria dos solos, mas, de modo geral, solos cultivados apresentam maior quantidade de esporos. Segundo os mesmos autores, as MA ocorrem em cerca de 97% das plantas vasculares de importância agrônômica, pastoril e florestal. Ocorrem em plantas anuais, herbáceas, perenes, árvores de frutos de regiões temperadas e tropicais e na maioria das árvores de florestas tropicais (MOSSE et al., 1973).

FIGUEIREDO (1994) observou alta percentagem de infecção em áreas de várzea na região do Careiro (AM), embora fosse baixa a produção de esporos.

Os fungos micorrízicos-arbusculares (MA) ocorrem comumente em grande número de angiospermas e, algumas vezes, em briófitas; em algumas famílias, como Crucifereae, Chenopodiaceae e Rosedaceae, estão ausentes ou raramente ocorrem (RENDIG e TAYLOR, 1989). ZAMBOLIM e SIQUEIRA (1985) citam ainda como não-formadores de MA as famílias Pinaceae, Betulaceae, Orchidaceae, Fumariaceae, Commelinaceae, Urticaceae e Ericaceae; entre as que raramente formam MA, as famílias Crucifereae, Chenopodiaceae, Polygonaceae e Cyperaceae; e entre as que formam associações com ectomicorriza e MA, as famílias Juglandaceae, Tiliaceae, Myrtaceae, Salicaceae, Fabaceae e Caesalpineaceae. A ausência também foi notada em Lecythidaceae, Sapotaceae e Proteaceae (JANOS, 1983); na região Amazônica, MOREIRA et al. (1997) observaram a ausência ou baixa ocorrência destas em Lecythidaceae.

Os fungos formadores de MA são classificados como pertencentes à classe dos Zigomicetes (Família Endogonaceae), destacando-se os gêneros

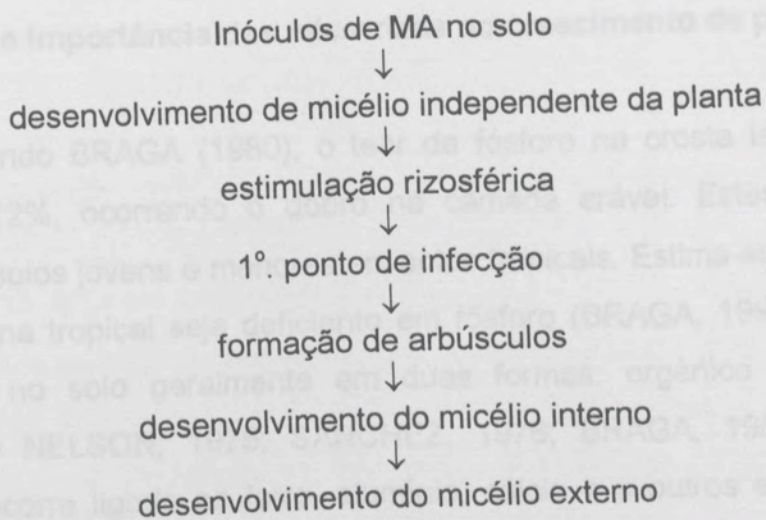
Glomus, *Gigaspora*, *Acaulospora* e *Sclerocystis* (NICOLSON e SCHENCK, 1979). AMES e SCHNEIDER (1979) descrevem o gênero *Enthophospora*.

Em solos amazônicos, CHU (1984), avaliando a rizosfera das culturas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Duck) e dendê (*Elaeis guineensis* L.), encontrou espécies dos gêneros *Acaulospora*, *Glomus* e *Gigaspora*, sendo o gênero *Acaulospora* predominante nas três culturas. CALDEIRA et al. (1983) observaram a ocorrência de diferentes espécies de MA em culturas de café (*Coffea arabica*), soja (*Glycine max*), limão-rosa (*Citrus limonea*) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*), na região de Viçosa. O gênero coletado com maior frequência nas amostras foi o *Acaulospora* spp. (44% de frequência), seguido por *Glomus* sp. (40%) e *Gigaspora* sp. (4%). Em sistemas de policultivos, SILVA JÚNIOR e FELDMANN (1998) encontrou os gêneros *Glomus*, *Acaulospora* e *Scutellospora*.

Nas MA, a penetração do fungo ocorre intra e intercelularmente no córtex da raiz, havendo formação de estruturas típicas, denominadas vesículas e arbúsculos. A MA é formada basicamente pelas raízes hospedeiras; as hifas do fungo ficam no interior das raízes e as hifas externas desenvolvem-se para além da rizosfera. O esquema da Figura 1, de BAREA et al. (1981), ilustra o processo de formação da MA.

A simbiose MA pode ser influenciada pelo genótipo da planta hospedeira, pelo fungo e pelo solo, mas não necessariamente está relacionada com a fertilidade (LIOI e GIOVANNETTI, 1987). Fungicidas podem afetar o desenvolvimento externo da hifa, e a contribuição do fungo para a absorção de P pode ser pequena (SUKARNO et al., 1996). SON et al. (1988) também verificaram que existe efeito da luz na infecção micorrízica e conseqüente absorção de P, destacando que as raízes micorrizadas requerem mais fotossintatos do que raízes não-micorrizadas.

Em espécies florestais, PARON (1995) inoculou o fungo *Glomus etunicatum* em solos fumigado e não-fumigado e observou que a inoculação promoveu efeito benéfico na trema (*Trema micrantha* (L.) Blum) e no fedegoso (*Senna macranthera* Rich) e prejudicou o crescimento da copaíba (*Copaifera langsdorfii* Desf.). No guatambu (*Aspidosperma olivaceum* M. Arg.), a



Fonte: BAREA et al. (1981).

Figura 1 - Processo de formação da MA.

inoculação não influenciou o crescimento. RENÓ (1994) também verificou efeito da micorrização com *G. etunicatum* na canafístula (*Senna multijuga* (L.C. Rich) Irwin & Barneby) e no cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo).

Em acerola (*Malpighia glabra* L.), a inoculação aumentou em 2,6 vezes a altura da planta e 9,2 vezes a produção de matéria seca, em relação a plantas não-inoculadas (CHU, 1992); no mangostão (*Garcinia mangostana* L.), a inoculação e o substrato orgânico aumentaram, em média, 35% da altura da planta, 13% do número de folhas emitidas, 60% da área foliar e 75% da produção de matéria seca, em relação a plantas não-inoculadas (CHU e SILVA, 1992); e no urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) verificou-se o efeito de diferentes espécies de fungos micorrízicos, destacando-se o *Glomus manihotis*, que promoveu maior crescimento em altura e matéria seca, juntamente com *Gigaspora heterogama* (CHU e KATO, 1992).

LIMA et al. (1994) inocularam mudas de *E. grandis* com o fungo *G. etunicatum* e observaram que elas apresentaram maior crescimento do sistema radicular em viveiro do que as mudas não-inoculadas, embora não tenha havido diferença quanto ao crescimento da parte aérea.

2.3. Fósforo e importância das micorrizas no crescimento de plantas

Segundo BRAGA (1980), o teor de fósforo na crosta terrestre é ao redor de 0,12%, ocorrendo o dobro na camada arável. Estes teores são maiores em solos jovens e menores em solos tropicais. Estima-se que 82% da América Latina tropical seja deficiente em fósforo (BRAGA, 1995). O fósforo encontra-se no solo geralmente em duas formas: orgânico e inorgânico (TISDALE e NELSON, 1975; SANCHEZ, 1976; BRAGA, 1980); a fração inorgânica ocorre ligada ao ferro, alumínio, cálcio e a outros elementos, em formas geralmente insolúveis. Os fosfatos podem reagir com as argilas, formando complexos insolúveis argilo-fosfato.

Devido às suas baixas concentrações na solução do solo, o fósforo pode ser enquadrado como um elemento imóvel (RAIJ, 1983). Em solos ácidos, a forma predominante é a do íon $H_2PO_4^-$. Se o pH for aumentado, predominarão os íons HPO_4^{2-} e PO_4^{3-} (RAIJ, 1983; BRADY, 1989; BRAGA, 1995).

Na Amazônia, predominam os Latossolos e Podzólicos. O Latossolo Amarelo é uma das classes de maior ocorrência, com teores de argila no horizonte B variando de 15 a mais de 60% (VIEIRA e SANTOS, 1988; VIEIRA, 1987). A caulinita é o mineral predominante, podendo ocorrer goethita (TUCCI, 1991). Estes solos são ácidos e apresentam-se deficientes em nutrientes, principalmente em fósforo. No Quadro 1 podem-se observar os valores de P disponível em alguns solos da Amazônia, obtidos com o extrator Mehlich-1.

As associações micorrízicas podem contribuir para o crescimento das plantas, em função da maior absorção de nutrientes, sendo o fósforo o nutriente mais importante envolvido, o qual pode ser encontrado em elevadas concentrações nas plantas micorrizadas (MOSSE, 1973). A maior absorção de P em solos com baixo nível de P disponível é decorrente do maior volume de solo explorado pelas hifas do fungo, que absorve P fora da zona de esgotamento (LOPES et al., 1983).

O favorecimento na nutrição de fósforo por plantas micorrizadas MA se deve ao aumento na eficiência de absorção deste elemento do solo

Quadro 1 - Fósforo disponível em diferentes classes de solos da Amazônia

Solo	$\mu\text{g P/cm}^3$
Latossolo amarelo argiloso	1,6
Latossolo amarelo textura média	2,1
Podzólico vermelho-amarelo textura média	2,7
Laterita hidromórfica	2,4
Podzólico vermelho-amarelo argiloso	2,4
Aluvial	110,6
Latossolo amarelo antropogênico	210,9
Gley pouco húmico	6,4

Fonte: TUCCI (1991).

(SANDERS e TINKER, 1971; HAYMAN e MOSSE, 1971). Esse efeito foi observado em *Eucalyptus diversicolor*, *Acacia pulchella*, *E. calophylla* e *E. marginata* por BARROW (1977).

Quanto à compatibilidade do fungo com a planta, RAVNSKOV e JAKOBSEN (1995) observaram que existe uma compatibilidade funcional entre o fungo e a planta hospedeira. Esses autores inocularam o fungo *Glomus caledonium* e *Glomus invermaium* em plantas de pepino, trigo e linho e observaram que todas as combinações planta-fungo foram compatíveis, e a absorção de P dependia da espécie de planta hospedeira.

O jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem) é uma espécie de interesse econômico que, em seu ambiente natural, se encontra micorrizada (SANTOS e VINHA, 1982). CHAVES et al. (1995) inocularam os fungos *Gigaspora margarita* e *Glomus fasciculatum* em plantas de jacarandá-da-bahia, em diferentes níveis de fósforo (0, 50, 100, 150 e 200 mg de P/kg solo), e observaram que a planta respondeu positivamente à aplicação de fósforo e à inoculação dos fungos MA. Foram observados efeitos positivos da

inoculação para o crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas. Em todos os níveis de fósforo testados, as mudas inoculadas cresceram mais do que as não-inoculadas.

O cafeeiro apresenta elevada resposta à simbiose micorrízica, beneficiando-se muito da micorrização quando cresce em solo de baixa fertilidade (LOPES et al., 1983; SIQUEIRA e COLOZZI FILHO, 1986). SAGGIN JÚNIOR e SIQUEIRA (1995) avaliaram a eficiência simbiótica dos fungos micorrízicos *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e quatro isolados de *Glomus etunicatum* no cafeeiro, em solos fumigado e não-fumigado, adubados com doses crescentes de P. Os fungos *G. margarita* e uma estirpe de *G. etunicatum* apresentaram, aos 90 dias, uma simbiose mutualística em uma faixa de P disponível mais ampla do que os outros fungos, sendo esta de 2,5 - 156 e 2,5 - 110 mg de P/kg solo. Estes autores observaram que a dependência micorrízica do cafeeiro diminuiu com a elevação do P no solo. Os isolados de *G. etunicatum* estudados variaram quanto à eficiência simbiótica para o cafeeiro, sendo encontrados fungos de eficiência baixa a alta. Os benefícios micorrízicos e da aplicação de P, calculados pela integração das curvas de resposta ao P de plantas micorrizadas e não-micorrizadas, mostraram-se bons parâmetros para estimar a eficiência simbiótica e diferenciar MA.

Em mudas de *E. grandis* com elevada concentração de P, em que foram adicionados aproximadamente 100 mg de P/kg solo, foi observado maior crescimento radicular quando estirpes do fungo *G. etunicatum* foram inoculadas do que as plantas não-inoculadas, apesar de não ter existido diferença quanto ao crescimento da parte aérea. A alta disponibilidade de P não impediu que houvesse a colonização micorrízica das raízes e a esporulação dos MA inoculados. No campo, as mudas transplantadas não apresentaram diferenças quanto ao crescimento em altura; entretanto, as mudas não-inoculadas apresentaram menor taxa de sobrevivência (LIMA et al., 1994).

ANTUNES e CARDOSO (1990) inocularam o fungo micorrízico *Glomus etunicatum* no limão-cravo (*Citrus limonia* Osbeck) em solo natural (não-esterilizado), para verificar o desenvolvimento de porta-enxertos, sob a influência de duas fontes de fósforo (superfosfato triplo e fosfato de Patos de

Minas) aplicadas em quatro doses crescentes de P, com ou sem inoculação do fungo MA. Observaram que a dose de P afetou todas as variáveis estudadas e que a interação fonte de P x dose de P foi significativa para altura, matéria da parte aérea seca, P total e K total na planta. Houve tendência de decréscimo do índice de colonização com o aumento da dose de P solúvel no solo, o que não ocorreu na presença de rocha fosfática. Doses de 100 a 200 mg de P/l inibiram a colonização radicular do *Glomus etunicatum*, não afetando as populações nativas de fungos MA desse solo, que apresentaram alta infectividade para o limão-cravo. No solo natural utilizado, a inoculação com *Glomus etunicatum* não beneficiou o crescimento do limão-cravo ou a absorção de P e K pelas suas raízes.

Plantas de soja colonizadas pelo fungo *G. macrocarpum* apresentaram concentrações mais elevadas de P do que não-micorrizadas e colonizadas por fungos nativos (solo natural), em doses de P, correspondendo a 0, 15, 30, 60, 120 e 240 mg de P/kg solo. A percentagem de P nas plantas elevou-se até a dose de 60 mg de P/kg solo; a partir daí os acréscimos foram menores. O incremento de absorção de P aumentou até 120 mg P/kg solo, diminuindo na dose de 240 mg de P/kg solo, embora no tecido a percentagem tenha permanecido constante. Altas doses de P resultaram em menor taxa de colonização. As plantas micorrizadas produziram cerca de 50% mais matéria seca do que aquelas não-micorrizadas. A micorrização aumentou os teores de P e Ca, reduzindo os de K, Mg, Zn e Cu, enquanto as quantidades absorvidas de todos esses nutrientes foram aumentadas em função do aumento das doses de P (SIQUEIRA e PAULA, 1986).

RENÓ (1994), trabalhando com canafístula (*Senna multijuga* (L.C. Rich) Irwin & Barneby), cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo), pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Martius ex Tul. var *leiostachyz* Bentham) e pau-pereira (*Platicyanus regnellii*), verificou que a inoculação com o fungo *Glomus etunicatum* afetou os parâmetros de crescimento da canafístula e do cedro e que as diferentes doses de P aplicadas influenciaram todas as espécies estudadas. Os maiores incrementos para a canafístula e o cedro foram obtidos com 30 µg de P/g de solo. Os maiores estímulos ao crescimento em altura e produção de matéria seca por unidade de P adicionada apareceram com a menor dose utilizada. No

entanto, foram verificados incrementos expressivos em termos absolutos, com a adição de 120 e 30 μg de P/g de solo nas plantas inoculadas e de 480 μg de P/g de solo nas plantas não-inoculadas.

PARON (1995), estudando a trema (*Trema micrantha* (L.) Blum), o fedegoso (*Senna macranthera* Rich), a copaíba (*Copaifera langsdorfii* Desf.) e o guatambu (*Aspidosperma olivaceum* M. Arg.), verificou que a dose de P capaz de promover 80% do crescimento máximo em plantas inoculadas foi a de 100 e 75 μg de P/g de solo para a trema e o fedegoso, respectivamente, enquanto para plantas não-inoculadas, colonizadas apenas por fungos indígenas, as doses requeridas foram 3,2 e 1,6 vezes maiores para atingir esse crescimento. O crescimento elevou em todas as espécies com a aplicação de apenas 60 μg de P/g de solo.

Segundo CALDEIRA et al. (1983), o teor de fósforo no solo não se correlaciona com a percentagem de colonização em culturas de café (*Coffea arabica*), soja (*Glycine max*), limão-rosa (*Citrus limoneae*) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*), embora a percentagem de colonização seja variada. O capim-gordura apresentou maior percentagem de fragmentos colonizados. CORREIA et al. (1995) observaram uma correlação positiva entre a eficiência de utilização de P e a colonização de fungos micorrízicos em colunas de solo compactado, em plantas de *Eucalyptus grandis*.

As MAs são importantes para a nutrição nitrogenada (BAREA et al., 1987; ANDREOLA et al., 1995) tanto em espécies arbóreas usadas em programas de florestamentos, como na formação de matas ciliares (PEREIRA et al., 1995). ANDREOLA et al. (1995), observando essa interação em mudas de *Acacia mangium*, verificaram que houve efeito significativo da absorção de P e N: o *Rhizobium* influenciou negativamente a absorção de P e N; a micorriza, isoladamente, influenciou positivamente a absorção de P, não influenciando a absorção de N; e o tratamento *Rhizobium* + micorriza influenciou a absorção de N, mas não apresentou efeito na absorção de fósforo. OLIVEIRA (1995) constatou o crescimento em altura do angico-vermelho quando em resposta à adição de P.

Os resultados da caracterização química e física das amostras do solo podem ser observados no Quadro 2.

A amostra foi seca ao ar e peneirada em malha de 4 mm. Com base nos resultados da análise química do solo, calculou-se a necessidade de calagem pelo método proposto por CATE (1955). Utilizou-se o calcário dolomítico, com o PRNT de 82%. O calcário foi incorporado ao solo e, em seguida, a mistura foi colocada em sacos de polietileno de 20 kg e incubada por 25 dias. Determinou-se a capacidade de campo pelo método do funil, pesando-se 100 g do solo, colocando-se em um funil vedado com algodão de vidro e adicionando-se água. Pelo volume de

3. MATERIAL E MÉTODOS

água retido na amostra de solo, calculou-se a capacidade de campo e adicionou-se água às amostras a 70% da capacidade de campo do solo. Foram feitas irrigações periódicas através de pesagens por amostragens dos sacos.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação coberta com plástico, que transmite acima de 95% da radiação global incidente, no campus universitário da Universidade do Amazonas (UA), em área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA).

Foram feitas aplicações de 100 mg de P/kg de solo. Foi feita também a fumigação do solo com Dazomet, seguindo-se a recomendação de aplicação de 50 g/m² do produto. Fez-se a aplicação em cada saco, nos 10 cm inferiores,

com lona por dez dias, quando então se removeu a lona para a saída de gases residuais do fumigante. As amostras foram armazenadas em sacos de polietileno por 15 dias.

3.1. Amostragem e preparo do substrato

A amostra do solo para as análises químicas e física foram coletadas em mata secundária à profundidade de 0-20 cm, em área experimental da FCA, no campus universitário.

As análises do solo foram efetuadas no Laboratório de Solos e no Laboratório de Plantas do Centro de Pesquisas Agroflorestais da Amazônia, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/CPAA), e no Laboratório de Solos da FCA/FUA.

3.2. Teores de nutrientes

Foram determinados os teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺, H+Al (VETTORI, 1969) P e K (Mehlich-1). Determinou-se também o pH em água.

Na caracterização física, foi efetuada análise granulométrica pelo método da pipeta, conforme metodologia da EMBRAPA (1979), determinando-se areia, silte e argila.

Os resultados da caracterização química e física das amostras do solo podem ser observados no Quadro 2.

A amostra foi seca ao ar e peneirada em malha de 4 mm. Com base nos resultados da análise química do solo, calculou-se a necessidade de calagem pelo método proposto por CATE (1965). Utilizou-se o calcário dolomítico, com o PRNT de 82%. O calcário foi incorporado ao solo e, em seguida, a mistura foi colocada em sacos de polietileno de 20 kg e incubada por 25 dias. Determinou-se a capacidade de campo pelo método do funil, pesando-se 100 g do solo, colocando-se em um funil vedado com algodão de vidro e adicionando um volume de 100 ml de água. Pelo volume de água retido na amostra de solo, calculou-se a capacidade de campo e adicionou-se água às amostras a 70% da capacidade de campo do solo. Foram feitas irrigações periódicas através de pesagens por amostragens dos sacos.

Após o tempo de incubação do calcário, peneirou-se novamente o solo e fez-se a adubação por saco, com o superfosfato triplo nas dosagens equivalentes a 0, 30, 60, 90, 120 e 180 mg de P/kg de solo. Foi feita também a fumigação do solo com Dazomet, seguindo-se a recomendação de aplicação de 50 g/m² do produto. Fez-se a aplicação em cada saco, nos 10 cm iniciais, abaixo da superfície. Os sacos foram cobertos com lona por dez dias, quando então se removeu a lona para a saída de gases residuais do fumigante. As amostras permaneceram incubadas por mais 30 dias, quando então foi feito o transplântio das plântulas de sumaúma.

Após a calagem e incubação do solo, foram determinados o pH em água, Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ (VETTORI, 1969), conforme pode ser visto no Quadro 2.

3.2. Tratamento e germinação das sementes

As sementes da espécie florestal sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) foram adquiridas na Gethal (Empresa Madeireira de Compensados e Laminados), situada no município de Itacoatiara (AM), em áreas de exploração

Quadro 2 - Resultados das análises químicas e físicas da amostra, antes e após a calagem

Característica	Valor
Antes da calagem	
pH H ₂ O (1:2,5)	4,03
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ cmol _c /dm ³	0,88
Al ³⁺ cmol _c /dm ³	1,47
K mg/kg	44
P mg/kg	6,67
H ⁺ + Al ³⁺ cmol _c /dm ³	11,99
Areia g/kg	262,2
Silte g/kg	159,3
Argila g/kg	578,5
Classificação textural	argiloso
Após calagem	
pH H ₂ O (1:2,5)	5,5
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ cmol _c /dm ³	2,83
Al ³⁺ cmol _c /dm ³	0,65

3.3. Obtenção do inóculo e inoculação com fungos micorrízicos

Para a inoculação, foram utilizados uma estirpe do fungo *Gliovus stunicatum*, fornecida pelo Laboratório de Fitopatologia da UFV, e espécies e gêneros de fungos micorrízicos coletados em áreas de plantio de terra firme da Galhaí, localizada no município de Ilmuçara (AM), km 260 da rodovia AL-010.

da própria empresa, localizadas às margens do rio Juruá, município de Carauari.

As sementes já possuíam um ano de conservação em geladeira com temperatura na faixa de 0 - 5°C, tratadas com Captan (2g/100kg de sementes) e Tiabendazole (11g/10kg de sementes).

Para a quebra da dormência, as sementes foram submetidas a um pré-tratamento, utilizando uma solução de NaOH 20%, com tempo de imersão de dez minutos, e para cada litro de solução foi utilizado um lote de 200 sementes. Decorrido o tempo de imersão, as sementes foram lavadas em água corrente e secas à temperatura ambiente, em papel-toalha, por 12 horas. A germinação foi feita em bandejas de polietileno, em substrato de areia lavada com H₂SO₄ 2%, e esterilizada no autoclave por 30 minutos a 1 atm de pressão (120°C). As sementes foram mantidas em câmara de germinação à temperatura de 30°C. A germinação iniciou-se no terceiro dia, e no quinto dia as plântulas já haviam emitido um par de falsas folhas. Desligou-se então o germinador e deixou-se por um dia com a porta aberta. No sétimo dia, as plântulas já haviam emitido um par de folhas definitivas, quando então foram levadas à casa de vegetação, deixando-se aclimatar por dois dias.

Oito dias após a germinação, as plântulas já estavam com aproximadamente 8 cm de altura e com um par de folhas definitivas, quando então se fez a repicagem das plântulas. Para a remoção, o substrato foi encharcado, para que não houvesse quebra das radículas. Transplantou-se uma plântula para cada saco de 5 kg de solo fumigado e fertilizado.

3.3. Obtenção do inóculo e inoculação com fungos micorrízicos

Para a inoculação, foram utilizados uma estirpe do fungo *Glomus etunicatum*, fornecida pelo Laboratório de Fitopatologia da UFV, e espécies e gêneros de fungos micorrízicos coletados em áreas de plantio de terra firme da Gethal, localizada no município de Itacoatiara (AM), km 280 da rodovia AM-010.

O inóculo inicial dos fungos micorrízicos foi multiplicado em plantas de *Brachiaria decumbens*, em vasos contendo 3 kg de uma mistura de solo e areia lavada na proporção de 3:1 (v:v), respectivamente. A mistura solo e areia foi fumigada com Dazomet, aplicando-se 50 g/m² do produto. Foi feita a aplicação do fumigante em camadas, cobriu-se com lona e incubou-se por dez dias. Após a incubação, removeu-se a lona para a evaporação dos gases residuais, durante 30 dias. O inóculo fúngico foi colocado em camada, a aproximadamente 5 cm da superfície do solo, em cada vaso. Posteriormente, dez sementes de braquiária, previamente desinfetadas superficialmente com H₂O₂ 20% durante três minutos, foram colocadas em cada vaso. Após a emergência, efetuou-se o desbaste, deixando-se cinco plantas por vaso. Os vasos foram irrigados com água destilada. Após quatro meses, removeu-se a parte aérea das plantas e as raízes foram seccionadas e colocadas juntamente com o substrato para secar ao ar, sendo armazenadas em sacos de polietileno, até a utilização.

O inóculo foi formado por uma mistura de solo proveniente da rizosfera de braquiária, contendo fragmentos de raiz, micélio e estruturas do fungo, como esporos, hifas, vesículas e arbúsculos. A quantidade de inóculo determinada foi de 8 esporos/10 g de solo, pelo método de GERDEMANN e NICOLSON (1963). Nos tratamentos não-inoculados, as plantas receberam 20 ml da suspensão de inóculo, após peneiramento.

Foram semeados 20 g de inóculo, juntamente com as plântulas de sumaúma, aproximadamente a 5 cm abaixo da superfície do solo, em cada saco.

3.4. Fertilização nitrogenada do substrato

Devido à verificação de sintomas de deficiência em nitrogênio, foi feita adubação nitrogenada aos 45 e 60 dias após o plantio das mudas, sendo aplicados 25 g de N/ kg de solo em cada aplicação, utilizando-se como fonte o nitrato de amônio (33% N).

3.5. Controle fitossanitário

Aos 45 dias após o plantio, verificou-se a presença de pulgões. Foi preparada uma calda de fumo de rolo (1 kg/10 l de água) e foram pulverizadas as plantas (CADORIN, 1985).

3.6. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições, e a análise, em esquema fatorial, sendo: uma estirpe do fungo *Glomus etunicatum*, espécies de fungos nativos (coletados de terra firme, em áreas de plantio de sumaúma), e um controle não-inoculado (solo esterilizado) x seis doses de fósforo. Cada unidade experimental era constituída de três repetições de plantas, totalizando 270 plantas em todo o experimento. As doses de fósforo foram equivalentes a 0, 30, 60, 90, 120 e 180 mg P/kg de solo, respectivamente, e a fonte utilizada foi o superfosfato triplo.

O experimento foi conduzido durante 90 dias, em casa de vegetação.

Na análise estatística dos dados do experimento foi utilizado o Sistema para Análises Estatísticas (SAEG), em que as características avaliadas foram submetidas à análise de variância e a análises de regressão, em função dos níveis de fósforo.

3.7. Avaliações

A altura das plantas foi medida a partir da região do colo até a inserção da última folha, com uma régua graduada em centímetros/milímetros. O diâmetro do caule foi medido a 5 cm da região do colo da planta, com um paquímetro.

Para a obtenção do peso seco, a matéria da parte aérea e o sistema radicular foram lavados e acondicionados em sacos de papel. O material

vegetal foi seco em estufa à temperatura em torno de 70°C e foram pesados a cada 24 horas, até a obtenção do peso constante.

Para a determinação da percentagem de colonização micorrízica nas raízes, amostras representativas de 1% do peso da raiz foram acondicionadas em FAA (formaldeído, ácido acético e álcool), segundo metodologia de FIDALGO e BONONI (1984), sendo avaliadas seguindo a metodologia de KORMANIK et al. (1980) e SCHENCK (1982) em raízes clarificadas com KOH 10% e coloridas com azul-de-tripano. Foram examinados 50 segmentos de raiz em microscópio ótico.

Para a determinação da percentagem de colonização micorrízica, utilizou-se a seguinte relação:

$$\%Colonização = \frac{NSC}{NSO} \times 100$$

em que

NSC = número de segmentos colonizados; e

NSO = número total de segmentos observados.

Os índices de eficiência EUP (SIDDIQUI e GLASS, 1981) e IRP (FURTINI NETO et al., 1996) foram estimados por:

$$EUP = \frac{MST^2}{CPT}$$

em que

EUP = eficiência de utilização de P;

MST = matéria seca total; e

CPT = quantidade de P na biomassa.

$$IRP = \left(\frac{CP - CP_0}{TP} \right) \times 100$$

em que

IRP = índice de recuperação de fósforo;

CP = conteúdo de P na planta fertilizada;

CP₀ = conteúdo de P na testemunha; e

TP = quantidade de P aplicada via fertilizante.

O teor de fósforo (P) na planta foi determinado colorimetricamente (BRAGA e DEFELIPO, 1974), após a mineralização (digestão nítrico-perclórica na relação 3 + 1) do material coletado, separado em raiz, caule e folha. O material vegetal foi anteriormente seco, pesado e moído. As análises do material vegetal foram realizadas no Laboratório de Plantas do CPAA/ EMBRAPA.

O conteúdo de fósforo (CP) foi calculado por

$$CP = P \times MST$$

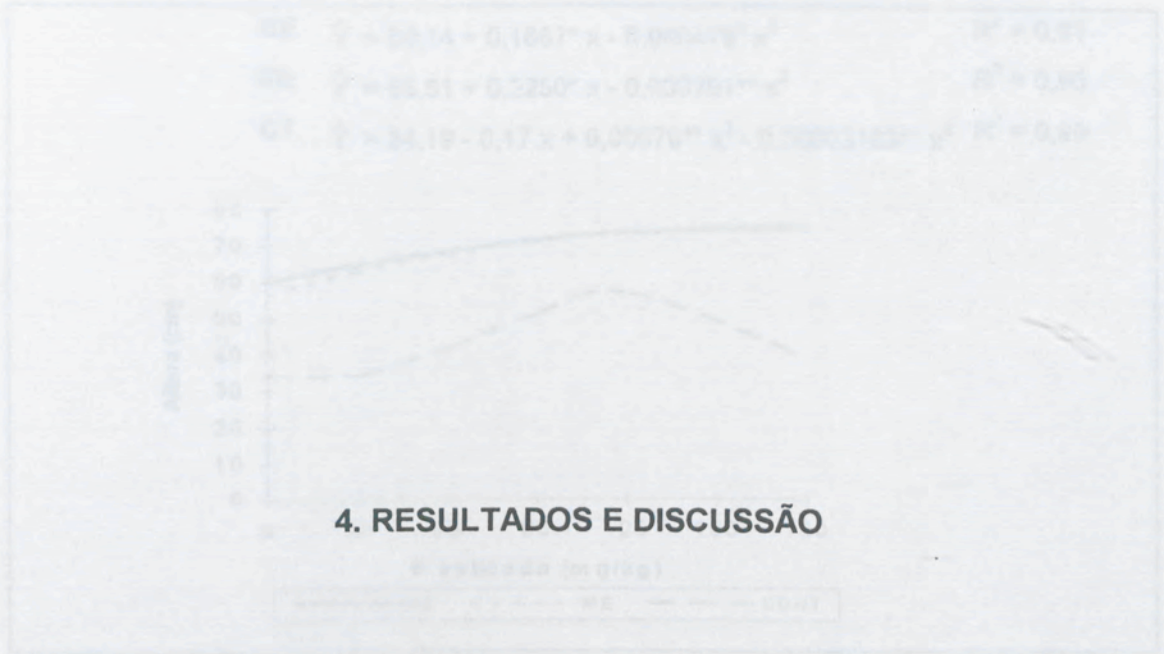
em que

P = teor de fósforo; e

MST = matéria seca total.

Para a determinação do fósforo disponível no solo, foi utilizado o extrator Mehlich -1 (EMBRAPA, 1979), onde o fósforo foi extraído por uma solução de H₂SO₄ 0,025 N + HCl 0,05 N, na relação solo-solução 1:10, com agitação por cinco minutos. A leitura das amostras foi feita no espectrofotômetro a 660 nm, no dia seguinte após a adição do extrator. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do CPAA/ EMBRAPA.

O nível crítico de fósforo no solo foi estimado pelo ajuste de equações de regressão da altura das mudas, em função das doses de P aplicadas ao solo. Estas equações permitiram estimar a dose necessária para a obtenção de 90% do crescimento máximo. O valor estimado foi substituído na equação que relaciona o P recuperado pelo extrator em função do P adicionado, obtendo-se o nível crítico do solo. O nível crítico na planta foi obtido substituindo-se a dose para 90% do crescimento máximo, na equação do conteúdo de fósforo da parte aérea.



4.1. Crescimento vegetativo

Verificou-se, através da análise de variância, que houve efeito significativo do P, dos tratamentos fúngicos e da interação fósforo x micorriza na altura, no diâmetro e no peso de matéria da parte aérea seca e do sistema radicular (Figuras 2, 3, 4 e 5). Nas plantas não-micorrizadas (CT), o efeito foi cúbico para todas as características; nas plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), o efeito foi quadrático apenas para a altura, sendo linear nas demais; e nas plantas micorrizadas por fungos nativos (ME), o efeito foi quadrático para a altura e o diâmetro, linear para a produção de matéria da parte aérea seca e cúbico para a matéria de raiz seca.

A micorrização teve efeito positivo marcante nas características de crescimento, quando comparada às plantas não-micorrizadas, na menor dose empregada (Figuras 2, 3, 4 e 5). Possivelmente, a maior colonização nas doses mais baixas de fósforo reflete-se na maior produção e pode ser devida à maior exploração do solo pelas hifas produzidas pelo fungo, resultando em um aumento na absorção de fósforo quando este encontra-se com teor limitado. A presença de hifas em raízes com diâmetro entre 0,5 e 1mm pode aumentar a superfície das raízes em dez vezes e a absorção de nutrientes em até mais de

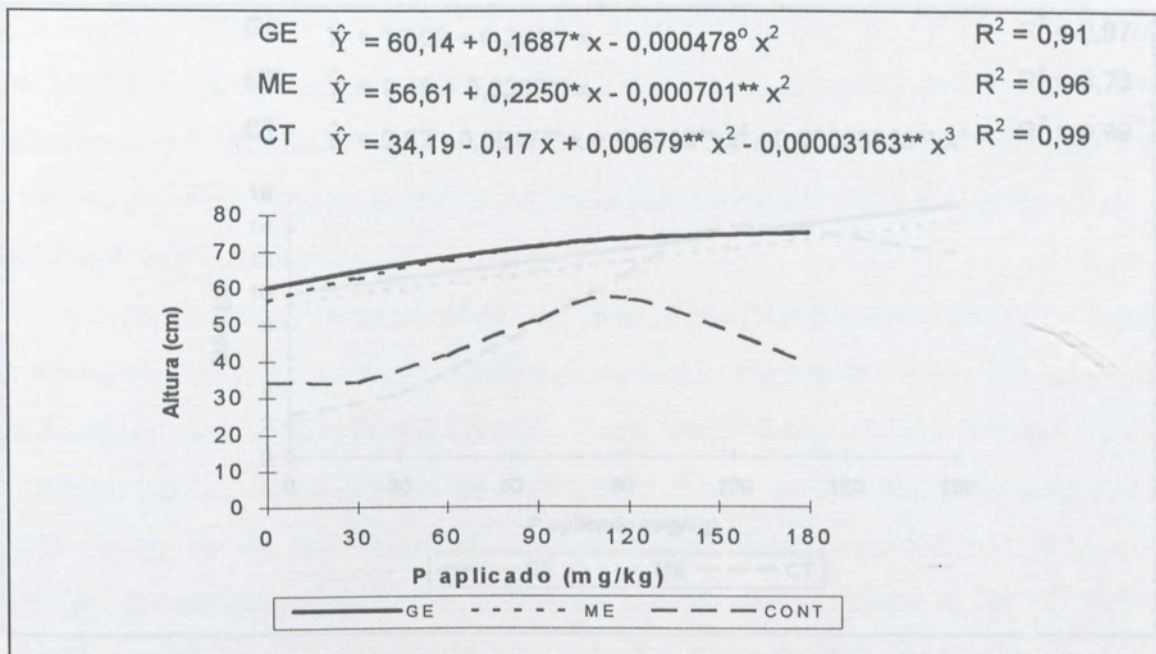


Figura 2 - Crescimento em altura de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), em resposta à aplicação de fósforo.

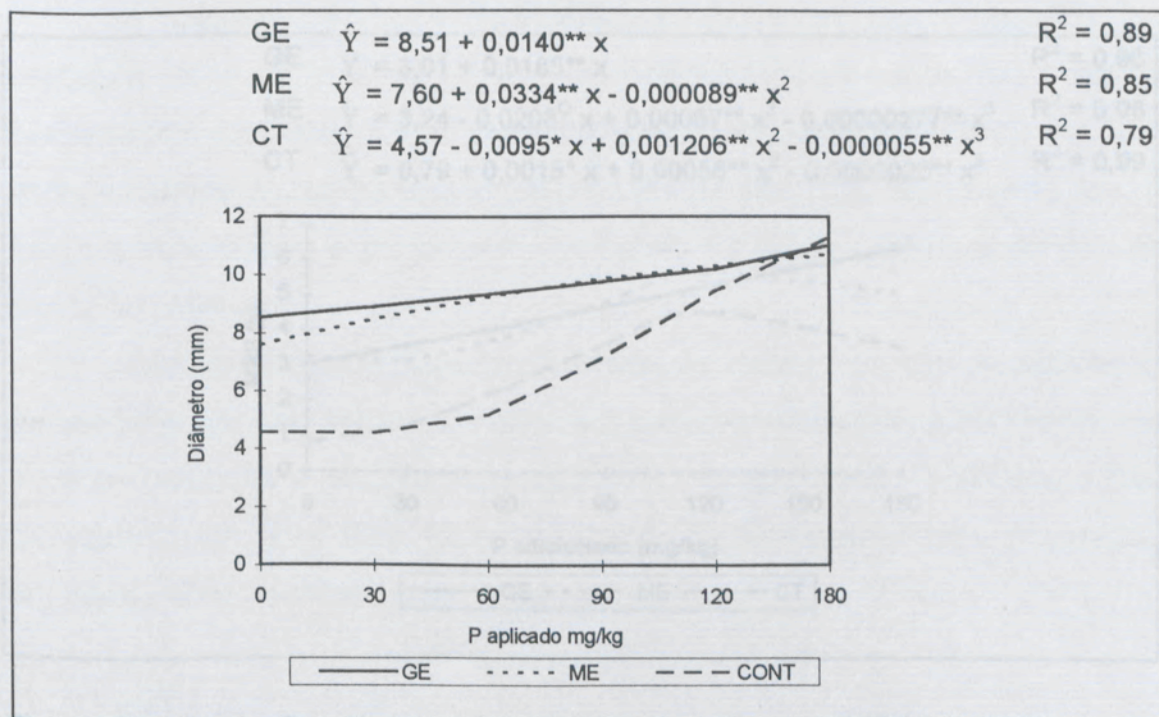


Figura 3 - Crescimento em diâmetro de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), em resposta à aplicação de fósforo.

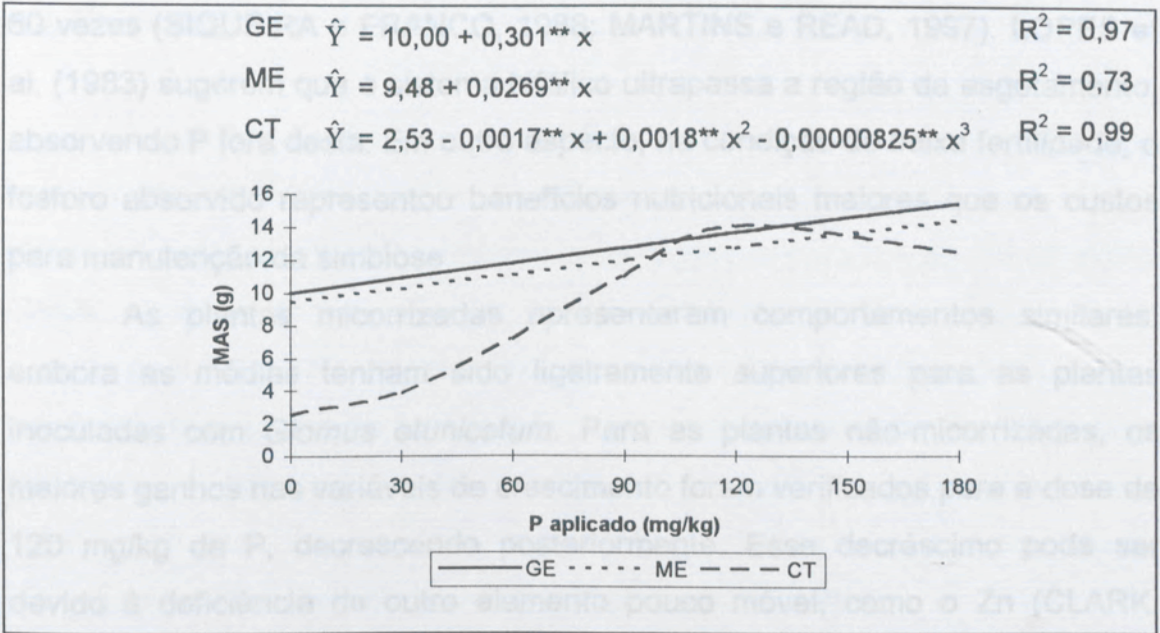


Figura 4 - Produção de matéria da parte aérea seca (MAS) de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), em resposta à aplicação de fósforo.

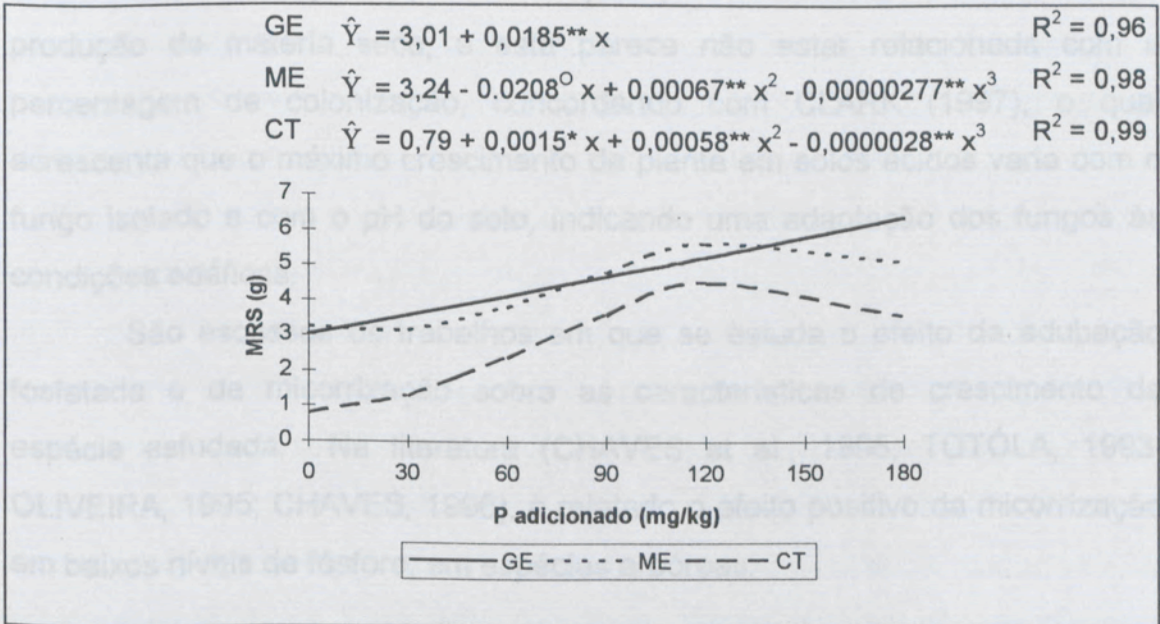


Figura 5 - Produção de matéria das raízes secas (MRS) de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), em resposta à aplicação de fósforo.

60 vezes (SIQUEIRA e FRANCO, 1988; MARTINS e READ, 1997). LOPES et al. (1983) sugerem que o sistema hifálico ultrapassa a região de esgotamento, absorvendo P fora desta. Em outro aspecto, na condição de baixa fertilidade, o fósforo absorvido representou benefícios nutricionais maiores que os custos para manutenção da simbiose.

As plantas micorrizadas apresentaram comportamentos similares, embora as médias tenham sido ligeiramente superiores para as plantas inoculadas com *Glomus etunicatum*. Para as plantas não-micorrizadas, os maiores ganhos nas variáveis de crescimento foram verificados para a dose de 120 mg/kg de P, decrescendo posteriormente. Esse decréscimo pode ser devido à deficiência de outro elemento pouco móvel, como o Zn (CLARK, 1997). Em termos percentuais, em relação à dose zero das plantas não-micorrizadas, o ganho em altura das plantas micorrizadas foi de 155,78%. RAJU et al. (1990) também observaram o benefício da micorrização, em relação à não-micorrização, na produção de matéria seca no sorgo (*Sorghum bicolor*) em níveis de fósforo aplicado que variaram de 0 a 37,5 mg de P/kg de solo.

A micorrização e a fertilização promoveram efeito benéfico na produção de matéria seca, e esta parece não estar relacionada com a percentagem de colonização, concordando com CLARK (1997), o qual acrescenta que o máximo crescimento da planta em solos ácidos varia com o fungo isolado e com o pH do solo, indicando uma adaptação dos fungos às condições edáficas.

São escassos os trabalhos em que se estuda o efeito da adubação fosfatada e da micorrização sobre as características de crescimento da espécie estudada. Na literatura (CHAVES et al., 1995; TOTÓLA, 1993; OLIVEIRA, 1995; CHAVES, 1996), é relatado o efeito positivo da micorrização em baixos níveis de fósforo, em espécies arbóreas.

4.2. Colonização micorrízica

A fertilização fosfatada do solo não influenciou a percentagem de colonização micorrízica das raízes infectadas pelo *Glomus etunicatum* (GE) (Quadro 3). Nessas plantas, a maior percentagem de colonização (94,80 %) foi obtida com a menor dose utilizada e verificou-se que os valores obtidos foram superiores a 60 %. Nas plantas inoculadas com fungos nativos (ME), houve tendência decrescente da colonização, a partir da aplicação de 30 mg/kg de P, indicando a necessidade da fertilização do solo para que houvesse colonização mais intensa das raízes. Nas plantas que serviram como testemunha não se detectou colonização do sistema radicular.

Segundo DAFT e NICOLSON (1966), os efeitos da associação micorrízica sobre o crescimento da planta dependem, de alguma forma, do balanço entre a disponibilidade de nutrientes no solo e o nível de colonização da raiz. Esperava-se que o aumento da disponibilidade de fósforo reduzisse a colonização micorrízica (CLAPPERTON e REID, 1992). Porém, não foi este o resultado obtido para o GE, indicando que possivelmente o fungo está mais adaptado a condições de alta disponibilidade de fósforo ou que, até a maior dose estudada (180 mg P/kg solo), não foram atingidos níveis que inibissem a colonização das raízes e implicassem redução do crescimento das mudas, em relação às não-micorrizadas. No nível zero de fósforo, verificou-se que o teor de fósforo disponível no solo era suficiente para promover boa colonização e bom crescimento da planta.

Nas mudas inoculadas com fungos nativos (ME), houve tendência decrescente da colonização das raízes, a partir da aplicação de 30 mg de P/kg de solo, indicando a necessidade da fertilização do solo para que houvesse colonização mais intensa das raízes. É provável que a baixa disponibilidade de fósforo estivesse restringindo o crescimento radicular e reduzindo a colonização radicular. Essa redução não se refletiu em restrição ao acúmulo de matéria da parte aérea seca das mudas, uma vez que se verificou comportamento linear (Figura 3). Possivelmente, os maiores teores de P no solo tenham compensado as reduções nas percentagens de colonização, permitindo maior crescimento vegetal.

Quadro 3 - Percentagem de colonização micorrízica (PCOL) de raízes em plantas de sumaúma inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE) e fungos nativos (ME), aos 90 dias, fertilizadas com diferentes doses de fósforo, em um LA fumigado

P adicionado ----- mg/kg -----	PCOL	
	GE	ME
	-----%-----	
0	94,80 ± 2,92	55,60 ± 11,68
30	88,00 ± 3,78	84,40 ± 4,91
60	86,00 ± 4,64	53,60 ± 11,80
90	68,80 ± 10,25	64,80 ± 13,55
120	92,40 ± 3,96	40,00 ± 7,11
180	80,80 ± 6,81	18,00 ± 11,54

O reconhecimento fungo-planta parece ser afetado pelo nível de fosfato na planta, e a deficiência no reconhecimento poderia explicar parcialmente os baixos níveis de colonização intra-radicular em condições de altos níveis de fosfato (SIQUEIRA, 1996). Segundo SURIYAPPERUMA e KOSKE (1965), a eficiência de absorção do fósforo parece não ter aparente relação com a estimulação da germinação de esporos. Também a colonização pode ser afetada por compostos fenólicos como a formonometina e biocanina A (NAIR et al., 1991), cuja síntese é regulada pelo nível de fosfato na planta. GUIANINAZZI-PEARSON et al. (1989) também observaram que compostos fenólicos estimulam diferencialmente a colonização micorrízica e participam da sinalização entre os simbioses. Em culturas de células, exsudatos celulares estimularam o crescimento hifálico de *Gigaspora margarita* (SIQUEIRA e PAULA, 1990).

Esse mecanismo pelo qual o P controla a colonização ainda não está bem elucidado, e três hipóteses podem ser consideradas: WOOLHOUSE (1975) considera que as lectinas presentes nas raízes inibem o crescimento dos fungos, pois em condições de deficiência de P as plantas acumulam

fosfatases ácidas e estas unem-se às lectinas, inativando-as e favorecendo a colonização; RATNAYKE et al. (1978) baseia-se na permeabilidade das células radiculares, influenciada pela maior ou menor absorção de P, e propõe que altos níveis de P na planta resultam em aumento da biossíntese de fosfolipídeos, tornando a membrana celular menos permeável a carboidratos e a aminoácidos, e a menor quantidade destes não sustentaria o processo de colonização; e, segundo SIQUEIRA E FRANCO (1988), a concentração de P no interior da planta alteraria o metabolismo vegetal, aumentando a síntese e translocação de carboidratos e de compostos relacionados para as células corticais das raízes, inibindo a formação de MA.

Os valores de colonização, independentemente da quantidade de P aplicado, foram sempre superiores para o fungo *Glomus etunicatum*, sugerindo que estes são menos sensíveis aos teores elevados de fósforo no solo do que os fungos nativos.

A colonização ocorreu em todos os tratamentos fúngicos, indicando a compatibilidade dos fungos com o hospedeiro.

4.3. Nível crítico de fósforo no solo

Como a produção de matéria da parte aérea seca das plantas cresceu linearmente (Figura 4), em resposta às doses de fósforo aplicadas ao solo, não foi possível então estabelecer os níveis críticos com base na matéria da parte aérea seca, visto que o comportamento curvilíneo esperado para a espécie, em relação à adição do fertilizante, não foi obtido. Assim, utilizaram-se as equações de regressão da altura das mudas, por apresentarem modelos quadráticos para as inoculadas e cúbico para as não-micorrizadas (Figura 3), embora a altura possa não ser a característica mais adequada para estabelecer o nível crítico. A aplicação de P em doses crescentes ao solo, antes do plantio, aumentou os teores de P disponível, como pode ser visto no Quadro 4. As plantas inoculadas com fungos micorrízicos apresentaram

Quadro 4 - Equações de regressão da relação P recuperado/P aplicado, doses recomendadas e nível crítico de P no solo (Mehlich-1) para resposta de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos micorrízicos (ME) e não-micorrizadas (CT), fertilizadas com diferentes doses de fósforo

Inoculação	Equações de regressão	R ²	Dose p/ 90% prod. máx.	Nível crítico solo	Nível crítico planta
			-----mg/kg-----		--g/kg--
CT	$\hat{Y} = 7,99 + 0,235^{**} x$	0,99	89,31	26,60	4,35
ME	$\hat{Y} = 9,20 + 0,244^{**} x$	0,95	57,22	23,16	2,84
GE	$\hat{Y} = 6,33 + 0,279^{**} x$	0,98	51,16	20,60	2,77

4.5. Teor e conteúdo de fósforo

valores de nível crítico do solo semelhantes, e as doses para obter 90% da produção foram mais baixas que para as plantas não-micorrizadas. O maior nível crítico foi obtido para as plantas não-micorrizadas.

As doses recomendadas para obter 90% da altura máxima foram de 51,16 mg de P/ kg para o GE e 57,22 mg de P/kg para o ME, portanto, inferiores à obtida para as plantas não-micorrizadas, que foi de 89,31 mg de P/kg. Esses resultados podem ser comparados aos de PARON (1995), cuja dose capaz de promover 80% do crescimento máximo em plantas inoculadas com *Glomus etunicatum* foi de 100 e 75 µg de P/g de solo para a trema e o fedegoso, respectivamente, enquanto as plantas não-micorrizadas, colonizadas apenas por fungos indígenas, requereram 3,2 a 1,6 mais fósforo para atingir o crescimento máximo. Na canafístula (*Senna multijuga*) e no cedro (*Credela fissilis*), RENÓ (1994) encontrou elevadas respostas a fósforo pela adição de 30 µg de P/g de solo para os parâmetros altura e produção de matéria seca. Estes resultados revelam que as plantas micorrizadas tornam-se menos exigentes em fósforo na fase de produção de mudas.

4.4. Concentração crítica de fósforo na parte aérea das plantas

A adição de fósforo ao solo provocou aumento da absorção deste pela planta nos tratamentos fúngicos, resultando em aumento linear da concentração de fósforo na parte aérea. Nas plantas não-micorrizadas, verificou-se o crescimento cúbico. As equações de regressão ajustadas para a altura permitiram a obtenção das doses recomendadas de fósforo para 90% da produção e, por meio destas, das concentrações críticas de fósforo na parte aérea das plantas de sumaúma (Quadro 4). Nas plantas inoculadas, os valores de nível crítico foram similares e inferiores ao obtido para as plantas não-micorrizadas.

Altura (cm)	GE	ME	GE + ME	GE + ME + F1	GE + ME + F2	GE + ME + F3
25	1,20	1,34	1,34	1,11	1,75	2,37
75	1,46	1,36	1,36	1,05	1,08	1,59
100	1,41	1,58	1,58	1,08	1,58	1,98

4.5. Teor e conteúdo de fósforo

(1) DMS = 24,01%
(2) DMS = 16,03%

Os teores de fósforo nas plantas não-micorrizadas foram, em média, superiores aos das plantas micorrizadas (Quadro 5). Embora essa concentração seja maior, a eficiência de utilização de fósforo em condições de nível crítico foi de 2,97 g²/mg para as plantas não-micorrizadas, portanto, menor do que as obtidas para GE, e de 4,16 g²/mg e 3,87 g²/mg para ME, possivelmente devido à maior expansão do sistema radicular e à absorção de nutrientes. Os teores médios de fósforo verificados para as plantas micorrizadas foram similares, e o fungo *Glomus etunicatum* mostrou-se mais eficiente em utilizar fósforo que os fungos nativos, podendo-se atribuir este resultado à maior percentagem de colonização.

As quantidades de fósforo acumulado na sumaúma encontram-se nas Figuras 6 e 7. O acúmulo de fósforo foi afetado pela adição de superfosfato, pela micorrização e pela interação, sendo o acúmulo maior para as plantas inoculadas com fungos micorrízicos nos menores níveis de fósforo, quando comparadas às plantas não-micorrizadas. Para as plantas micorrizadas verificou-se um comportamento similar e que, dentro do espaço experimental estudado, estas continuavam acumulando fósforo na parte aérea, não se

Quadro 5 - Médias dos teores de fósforo no sistema radicular (PRAIZ) e na parte aérea (PPA) de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), cultivadas em amostra de um Latossolo Amarelo fertilizado com diferentes doses de fósforo

Doses P mg/kg	PRAIZ ⁽¹⁾			g/kg	PPA ⁽²⁾		
	GE	ME	CT		GE	ME	CT
0	1,28	1,26	1,37	--	2,21	2,31	3,18
30	1,23	1,14	1,42		2,76	2,90	3,46
60	1,35	1,40	1,37		2,88	3,05	3,84
90	1,26	1,20	1,34		3,11	2,75	3,37
120	1,46	1,47	1,36		3,05	3,06	3,59
180	1,41	1,31	1,58		3,55	3,58	3,86

(1) DMS = 20,61%.

(2) DMS = 16,03%.

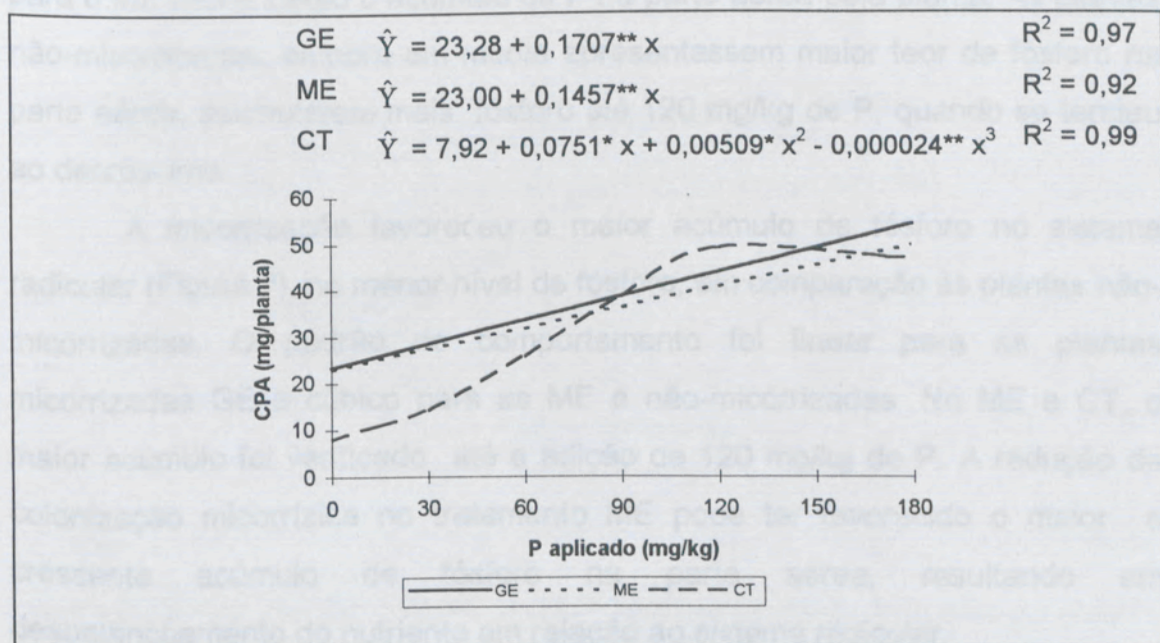


Figura 6 - Conteúdo de fósforo na parte aérea (CPA) de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), em resposta à aplicação de fósforo.

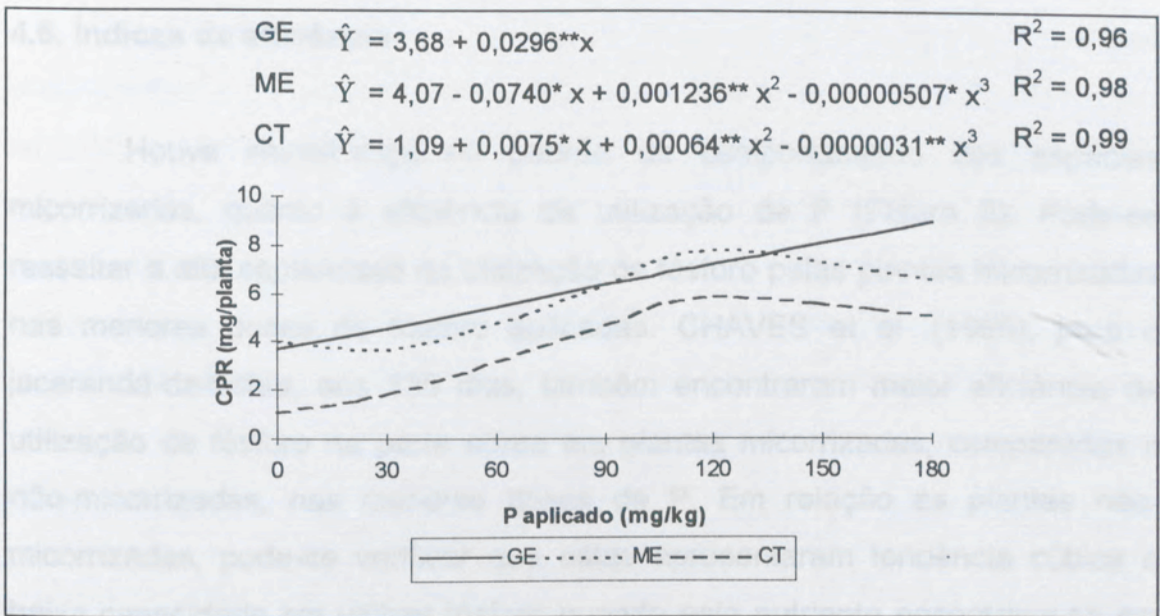


Figura 7 - Conteúdo de fósforo na raiz (CPR) de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), em resposta à aplicação de fósforo.

podendo determinar o maior acúmulo. A redução da micorrização observada para o ME não impediu o acúmulo de P na parte aérea pela planta. As plantas não-micorrizadas, embora em média apresentassem maior teor de fósforo na parte aérea, acumularam mais fósforo até 120 mg/kg de P, quando se tendeu ao decréscimo.

A micorrização favoreceu o maior acúmulo de fósforo no sistema radicular (Figura 7), no menor nível de fósforo, em comparação às plantas não-micorrizadas. O padrão de comportamento foi linear para as plantas micorrizadas GE e cúbico para as ME e não-micorrizadas. No ME e CT, o maior acúmulo foi verificado até a adição de 120 mg/kg de P. A redução da colonização micorrízica no tratamento ME pode ter favorecido o maior e crescente acúmulo de fósforo na parte aérea, resultando em desbalanceamento do nutriente em relação ao sistema radicular.

4.6. Índices de eficiência

Houve semelhança no padrão de comportamento das espécies micorrizadas, quanto à eficiência de utilização de P (Figura 8). Pode-se ressaltar a alta capacidade de utilização de fósforo pelas plantas micorrizadas nas menores doses de fósforo aplicadas. CHAVES et al. (1995), para o jacarandá-da-bahia, aos 135 dias, também encontraram maior eficiência de utilização de fósforo na parte aérea em plantas micorrizadas, comparadas a não-micorrizadas, nas menores doses de P. Em relação às plantas não-micorrizadas, pode-se verificar que estas apresentaram tendência cúbica e baixa capacidade em utilizar fósforo quando este nutriente encontrava-se em baixa disponibilidade no solo e que a produção de matéria seca também foi pequena, quando comparada à das plantas micorrizadas. Para uma utilização tão eficiente quanto a das plantas micorrizadas, torna-se necessária a adição do nutriente ao solo.

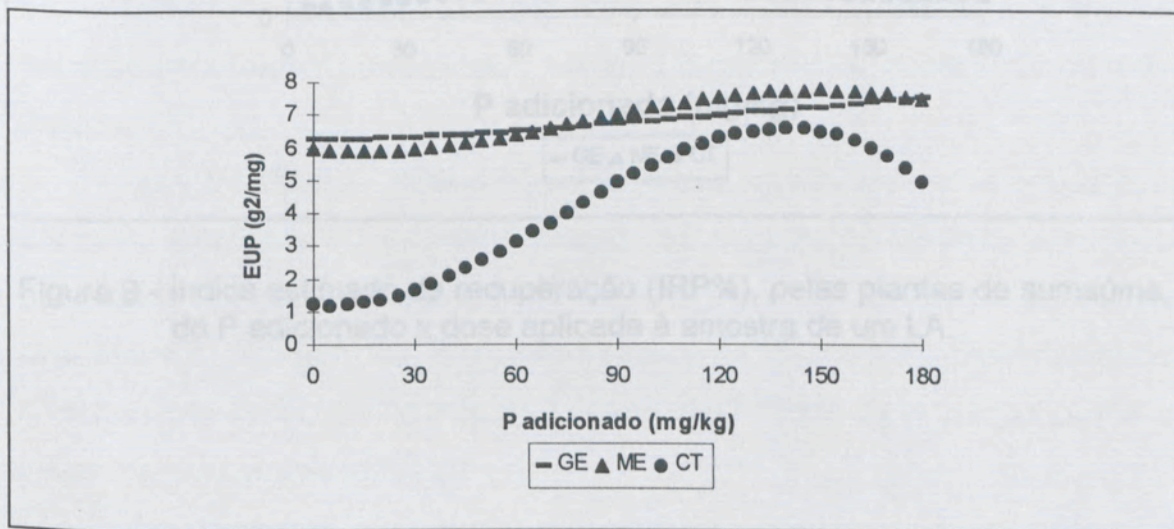


Figura 8 - Eficiência de uso de P (EUP) estimada para produção de matéria seca de sumaúma micorrizada e não-micorrizada x P adicionado à amostra de um LA.

A recuperação de fósforo foi relativamente alta nas plantas micorrizadas, e o comportamento destas foi semelhante (Figura 9). Verificou-se que, em níveis inferiores a 30 mg/kg de P, os valores obtidos foram superiores a 60%, assim como foi maior a produção de matéria seca total. As plantas micorrizadas parecem ser mais eficientes no aproveitamento do fósforo adicionado, tendo em vista o aproveitamento nas doses iniciais. Nas plantas não-micorrizadas, a retirada de fósforo pelas plantas pode ser considerada baixa, por apresentar-se inferior a 10%, sendo este percentual mantido mesmo com a fertilização.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

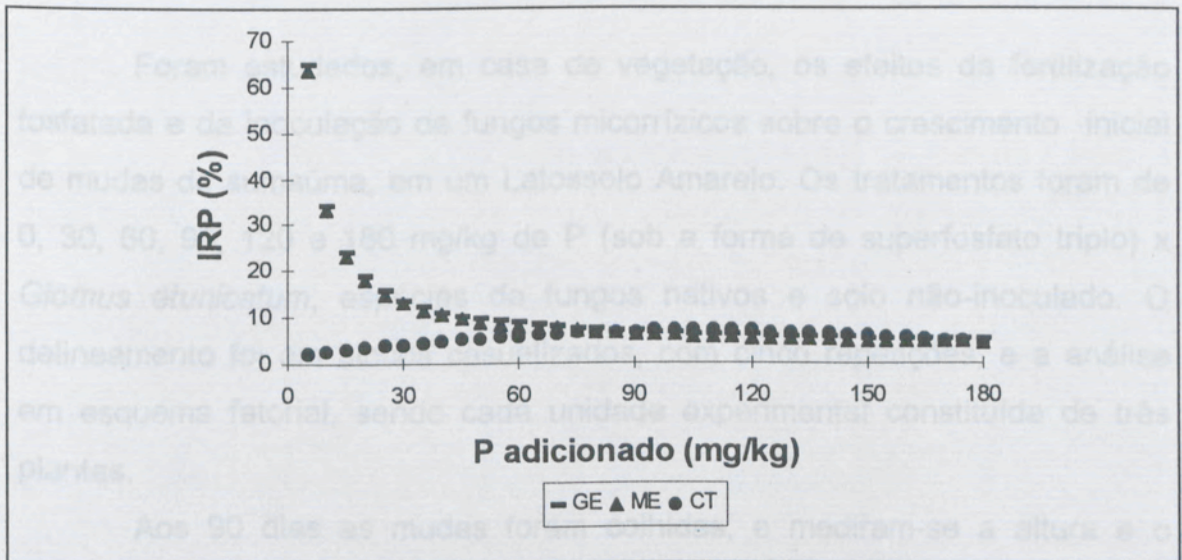


Figura 9 - Índice estimado de recuperação (IRP%), pelas plantas de sumaúma, do P adicionado x dose aplicada à amostra de um LA.

• A micorrização aumentou a recuperação do fósforo adicionado e a eficiência de utilização de P absorvido, nos menores níveis de P, inferiores ao seu nível crítico.

• A micorrização diminuiu a necessidade de fósforo para a planta.

• Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos micorrízicos (GE e ME), indicando que não há necessidade de introdução de fungos micorrízicos.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram estudados, em casa de vegetação, os efeitos da fertilização fosfatada e da inoculação de fungos micorrízicos sobre o crescimento inicial de mudas de sumaúma, em um Latossolo Amarelo. Os tratamentos foram de 0, 30, 60, 90, 120 e 180 mg/kg de P (sob a forma de superfosfato triplo) x *Glomus etunicatum*, espécies de fungos nativos e solo não-inoculado. O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco repetições, e a análise em esquema fatorial, sendo cada unidade experimental constituída de três plantas.

Aos 90 dias as mudas foram colhidas, e mediram-se a altura e o diâmetro, determinando-se a percentagem de colonização micorrízica, o peso da matéria da parte aérea seca e das raízes e os teores de P. Foram calculados o conteúdo de P, a percentagem de colonização micorrízica, os níveis críticos de fósforo no solo e na planta, a eficiência de utilização de P e o índice de recuperação de P.

Na presença de fungos micorrízicos, obtiveram-se os seguintes resultados:

- *Glomus etunicatum* e os fungos nativos do solo apresentaram sensibilidade diferencial ao aumento das doses de fósforo aplicadas.
- A micorrização aumentou o crescimento da planta e a absorção de fósforo, principalmente em baixa disponibilidade deste nutriente.

- A micorrização aumentou a recuperação do fósforo adicionado e a eficiência de utilização do P absorvido, nos menores níveis de P, inferiores ao seu nível crítico.

- A micorrização diminuiu a necessidade de fósforo para a planta.

- Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos micorrízicos (GE e ME), indicando que não há necessidade de introdução de fungos micorrízicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMES, R.N., SCHNEIDER, R.W. *Erioglyphospora*, a new genus in the Endogonaceae. *Mycotaxon*, v. 2, p. 347-352, 1979.

ANDREOLA, F., PACHECO, R.G., DIAS, L.E., BARROS, N.F. Efeito da interação *Rhizobium* x micorriza-arbuscular x doses de fósforo na formação de mudas de *Acacia mangium*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Vicosá. Anais... Vicosá, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995, p. 381-383.

ANTUNES, V., CARDOSO, E.J.B.N. O fósforo e a micorriza vesículo-arbuscular no crescimento de porta enxertos de citros cultivados em solo natural. *R. Bras. Ci. Solo*, v.14, n.2, p.277-282, 1990.

AZEVEDO, C.P., LIMA, R.M.B., NEVES, E.J.M., GASPAROTTO, L. Growth of selected tropical tree species in three different plantation systems near Manaus, Central Amazônia. In: SHIFT WORKSHOP, 3, 1998, Manaus. Anais... Manaus, 1998, p. 23.

BAREA, J.M., AZCON-AGUILAR, C., RODAN-FAJARDO, B. Avances recientes in el estudio de la micorriza VA: Formación, funcionamiento y efectos in nutrition vegetal. *An. Edific. Agrobiol.*, v. 43, n. 3, p. 659-677, 1984.

BARBA, J.M., AZCON-AGUILAR, C., AZCON, R. Vesicular arbuscular mycorrhiza improve both symbiotic N₂ uptake from soil as assessed with a ¹⁵N technique under field conditions. *New Phytol.*, v. 106, p. 717-725, 1987.

BARROW, N.J. Phosphorus uptake and utilization by tree seedlings. *Aust. J. Bot.*, v. 25, p. 571, 584, 1977.

BRADY, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. Tradução de Antonio B. Vieira Figueiredo. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 866p.

BRAGA, J.M. *Avaliação da fertilidade do solo: análise química*. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1980. 87p.

BRAGA, J.M., DEFELICE, B.V. Detaminação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. *R. Ciênc.*, v. 21, n.113, p. 73-85, 1971.

BRAGA, J.M. *Fosforo: extração e quantificação da adsorção*. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1965. 150p.

CADORIN, M.A. *Inseticidas caseiros para hortas, jardins e pragas do lar*. Joinville: Prof. M. A. Cadornin, 1985. 10p.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALDEIRA, S.F., CHAVES, G.M., ZAMBOLIM, L. Observações de micorriza vesículo-arbuscular em diferentes espécies de plantas. *R. Ciênc.*, v. 30, n. 187, p.19-24, 1993.

CATE, R. *Sugestões para extração de fósforo na análise de solo*. Raleigh: N.C. State University, 1967. 10p.

AMES, R.N., SCHNEIDER, R.W. Entrophospora, a new genus in the Endogonaceae. *Mycotaxon*, v. 2, p. 347-352, 1979.

ANDREOLA, F., PACHECO, R.G., DIAS, L.E., BARROS, N.F. Efeito da interação *Rhizobium* x micorriza-arbuscular x doses de fósforo na formação de mudas de *Acacia mangium*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995 Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 381-383.

ANTUNES, V., CARDOSO, E.J.B.N. O fósforo e a micorriza vesículo-arbuscular no crescimento de porta enxertos de citros cultivados em solo natural. *R. Bras. Ci. Solo*, v.14, n.2, p.277-282, 1990.

AZEVEDO, C.P., LIMA, R.M.B., NEVES, E.J.M., GASPAROTTO, L. Growth of selected tropical tree species in three different plantation systems near Manaus, Central Amazônia. In: SHIFT WORKSHOP, 3, 1998 Manaus. **Anais...** Manaus: 1998. p. 23.

BAREA, J.M., ÁZCON-AGUILAR, C., RODAN-FAJARDO, B. Avances recientes in el estudio de la micorriza VA. Formacion, funcionamiento y efectos in nutrition vegetal. **An. Edafol. Agrobiol.**, v. 43, n. ¾, p. 659-677, 1984.

BAREA, J.M., AZCÓN-AGUILAR, C., AZCÓN, R. Vascular-arbuscular mycorrhiza improve both symbiotic N₂ uptake from soil as assessed with a ¹⁵N technique under field conditions. **New Phytol.**, v. 106, p. 717-725, 1987.

BARROW, N.J. Phosphorus uptake and utilization by tree seedlings. **Aust. J. Bot.**, v. 25, p. 571, 584, 1977.

- BRADY, N.C. **Natureza e propriedade dos solos.** Tradução de Antonio B. Vieira Figueiredo. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898p.
- BRAGA, J.M. **Avaliação da fertilidade do solo: análise química.** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1980. 87p.
- BRAGA, J.M., DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **R. Ceres**, v. 21, n.113, p. 73-85, 1974.
- BRAGA, J.M. **Fósforo: adsorção e quantificação da adsorção.** Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1995. 150p.
- CADORIN, M. A. **Inseticidas caseiros para hortas, jardins e pragas do lar.** Joinville: Prefeitura Municipal, 1985. 19p.
- CALDEIRA, S.F., CHAVES, G.M., ZAMBOLIM, L. Observações de micorriza vesicular arbuscular em diferentes espécies de plantas. **R. Ceres**, v. 30, n. 167, p.19-24, 1983.
- CATE, R. **Sugestões para adubação com base na análise de solo.** Raleigh: North Carolina State University, 1965. 16p.
- CHAVES, L.F.C. **Absorção de fósforo por mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem.) e de vinhático (*Plathymenia foliolosa* Benth.) na presença de *Gigaspora margarita* Gerd. e Taxt.** Viçosa; UFV, 1996, 86p. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CHAVES, L.F.C., BORGES, R.C.G., NEVES, J.C.L., REGAZZI, A.J. Crescimento de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem.) em resposta a inoculação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em diferentes níveis de fósforo no solo. **R. Árv.**, v. 19, n.1, p. 32-49, 1995.
- CHU, E.Y. **Inoculação de fungos endomicorrízicos em acerola (*Malpighia glabra* L.)** Belém, EMBRAPA-CPATU, 1992. 15p. (Boletim de Pesquisa, 128).
- CHU, E.Y., KATO, O.R. **Efeito da inoculação de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares em urucuzeiro (*Bixa orellana* L.).** Belém, EMBRAPA-CPATU, 1992. 15p. (Boletim de Pesquisa, 128).
- CHU, E.Y. Quantificação de gêneros de micorriza vesicular-arbuscular nas culturas de pimenta-do-reino, guaraná e dendê na Amazônia Oriental. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1984, Belém. **Anais...** Belém; EMBRAPA – CPATU, 1984. p. 58.

- CHU, E.Y., SILVA, O.F. **Crescimento e nutrição de mudas de mangostão (*Garcinia mangostana* L.) micorrizadas ou não, em substrato com ou sem matéria orgânica.** Belém; EMBRAPA-CPATU, 1992. 15p. (Boletim de Pesquisa, 128).
- CLAPPERTON, M.J., REID, D.M. A relationship between plant growth and increasing VA mycorrhizal inoculum density. **New Phytol.**, v.120, p. 227-234, 1992.
- CLARK, R.B. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant grown and mineral acquisition at low pH. **Plant Soil**, v.192: 15-22, 1997.
- CORREIA, C.R.M.A., ALVAREZ, V.H., RUIZ, H.A. Avaliação nutricional de plantas de *Eucalyptus grandis* inoculadas com fungos micorrízicos e crescidas em colunas de solo compactado em subsuperfície. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995. Viçosa. **Anais...** Viçosa; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.377-378.
- DAFT, M.J., NICOLSON, T.H. Effect of *Endogone* mycorrhiza on plant growth. **New Phytol.**, v. 65, p. 343-350, 1966.
- DÜNISCH, O., BAUCH, J., MÜLLER, M.; SCHWARZ T., POLACZEK, S. Investigations on tree species suitable for the recultivation of degraded land areas in Central Amazônia. In: SHIFT WORKSHOP, 3, 1998. Manaus. **Anais...** Manaus; 1998. p. C22.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro, 1979. s.p.
- FIDALGO, O., BONONI, V.L.R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material.** São Paulo: Instituto de Botânica, 1984.
- FIGUEIREDO, E.M. **Características químicas de solos e ocorrências de micorrizas vesículo-arbusculares em várzeas de três ilhas do Estado do Amazonas.** Manaus, INPA, 1994. 129p. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, 1994.
- FURTINI NETO, A.E., BARROS, N.F., GODOY, M.F., NOVAIS, R.F. Eficiência nutricional de mudas de *Eucalyptus* em relação a fósforo. **R. Árv.**, v. 20, n. 1, p.17-28, 1996.
- GALLI, U., SCHÜEPP, H., BRUNOLD, C. Heavy metal binding by mycorrhizal fungi. **Physiol Plant.** v. 292, p. 364-368, 1994.
- GERDEMANN, J.W., NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet, sieving and decanting. **Trans. Brit. Mycol. Soc.**, v. 2, p. 235-244, 1963.

- GUIANINAZZI-PEARSON, V., FARDEU, J.C., ASSINI, S. Souce additional phosphorous absorbed from soil by vesicular-arbuscular mycorrhizal infection and changes nodule occupancy of field-grown soybean. **Agron. J.**, v. 79, p. 841-844, 1989.
- LOPES, C.S.; SILVA, R.A.J.O.; ZAMBOLIM, L. **Micorrizas vesículo-arbusculares em oito espécies florestais da amazônia: efeitos de fatores sazonais e edáficos em plantios experimentais de terra-firme na região de Manaus-AM.** Manaus, INPA, 1996. 81p. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1996.
- HAYMAN, D.S., MOSSE, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. **New Phytol.**, v. 71, p. 41-47, 1971.
- HUMMEL, A.C. Situação da atividade madeireira no Estado do Amazonas. In: ENCONTRO 97 DA ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS FLORESTAIS DO AMAZONAS, 1997, Manaus: **Resumo...** Manaus, APEFEA, 1997. p. 1-26.
- JANKOWSKY, I.P.; CHIMELO, J.P.; CAVALCANTE, A.A.; GALINA, I.C. & NAGAMURA, J.C.S. **Madeiras brasileiras.** Caxias do Sul: Spectrum, 1990. 72p.
- JANOS, D.P. Vesicular-arbuscular mycorrhizal affect lowland trupical rain forest plant growth. **Ecology**, v. 61, p. 151-162, 1983.
- JANSEN, M.R. **Comportamento de seis progênes de sumaúma (*Ceiba pentaandra* (L.) Gaertn, plantadas em solos de terra-firme na Amazônia Central.** Manaus, INPA/FUA, 1995. 79p. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, 1995.
- JANSEN, M.R.A., ALENCAR, J.C. **Contribuição à reposição florestal no Estado do Amazonas.** In: INPA BASES CIENTÍFICAS PARA ESTRATÉGIAS DE PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA: FATOS E PERSPECTIVAS. Manaus; 1991. 437p.
- KILLHAM, K. **Soil ecology.** Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 240p.
- KORMANIK, P.P., BRYAN, W.C., SCHULTZ, R.C. Procedures and equipment for staining large number of plant roots for endomycorrhizal assay. **Can. J. Microbiol.**, v. 26, p. 536-538, 1980.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas.** Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Rossdorf: TZ Verl. Ges, 1990. 343p.
- LIMA, P.C., PAULA JÚNIOR, T.J., ZAMBOLIM, L. Efeito de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares no crescimento de *Eucalyptus grandis*, em coandições de campo. **R. Árv.**, v. 18, n.2, p. 169-178, 1994.

- LIOI, L., GIOVANNETTI, M. Infection by the VA-mycorrhizal fungus *Glomus caledonium* in *Hedysarum coronarium* as influenced by host plant and P content of soil. **Plant Soil**, v. 103, p. 213-219, 1987.
- LOPES, E.S., SIQUEIRA, J.O., ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 7, n. 1., p. 1-19, 1983.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 1992. 368 p.
- LOUREIRO, A.A., SILVA M.F., ALENCAR, J.C. **Catálogo das madeiras da amazônia**. Belém, SUDAM, 1968. v. 1. 230 p.
- MARTINS, M.A., READ, J.D. Efeitos da disrupção do micélio externo de fungos micorrízicos-arbusculares sobre o crescimento vegetal. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 32, n. 11, p. 1183-1189, 1997.
- MOREIRA, F.W., OLIVEIRA, L.A., BECHER, P. Ausência de micorrizas vesículo- arbusculares efetivas em Lecythidaceas numa área de floresta primária da Amazônia Central. **Acta Amaz.**, v. 27, 3-8, 1997.
- MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. **Ann. Rev. Phytopathol.**, v. 2, n. 11, p. 171-196, 1973.
- MUROYA, K., AZEVEDO, C.P. Study of sexual propagation of Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) and Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). In: SHIFT WORKSHOP, 3, 1998 Manaus. **Anais...** Manaus: 1998. p. 17.
- NAIR, M.G., SAFIR, G.N., SIQUEIRA, J.O. Isolation and identification of vesicular-arbuscular mycorrhiza-stimulatory compounds from clover (*Trifolium repens*) roots. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 57, p. 434-439, 1991.
- NEVES, E., FERREIRA, C.A., BELLOTE, A.F.J. Phosphorus and aluminium in soil, leaves and litter of *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn and *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. In: SHIFT WORKSHOP, 3, 1998, Manaus. 1998. **Anais...** Manaus: 1998. p. 30.
- NICOLSON, T.H., SCHENCK, N.C. Endogonaceous mycorrhizal endophytes in Florida. **Mycologia**, v. 71, n. 1, p. 178-198, 1979.
- OLIVEIRA, C.V. **Micorrização, compactação e fósforo no crescimento de leguminosas arbóreas em solo degradado**. Lavras, UFLA, 1995. 54p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, 1995.

- PARON, M.E. **Fósforo, nitrogênio e fungo micorrízico em espécies arbóreas em solo a área de influência da hidrelétrica Itutinga/Camargos, MG.** Lavras, UFLA, 1995. 68p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras.
- PEREIRA, E.G., SIQUEIRA, J.O., PURCINO, A.A., CURI, N., MOREIRA, S.M. **Efeitos de micorrizas arbusculares e do suprimento de fósforo na resposta de espécies arbóreas ao nitrogênio mineral.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995. Viçosa **Anais...** Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.396-397.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1983. 343p.
- RAJU, P.S., CLARK, R.B., ELLIS, J.R., DUNCAN, R.R., MARANVILLE, J.W. Benefit an cost analyziz and phosphorus efficiency of VA mycorrhizal fungi colonizations with sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes grown at varied phosphorus levels. **Plant Soil**, v. 124, p. 199-204, 1990.
- RATNAYKE, M., LEONARD, R.T., MENGE, J.A. Root exudation in relation to suply of phosphorus and its relevance to mycorrhizal formation. **New Phytol.**, v. 81, p. 543-552, 1978.
- RAVNSKOV, S., JAKOBSEN, I. Functional compatibility in arbuscular mycorrhizas measured as hyphal P transport to the plant. **New Phytol.**, v. 129, p. 611-618, 1995.
- RENDIG, V.V., TAYLOR, H.M. **Principles of soil-plant interrelationships.** New York: McGraw-Hill Publishing Company, 1989. 275p.
- RENÓ, N.B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas no sudeste brasileiro.** Lavras, ESAL, 1994. 62p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1994.
- SAGGIN JÚNIOR, O.J., SIQUEIRA, J.O. Avaliação da eficiência simbiótica de fungos micorrízicos para o cafeeiro. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 19 n. 2, p. 221-228, 1995.
- SANCHEZ, P.A. **Properties and management of soils in the tropics.** New York: John Wiley & Sons, 1976. 618p.
- SANDERS, F.E.T., TINKER, P.B. Mechanism of absortion of phosphate from soil by Endogone mychorrhizas. **Nature**, v. 233, p. 278-279, 1971.
- SANTOS, O.M., VINHA, S.G. Ocorrência de micorrizas em árvores nativas do Sul da Bahia. **R. Theobroma**, v. 4, p. 261-265, 1982.
- SCHENCK, N.S. **Methods and principles of mycorrhizal research.** St Paul, Minnesota: American Phytopathological Society, 1982. p. 37-45.

- SEBRAE - Serviço de apoio às micro e pequenas empresas/Instituto de desenvolvimento dos recursos naturais e proteção ambiental do estado do Amazonas. Equipe Técnica. **Diagnóstico do subsetor madeireiro do Estado do Amazonas**. Manaus; 1994. 76 p.
- SIDDQUI, M.Y., GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrients utilization efficiency in plants. **J. Plant Nutr.**, v. 3, p. 286-302, 1981.
- SILVA JÚNIOR, J.P., FELDMANN, F. Composition of arbuscular mycorrhizal spore communities in polycultures. In: SHIFT WORKSHOP, 3, 1998, Manaus. **Anais...** Manaus; 1998. p. C30.
- SIQUEIRA, J.O., COLOZZI FILHO, A. Micorrizas vesículo-árbusculares em mudas de cafeeiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 10, n. 3, p. 207-211. 1986.
- SIQUEIRA, J.O., FRANCO, A.A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília, MEC, 1988. 236p.
- SIQUEIRA, J.O. Micorrizas e micorrizologia. In: SIQUEIRA, J.O. (Ed.). **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: UFLA, 1996. 290 p.
- SIQUEIRA, J.O., PAULA, M.A. Efeito de micorrizas vesículo-arbusculares na nutrição e aproveitamento de fósforo pela soja em solos sob cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 10, n. 1, p. 97-102, 1986.
- SIQUEIRA, J.O., PAULA, M.A. Stimulation of hyphal growth of the VA mycorrhizal fungus *Gigaspora margarita* by suspension-cultured *Pueraria phaseoloides* cells and cell products. **New Phytol.**, v. 115, n. 69-75, 1990.
- SON, C.L., SMITH, F.A., SMITH, S.E. Effect of light intensity on root growth, mycorrhizal infection and phosphate uptake in onion (*Allium cepa* L.). **Plant Soil**, v. 111, p. 183-186, 1988.
- ST. JOHN, T.V. Tamanho da raiz, pêlos radiculares e infecção por micorrizas: um reexame da hipótese de Bayles com árvores tropicais. **Acta Amaz.**, v. 10, p. 141-145, 1980a.
- ST. JOHN, T.V. Uma lista de espécies de plantas tropicais brasileiras naturalmente infectadas com micorriza vesicular-arbuscular. **Acta Amaz.**, v. 1, p. 229-234, 1980b.
- SUKARNO, N., SMITH, F.A.S., SMITH, S.E.S., SCOTT, E.S.S. The effect of fungicides on vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **New Phytol.**, v. 132, p. 583-592, 1996.

- SURIYAPPERUMA, S.P., KOSKE, R.E. Attraction of germ tubes and germination of spores of the arbuscular mycorrhizal fungus *Gigaspora gigantea* in the presence of roots maize exposed to different concentrations of phosphorus. **Mycologia**, v. 87, n 6, p. 772-778, 1965.
- TISDALE, S., NELSON, W. **Soil fertility and fertilizers**. New York: Mcmillan Publishing Company, 1975. 694p.
- TOTÓLA, M.R. **Eficiência de fungos MVA nas espécies cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) e angico vermelho (*Piptadenia peregrina* Benth) em estéril de mineração de bauxita**. Viçosa: UFV, 1993. 61p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- TUCCI, C.A.F. **Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia**. Viçosa, UFV, 1991. 142p. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).
- VIEIRA, L.S., SANTOS, P.C.T. **Amazônia: seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Ceres, 1988. 416p.
- VIEIRA, L.S. **Manual da ciência do solo**, com ênfase aos solos tropicais. São Paulo: Ceres, 1987. 464p.
- WOOLHOUSE, H.W. Membrane structure and transport problems considered in relation to phosphorus and carbohydrate movements and the regulation of endotrophic mycorrhizae associations. In: SANDERS, F.E., MOSSE, B., TINKER, P.B. (Eds). **Endomycorrhizas**, London: Academic Press, 1975. p. 209-239.
- ZAMBOLIM, L., SIQUEIRA, J.O. **Importância das associações micorrízicas para a agricultura**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1985. 36p. (Documentos, 26).

Quadro 1A - Resumo das análises de variância de altura de plantas (ALT), diâmetro (DIAM), peso de matéria da parte aérea seca (MAS) e das raízes (MRS) de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), cultivadas em amostra de um Latossolo Amarelo fertilizado com diferentes doses de fósforo

Fontes de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		PFA	PRAZ	CPA	CPR
Blocos	4	0,32516348	0,01877382	20,74693	0,5993426
Fósforo (P)	5	1,026793**	0,02415105**	2305,702**	51,57108**
Micorriza (M)	2	3,739898**	0,01522229**	311,8910**	39,38500**
Interação (PxM)	10	0,4505037**	0,00222229**	173,0253**	2,164502**
Erro	68	0,05304759	0,01529029	13,37628	0,5793600
Total	89				

APÊNDICE

Quadro 1A - Resumo das análises de variância de altura (ALT), diâmetro (DIAM), peso de matéria da parte aérea seca (MAS) e das raízes (MRS) de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), cultivadas em amostra de um Latossolo Amarelo fertilizado com diferentes doses de fósforo

Fontes de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		ALT	DIAM	MAS	MRS
Blocos	4	67,33405	0,1578545	0,7172472	0,02553056
Fósforo (P)	5	1378,767**	37,06585**	113,0474**	21,23904**
Micorriza (M)	2	1757,833**	25,78184**	129,1249**	27,05505**
Interação (PxM)	10	198,2006**	6,578730**	19,04430**	1,314427**
Erro	68	43,41147	0,1816516	0,6340893	0,1819711
Total	89				
CV (%)		9,18	4,75	7,35	11,15

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 2A - Resumo das análises de variância de teores de fósforo na parte aérea (PPA), raiz (PRAIZ) e conteúdos de fósforo na parte aérea (CPA) e nas raízes (CPR) de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), cultivadas em amostra de um Latossolo Amarelo fertilizado com diferentes doses de fósforo

Fontes de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		PPA	PRAIZ	CPA	CPR
Blocos	4	0,02516348	0,01973292	20,74695	0,5593426
Fósforo (P)	5	1,920793**	0,09418105**	2303,702**	51,57198**
Micorriza (M)	2	3,739838**	0,09644267**	311,5850**	39,86909**
Interação (PxM)	10	0,1505037**	0,03262828**	173,6288**	2,164902**
Erro	68	0,05304798	0,01539039	13,30928	0,5783600
Total	89				
CV (%)		7,34	9,22	10,71	14,73

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 3A - Resumo das análises de variância da percentagem de colonização (PCOL) e eficiência de utilização de fósforo (EUP) de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), cultivadas em amostra de um Latossolo Amarelo fertilizado com diferentes doses de fósforo

Fontes de variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS	
		PCOL	EUP
Blocos	4	370,0444	0,00105198
Fósforo (P)	5	4478,222**	0,7846755**
Micorriza (M)	2	110782,5**	1,667433**
Interação (PxM)	10	9955,111**	0,5326910**
Erro	68	17309,96	0,1813552
Total	89		3,167207
CV (%)		34,72	9,22

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 4A - Médias de altura (ALT), diâmetro (DIAM), peso de matéria da parte aérea seca (MAS) e de raízes (MRS) e ganho em altura (G) de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), cultivadas em amostra de um Latossolo Amarelo fertilizado com diferentes doses de fósforo

Doses de P	ALT			G*			DIAM			MAS			MRS		
	GE	ME	CT	GE	ME	CT	GE	ME	CT	GE	ME	CT	GE	ME	CT
	-----cm-----			-----mm-----			-----g-----			-----g-----					
	-----mg/kg-----			-----g-----			-----g-----			-----g-----					
0	60,18	56,66	34,60	100	8,60	7,38	4,73	9,94	9,31	2,68	3,04	3,25	0,758		
30	64,98	62,44	37,78	106,5	8,41	8,90	4,63	10,83	10,09	3,43	3,34	3,17	1,364		
60	66,99	67,11	51,46	125,1	9,62	9,02	7,92	12,33	10,69	7,45	4,48	3,62	2,410		
90	74,56	73,56	65,34	141,5	9,99	10,54	9,07	12,10	13,92	11,12	4,60	5,03	3,426		
120	71,54	71,52	74,50	155,7	10,34	9,63	11,32	13,67	11,53	13,75	5,07	5,44	4,696		
180	75,30	74,76	66,78	142,9	10,81	10,89	9,84	15,46	14,27	12,45	6,39	5,02	3,772		

* Médias de cinco repetições.

** Valores médios do ganho em altura das plantas micorrizadas, em relação ao controle 0.

Quadro 5A - Médias dos teores de fósforo na raiz (PRAIZ), na parte aérea (PPA), e conteúdo de fósforo na parte aérea (CPA) e raiz (CPR) de plantas de sumaúma, aos 90 dias, inoculadas com *Glomus etunicatum* (GE), fungos nativos (ME) e não-micorrizadas (CT), cultivadas em amostra de um Latossolo Amarelo fertilizado com diferentes doses de fósforo

Doses de P	PRAIZ			PPA			CPA			CPR		
	GE	ME	CT	GE	ME	CT	GE	ME	CT	GE	ME	CT
-----mg/kg----	-----g/kg-----			-----g/kg-----			-----mg/planta-----			-----mg/planta-----		
0	1,276	1,261	1,367	2,214	2,307	3,183	22,00	21,52	8,54	3,88	4,08	1,03
30	1,230	1,142	1,421	2,759	2,899	3,461	29,85	29,25	11,82	4,11	3,63	1,94
60	1,349	1,397	1,372	2,882	3,048	3,841	35,34	32,58	28,58	6,05	5,11	3,31
90	1,258	1,197	1,342	3,107	2,747	3,337	37,55	38,27	37,19	5,79	6,00	4,60
120	1,464	1,473	1,363	3,053	3,061	3,587	41,98	35,33	49,32	7,43	8,03	6,40
180	1,414	1,310	1,581	3,548	3,582	3,863	54,89	51,00	48,00	9,04	6,60	5,87

* Médias de cinco repetições.