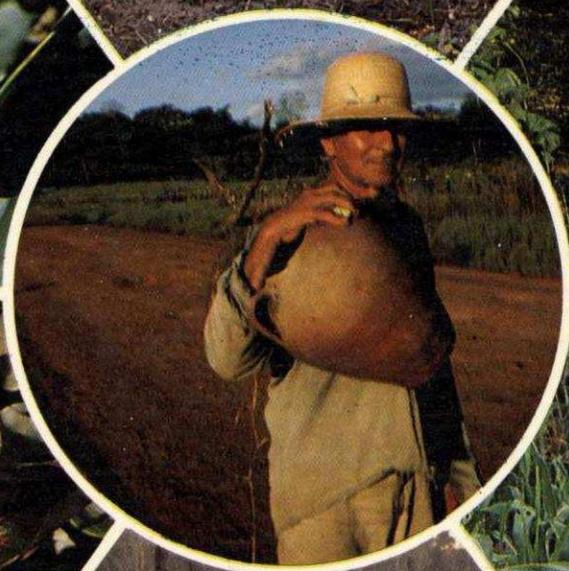


PESQUISAS SOBRE UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NA AMAZÔNIA ORIENTAL



.00322

Pesquisa sobre utilização e
1986 LV-2005.00322



30934-1

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Pesquisa Agropecuária do Tópico Úmido - CPATU

SCHAFT
ZUSAMMENARBEIT



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU
Belém, PA

**PESQUISAS SOBRE
UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO
DO SOLO NA
AMAZÔNIA ORIENTAL**

**Relatório Final do Convênio
EMBRAPA - CPATU - GTZ**

EMBRAPA - CPATU. Documentos, 40

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à EMBRAPA - CPATU
Trav. Dr. Enéas Pinheiro, S/N
Telefone : (091) 226-6622, 226-6612
Telex : (091) 1210
Caixa Postal, 48
CEP 66.000 - Belém - PA

Tiragem : 1.000 exemplares

	
Unidade:	Ai-Sede
Valor aquisição:	
Data aquisição:	
N.º N. Fiscal/Fatura:	
Fornecedor:	
N.º OCS:	
Origem:	Doação
N.º Registro:	322/05

Comissão Editorial : Dietrich Michael Burger
Paulo Choji Kitamura
Milton Guilherme da Costa Mota
Arnaldo de Conto

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropicó Úmido, Belém, PA.
Pesquisas sobre utilização e conservação do solo
na Amazônia Oriental;
relatório final do Convênio EMBRAPA - CPATU / GTZ.
Belém, EMBRAPA - CPATU , 1986.

291p. (EMBRAPA - CPATU, Documentos, 40).
1. Solo - Conservação - Brasil - Pará.
I. Título. I I. Série.

CDD : 631.498115

EFEITOS DA INOCULAÇÃO DE MICORRIZA NA PRODUÇÃO DE MATERIA ORGANICA DE LEGUMINOSAS ARBOREAS E ARBUSTIVAS

Erhard Blum (1)

INTRODUÇÃO

A capacidade de algumas espécies de fungos da família das Endogonaceae, como a micorriza vesicular-arbuscular (VA), em fornecer, para plantas, fósforo provenientes de ligações químicas pouco solúveis, tem grande importância na agricultura tropical (Rehm 1979). Quando as condições econômicas não permitem a aplicação de adubos, o aumento da produção poderá ser feito através de inoculação das plantas com micorriza.

Jones (1924) encontrou pela primeira vez, micorriza-VA em raízes de leguminosas e, nos últimos anos, diversos trabalhos de pesquisa foram executados com a finalidade de verificar o efeito da micorriza no aumento de crescimento e na absorção de nutrientes, principalmente em plantas anuais, em diferentes condições ecológicas. Porém, poucos são os trabalhos existentes com árvores e arbustos tropicais. Mosse (1981) lista alguns destes trabalhos. Janos (1980) testou várias espécies florestais. Lopes et al. (1983) trabalharam com café e Chu (1985) com dendê, castanha-do-brasil e pimenta-do-reino (não publicado).

As leguminosas apresentam a vantagem de ser boas plantas hospedeiras para a micorriza, além de manter uma boa simbiose com rhizobium, fixando nitrogênio.

O presente trabalho de pesquisa foi executado no campo experimental do CPATU, localizado no município de Capitão Poço-PA, visando a testar o efeito de uma mistura de três espécies de micorriza aplicada em treze espécies de leguminosas arbóreas e arbustivas, com a finalidade de determinar a produção de matéria orgânica e a absorção de nitrogênio e fósforo.

REVISAO DE LITERATURA

A alimentação de uma planta em meio artificial, utilizando-se nutrientes solúveis, pode ser facilmente realizada. Este sistema, conhecido como hidropônico, é usado em grande escala para cultivar plantas ornamentais e, também, para produzir legumes em casa de vegetação altamente sofisticada.

Na natureza, a situação é bem mais complicada. Assim, os nutrientes podem ser encontrados sob diversas formas tais como: em rochas não decompostas, pouco solúveis; nas partículas de solo; em composição química pouco solúvel, como alguns tipos de fosfato; ligados a trocadores de cátions neste caso estão

(1) Eng. Agr. Ph.D., Consultor do Convênio EMBRAPA/GTZ

facilmente disponíveis; fazendo parte da biomassa viva e como matéria orgânica morta (liter).

No solo existe uma mudança constante entre fixação e liberação de nutrientes. A microflora e as plantas utilizam-se dos nutrientes solúveis que estarão novamente disponíveis após a morte e a decomposição daqueles organismos.

Também os componentes minerais dos solos tanto fixam como liberam nutrientes. Para alguns fosfatos, como por exemplo os fosfatos de ferro e de alumínio, a fixação é elevada e a liberação é baixa havendo, por conseguinte, um baixo equilíbrio de solubilização. Para cada solo ou cada sistema de uso do solo existe um equilíbrio diferente que pode ser alterado através da aplicação de calcário, de cinzas, de adubo químico e de adubo orgânico. A planta pode alterar esse mesmo equilíbrio absorvendo nutrientes.

O principal problema dos solos tropicais, em relação a fosfatos, é que mesmo existindo em abundância na forma de fosfatos de ferro e de alumínio, por serem pouco solúveis, apresentam baixa disponibilidade. Quanto menor o volume de solo ocupado pelo sistema radicular das plantas, menor a possibilidade de absorção de fosfatos como de outros nutrientes.

Existem na família Endogonaceae fungos conhecidos como micorriza-VA, que vivendo em simbiose com as raízes das plantas, aumentam a absorção de nutrientes. Os seguintes autores, entre outros, resumem os conhecimentos sobre pesquisas de micorriza: Mosse (1973 e 1981), Sander et al. (1975), Hayman (1978), Mikola (1980) e Schenk (1982). Saif (1984), publicou a mais completa bibliografia sobre o assunto.

A micorriza aumenta, principalmente, a absorção de fosfatos de baixa solubilidade. Com efeito, raízes micorrizadas apresentam uma superfície de absorção maior devido à presença de hifas que ocupam mais densamente o solo. A absorção de ions fosfatos pelas hifas altera a concentração desses ions na fase líquida do solo e, para manter o equilíbrio, novos ions são solubilizados. Contudo, até o momento não se comprovou que a micorriza solubiliza fosfatos pouco solúveis.

Em adubações com fosfato solúvel o efeito da micorriza poderá ser até mesmo negativo, uma vez que a planta é capaz de absorver os nutrientes diretamente do solo. Por outro lado, a planta micorrizada precisa de nutrientes para manter o próprio fungo que pode ocasionar um atraso no crescimento da planta na fase inicial de inoculação. No caso da presença de fosfatos pouco solúveis, o efeito positivo da micorriza ultrapassa de imediato o atraso de crescimento da planta não micorrizada (Graw 1978, Powelle e Daniel 1978, Diederichs 1980 e Blum 1981).

A micorriza é relativamente insensível a altos teores de Al, Fe e Mn (Fabiq 1982) os quais podem ocorrer em alta concentração nos solos tropicais. Além disso, plantas micorrizadas suportam mais a secas periódicas do que as não micorrizadas, uma vez que

as hifas exploram melhor o solo (Sieverding 1981, 1983).

A micorriza provavelmente está presente em qualquer lugar dos trópicos. Em regiões da Amazônia Oriental foram feitos levantamentos em culturas perenes como dendê, guaraná e pimenta-do-reino (Chu 1985), sendo encontrados os gêneros Acaulospora, Glomus e Gigaspora. O gênero Acaulospora ocorreu em maior densidade do que os demais e o número dos esporos, para todos os gêneros citados, variou muito entre as diferentes amostras de uma parcela. O número de esporos variou muito, também, entre os diferentes manejos do solo.

Nas capoeiras fina e alta e, também, na mata explorada, por exemplo, foram encontrados num levantamento sobre o estado da matéria orgânica em sistemas de produção na Amazônia (Chu & Blum 1986) poucos esporos por parcela, embora em determinadas parcelas, não tenham sido detectadas presenças de esporos. Os plantios de mandioca e algodão não modificaram o número de esporos. Com efeito, em amostras de 30 ml de solo foram observados, em médias, num total de 24 parcelas, menos de quatro esporos, principalmente do gênero Acaulospora. Ressalte-se que, no plantio de algodão adubado, o número de esporos aumentou cerca de doze vezes embora, um excesso de adubação possa reduzir significativamente a quantidade de esporos, conforme já aconteceu em experimentos em vasos de cultivo (Chu, com. pess., Monge et al. 1978).

A micorriza vive em perfeita simbiose com quase todas as plantas, contudo, seus efeitos positivos variam em função da planta hospedeira (Graw et al. 1981). Considerando que existe uma grande desuniformidade da quantidade de esporos no campo, há necessidade de se inocular toda a área a ser plantada com fungos previamente selecionados.

Em sistemas naturais, como por exemplo mata virgem, deve ser desenvolvida uma população de micorriza bem adaptada às condições ecológicas locais. A queima de uma área modifica completamente um sistema, em função de que a vegetação é perdida, a maioria das raízes morre, o microclima do solo sem cobertura muda bastante, causando um efeito devastador para a micorriza e outros organismos adaptados às condições da mata. Saif (1982) conseguiu os melhores efeitos da micorriza em temperatura do solo de 30 graus centígrados e concentração de 16% de oxigênio e 1% de gás carbônico, na fase gasosa do solo.

Em solos nus, após a queima, e nas primeiras semanas depois do plantio, freqüentemente a temperatura ultrapassa os 30 graus centígrados e a compactação pela chuva deve reduzir a troca de gases no solo. Há necessidade de se selecionar espécies ou ecotipos de micorriza adaptados às novas condições adversas e às culturas, como foi feito para a mandioca no CIAT (John 1983). Caso não haja condições de se fazer um amplo "screening", a aplicação de um inóculo agressivo, para nivelar a ocorrência de micorriza em determinada área, poderá aumentar a produtividade de plantas cultivadas.

Em solos esterilizados, como os que estão sendo usados para experimentos em casa-de-vegetação, efeitos positivos e nítidos com micorriza são facilmente conseguidos, uma vez que não existe concorrência com a micorriza nativa com outros microrganismos, além de não existir, também, hiperparasitismo.

A utilização da micorriza no campo, em grande escala, ainda é pouco praticada, uma vez que a produção do inóculo é altamente dispendiosa, por não ser possível multiplicar artificialmente a micorriza em grandes recipientes, em meio de cultivo, como frequentemente é feito com vários outros fungos e também com bactérias do gênero *Rizobium*.

Considerando que a micorriza só se reproduz em raízes vivas indica-se o uso, como planta hospedeira, de espécies de alto crescimento e amplo sistema radicular, como por exemplo *Euerária phaseoloides* (Severding 1983); *Sorghum sudanense*, *Paspalum notatum* (Fergusen e Woodhead 1982) e *Eupatorium odoratum*.

Para a produção de inóculo a nível de campo, Sieverding e John (1982) recomendam o plantio de uma área de 25 m² com planta hospedeira inoculada, o que produzirá cinco toneladas de inóculo, suficiente para a aplicação em um hectare. Em média, três a seis meses são suficientes para que a micorriza se multiplique. Segundo Fergusen e Woodhead (1982), um quilo de inóculo deverá conter de 600 a 1000 esporos, enquanto que Sieverding & John (1982), recomendam para inoculação de canteiros de produção de mudas a quantidade de esporos de 50.000 a 100.000. O efeito do inóculo poderá ser aumentado cortando-se, em pequenos pedaços, manualmente ou através de picadores, as raízes da planta hospedeira (Menge e Timmer 1982).

A aplicação do inóculo em vasos de cultivo, em canteiros ou em experimentos com pequenas parcelas, não apresentam qualquer problema, contudo, para se obter uma boa inoculação em grandes áreas a demanda de inóculo é bastante significativa. O grau de infestação da micorriza em plantas cultivadas no campo depende mais do método de aplicação do que do número de esporos. Menge e Timmer (1982) realizaram pesquisas com vários métodos já conhecidos, inclusive com sementes peletizadas com inóculo.

MATERIAIS E METODOS

No campo experimental da EMBRAPA/CPATU, no município de Capitão-Poco, no Estado do Pará, foi instalado, em maio de 1985, um experimento objetivando determinar os efeitos da micorriza no crescimento e na absorção de nutrientes (N e P) em leguminosas arbustivas e arbóreas. As seguintes espécies foram testadas: *Inga cinamomea*, *Clitoria racemosa*, *Flemingia congesta*, *Sesbania grandiflora*, *Erythrina poeppigiana*, *Cassia siamea*, *Acacia auriculiiformis*, *Calliandra calothyrsus*, *Leucaena leucocephala*, *Tephrosia candida*, *Cassia reticulata*, *Gliciridia sepium* e *Inga edulis*. As espécies foram selecionadas através de recomendações de pesquisadores do CPATU e de algumas informações existentes na literatura

pertinente. Estas plantas estão sendo usadas, também, em outros experimentos no CPATU visando à produção de matéria orgânica para cobertura morta.

A montagem do experimento foi feita da seguinte maneira: em oito parcelas de 5 m x 26 m foram plantadas treze linhas com as espécies já citadas sendo cinco plantas de uma espécie por linha. A distância entre as linhas foi de 2 m e a distância entre plantas de 1 m. Das oito parcelas apenas quatro foram inoculadas com micorriza.

O inóculo foi produzido em casa-de-vegetação em três caixas contendo solo esterilizado e inoculado com cerca de 100 g de material de elevado teor de esporos. Cada caixa continha uma das seguintes espécies de micorriza: *Glomus mahihotis*, isolada no CIAT com boa resposta para a mandioca no campo (John 1983); *Glomus albida*, que apresentou bons resultados em solos de pH baixo (Blum 1981) e *Acaulospora* sp, nativa do Estado do Pará e considerada espécie muito agressiva, com alta esporulação e que forneceu bons resultados em experimentos com dendê (Chu 1985). O inóculo, em cada caixa, foi misturado com a camada superficial do solo e, em seguida, para a reprodução da micorriza, plantou-se *Pueraria phaseoloides*. Depois de seis meses de crescimento a parte aérea da *Pueraria* foi utilizada e as raízes, juntamente com o solo, foram trituradas e tamizadas em peneiras de 5 mm, para uma perfeita homogeneização do conteúdo das três caixas, permitindo, assim, a utilização dos esporos e das raízes micorrizadas.

Antes de se transplantar as mudas de leguminosas para o campo, as paredes das covas foram revestidas com cerca de 200 g de inóculo a fim de garantir o contato imediato das raízes das mudas com a micorriza. O replantio das falhas foi efetuado um mês após o plantio.

Nos primeiros três meses morreram 50% das plantas de *Erythrina poeppigiana* e quase a totalidade das plantas de *Sesbania grandiflora*. Duas parcelas laterais foram seriamente atacadas por saúvas e, conseqüentemente, muitas plantas morreram e as restantes sofreram forte competição com plantas de capoeira situadas a 10 m das parcelas. Em algumas espécies, provavelmente devido à diferença de potencial genético, a variação de crescimento entre plantas foi extremamente elevada chegando até dez vezes em relação ao peso. Entre as parcelas com o mesmo tratamento a variação de crescimento também foi elevada, embora a análise do solo não tenha indicado diferenças consideráveis nos teores de nutrientes (Tabela 1).

As plantas foram cortadas, pela primeira vez, nos meses de março e abril de 1986 a uma altura de 50 cm do solo, para que pudessem rebrotar. Nas folhas e nos galhos foram determinados o peso de matéria seca e os teores de N e P.

Em alguns casos a análise estatística dos resultados mostrou-se não significativa a nível de 95% de probabilidade, mesmo havendo grandes diferenças nos pesos e nos teores de N e P entre plantas micorrizadas e não micorrizadas. Este fato pode ser

Tabela 1 - Características pedológicas das parcelas experimentais.
Parcelas 01-04 sem inoculação; parcelas 05-08 com inoculação

Local de amostragem	Profund. (cm)	pH água	% C	% N	Fosfato sol. mg/100g	Soma de bases meq/100g	Saturação de bases %	CTC meq/100g
Parcela 01	0-10	5,2	1,11	0,09	0,29	1,36	37	3,67
	10-20	5,0	0,86	0,08	0,42	1,05	30	3,53
Parcela 02	0-10	5,2	1,15	0,09	0,23	1,61	36	4,42
	10-20	5,2	0,99	0,07	0,06	1,39	33	4,20
Parcela 03	0-10	4,5	1,19	0,10	0,60	0,79	18	4,26
	10-20	4,5	1,03	0,08	0,23	0,79	18	4,26
Parcela 04	0-10	5,2	1,11	0,11	0,42	1,79	36	4,93
	10-20	5,0	1,11	0,09	0,23	1,46	32	4,60
Parcela 05	0-10	4,3	1,27	0,09	0,35	1,70	38	4,51
	10-20	5,2	0,82	0,07	0,11	1,36	35	3,84
Parcela 06	0-10	4,6	1,60	0,12	0,80	1,33	23	5,79
	10-20	4,7	1,31	0,08	0,29	0,92	17	5,38
Parcela 07	0-10	4,9	1,64	0,09	0,35	1,58	29	5,38
	10-20	4,8	1,23	0,11	0,35	1,13	23	4,93
Parcela 08	0-10	5,4	1,36	0,08	0,23	1,83	39	4,64
	10-20	5,2	0,91	0,08	0,17	1,39	36	3,87

explicado em virtude dos efeitos negativos anteriormente mencionados, como por exemplo ataque de saúvas; competição com plantas de capoeira etc. Em vista do exposto, os resultados foram analisados a níveis de 50, 60, 70, 80 e 90% de probabilidade, aumentando-se, assim, o número de tratamentos com efeitos significativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aparentemente as condições ecológicas da região de Capitão-Poço não foram favoráveis para algumas espécies. Contudo, como a idéia inicial era de aumentar a produção de matéria orgânica para adubação verde e cobertura morta através de técnica simples adaptadas às reais condições dos pequenos agricultores, não foram feitas adubações, correção do pH e inoculação com rizobium.

Todas as espécies utilizadas no experimento com exceção da *Cassia siamea* e da *Cassia reticulata* apresentaram bom desenvolvimento de nódulos ativos indicando, portanto, que essas espécies não precisam ser inoculadas artificialmente com rizobium, embora sejam conhecidas bactérias mais efetivas e mais adaptadas ao solo e à planta, capazes de fixar mais nitrogênio do que as nativas.

As espécies *Inga cinamomea*, *Sesbania grandiflora*, *Erythrina poeppigiana* e *Leucaena leucocephala* apresentaram baixo crescimento não tendo, inclusive, alcançado em média 50 g de peso seco por planta. Sob o ponto de vista de produção de matéria orgânica, em condições semelhantes as do Campo Experimental de Capitão Poço, essas espécies não devem ser utilizadas. Porém, se houver a possibilidade de se selecionar ecotipos de *Sesbania* e *Leucaena* adaptáveis à região, essas espécies devem ser usadas uma vez que a *Sesbania* apresentou elevada concentração de nitrogênio (2,75%) e de fósforo (0,18%) nos galhos, o que representa 4,3 e 2,3 vezes, respectivamente, mais do que as outras espécies usadas no experimento, enquanto que a *Leucaena* apresenta um alto valor de fósforo nas folhas (0,22%).

As demais espécies testadas apresentaram crescimentos que variaram de médio a alto e as melhores, em relação à produção de matéria orgânica, foram *Cassia reticulata*, *Clitoria racemosa*, *Tephrosia candida*, *Inga edulis* e *Acacia auriculiformis* (Figura 1).

As espécies *Clitoria racemosa*, *Calliandra calothyrsus* e *Cassia reticulata* apresentaram maior produção de galhos do que de folhas, enquanto que as espécies *Cassia siamea*, *Acacia auriculiformis* e *Inga edulis* produziram maior quantidade de folhas do que galhos.

Diferentes efeitos da micorriza foram obtidos com as diversas espécies. Para as espécies *Flemingia congesta* e *Inga edulis* o aumento do peso seco não foi significativo, enquanto que para as espécies *Acacia auriculiformis*, *Cassia siamea*, *Gliricidia sepium* e *Cassia reticulata* o aumento de peso seco foi de 113%, 96%, 86%

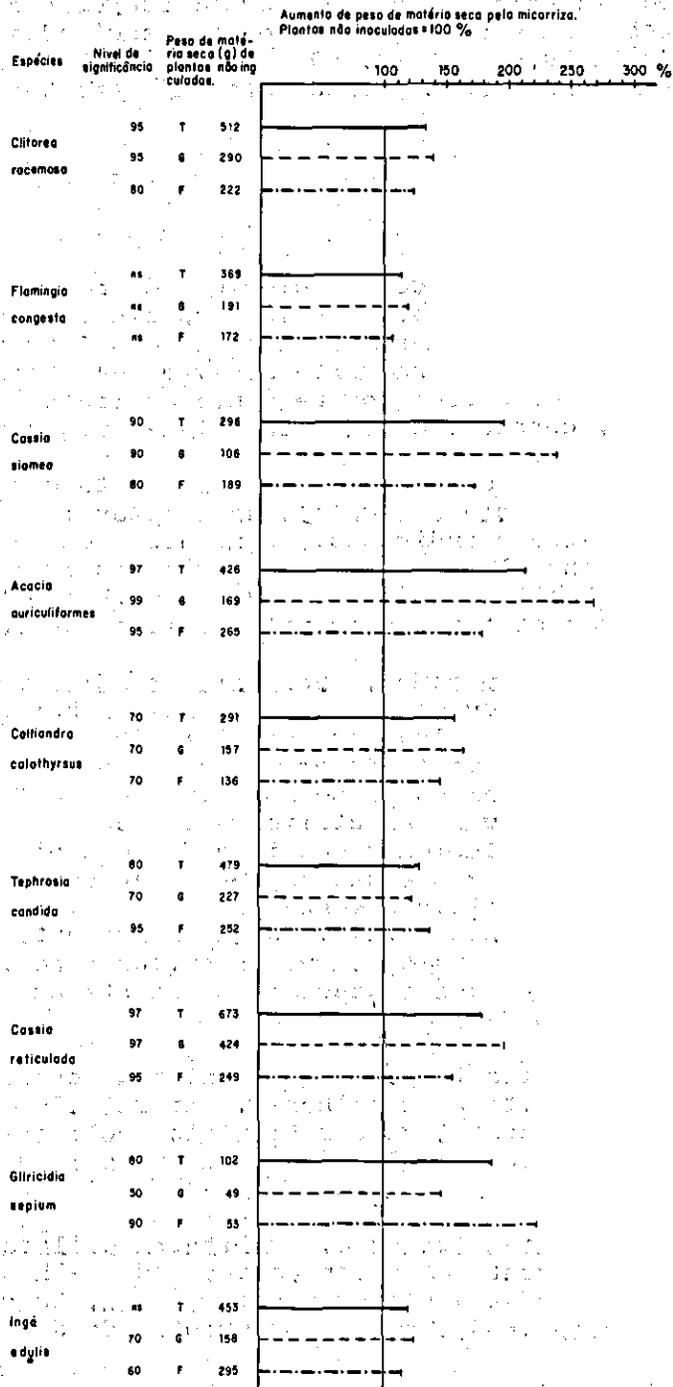


FIG. 1. Efeito de micorriza VA na produção de matéria seca de nove espécies de leguminosas. Plantas não inoculadas = 100%, T = Total do peso seco da planta inteira, G = Galhos, F = Folhas.

e 79%, respectivamente. Ainda, para seis espécies, a micorriza aumentou nitidamente mais, a produção de galhos, do que de folhas. O aumento da produção de carboidratos e de produtos intermediários sintetizados nas folhas não foi usado para produzir mais folhas e sim para produzir mais madeira na forma de galhos e tronco. Simultaneamente, a micorriza aumentou, em alguns casos, a concentração de N e P nos galhos (Figs. 2 e 3). É provável que essa ocorrência seja devida ao aumento, provocado pelos fungos, do número de galhos finos que, por sua vez, apresentam maior quantidade de casca com teores mais elevados de nutrientes. Esta hipótese precisa de uma maior número de observações para ser comprovada.

Em média, as concentrações de N e P em plantas não inoculadas e inoculadas foram, respectivamente, 3,2 e 3,4 e 1,7 e 2,15 vezes mais elevadas em folhas do que em galhos. Verifica-se, portanto, um efeito mais significativo da micorriza no aumento do teor de P nas folhas.

O aumento das concentrações de N e P, como também de outros elementos, pode significar que as plantas não micorrizadas não estavam bem nutridas e o efeito se deve a micorriza, ou as plantas estavam bem nutridas e, neste caso, a quantidade maior de nutrientes absorvida pela micorriza não foi usada para produzir mais fitomassa indicando, por conseguinte, a ausência de algum outro elemento. Provavelmente, a adubação das plantas utilizando apenas o elemento em falta aumentará, mais ainda o efeito da micorriza na produção de matéria orgânica. Essa técnica não deverá ser aplicada, no momento, por pequenos agricultores.

O aumento da absorção de N pela micorriza em plantas inteiras foi de até 113% e em galhos até 191%, enquanto que a absorção de P foi de até 168% e 353%, respectivamente. O maior aumento de absorção de P (95%) em folhas foi observado na espécie *Gliricidia sepium*.

Cinco meses após o primeiro corte, as rebrotas das espécies bem desenvolvidas foram cortadas novamente e o peso seco determinado a partir da planta inteira. As plantas não inoculadas alcançaram um peso semelhante as do primeiro corte, com exceção da *Elemingia congesta* que pesou cerca de 36% mais.

Para a maioria das espécies, o efeito da micorriza, com relação ao peso seco, foi menor no segundo corte. Contudo, a espécie *Acacia auriculiformis* que no primeiro corte havia apresentado um maior efeito com a micorriza, no segundo corte não apresentou qualquer efeito. Esse fato pode ser justificado por uma possível contaminação das raízes não inoculadas por raízes de plantas micorrizadas. Com efeito, foram encontrados depois de um ano de plantio, raízes com mais de 4 m de comprimento que poderiam, facilmente, alcançar as parcelas de plantas não micorrizadas distantes cinco metros dessas parcelas transmitindo, conseqüentemente, a micorriza. Para futuros experimentos, com plantas perenes, sugere-se que sejam utilizadas maiores parcelas e também maiores distâncias entre parcelas.

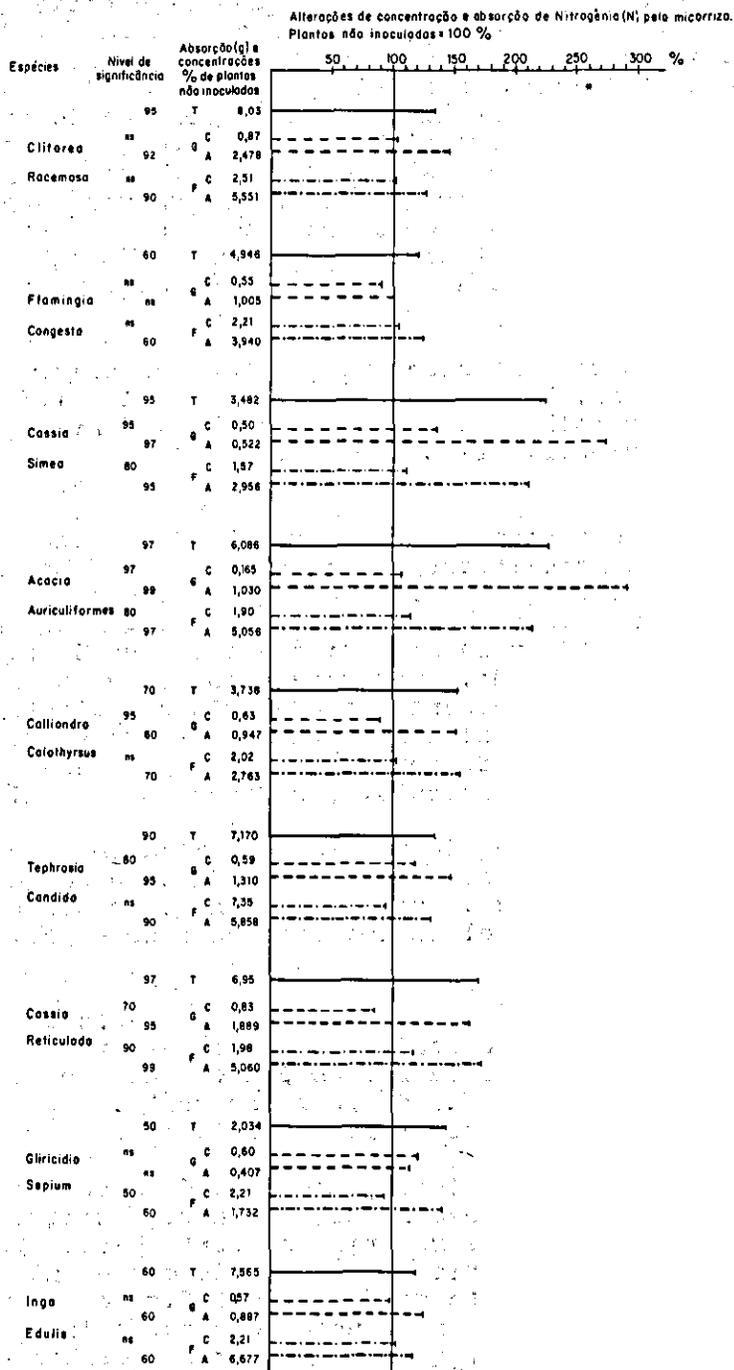


FIG. 2. Efeito da micorriza VA na concentração e absorção de nitrogênio (N) em nove espécies de leguminosas. Plantas não inoculadas = 100%, A = Absorção, C = Concentração, T = Total de absorção na planta inteira, G = Galhos, F = Folhas.

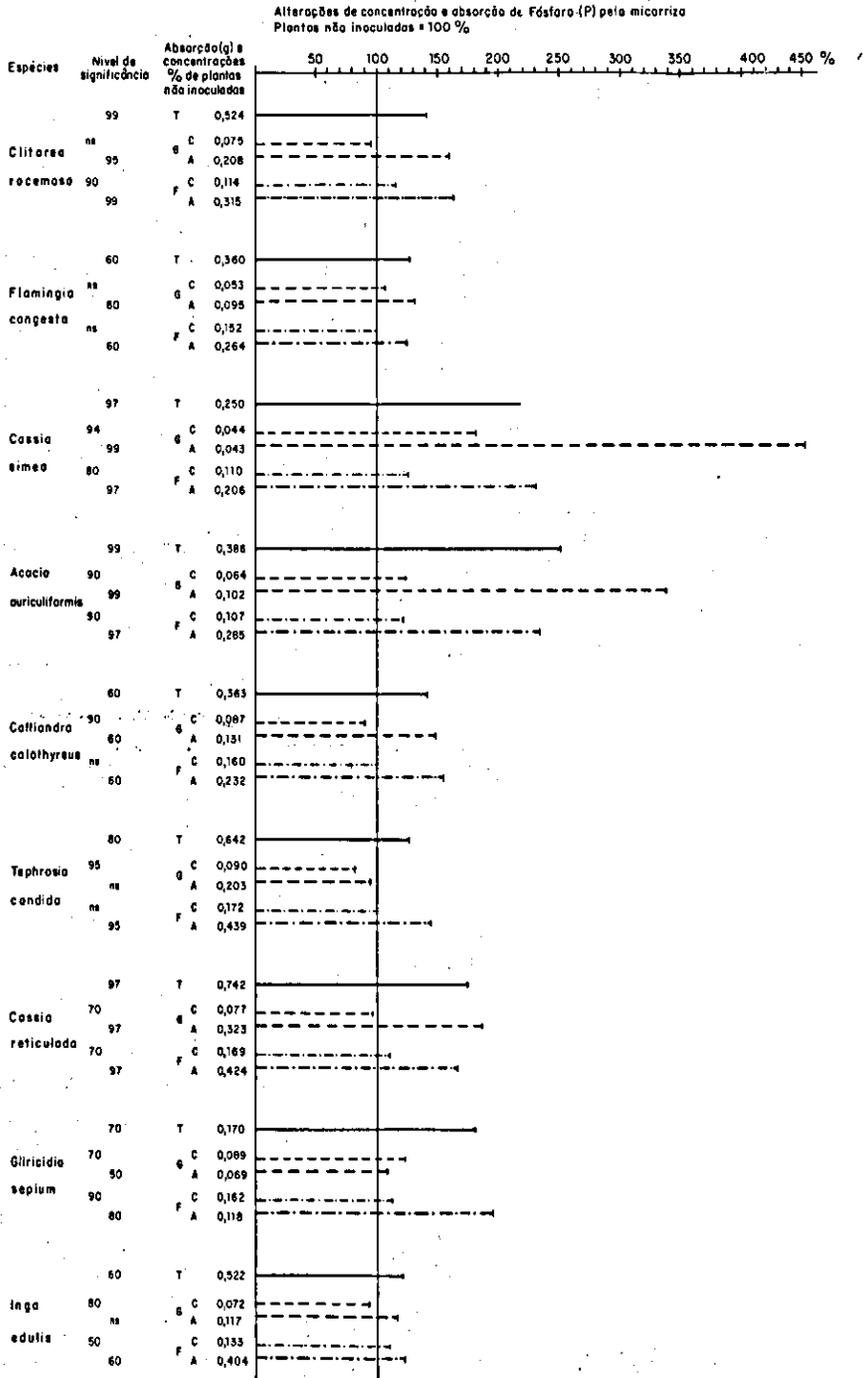


FIG. 3. Efeito da micorriza -VA na concentração e absorção de fósforo (P) em nove espécies de leguminosas. Plantas não inoculadas = 100%, A = absorção, C = Concentração, T = Total de absorção na planta inteira, G = Galhos, F = Folhas.

Para a determinação do grau de infestação de micorriza nas raízes das plantas experimentais, foram tomadas amostras de cada espécie de todas as parcelas inoculadas e não inoculadas que foram, a seguir, coradas segundo o método preconizado por Phillips e Hayman (1970). Os resultados, resumidos na Tabela 2, mostram que todas as espécies testadas apresentaram infestação de micorriza, porém, de um modo geral, o grau de infestação de plantas não inoculadas - proveniente de micorrizas nativas - foi menor do que o de plantas inoculadas com micorrizas selecionadas.

Observa-se, ainda, que em casos de baixo grau de infestação, como aconteceu com as espécies *Clitorea racemosa* e *Inga edulis*, o efeito de fungos em relação ao peso seco também foi baixo. Aparentemente estas duas espécies não combinaram bem com as micorrizas usadas, ou, sendo originárias da região, permitiram uma melhor adaptação das micorrizas nativas formando uma efetiva simbiose, mesmo com baixo grau de inoculação.

O alto grau de infestação das raízes de *Flemingia congesta* não inoculada, não era esperado. Parece que a micorriza nativa combina perfeitamente com essa espécie, introduzida do Caribe e, portanto, a inoculação adicional não aumentou o peso seco.

A quantidade de arbúsculos, órgãos da micorriza responsáveis pela troca de nutrientes entre planta hospedeira e fungo, geralmente foi mais alta em plantas artificialmente inoculadas do que em plantas inoculadas com micorriza nativa. O mesmo aconteceu, em menor escala, com os micélios e vesículas. Esses aumentos significam que as micorrizas selecionadas, além de apresentarem um grau de infecção mais elevado apresentam, também, uma atividade mais intensa na planta hospedeira.

O efeito principal da micorriza é o de aumentar a absorção de P. O aumento da absorção de N pode ser considerado como um efeito indireto. Na falta de fósforo disponível, o rizobium que têm grande necessidade de P para fixar nitrogênio, não funcionam bem. A micorriza aumentando a absorção de P, melhora as condições para o rizobium. Uma adubação com fosfato solúvel pode substituir, perfeitamente, o efeito da micorriza, o que demonstra ser esse efeito indireto.

Como o objetivo do experimento foi o de testar o efeito da micorriza em várias espécies, não se levou em consideração o espaçamento ideal para cada espécie. Assim, torna-se difícil a determinação da produção de matéria orgânica por hectare que foi calculada levando-se em conta um espaçamento de 1m x 2m, resultando em 5.000 plantas por hectare. A Tabela 3 mostra os resultados, por hectare, de peso seco e a absorção de N e P, após um crescimento de dez meses. Deve-se ressaltar, que a utilização de um espaçamento correto provavelmente deverá aumentar esses valores em duas ou três vezes.

Verifica-se, ainda na Tabela 3, que a *Cassia reticulata* produzindo 3,4 t/ha de peso seco sem inoculação e 6,0 t/ha com inoculação e 3,7 kg/ha e 6,5 kg/ha de fósforo, foi a espécie que mais forneceu matéria orgânica e fósforo. Por outro lado, a

Tabela 2 - Presença de micorriza-VA em leguminosas arbóreas e arbustivas.

Grão de infecção: Porcentagem de raízes micorrizadas
 Intensidade: Presença de micélium, vesículos e arbuscúlos nas raízes:
 1 = pouco, 2 = média, 3 = muito, 4 = muitíssimo

Espécie	Plantas sem inoculação de micorriza nativa			Plantas com inoculação de micorriza selecionada		
	Grão de infecção	Intensidade de infecção com micélium	Intensidade de infecção com arbuscúlos	Grão de infecção	Intensidade de infecção com micélium	Intensidade de infecção com arbuscúlos
<i>Clitoria racemosa</i>	40	2	2	1	60	3
<i>Flemingia congesta</i>	90	3	1	4	80	3
<i>Cassia siamea</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Acacia auriculiformis</i>	10	1	1	-	70	2
<i>Calliandra calothyrsus</i>	30	1	2	1	80	4
<i>Tephrosia congesta</i>	70	2	1	2	80	32
<i>Cassia reticulata</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Glicirrhiza sepium</i>	50	2	1	2	60	3
<i>Inga edulis</i>	50	1	1	3	40	1

* A micorriza foi presente, mas por causa de uma densa pigmentação das raízes não foi possível quantificá-la.

Tabela 3 - Efeito da micorriza-VA na produção de matéria orgânica e de absorção de N e P em 10 meses.

Espécie	Peso seco (t/ha)		Absorção de N (kg/ha)		Absorção de P (kg/ha) *	
	sem mic.	com mic.	sem mic.	com mic.	sem mic.	com mic.
<i>Clitoria racemosa</i>	2,6	3,4	40	53	2,6	3,7
<i>Flemingia congesta</i>	1,8	2,1	24	30	1,8	2,3
<i>Cassia siamea</i>	1,5	2,9	17	39	1,3	3,3
<i>Acacia auriculiformis</i>	2,1	4,5	30	69	1,9	4,8
<i>Calliandra calothyrsus</i>	1,5	2,7	19	29	1,8	2,6
<i>Tephrosia candida</i>	2,4	3,1	36	48	3,2	4,0
<i>Cassia reticulata</i>	3,4	6,0	35	59	3,7	6,5
<i>Inga edulis</i>	2,3	2,7	38	45	2,6	3,1

Acacia auriculiformis foi a espécie que mais forneceu nitrogênio, sendo 30,4 kg/ha em plantas não micorrizadas e 69 kg/ha em plantas micorrizadas. Esses valores de nitrogênio podem, se comparados com valores obtidos em plantas anuais, ser considerados baixos.

Finalmente, em face do exposto, as seguintes conclusões ou recomendações podem ser destacadas:

- É possível aumentar a produção de matéria orgânica e a absorção de N e P através das três espécies de micorrizas usadas.

- Um levantamento mais apurado deve ser feito na tentativa de se encontrar outras espécies de micorriza que possam ter uma utilização mais efetiva do que as usadas no experimento.

- Para que se possa recomendar a utilização de uma determinada leguminosa, há necessidade de que ela produza bastante fitomassa, principalmente folhas com elevados teores de nutrientes, além de ser uma boa planta hospedeira para a micorriza.

- Para a produção de matéria orgânica devem ser testadas outras espécies de leguminosas, além das treze utilizadas no experimento.

- Em casos de alta deficiência de fósforo no solo, as plantas devem ser previamente adubadas com rochas fosfatadas, perfeitamente aceitáveis pela micorriza.

- As raízes de leguminosas plantadas em faixas, dentro de uma determinada área, podem servir como transmissoras de micorrizas para culturas plantadas em áreas laterais. Além do mais, a matéria orgânica fornecida após os cortes das plantas leguminosas poderá ser usada como cobertura morta, nas áreas laterais, com o objetivo de proteger o solo, fornecer nutrientes, reduzir o crescimento de plantas invasoras e, ainda, podendo melhorar as condições para micorrizas e outros microrganismos presentes.

- Os efeitos positivos observados no presente experimento nem sempre podem ser esperados. De fato, outros experimentos conduzidos pelo autor em casa de vegetação com milho e caupi e no campo, com mandioca, não apresentaram qualquer efeito.

RESUMO

No campo experimental do CPATU, no município de Capitão Poço-PA, foi desenvolvido um experimento com a finalidade de se determinar o efeito de uma mistura de três espécies de micorriza-VA na produção de matéria orgânica e na absorção de N e P em treze espécies de leguminosas arbóreas e arbustivas. Quatro das espécies não mostraram um bom crescimento, produzindo, em dez meses, menos de 50 g de matéria seca por planta. Das demais espécies, sete apresentaram um bom crescimento e duas um crescimento que pode ser considerado razoável. Com exceção de duas espécies, a micorriza aumentou sensivelmente a produção de matéria orgânica e

a absorção de N e P. A *Cassia reticulata*, com 1,2 kg de matéria seca por planta inoculada, foi a espécie que mais produziu matéria orgânica, sendo a maior parte representada por madeira. Com relação ao aumento de matéria seca e à absorção de N pela micorriza, a espécie *Acacia auriculiformis* apresentou efeitos mais significativos, produzindo mais folhas do que madeira. As micorrizas selecionadas, em geral, mostraram um maior grau de infecção nas raízes das plantas hospedeiras e uma atividade mais elevada, do que as micorrizas nativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BLUM, E. Wechselwirkung zwischen VA-Mykorrhiza und Rhizobien bei tropischen Leguminosen. Göttingen, 1981. Tese doutorado.
- CHU, E.Y. Efeito de micorriza-VA no desenvolvimento de dendê híbrido (*Pisifera* x *Dura*) na fase de pré-viveiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 20, Belém, 1985. Resumos. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1985.
- CHU, E.Y. Quantificação de gêneros de micorriza vesicular-arbuscular nas culturas de pimenta-do-reino, guaraná e dendê na amazônia oriental. In: SIMÓSIO DO TROPICO UMIDO, 1, Belém, 1984. Anais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986. V.1.
- CHU, E.Y. & BLUM, E. Projeto de pesquisa: Estado da matéria orgânica em sistemas de produção na Amazônia. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986.
- DIEDRICH, C. Einfluss des Lichtes auf die Wirksamkeit der vesikulär-arbuskulären (VA-) Mykorrhiza bei tropischen und subtropischen Pflanzen. Göttingen, 1981. Tese doutorado.
- FABIG, B. Einfluss von Al und den Schwermetallen Fe, Mn, Zn, Cu, Pb und Cd auf die Effizienz der VA- Mykorrhiza bei tropischen und subtropischen Pflanzen. Göttingen, 1982. Tese doutorado.
- FERGUSON, J.J. & WOODHEAD, S.H. Increase and maintenance of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, 47-54. In: SCHENCK, N.C. ed. Methods and principles of mycorrhizal research. St. Paul, Minnesota, American Phytopathological Societi, 1980.
- GRAW, D. Der Einfluss der vesikulär-arbuskulären Mykorrhiza auf das Wachstum tropischer und subtropischer Pflanzen unter Berücksichtigung von Wirtsspezifität und pH-Wert des Bodens. Göttingen, 1978. Tese doutorado.
- GRAW, D.; MOAWARD, M. & REHM, S. Untersuchungen zur Wirts- und Wirkungsspezifität von VA- Mykorrhiza. Z. Acker- Pflanzenbau, 148:85-98, 1979.
- HAYMAN, D.S. Endomycorrhizae. In: DOMMERMUES, Y.R. & KRUPA, S.V., eds. Interactions between non-parasitic soil microorganisms and plants. Amsterdam, Elsevier, 1978. 4042.
- JANOS, D.P. Vesicular-arbuscular mycorrhizae effect lowland tropical rain forest plant growth. Ecology, 61:151-62, 1980.
- JOHN, G. Stand der Mykorrhizaforschung am CIAT. Cali, CIAT/GTZ, 1983.
- JONES, F.R. A mycorrhizal fungus in roots of legumes and some other plants. J. Agric. Res., 29:459-70, 1924.
- LOPES, E.S.; OLIVEIRA, E.; NEPTUNE, A.M.L. & MORAES, F.R.P. Efeito da inoculação do cafeeiro com diferentes espécies de

- fungos micorrizicos vesicular-arbuscular. R. bras. Ci. Solo, 7:137-41, 1983.
- MENGE, J.A.; STEIRLE, D.; BAGYARAY, D.J.; JOHNSON, E.L.V. & LEONARD, R.T. Phosphorus concentrations in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infection. *New Phytol.* 80:575-8, 1978.
- MENGE, J.A. & TIMMER, L.W. Procedures for inoculations of plants with vesicular-arbuscular mycorrhizae in the laboratory, greenhouse, and field. In: SCHENCK, N.C. ed. *Methods and principles of mycorrhizal research.* St. Paul, American Phytopathological Society, 1982.
- MICOLA, N.B. *Tropical mycorrhizal research.* New York, Oxford University, 1976.
- MOSSE, B. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Ann. R. Phytopatgol.*, 11:171-96, 1973.
- MOSSE, B. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. *Research Bulletin Hawaii, Institute of Tropical Agriculture and Human Resources*, 1981.
- PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 55:158-61, 1970.
- POWELL, C.L.L. & DANIEL, J. Mycorrhizal fungi stimulate uptake of soluble and insoluble phosphate fertilizer from a phosphate-deficient soil. *New Phytol.*, 80:351-8, 1978.
- REHM, S. Die pflanzenbauliche Bedeutung der vesiculär-arbuskulären Mykorrhiza. Vortrag für das Seminar am CPATU, April 1979, Belém, EMBRAPA-CPATU, 1979.
- SAIF, S.R. The influence of soil oxygen, carbon dioxide and soil temperature on the efficiency and development of vesicular-arbuscular Mycorrhizae, 1981. Tese doutorado.
- SAIF, S.R. *Bibliography on Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae (1970-1982).* Cali, CIAT, 1983.
- SANDER, F.E.; MOSSE, B. & TINKER, P.B. *Endomycorrhizas.* London Academic Press, 1975.
- SCHENCK, N.C. *Methods and principles of mycorrhizal research.* St. Paul, Minnesota, The American Phytopathological Society, 1982.
- SIEVERDING, E. Influence of soil water regimes on VA-mycorrhiza. I. Effect on plant growth, water utilization and development of mycorrhiza. *Z. Acker-Pflanzenbau*, 150:400-11, 1981.
- SIEVERDING, E. Influence of soil water regimes on VA-mycorrhiza. II. Effect of soil temperature and water regime on growth nutrient uptake, and water utilization of *Eupatorium odoratum* L. *Z. Acker-Pflanzenbau*, 152:56-67, 1983.
- SIEVERDING, E. & JOHN, G. pflanzenbauliche Bedeutung der VA-Mykorrhiza. Cali, CIAT/GTZ, 1982.