

COMPORTAMENTO DA MANDIOCA (*MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ CV. OLHO VERDE) EM RELAÇÃO À INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS VESÍCULO-ARBUSCULARES *

LUIZ FERNANDO GARCIA **
ROGÉRIO TAVARES DE ALMEIDA

RESUMO

Com a finalidade de se verificar o comportamento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em relação à inoculação de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares (MVA), foram instalados dois experimentos em casa de vegetação, utilizando-se um solo Podzólico Vermelho-Amarelo, textura arenosa média, autoclavado, contendo 2ppm de fósforo disponível e pH 6,0. As plantas, em ambos os experimentos, receberam uma adubação semanal com a solução de Hewitt, sem fósforo.

No Experimento I foram testadas 6 espécies introduzidas (*Acaulospora laevis*, *Gigaspora margarita*, *Glomus epigaeum*, *G. fasciculatum*, *G. macrocarpum* e *G. mosseae*), bem como duas espécies nativas do Estado do Ceará (*Glomus* sp. e *Sclerocystis* sp). Na inoculação empregou-se 10g de solo + raízes colonizadas como inóculo, sendo todos os tratamentos reinoculados com filtrado do inóculo isento de fungos MVA.

No Experimento II foi testado o método de inoculação de estacas não enraizadas de mandioca, através de suspensões de esporos de *Glomus mosseae* em diferentes adesivos químicos: goma arábica a 40%, etil celulose a 2%, resina de cajueiro a 10%, caseína a 10%, sacarose a 10%, cola albion a 10% e cola cascofix a 10%. Empregou-se como controle, além de teste-

munha não inoculada (Testemunha 1), um tratamento (Testemunha 2) inoculado com 10g de solo + raízes colonizadas colocados 2-3 cm abaixo do local de plantio das estacas.

As espécies introduzidas foram mais efetivas em estimular o crescimento das plantas do que as espécies nativas. Os fungos *G. mosseae* e *G. epigaeum* foram os mais eficientes em aumentar a produção de matéria seca e conteúdos de fósforo e potássio da parte aérea das plantas, bem como os que determinaram as mais altas percentagens de infecção radicular.

Embora o método em que se empregou como inóculo 10g de solo + raízes colonizadas tenha proporcionado as maiores médias de crescimento da parte aérea, a inoculação com suspensões de esporos em diferentes adesivos estimulou o crescimento das plantas em todos os tratamentos, apresentando-se a inoculação com esporos em etil celulose a 2% como o tratamento mais eficiente e revelando-se esse método de inoculação bastante promissor com relação à inoculação de estacas de mandioca não enraizadas.

PALAVRAS-CHAVE: Mandioca, fungos MVA, adesivos químicos e suspensão de esporos.

SUMMARY

BEHAVIOR OF CASSAVA (*MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ CV. OLHO VERDE) TO INOCULATION WITH VA MYCORRHIZAL FUNGI

Two experiments were conducted under greenhouse conditions in order to observe the behavior of cassava inoculated with VA-mycorrhizal fungi. A Red-

* Trabalho extraído da Tese de Mestrado do primeiro autor, desenvolvido no Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, financiado parcialmente pelo Projeto CNPq/BID/UFCP-DCT/NE/CE 17 - Manejo e Conservação do Solo.

** Aluno do Mestrado do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC

*** Prof. do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e Pesquisador do CNPq.

Yellow Podzolic soil from Pacajus, Ceará, Brazil with 2 ppm of available phosphorus and pH 6.0 was used for both experiments. Each parcel consisted of a plastic bag with 4 kg soil and both experiments were weekly irrigated with Hewitt's solution without phosphorus. In Experiment I 6 introduced species (*Acaulospora laevis*, *Gigaspora margarita*, *Glomus epigaeum*, *G. fasciculatum*, *G. macrocarpum* and *G. mosseae*) and 2 native species (*Glomus* sp. and *Sclerocystis* sp.) were used. The inoculum consisted of 10g of soil + infected roots, placed 2-3 cm beneath the rootings.

In Experiment II the rootings were inoculated with a *Glomus mosseae* spore suspension + adhesives (40% gum arabic, 2% ethyl cellulose, 10% cashewtree resin, 10% casein, 10% sucrose, 10% commercial albion gum and 10% commercial cascofix gum). In addition to control, a treatment inoculated with 10g of soil + infected roots was used.

The results from the Experiment I showed that the introduced species were more efficient than the native species. *Glomus mosseae* and *G. epigaeum* showed the highest growth (height), dry matter production, phosphorus and potassium contents and root infection percentage.

The results from Experiment II showed that the inoculation with spore suspension in different adhesives enhanced development of plants in all treatments. 2% ethyl cellulose was the most efficient adhesive treatment and it might be promising in inoculation of cassava rootings.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca, pela sua formação de raízes tuberosas, apresentando poucos pêlos radiculares e, conseqüentemente, com baixa capacidade de explorar o solo, tem sido apontada como muito dependente da associação com fungos formadores de micorrizas vesículo-arbusculares para crescer e produzir nas condições de baixa fertilidade, normalmente

encontradas nos solos ácidos das regiões tropicais (YOST & FOX²⁴, HOWELER¹⁵, HOWELER et alii,^{16,17}).

As micorrizas vesículo-arbusculares são associações simbióticas formadas por fungos de alguns gêneros da família Endogonaceae e raízes da maioria das espécies vegetais. A pesquisa das associações micorrízicas é de muita validade porque, além de outros benefícios, e, embora aumentando o aproveitamento de alguns elementos essenciais do solo, especialmente o fósforo, as espécies de fungos MVA diferem em sua capacidade de colonização radicular, absorção de nutrientes e em sua habilidade para aumentar o crescimento das plantas (ABBOTT & ROBSON¹, MARJAN & SCHNENCK¹⁸).

Atualmente, estuda-se o uso de diferentes adesivos químicos como um meio para facilitar a inoculação de plantas com microrganismos simbiotes. Referidos adesivos são muito empregados na inoculação de bactérias que fixam nitrogênio atmosférico para melhorar a aderência do inoculante às sementes, bem como para conferir maior sobrevivência ao *Rhizobium* (BROCKWELL³, VINCENT²³, BURTON⁴). Estudos comparativos têm sido feitos para verificar sua aplicabilidade na inoculação de rizóbios, bem como na inoculação de fungos formadores de micorrizas VA (VARGAS & SUHET²²).

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

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

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados 2 experimentos, sob condições de casa-de-vegetação localizada no campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, em sacos de polietileno, contendo, cada, 4 kg do solo previamente esterilizado em autoclave, durante 2 horas, à temperatura de 120°C. Foi utilizado um solo procedente do município de Pacajus, Ceará, classificado como sendo um Podzólico Vermelho-Amarelo, textura arenosa/média, com 2ppm de fósforo disponível e pH 6,0 (Tabela 1).

Experimento I — Dentre as espécies de fungos MVA utilizadas na inoculação estão 6 espécies introduzidas e 2 nativas, que são mostradas na Tabela 2. Para a obtenção do inóculo os fungos foram multiplicados, sob condições de casa-de-vegetação, em *Stylosanthes humilis* HBK cultivado em sacos de polietileno.

O inóculo consistiu de 10g de solo + raízes colonizadas da planta multiplicadora por saco de polietileno. Esse inóculo foi cuidadosamente espalhado de forma que ocupasse uma maior área possível do saco, 2-3cm abaixo das estacas de mandioca, plantadas no sentido horizontal. As testemunhas, uma em solo esterilizado, sem inoculação (Testemunha 1), outra em solo não esterilizado, sem inoculação (Testemunha 2), receberam quantidade equivalente do inóculo esterilizado e, após o plantio, todos os tratamentos receberam 4ml/saco de um filtro, livre de fungos MVA, porém, contendo os outros componentes da microflora do inóculo. A irrigação do experimento foi feita com água de torneira e as parcelas receberam uma adubação semanal com a solução de Hewitt (HEWITT14) sem fósforo, na quantidade de 2ml/kg de solo.

Experimento II — Além de 2 testemunhas, uma não inoculada e outra inoculada com 10g de solo + raízes colonizadas, empregou-se, como inóculo, uma suspensão de clamidósporos de *Glomus mosseae* esterilizados superficialmente com hipoclorito de sódio a 0,5% (SCHENCK

et alii22) em diferentes adesivos químicos, cujas concentrações e valores de pH são mostrados na Tabela 3.

Os clamidósporos foram obtidos pela técnica de GERDEMANN & NICOLSON¹⁰, empregando-se, na seqüência do peneiramento, até o tamis de 105µm de malha. A contagem de esporos foi efetivada em câmaras de contagem com capacidade para 3ml (HAYMAN & STOVOLD¹³).

A inoculação processou-se através da imersão das estacas de mandioca, previamente esterilizadas superficialmente (SHENCK et alii²¹) em suspensões contendo 6 esporos/ml de diferente adesivos, num volume total de 500 ml por cada tratamento.

Após a inoculação as estacas foram colocadas para secar à sombra e, em seguida, plantadas. O plantio foi feito no sentido horizontal, com 1 estaca de mandioca por parcela. A irrigação do experimento foi feita com água destilada e as parcelas receberam uma adubação semanal com a solução de Hewitt (HEWITT¹⁴) sem fósforo, na quantidade de 2ml/kg de solo.

Ao final dos experimentos, 4 meses para o Experimento I e 3 meses para o Experimento II, após a inoculação, foram feitas as seguintes verificações: altura, peso seco e conteúdos de fósforo e potássio da parte aérea pelos métodos do vanadato molibdato (CHAPMANN & PRATT⁷) e fotômetro de chama, respectivamente. Foi utilizada a técnica de coloração DE PHILLIPS & HAYMAN²¹ para as plantas do Experimento I. Com relação ao Experimento II foi contado, ainda, o número de esporos por 10g de solo em cada repetição (HAYMAN & STOVOLD¹³), sendo as estruturas fúngicas obtidas pelo método de GERDEMANN & NICOLSON¹⁰, empregando-se, na seqüência do peneiramento, somente até o tamis de 250 µm de malha. Na determinação da percentagem de infecção radicular para o Experimento II foram examinados, aproximadamente, 200 fragmentos de raízes por repetição

TABELA 1

Características Físicas e Químicas do Perfil do Solo Podzólico Vermelho-Amarelo (Pacajus-CE), Utilizado nos Experimentos I e II. Fortaleza, 1984.

HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (%)				ARGILA DISPERSA EM ÁGUA	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (cm)	AREIA GROSSA 2 - 0.2 mm	AREIA FINA 0.2 - 0.005 mm	SILTE 005 - 002 mm	ARGILA < 0.002 mm	%	
A _p	0 - 13	71,50	22,30	1,60	4,60	0,30	Areia
A ₃	13 - 44	71,65	20,65	1,15	6,55	1,20	Areia
B ₁	44 - 80	62,20	27,35	1,15	9,30	1,30	Areia
B _{21t}	80 - 115	57,15	26,90	2,55	13,40	0,10	Fr. aren.
B _{22t}	115 - 150+	53,00	18,80	3,20	25,00	4,80	Fr. arg. aren.

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

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

TABELA 2

Altura, Peso Seco da Parte Aérea, Conteúdos Totais de Fósforo e Potássio e Percentagem de Infecção Radicular das Plantas de Mandioca Inoculadas com Diferentes Espécies de Fungos Micorrízicos VA do Experimento I. Médias de 6 Repetições. Fortaleza, 1984.

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

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

TABELA 3

Altura, Peso Seco da Parte Aérea, Conteúdos Totais de Fósforo e Potássio e Percentagem de Infecção Radicular de Plantas de Mandioca Inoculadas com Esporos de *Glomus mosseae* em Suspensão com Diferentes Adesivos Químicos e Número de Esporos do Solo do Experimento II. Média de 6 Repetições. Fortaleza, 1984/85.

Tratamentos	Altura	Peso Seco	Conteúdo de P	Conteúdo de K	Infecção Radicular	N.º de Esporos /10 g de Solo
	(cm)	(g)	(mg)	(%)	(%)	
Testemunha 1 (água destilada)	22,33d	3,83d	4,41d	32,24c	00,00	0
Testemunha 2 (10g de solo + raízes colonizadas)	38,67a	8,50a	14,89a	83,32a	61,87	167
Goma arábica a 40% e pH 4,3	32,83abc	6,02bcd	8,56bcd	56,60c	22,50	
Etil celulose a 2% e pH 5,7	38,00ab	7,97ab	12,15ab	74,21ab	46,50	70
Resina de cajueiro a 10% e pH 5,1	30,50c	5,60cd	6,67cd	52,97c	26,00	33
Caseína a 10% e pH 6,0	33,33abc	6,22abc	9,86abc	60,65ab	32,60	40
Sacarose a 10% e pH 4,2	31,25bc	6,78abc	8,44bcd	62,31ab	26,00	27
Cola albion a 10% e pH 8,2	34,08abc	7,42abc	10,06abc	77,98ab	36,70	43
Cola cascofix a 10% pH 4,2	32,25abc	7,25abc	8,47bcd	68,61ab	24,00	35
DMS	7,38	2,32	5,44	26,70		
CV (%)	12,00	18,62	31,11	22,40		

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

(GIOVANNETTI & MOSSE¹¹), coradas pelo azul de algodão em ácido láctico glicérol, segundo a técnica modificada de BEVEGE².

O delineamento experimental usado para os dois experimentos foi o inteiramente casualizado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I — Os resultados são apresentados na Tabela 2. O teste de Tukey revelou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os parâmetros altura, peso seco da parte aérea e conteúdos totais de fósforo e potássio, analisados estatisticamente. A diferença entre médias mostrou a superioridade dos tratamentos *Glomus mosseae*, *G. epigaeum*, *G. macrocarpum* e Testemunha 2 sobre o tratamento Testemunha 1. O tratamento inoculado com *Gigaspora margarita* também apresentou diferenças significativas referentes ao peso e altura da parte aérea e conteúdo de fósforo. Os tratamentos com os endófitos locais *Glomus* sp. e *Sclerocystis* sp. não diferiram significativamente da Testemunha 1, enquanto o tratamento Testemunha 2 mostrou-se eficiente, indicando um efeito significativo da população nativa de fungos MVA na altura, peso seco e conteúdos de P e K da mandioca. Todas as espécies testadas colonizaram as raízes da mandioca, contudo, diferindo em sua habilidade de infectar as raízes das plantas. Os maiores índices de colonização radicular foram observados nos tratamentos *Glomus epigaeum*, *G. mosseae*, Testemunha 2 e *Gigaspora margarita*. A eficiência de um endófito nem sempre depende da extensão da infecção ou do desenvolvimento de micélio no solo. Idênticos percentuais de infecção não, necessariamente, apresentam o mesmo efeito sobre o desenvolvimento das plantas (GRAHAM et alii¹², OWUSUBENNOAH & MOSSE¹⁹). No presente trabalho os maiores percentuais de infecção corresponderam, também, aos maiores aumentos do peso seco e extração de fós-

foro, sugerindo uma relação positiva entre esses parâmetros.

Quanto à remoção de nutrientes pela mandioca, os resultados mostram que as micorrizas VA beneficiam em geral a absorção de fósforo e potássio, concordando com os dados obtidos por ZAAG et alii²⁵, HOWELLER¹⁵, EZETA & CARVALHO⁹ e CARVALHO et alii⁶. Parece haver certa especificidade do hospedeiro quanto à espécie de fungo utilizada, uma vez que *Glomus mosseae* promoveu maior absorção e acúmulo de fósforo na parte aérea. Os resultados aqui observados mostram diferenças na efetividade dos fungos que formam micorriza vesículo-arbuscular em aumentar a absorção de fósforo e o crescimento das plantas.

Experimento II

Os resultados são apresentados na Tabela 3. O teste Tukey revelou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os parâmetros analisados estatisticamente. A diferença entre médias mostrou a superioridade do tratamento inoculado com 10g de solo + raízes colonizadas em todos os parâmetros analisados, com relação à Testemunha 1. Os tratamentos inoculados com esporos em etil celulose a 2%, cola albion a 10% e caseína a 10% também diferiram da Testemunha 1 com relação a todos os parâmetros analisados. Por outro lado, os tratamentos inoculados com esporos em cola cascofix a 10% e sacarose a 10% só não diferiram significativamente em relação à Testemunha 1 no parâmetro conteúdo total de fósforo.

O emprego de solo + raízes colonizadas como inóculo estimulou o desenvolvimento das plantas, não apresentando diferença significativa com relação à inoculação de esporos de *Glomus mosseae* em suspensão com os adesivos etil celulose a 2%, cola albion a 10% e caseína a 10%, em todos os parâmetros analisados.

Neste experimento a inoculação com fungos MVA, em geral, aumentou a absorção de fósforo e potássio na parte

aérea das plantas de mandioca de conformidade com EZETA & CARVALHO⁹ e CARVALHO et alii⁶.

A inoculação com suspensões de esporos em diferentes adesivos estimulou em geral a altura, peso seco e conteúdos totais de fósforo e potássio das plantas em todos os tratamentos, apresentando-se a inoculação com esporos em etil celulose a 2% como o tratamento mais eficiente e revelando-se esse método de inoculação bastante promissor com relação à inoculação de estacas não enraizadas.

Os maiores índices de colonização radicular e número de esporos no solo foram observados nos tratamentos inoculados com 10g de solo + raízes colonizadas e inóculo na forma de esporos em uma suspensão em etil celulose a 2%. Os resultados evidenciam que os maiores números de esporos no solo estão associados com os maiores valores de peso seco e conteúdos totais de fósforo e potássio. No entanto, estudos sobre a influência da infectividade radicular e número de esporos no solo e, conseqüentemente, maior desenvolvimento das plantas têm apresentado freqüentemente resultados conflitantes (DAFT & NICOLSON⁸; CARLING et alii⁵).

4. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que:

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

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

— As espécies introduzidas *Glomus mosseae* e *Glomus epigaeum* tenderam a ser mais eficientes do que as espécies introduzidas *Glomus macrocarpum*, *Glomus fasciculatum*, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora laevis*, superando as espécies nativas *Sclerocystis* sp. e *Glomus* sp., quanto ao rendimento de matéria seca,

altura e absorção de fósforo e potássio pela mandioca;

— Em solo não esterilizado o bom desenvolvimento das plantas de mandioca é atribuído à interação com as espécies micorrízicas nativas presentes;

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

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

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

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBOTT, L.K. & ROBSON, A.D. The role of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture and the selection of fungi for inoculation. *Aust. J. Agric. Res.*, 33: 389-408. 1982.
2. BEVEGE, D. I. A rapid technique for clearing tannins and staining intact roots for detection of mycorrhizas caused by *Endogone* spp. and some records of infection in Australasian plants. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 51(5): 808-810. 1968.
3. BROCKWELL, J. Studies on seed pelleting as an aid to legume seed inoculation. *Aust. J. Agric. Res.*, 13: 638-649. 1962.
4. BURTON, J.C. Methods of inoculating seeds and their effect on survival of rhizobia. In: NUTMAN, P. S., ed. *Symbiotic nitrogen fixation in plants*. Cambridge University Press. Cambridge England. 1976. p. 175-189.
5. CARLING, D.E., BROWN, M.F. & BROWN, R.A. Colonization rates and growth

- responses os soybean *Glycine max* plants infected by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Can. J. Bot.*, 57(17): 1769-1772. 1979.
6. CARVALHO, P. C. L., EZETA, F.N., CALDAS, R.C. & RODRIGUES, E.M. Contribuição da endomicorriza para absorção de nutrientes e crescimento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Revista Brasileira de Mandioca*, 1(1): 55-60. 1982.
 7. CHAPMAN, H.D. & PRATT, P.F. *Methods of analysis of soils, plants and waters*. University of California, Div. Agric. Sci., Bekerley, 1961. 309 p.
 8. DAFT, M.J. & NICOLSON, T.H. Effect of *Endogone* mycorrhiza on plant growth. III. Influence of inoculum concentration growth and infection in tomato. *New Phytol.*, 68: 953-961. 1969.
 9. EZETA, F.N. & CARVALHO, P.C.L. Influência da endomicorriza na absorção de P e K e no crescimento da mandioca, *R. Bras. Ci. Solo*, 6: 25-28. 1982.
 10. GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet-sieving and decanting. *Trans British. Mycol. Soc.*, 46: 235-244. 1963.
 11. GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 84: 489-500. 1980.
 12. GRAHAM, J.H., LINDERMAN, R. G. & MENGE, J.A. Development of external hyphae by different isolates of mycorrhizal *Glomus* spp. in relation to root colonization and growth of Troyer Citrange (*Poncirus trifoliata* x *Citru sinensis*). *New Phytol.*, 91(2): 183-190. 1982.
 13. HAYMAN, D.S. & STOVOLD, G.E. Spore population and infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in New South Wales. *Aust. J. Bot.*, 27: 227-233. 1979.
 14. HEWITT, E.J. *Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition*. 2nd ed. Commonwealth Agricultural Bureau, London, 1966, 547 p. (Technical communication n.º 22).
 15. HOWELER, R. H. The effect of mycorrhizal inoculation on the phosphorus nutrition of cassava. In: WEBER, E.J. TORO, J.C. & GRAHAM M., eds. *Cassava Cultural Practices*. 1980, p. 131-137.
 16. HOWELER, R.H., CADAVID, L.F. & BUCKARDT, E. Response of cassava to VA mycorrhizal inoculation and phosphorus application in greenhouse and field experiments. *Plant & Soil*, 69 (3): 327-340. 1982.
 17. HOWELER, R.H. ASHER, C.J. & EDWARDS, D.G. Establishment of an effective endomycorrhizal association on cassava in flowing solution culture and its effects on phosphorus nutrition *New Phytol.*, 90(2): 229-238. 1982.
 18. MARJAN, V.N. & SCHENCK, N.C. Spore germination, penetration and root colonization of 6 species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on soybean *Glycine max*. *Can. J. Bot.*, 62 (4): 624-628. 1984.
 19. OWUSU-BENNOAH, E. & MOSSE, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. XI. Field inoculation responses in barley, lucerne and onion. *New Phytol.*, 83 (3): 671-680. 1979.
 20. PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 55(1): 158-161. 1970.
 21. SCHENCK, N.C., GRAHAM, S.O. & GREEN, N.E. Temperature and light effect on contamination and spore germination of vesicular-arbuscular mycorrhizal fung. *Mycologia*, 67: 1189-1192. 1975.
 22. VARGAS, M.A.T. & SUHET, A.R. Efeitos da inoculação e deficiência hídrica no desenvolvimento da soja em um solo de cerrado. *R. Bras. Ci. Solo*. 4: 17-21. 1980.
 23. VINCENT, J.M. *A manual for the practical study of root nodule bacteria*, London, Burgess, 1970. 164 p.
 24. YOST, R.S. & FOX, R.L. Contribution of mycorrhizae to the nutriente of crops growing on an oxisol. *Agron. J.*, 71: 903-908. 1979.
 25. ZAAG, P.V., R.L., PENNA, R.S. & YOST, R.S. Phosphorus nutrition of cassava, including mycorrhizal effects on P, K, S, Zn and Ca uptake. *Field Crops. Res.*, 2: 253-263. 1979.