



Boletim de Pesquisa

ISSN 0100-8102

Número, 176

Agosto, 1997

***Influência dos Fungos
Micorrízicos Arbusculares
e Níveis de Adubação
do Solo no Crescimento
Inicial de Mudas
de Dendê***

Embrapa

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente da República

Fernando Henrique Cardoso

MINISTRO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Arlindo Porto Neto

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha

José Roberto Rodrigues Peres

Chefia da Embrapa Amazônia Oriental

Emanuel Adilson Souza Serrão – Chefe Geral

Jorge Alberto Gazel Yared – Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Antonio Carlos Paula Neves da Rocha – Chefe Adjunto de Apoio Técnico

Antonio Ronaldo Teixeira Jatene – Chefe Adjunto Administrativo

ISSN 0100-8102

Agosto, 1997

Boletim de Pesquisa Nº 176

***Influência dos Fungos
Micorrízicos Arbusculares
e Níveis de Adubação do
Solo no Crescimento Inicial de
Mudas de Dendê***

Elizabeth Ying Chu

Embrapa

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

*Embrapa Amazônia Oriental
Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Telefones: (091) 246-6653, 246-6333
Telex: (91) 1210
Fax: (091) 226-9845
e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br
Caixa Postal, 48
66095-100 – Belém, PA*

Tiragem: 300 exemplares

Comitê de Publicações

*Antonio Ronaldo Camacho Baena – Presidente
Ari Pinheiro Camarão
Célia Maria Lopes Pereira
Ismael de Jesus Matos Viégas
Jorge Alberto Gazel Yared
Maria de Lourdes Reis Duarte
Maria de Nazaré Magalhães dos Santos – Secretária Executiva
Moacyr Bernardino Dias Filho
Regina Célia Viana Martins da Silva – Vice-Presidente
Raimundo Nonato Brabo Alves
Raimunda Fátima Ribeiro de Nazaré
Sonia Helena Monteiro dos Santos*

Revisores Técnicos

*Antonio Agostinho Müller – Embrapa Amazônia Oriental
Elke Jurandy B. N. Cardoso – ESALQ/USP
Jeanne C. C. de Miranda – Embrapa Cerrados
Osvaldo Riohei Kato – Embrapa Amazônia Oriental
Siu Mui Tsai – CENA/USP*

Expediente

*Coordenação Editorial: Antonio Ronaldo Camacho Baena
Normalização: Célia Maria Lopes Pereira
Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Moacyr Bernardino Dias Filho (texto em inglês)
Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho*

CHU, E.Y. *Influência dos fungos micorrízicos arbusculares e níveis de adubação do solo no crescimento inicial de mudas de dendê.* Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 20p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 176).

**1. Dendê – Absorção de nutriente. 2. Dendê – Muda – Crescimento.
3. Dendê – Inoculação – Micorriza. 4. Vesicular – Arbuscular – Micorriza.
I. Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA).
II. Título. III. Série.**

CDD: 633.51

© Embrapa – 1997

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
CONCLUSÕES.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

INFLUÊNCIA DOS FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO DO SOLO NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE DENDÊ

Elizabeth Ying Chu¹

RESUMO: Foram estudados os efeitos da inoculação com as espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs): **Scutellospora gilmorei** (isolado de castanha-do-brasil), **Gigaspora** sp. (isolado de dendê), **Acaulospora** sp. A (isolado de dendê) **Acaulospora** sp. B (isolado de dendê) em combinação com quatro níveis de adubação (0; 25; 50 e 100 % da dosagem recomendada para pré-viveiro, equivalente a 180g N + 98,4g P + 52g K + 9,9g Mg/100 litro água/30 m² superfície) sobre o crescimento e a absorção de nutrientes das mudas de dendê, cultivadas em vasos de plástico de 2 quilos, contendo Latossolo Amarelo álico, textura média, fumigado com brometo de metila, em casa de vegetação. A inoculação com fungos micorrízicos arbusculares aumentou de 40% a 308% o crescimento e a absorção de nutrientes das mudas de dendê com o maior acréscimo encontrado em quantidade de P absorvida. Não foi observada diferença significativa em relação à eficiência de espécies **Scutellospora gilmorei**, **Gigaspora** sp. e **Acaulospora** sp. A utilizadas, embora **Scutellospora gilmorei** e **Gigaspora** sp. tenham causado maiores percentagens de colonização radiculares. Os níveis reduzidos de adubação não resultaram em diferença significativa no crescimento das mudas inoculadas, apesar da colonização radicular ter sido menor com o aumento de adubação. Os resultados indicam a possibilidade de manter a qualidade das mudas de dendê, utilizando 50% de adubação recomendada, através da inoculação com fungo micorrízico, em solo fumigado, na fase de pré-viveiro.

Termos para indexação: micorriza, crescimento, absorção de nutrientes, colonização radicular.

¹Eng^o.-Agr^o., M.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

THE EFFECTS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND SOIL FERTILIZATION LEVELS ON INITIAL GROWTH OF OIL PALM SEEDLINGS

SUMMARY: *The effects of inoculation with four species of arbuscular mycorrhizal fungus: **Scutellospora gilmorei** (isolate from brasilian-nut), **Gigaspora** sp. (isolate from oil palm), **Acaulospora** sp. A (isolate from oil palm), **Acaulospora** sp. B (isolate from oil palm) in combination with four fertilization levels (0; 25; 50 and 100 % of the recomendated dose which was equivalent to 180g N + 98,4g P + 52g K + 9,9g Mg/100 liter water/30 m² soil surface) on growth and nutrient absorption of oil palm seedlings which grew in 2 kg plastic pots, containing fumigated yellow alic latosol with medium texture, was investigated under greenhouse conditions. Mycorrhizal inoculation increased from 40% to 308% in plant growth and nutrient absorption of the oil palm seedling with the greatest increment found in P absorption. Difference in effectiveness was not observed among the species of **Scutellospora gilmorei**, **Gigaspora** sp. and **Acaulospora** sp. A, although **Scutellospora gilmorei** and **Gigaspora** sp. caused the highest percentage of root colonization. Low levels of fertilization did not significantly affect the growth of inoculated oil palm seedlings, but the mycorrhizal colonization decreased when the level of fertilization increased. The results showed that the quality of the oil palm seedlings can be maintained with 50% of the recommended fertilization dose and mycorrhizal inoculation in the pre-nursery seedling formation stage, in fumigated soil.*

Index terms: mycorrhiza, growth, nutrient absorption, root colonization.

INTRODUÇÃO

O dendê (*Elaeis guineensis*) é uma cultura de grande importância econômica para a Amazônia, devido à significativa área ocupada com este cultivo e ao amplo uso do óleo extraído, conhecido como azeite de dendê e azeite de palmiste, na alimentação humana e nas indústrias de sabão, detergente, velas, laminação de chapas a frio, glicerina, pomadas, etc. A torta de palmiste pode ser usada também na fabricação de compostos para alimentação bovina e suína e ainda como adubo (Müller, 1980). Para manter a produtividade da cultura, são adotados, pela grande maioria dos produtores, o uso de sementes importadas e a aplicação constante de fertilizante (Pacheco & Tailliez, 1985). Isso tem tornado o dendê uma cultura de alto insumo.

O fungo micorrízico arbuscular (FMA) tem efeito benéfico mais consistente e marcante no aumento da absorção de nutrientes, através de um volume maior do solo explorado pelas raízes micorrizadas. A magnitude deste benefício é geralmente favorecida pelas condições subótimas do solo, principalmente a fertilidade (Mosse, 1978). O aumento máximo do crescimento da planta micorrizada já foi observado em solo de baixa a moderada fertilidade (Menge et al. 1978; Sieverding & Howeler, 1985). Em viveiro, a inoculação com FMAs substituiu totalmente a adubação fosfatada das plantas de *Allium cepa* (Hayman & Mosse, 1971) e parcialmente das mudas de citrus (Menge et al. 1978). O efeito benéfico da inoculação pode ser intensificado pela aplicação de uma dosagem reduzida de adubo (Hurtado & Sieverding, 1986; Janos, 1988). O dendê é uma das culturas perenes do trópico úmido que são colonizadas pelos FMAs nativos em condições naturais (Sieverding, 1991). Como a formação de mudas é feita em recipiente no viveiro, a infecção micorrízica pode ser estabelecida através da inoculação artificial com FMAs selecionados por sua eficiência em promover crescimento e absorção de nutrientes, antes da planta ser levada

para o campo e exposta aos FMAs nativos desconhecidos. Desta maneira, a cultura pode ser beneficiada desde a formação da muda, além da redução do custo inicial em adubação.

Este trabalho teve como objetivo verificar os efeitos da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e na nutrição mineral das mudas de dendê em fase de pré-viveiro, no solo fumigado e adubado com diferentes níveis de fertilizantes, visando uma possível redução no uso de adubo, sem alterar a qualidade das mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Pesquisa Agroflorestral da Amazônia Oriental da Embrapa, localizado em Belém do Pará.

Foi utilizado um Latossolo Amarelo álico, retirado de uma camada de 0-20 cm de profundidade em área de capoeira, no município de Bragança, Estado do Pará. O solo foi peneirado em malha de 1cm² e fumigado pela aplicação de brometo de metila na dosagem de 264 ml/m³ de solo. A análise química do solo apresentou as seguintes características: pH (em água): 4,5; P: 1ppm; K: 20ppm; Ca: 1,2 meq/100c.c.; Ca+Mg: 1,7 meq/100 c.c. e Al: 0,1 meq/100 c.c. O solo foi acondicionado em vasos de plástico com capacidade de dois quilos. A umidade do solo foi mantida em torno de 60 % da capacidade do campo e controlada através de pesagens.

As sementes de dendê comercial (Dura x Pisifera) pré-aquecidas, provenientes da Costa Rica, passaram pelo processo de submersão na água corrente durante três dias, secadas à sombra e posteriormente colocadas em saco de plástico fechado, para germinação. O experimento foi instalado quando a germinação (aparecimento de caulícula e radícula) atingiu 80 %.

Foram utilizadas quatro espécies de FMA: *Scutellospora gilmorei* (isolado do solo de rizosfera de castanha-do-brasil), *Gigaspora* sp., *Acaulospora* sp. A e *Acaulospora* sp. B (isolados do solo de rizosfera de dendzeais). As espécies foram anteriormente multiplicadas em vasos de cultivo, contendo solo fumigado e *Brachiaria decumbens* como planta hospedeira. A inoculação foi feita pela deposição de solo-inóculo, proveniente dos vasos de cultivo, logo abaixo da semente pré-germinada, em quantidade suficiente para o fornecimento de 200-500 esporos/vaso durante o transplante. Cinquenta gramas de cada solo-inóculo foram misturadas com água destilada e filtrada cinco vezes em papel de filtro. Para restabelecer o equilíbrio microbiótico dos vasos, 10 ml deste filtrado, isentos dos esporos de FMA, foram adicionados em todos os vasos.

Os níveis de adubação foram determinados baseando-se na recomendação de adubação para mudas de dendê em fase de pré-viveiro (Pacheco & Tailliez, 1985): 400g uréia + 400g superfosfato triplo + 100g cloreto de potássio + 100g sulfato de magnésio equivalente a 180g de N + 98,4g de P + 52g de K + 9,9g de Mg/100 litro da água/30m² de superfície, sendo 0 % não adubado; 25 % da dosagem recomendada; 50 % da dosagem recomendada e 100 % da dosagem recomendada. A aplicação do adubo em forma de solução foi feita mensalmente a partir do terceiro mês após a inoculação, em quantidades de 0, 15, 30 e 60 ml/ vaso para cada nível de adubação.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com arranjo fatorial de 5 x 4, dez repetições por tratamento e uma planta por repetição. O experimento permaneceu em casa de vegetação durante seis meses, sob temperatura variável entre 25°C a 32°C e umidade relativa do ar de 65% a 95%. A intensidade de luz foi reduzida com sombrite para 50% durante os primeiros três meses e para 25% durante os outros três meses restantes.

Para a avaliação do experimento, foram tomadas as medidas de altura e diâmetro do caule das plantas de dez repetições. A área foliar relativa total foi calculada pelo somatório de comprimento x largura de cada folha. Em seguida, a planta foi separada na região do coleto, sendo a parte aérea lavada com água destilada e secada em estufa com ventilação forçada sob temperatura de 65°C até peso constante, quando foi determinado o peso do material seco. Uma parte das raízes lavadas foi preservada em FAA (13 ml de formaldeído 40 % + 200 ml de etanol 50% + 5 ml de ácido acético glacial) até o momento da coloração e avaliação da colonização micorrízica, conforme o método descrito por Phillips & Haymann (1970). A percentagem do comprimento das raízes colonizadas foi determinada pela observação microscópica dos 25 segmentos de raízes de 1 cm de comprimento/repetição, montados em lâmina (Giovannetti & Mosse, 1980). Outra parte das raízes foi secada em estufa para conversão de peso fresco para peso seco.

As análises de N, P, K, Ca e Mg da parte aérea da planta foram feitas no laboratório do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, pelos métodos de Kjeldahl para N, colorimetria para P e espectrofotometria de absorção atômica para K, Ca e Mg. Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste de Tukey ($p = 0.05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Na Tabela 1 verifica-se que a inoculação com FMA aumentou significativamente o crescimento e a absorção de nutrientes das mudas de dendê. Os incrementos foram, em média, de 40% a 308% com o maior aumento encontrado em quantidade de P absorvida. As plantas inoculadas com FMA, que promoveram a maior produção de matéria seca, apresentaram também a maior absorção de nutrientes, sendo **Gigaspora** sp. a espécie mais eficiente. O mesmo resultado foi observado com a cultura da mandioca quando inoculada com diferentes espécies de FMA (Kato et al. 1990).*

TABELA 1. Efeito da inoculação sobre médias de altura, diâmetro do caule, matéria seca da parte aérea e da raiz, área foliar, nutrientes absorvidos e percentagem de colonização radicular em mudas de dendê comercial (*Dura x Pisifera*), aos seis meses após a inoculação.

Variáveis	Fungos						M-NM/NM ¹ (%)
	M1	M2	M3	M4	NM	cv (%)	
Altura planta (cm)	47,41 a	45,03 b	44,07 b	43,79 b	32,33 c	8,71	40
Diâmetro caule(cm)	1,34 b	1,57 a	1,55 a	1,41 b	1,05 c	14,27	40
Matéria seca parte aérea (g/planta)	6,27 ab	6,74 a	6,51 ab	5,97 b	3,06 c	14,69	108
Matéria seca raiz (g/planta)	1,78 b	2,28 a	2,17 a	2,21 b	0,96 c	20,36	117
Área foliar (cm ²)	654,19 a	626,26 ab	601,22 bc	556,47 c	280,67 d	15,82	117
N absorvido (mg/planta)	168,03 ab	175,73 a	165,45 ab	160,48 b	97,58 c	14,66	72
P absorvido (mg/planta)	9,32 b	11,31 a	10,87 a	7,79 c	2,41 d	21,57	308
K absorvido (mg/planta)	53,69 a	49,76 a	53,22 a	53,51 a	38,36 b	13,55	40
Ca absorvido (mg/planta)	21,62 a	22,33 a	20,19 a	17,31 b	7,75 c	20,83	162
Mg absorvido (mg/planta)	18,71 a	17,38 a	18,05 a	17,64 a	9,01 b	16,40	99
Colonização radicular (%)	55,35 a	56,65 a	36,54 b	39,11 b	0,00 c	28,50	--

Médias seguidas horizontalmente por letras distintas diferem entre si (Tukey; p = 0,05).

1. Percentagens de acréscimo das plantas micorrizadas sobre as não-micorrizadas.

M1 = *Scutellospora gilmorei*; M2 = *Gigaspora* sp.; M3 = *Acaulospora* sp. A; M4 = *Acaulospora* sp. B; NM = Controle não-inoculado.

A associação FMA e planta é mutualista. Os benefícios da micorrização dependem então do balanço entre o dreno de fotossintatos provocado pelo FMA e sua capacidade de promover alterações nutricionais, fisiológicas e metabólicas, em favor do crescimento da planta. Os fotossintatos usados para crescimento do fungo micorrízico é geralmente compensado por uma taxa maior de fotossíntese nas plantas micorrizadas (Losel & Cooper, 1978). O aumento da área foliar talvez seja o primeiro efeito da micorrização sobre a fotossíntese nas plantas micorrizadas (Harris & Elder, 1987; Allen et al. 1991).

Em relação aos nutrientes absorvidos, a maior eficiência da micorrização foi observada na absorção de P, seguido pelos elementos Ca, Mg, N e K. Nos solos ácidos dos trópicos, a concentração do P geralmente é baixa na solução do solo e a zona de esgotamento é formada logo ao redor das raízes absorventes. Devido à lentidão da difusão dos íons de P no solo, esta zona não pode ser reabastecida adequadamente. Como as hifas externas do FMA podem crescer muito além desta zona de esgotamento, um volume bem maior do solo é explorado para absorção dos elementos imóveis como P. A absorção e o transporte direto do P pelas hifas já foram confirmadas pelo estudo com uso de ³²P (Gerdemann, 1968). Como o elemento P junto com o N são as limitações principais para o crescimento das plantas nos solos tropicais, o aumento da absorção de P através da micorrização é portanto o efeito mais marcante em relação aos outros nutrientes. O aumento da absorção de Ca, pela micorrização, talvez seja menos importante para a planta do que para o fungo micorrízico em si, por ser constituinte de polifosfato granular em hifa (Vander Zaag et al. 1979) e pode funcionar na transferência de P da hifa para a planta, através da estimulação da produção de fosfatase alcalina (Cooper, 1984). O mecanismo atuante do aumento da absorção de Ca pode ser um efeito indireto provocado pela redução da concentração do P na solução de solo, favorecendo o deslocamento do equilíbrio sólido-solução (Samuel et al. 1993), assim como o aumento da absorção de outros elementos. A eficiência em aumentar a absorção de N pelo FMA depende da forma que o N está disponível no solo. Nos solos tropicais, a forma de fertilizante nitrogenado mais usado é a uréia, que é convertida para

NH_4^+ , e ao contrário de NO_3 , que é prontamente transportado para a superfície das raízes, difunde-se lentamente para a rizosfera. Nesta condição, a influência da inoculação em absorção de NH_4^+ pode ser esperada (Rhodes & Gerdemann, 1980). Mg e K são elementos bastante móveis e a absorção deles depende principalmente da capacidade das raízes de cada espécie de planta.

A maior taxa de colonização radicular foi encontrada em mudas de dendê inoculadas com **Gigaspora** sp. e **Scutellospora gilmorei**, sendo de 56,65% e 55,35%, respectivamente (Tabela 1). Mesmo nas mudas inoculadas com **Acaulospora** sp. A, que tiveram menor taxa de colonização (36,54%), a quantidade de nutrientes absorvida não diferenciou daquela absorvida pelas mudas inoculadas com **Gigaspora** sp. ou **Scutellospora gilmorei**. Não houve correlação entre percentagem de colonização radicular e quantidade de P absorvido. Segundo Sander & Tinker (1971), o aumento de absorção dos nutrientes está relacionado com o aumento da superfície de absorção das raízes proporcionado pelas hifas externas do fungo micorrízico. Portanto, não é necessária a correlação entre colonização do córtex das raízes causada pelo fungo micorrízico e a absorção de nutrientes.

Os efeitos da inoculação sob diferentes níveis de adubação podem ser observados nas Tabelas 2 e 3. Pelos resultados obtidos, as mudas não-inoculadas tiveram o crescimento inferior às mudas inoculadas nos quatro níveis de adubação. Em solo esterilizado, os clones de dendê não desenvolveram sem FMAs. Alguns dos clones não cresceram, mesmo adubando-se com 66 ppm de P (Blal & Gianinazzi-Pearson, 1989). O dendê forma associação simbiótica com o FMA nativo em seu habitat natural (Sieverding, 1991). Esta associação parece ser necessária para um bom estabelecimento da cultura de dendê no campo (Mosse, 1986). No solo onde a população de fungo micorrízico é baixa ou as espécies existentes não são eficientes, a inoculação artificial com uma determinada população de FMA selecionado pode proporcionar o crescimento satisfatório da muda de dendê e posteriormente o desenvolvimento da planta no campo.

TABELA 2. Efeito da inoculação versus níveis de adubação sobre altura, diâmetro do caule, área foliar, peso da matéria seca da parte aérea e da raiz e percentagem de colonização radicular em mudas de dendê comercial (*Dura x Pisifera*), aos seis meses após a inoculação.

Nível adubação (%)	Fungos				
	M1	M2	M3	M4	NM
<i>Altura da planta (cm)</i>					
0	47,32 ab A	43,79 a AB	41,24 a B	41,35 b B	30,18 b C
25	47,61 ab A	45,63 a A	43,83 a A	43,49 ab A	29,87 b B
50	50,45 a A	43,91 a B	45,32 a AB	44,19 ab B	32,82 ab C
100	44,27 b A	46,78 a A	44,76 a A	47,26 a A	36,43 a B
<i>Diâmetro do caule (cm)</i>					
0	1,37 a A	1,54 a A	1,49 a A	1,32 a A	0,93 a B
25	1,26 a AB	1,45 a A	1,55 a A	1,32 a A	0,98 a B
50	1,33 a AB	1,52 a A	1,54 a A	1,52 a A	1,10 a B
100	1,41 a BC	1,76 a A	1,60 a AB	1,48 a ABC	1,19 a C
<i>Área foliar (cm²)</i>					
0	599,78 a A	592,86 a A	533,03 a AB	429,71 b B	208,36 b C
25	650,30 a A	611,23 a A	600,79 a A	552,69 ab A	248,76 ab B
50	691,90 a A	625,06 a A	651,01 a A	593,45 a A	298,95 ab B
100	674,79 a A	675,88 a A	620,03 a A	650,02 a A	366,61 a B
<i>Matéria seca da parte aérea (g/pl.)</i>					
0	6,26 a A	6,40 a A	6,14 a A	4,49 b B	2,52 a C
25	6,13 a A	6,52 a A	6,41 a A	5,83 ab A	2,83 a B
50	6,32 a A	6,53 a A	6,68 a A	6,46 a A	3,24 a B
100	6,37 a A	7,51 a A	6,79 a A	7,10 a A	3,64 a B
<i>Matéria seca da raiz (g/pl.)</i>					
0	2,18 a AB	2,51 a A	2,58 a A	1,78 a B	0,82 a C
25	1,74 ab B	2,44 a A	2,01 ab AB	2,36 a A	0,78 a C
50	1,50 b B	2,11 a A	2,32 ab A	2,23 a A	1,13 a B
100	1,69 ab AB	2,07 a A	1,78 b A	2,12 a A	1,12 a B
<i>Colonização radicular %</i>					
0	60,24 a A	64,36 a A	43,58 a B	52,92 a A	0
25	53,78 a AB	55,68 a A	37,12 a B	46,12 ab AB	0
50	56,68 a A	58,00 a A	33,40 a B	32,53 bc B	0
100	50,71 a A	48,55 a A	32,06 a A	24,88 c B	0

Média seguidas de diferentes letras minúsculas, nas colunas (níveis dentro do fungo), e maiúsculas, nas linhas (fungos dentro do nível), diferem entre si (Tukey, $p = 0,05$).

M1 = *Scutellospora gilmorei*; M2 = *Gigaspora sp.*; M3 = *Acaulospora sp. A*; M4 = *Acaulospora sp. B*; NM = Controle não-inoculado.

TABELA 3. Efeito de inoculação versus níveis de adubação sobre nutrientes absorvidos em mudas de dendê comercial (*Dura x Pisifera*), aos seis meses após a inoculação.

Nível Adubação (%)	Fungos				
	M1	M2	M3	M4	NM
<i>N absorvido (mg/ pl.)</i>					
0	139,0 c A	137,0 c A	134,1 c A	109,2 c AB	78,7 b B
25	150,9 bc A	151,3 bc A	151,1 bc A	136,3 c A	78,6 b B
50	174,9 ab A	174,9 b A	173,5 b A	177,9 b A	106,7 ab B
100	207,3 a A	238,9 a A	211,1 a A	218,5 a A	126,3 a B
<i>P absorvido (mg/ pl.)</i>					
0	8,08 e AB	9,82 b A	6,02 b B	5,40 b B	1,57 e C
25	9,72 e AB	11,32 ab A	11,51 e A	7,20 ab B	1,92 e C
50	9,38 e AB	11,24 ab AB	13,19 e A	8,82 e B	2,31 e C
100	10,11 e AB	12,87 e A	12,77 e A	9,73 e B	3,85 e C
<i>K absorvido (mg/ pl.)</i>					
0	36,04 d A	31,22 c A	32,62 d A	32,27 c A	29,65 b A
25	48,00 c A	39,10 c AB	45,97 c AB	39,44 c AB	36,93 b B
50	59,23 b AB	49,91 b B	57,22 b AB	63,51 b A	36,81 b C
100	71,48 a A	78,80 a A	77,06 a A	78,81 a A	50,06 a B
<i>Ca absorvido (mg/ pl.)</i>					
0	25,30 a A	23,86 a AB	19,10 a BC	15,67 a C	6,68 a D
25	21,79 ab A	21,66 a A	22,05 a A	17,55 a A	7,72 a B
50	20,93 ab A	21,11 a A	21,72 a A	18,20 a A	7,92 a B
100	18,65 b A	22,68 a A	17,88 a A	17,82 a A	8,69 a B
<i>Mg absorvido (mg/ pl.)</i>					
0	17,91 a A	17,41 a A	15,94 a A	14,93 c A	7,98 a B
25	19,55 a A	17,26 a A	18,38 a A	15,93 bc A	9,14 a B
50	19,99 a AB	15,94 a B	19,28 a AB	20,19 a A	8,73 a C
100	17,37 a A	18,92 a A	18,61 a A	19,52 ab A	10,19 a B

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas, nas colunas (níveis dentro do fungo), e maiúsculas, nas linhas (fungos dentro do nível), diferem entre si (Tukey $p=0,05$).

M1 = *Scutellospora gilmorei*; M2 = *Gigaspora sp.*; M3 = *Acaulospora sp. A*; M4 = *Acaulospora sp. B*; NM = Controle não-inoculado.

Os níveis de adubação pouco alteraram os efeitos da inoculação. Para as mudas inoculadas com *Gigaspora sp.*, não foram observadas diferenças significativas em crescimento da planta entre níveis de adubação. Os efeitos dos níveis de adubação só foram observados em altura das plantas inoculadas com *Scutellospora gilmorei* e matéria seca

das raízes de plantas inoculadas com **Scutellospora gilmorei** e **Acaulospora** sp. A (Tabela 2). Quanto às mudas inoculadas com **Acaulospora** sp. B, o aumento do crescimento acompanhou o aumento do nível de adubação, no entanto, a colonização radicular causada por **Acaulospora** sp. B teve redução significativa em função dos níveis de adubação (Tabela 2). Segundo Sieverding (1991), o nível de adubação pode ou não influenciar a colonização radicular causada pelo FMA, dependendo da fertilidade inicial do solo, do tipo de planta e espécie de FMA. Neste caso, **Acaulospora** sp. B mostrou ser mais sensível ao nível de adubação do que as demais espécies testadas.

Em relação aos nutrientes absorvidos, o aumento em quantidades de N e K correspondeu aos níveis de adubação aplicados. Não houve diferença significativa para P absorvido nos níveis 25%, 50% e 100% (Tabela 3). Para a quantidade de Ca absorvida, a diferença significativa entre os níveis de adubação foi observada em mudas inoculadas com **Scutellospora gilmorei** enquanto a diferença significativa em quantidade de Mg absorvida ocorreu em mudas inoculadas com **Acaulospora** sp. B (Tabela 3). Embora tenha sido observada eficiência diferenciada entre as espécies de fungos micorrízicos arbusculares para cada nível de adubação, as mudas micorrizadas absorveram mais nutrientes em comparação com as não-micorrizadas. O efeito diferenciado da adubação completa sobre espécies de FMAs foi observado também em cultura de mandioca (Sieverding & Howeler, 1985).

Os resultados mostram que na fase de pré-viveiro, em solo fumigado, há possibilidade de manter a qualidade das mudas de dendê, aplicando-se somente 50% da adubação recomendada, através da inoculação com FMA.

CONCLUSÕES

- Em solo fumigado, a inoculação com fungos micorrízicos aumentou significativamente o crescimento e a absorção de nutrientes pelas mudas de dendzeiro.

- A colonização radicular das mudas de dendê inoculadas tornou-se menor com o aumento do nível de adubação, sendo o efeito mais significativo encontrado em mudas inoculadas com *Acaulospora* sp. B.

- O maior benefício da inoculação foi observado em relação à absorção de P. Em solo fumigado, em nível de pré-viveiro, as mudas podem alcançar bom desenvolvimento através de inoculação com FMAs, economizando-se pelo menos 50% da adubação tradicionalmente recomendada para esta fase.

- Independente dos níveis de adubação, *Gigaspora* sp. foi a espécie que promoveu maior crescimento e absorção de nutrientes das mudas de dendê.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M.F.; SMITH, W.K.; MOORE, T.S.; CHRISTENSEN, M. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal and non-mycorrhizal *Bouteloua gracilis* H.B. K. Lag. ex Steud. **New Phytology**, London, v.88, p.683, 1991.

BLAL, B.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Interest of endomycorrhizal for the production of micropropagated oil palm clones. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.29, p.39-43, 1989.

COOPER, K. M. Physiology of VA mycorrhizal associations. In: Powell, C.L.I.; Bagyaraj, D.J., eds. **VA Mycorrhiza**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1984. p.155.

- GERDEMANN, I. W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, Ca., v.6, p.411, 1968.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytology**, London, v.84, p.489-500, 1980.
- HARRIS, D.; ELDER, A.P. Carbon requirements of vesicular-arbuscular mycorrhizae. In: SAFIR, G. R. ed. **Ecophysiology of VA mycorrhizal plants**. Boca Raton Florida, 1987. p. 102.
- HAYMAN, O.S.; MOSSE, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. I. Growth of endogone inoculated plants in phosphate-deficient soils. **New Phytology**, London, v.70, p.19-27, 1971.
- HURTADO, V.M.A.; SIEVERDING, E. Estudio del efecto de hongos formadores de micorriza vesicular-arbuscular (MVA) en cinco especies latifoliadas regionales en una zona geográfica del Valle del Cauca, **Suelos Ecuatoriales**, Colombia, v.16, n.1, p.109-115, 1986.
- JANOS, D.P. Mycorrhiza applications in tropical forestry: are temperate-zone approaches? In: NG, F.S.P. ed. **Trees and mycorrhiza**. Kuala Lumpur: Forest Research Institute Malaysia, 1988. p.133-188.
- KATO, O.R.; OLIVEIRA, E.; SANTIAGO, A.D.; CORRÊA, H. Efeito de diferentes espécies de fungos micorrizicos vesículo-arbusculares no crescimento e nutrição da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.8, p.1175-1181, 1990.
- LOSEL, D.M.; COOPER, K.M. Incorporation of ^{14}C - labelled substrates by uninfected and mycorrhizal roots of onion. **New Phytology**, London, v.83, p.415, 1979.

- MENGE, J.A.; LABANAUSKAS, C.K.; JONHSON, E.L.V.; PLATT, R.G.** Partial substitution of mycorrhizal fungi for phosphorus fertilization in the greenhouse culture of citrus. *Journal of Soil Science Society American, Fort Collins*, v.42, p.926, 1978.
- MOSSE, B.** **Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture.** Honolulu: Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources. 1978. 82p. (Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, Research Bulletin, 194).
- MOSSE, B.** Mycorrhiza in a sustainable agriculture. *Biological Agriculture and Horticulture*, v.3, p.203, 1986.
- MÜLLER, A.A.** **A cultura do dendê.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 24p. (EMBRAPA-CPATU. Miscelânea, 5).
- PACHECO, A.R.; TAILLIEZ, B.J.** **Formação de mudas de dendê.** Manaus: EMBRAPA-CNPDS, 1985. 49p. (EMBRAPA-CNPDS. Circular Técnica, 5).
- PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S.** Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transaction of British Mycology Society, Cambridge*, v.55, p.158-161, 1970.
- RHODES, L.H.; GERDEMANN, J.W.** Nutrient translocation in vesicular-arbuscular mycorrhizae. In: **COOK, C.B.; PAPPAS, P.W.; RUDOLPH, E. D. ed. Cellular interactions in symbiosis and parasitism.** Columbus: The Ohio State University Press, 1980. p.173.

- SAMUEL, L.T.; WERNEI, L.N.; JAMES, D.B.; JOHN, L.H.** Soil and fertilizer sulfur, calcium and magnesium. In: **PAUL, F.C. ed. Soil fertility and fertilizers**, New York, 1993. p.289.
- SANDER, F.E.T.; TINKER, P.B.H.** Mechanism of absorption of phosphate from soil by endogone mycorrhizae. **Nature**, London, v.233, p.278-279, 1971.
- SIEVERDING, E.; HOWELER, R.H.** Influence of species of VA mycorrhizal fungi on cassava yield response to phosphorus fertilization. **Plant and Soil**, Hagne, v.88, p.213-221, 1985.
- SIEVERDING, E.;** Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Eschborn-Germany: **Deutsche Gesellschaft für Technisch Zusammenarbeit (GTZ)**, 1991.
- VANDER ZAAG, P.; FOX, R.L.; DE LA PENA, R.S.; YOST, R. S.P.** Nutrition of cassava including mycorrhizal effects on P, K, S, Zn and Ca uptake. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.2, p.253, 1979.