

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE *Manihot esculenta* CRANZ. EM REPOSTA À ADUBAÇÃO FOSFATADA E INOCULAÇÃO MICORRÍZICA¹

Jorge Messias Leal do Nascimento², Percivaldo Xavier Resende², Amando Martins Vieira Junior³, Alineaura Florentino Silva⁴, Mario Adriano Ávila Queiroz⁵, Adriana Mayumi Yano-Melo⁵

¹Parte da dissertação do primeiro autor

²Pós-graduação em Ciência Animal/ Univasf, Petrolina-PE, Brasil

³Graduando em Zootecnia/Univasf, Petrolina-PE, Brasil

⁴Pesquisadora, Embrapa Semiárido, Caixa Postal 23, CEP 56302970, Petrolina-PE, Brasil

⁵Professor, CZOO, *Campus* de Ciências Agrárias/Univasf, CEP 56300-990, Petrolina-PE, Brasil

*jlzoo@live.com/jorge_messias@ymail.com

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* CRANZ) é um arbusto de origem da América tropical, que apresenta potencial para cultivo alimentar e diversidade de variedades (Crepaldi, 1992; Ceni et al. 2009). Além disso, essa planta é uma das principais fontes de carboidratos em diversos países no mundo, cuja extensão de área plantada é uma das mais representativas dentre as culturas amiláceas, apresentando alta capacidade de utilização eficiente da água, possibilitando seu cultivo em regiões de secas prolongadas, a exemplo o semiárido nordestino (Silva et al. 2009). Por apresentar estas características, a mandioca constitui em fonte de energia a ser ofertada aos animais de produção criados no bioma da caatinga, pois Ferreira et al. (2009) reportam que essas plantas apresentam alto valor nutricional, elevado potencial produtivo, boa digestibilidade e podem ser uma alternativa forrageira para ser ofertada nos períodos de seca. Almeida & Filho (2005) demonstraram ainda que estas plantas possuem em suas folhas, 25% de proteína bruta e 9% de fibra, constituindo ainda fonte de vitaminas A, C e do complexo B, cálcio e ferro. Segundo Carvalho et al. (2007), plantas de mandioca apresentam alta capacidade de se desenvolver e produzir relativamente bem em solos de baixa fertilidade, além de superar os problemas de baixos teores de fósforo (P) no solo, devido à associação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Segundo Colozzi Filho & Cardoso (2000), os FMA atuam como complemento do sistema radicular da planta hospedeira, capaz de aumentar a absorção de água e nutrientes, principalmente o fósforo, demonstrando grande potencial para aplicação na agricultura. Em estudos realizados na Colômbia, Howeler et al. (1982) reportam que plantas de mandioca micorrizadas e adubadas com fosfato de cálcio de hidrogênio, foram responsivas a partir da terceira semana. Em seguida Howeler et al (1983) demonstraram que a produtividade de plantas de mandioca pode ser incrementada quando as mesmas são inoculadas com FMA nativo, além disso pode ocorrer nessas plantas redução da exigência de fósforo no solo. Posteriormente Habte & Byappanahalli (1994), avaliando a dependência de mandioca a FMA, observaram que plantas de mandioca apresentam maior crescimento nas doses de fósforo baixa e intermediária, reduzindo sua

dependência à micorrização com o aumento deste mineral no solo. Recentemente, Omorusi & Ayanru (2011) reportaram redução no número de glomerosporos e da colonização micorrízica em plantas de mandioca com o aumento na aplicação de fósforo no solo. Assim, visando o melhor uso dos recursos microbianos e menor impacto com o uso de fertilizante, este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo em plantas de *Manihot esculenta* frente à adubação fosfatada e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um experimento em casa de vegetação do Laboratório de Microbiologia, do CCA-Univasf, em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial de 04 doses de fósforo (natural do solo com 5,14 mg/dm³ -P1), intermediária 1 com 49,3 mg/dm³ -P2), recomendada com 98,6 mg/dm³ -P3), intermediária 2 com 197,2 mg/dm³ -P4) x 03 tratamento de inoculação com FMA (*Glomus etunicatum* - GE, *Gigaspora albida* - GA, Controle - CON), em cinco repetições. Utilizou-se um solo típico da região, Neossolo Quartzarênico, esterilizado em autoclave a 120 °C em 1 hora, por duas vezes consecutivas. O solo foi caracterizado quimicamente pelo Laboratório de Solos da Embrapa Semiárido, apresentando as seguintes características: 4,76 g/Kg de M.O., pH 5,7, C.E. de 0,1 dS/m, - 5,14 mg/dm³ de P, - 0,25 cmol_c/dm³ de K, - 1,7 cmol_c/dm³ de Ca, - 0,6 cmol_c/dm³ de Mg, - 0,1 cmol_c/dm³ de Na, - 0,05 cmol_c/dm³ de Al . Os isolados de FMA utilizados foram provenientes do Banco de Inóculo de FMA do Laboratório de Microbiologia, CCA/Univasf, multiplicados anteriormente em solo (Neossolo Quartzarênico) e areia (1:1 v/v), em plantas de *Clitoria ternatea* e *Sorghum vulgare*, por um período de 90 dias em casa de vegetação. A inoculação micorrízica foi feita pela aplicação de suspensão de 100 glomerosporos em cada planta, para os tratamentos correspondentes. Para a obtenção de mudas de mandioca, foram utilizadas manivas com 6 a 8 cm de comprimento. A duração do experimento foi de aproximadamente 90 dias e no decorrer do estudo, foram feitas avaliações em intervalos de 30 dias, quanto a: altura - AL, número de folhas vivas - NF, aparecimento foliar - AF e diâmetro do ramo principal à altura do colo da planta - DR. Ao final do estudo avaliou-se a biomassa fresca e seca aérea - BFA e BSA, biomassa fresca e seca radicular - BFR e BSR, número de glomerosporos - NG, colonização micorrízica - CM e diâmetro da maniva - DM. Para determinação do NG os glomerosporos foram extraídos do solo pelo método de peneiramento úmido (Gerdemann & Nicolson, 1963) e centrifugação em água e sacarose 40% (Jenkins, 1964) e para a CM, as raízes foram clarificadas e coradas pelo método de Phillips & Hayman (1970) e quantificados pela técnica de interseção dos quadrantes (Giovanetti & Mosse, 1980). Para aferição DM e DR da planta utilizou-se um paquímetro digital. A altura foi medida com auxílio de uma trena com extensão em cm. Para os parâmetros avaliados ao longo do tempo adotou-se

delineamento em esquema fatorial triplo, com 03 (períodos de avaliação) x 04 doses de fósforo (P1, P2, P3, e P4) x 03 fontes de inoculação (GE, GA e CON), em cinco repetições. Após avaliação, os dados coletados foram submetidos à análise de variância e quando apresentaram significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Os dados de colonização micorrízica foram transformados em raiz quadrada de $x/100$ e os de número de glomerosporos em Log de $x + 1$, utilizando-se o programa ASSISTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da inoculação com FMA sobre os parâmetros BFA, BSA, CM, NG e DM (tabela 1), para AF constatou-se efeito interativo entre dose de fósforo aplicado ao solo e inoculação com FMA (tabela 2). Os parâmetros DR, AI e NF apresentaram efeito de interação entre os tempos de avaliação e a inoculação com FMA (tabela 3). Constata-se que a BFA e BSA foi afetada pela inoculação com GE, apresentando maior desenvolvimento do que plantas inoculadas com GA, porém, não houve diferença significativa em relação ao CON. O incremento proporcionado por GE em relação ao GA foi de 48% e 60%, respectivamente para BFA e BSA. A ausência de diferença entre as plantas micorrizadas por GE e o tratamento CON, para BFA e BSA, pode ser explicada pela maior reserva orgânica (carboidratos) que essas plantas possuíam, visto que as mesmas apresentaram maior DM (12,32 mm). Para CM, observou-se que plantas inoculadas com GA apresentavam maior percentual do que as micorrizadas por GE e CON, respectivamente, com 38,75%, 27,90% e 6,05%, embora sem diferença estatística entre os tratamentos com FMA. Embora Habte & Byappanahalli (1994) tenham observado efeito inibitório da aplicação de fósforo no solo para CM em mandioca, as doses aplicadas não tiveram efeito sobre a colonização radicular. Da mesma forma que a CM, maior NG foi encontrada na rizosfera de plantas micorrizadas por GE (57,25 glomerosporos/g de solo), seguido de GA (47,25 glomerosporos/g de solo) e CON (3,75 glomerosporos/g de solo) (tabela 1).

Tabela 1. Biomassa fresca e seca aérea, colonização micorrízica, número de glomerosporos e diâmetro da maniva de plantas de *Manihot esculenta* inoculadas com FMA e adubadas com fósforo, sob condições semiáridas.

Tratamentos	BFA (g)	BSA (g)	CM (%)	NG g/solo	DM mm
GE	4,58a	1,27a	27,90a	57,25a	10,9b
GA	3,09b	0,79b	38,75a	47,25a	11,5b
CON	4,24ab	1,11ab	6,05b	3,75b	12,32a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 2. Interação entre dose de fósforo e FMA para aparecimento foliar em plantas de *Manihot esculenta*, sob condições semiáridas.

DOSE DE FÓSFORO	INOCULAÇÃO		
	GE	GA	CON

P1	1,0aB	1,6aA	1,4aAB
P2	1,4aA	1,2aA	1,3aA
P3	1,4aA	1,1aA	1,2aA
P4	1,4aA	1,3aA	1,2aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Houve efeito interativo da aplicação de fósforo e inoculação com FMA, para o parâmetro de crescimento AF, constatando-se que a inoculação com GA em solos com teor natural de P favorece a emissão de novas folhas em plantas de mandioca. Por outro lado, não foi observado efeito isolado de fósforo ou da inoculação com FMA (tabela 2). Verifica-se que para DR, maiores valores médios foram obtidos a partir da terceira avaliação, sendo constatado efeito significativo para a inoculação com GE. Resposta similar foi obtida para a altura na 3ª avaliação, na qual a inoculação com GE proporcionou às plantas incremento no desenvolvimento quando comparada aos demais tratamentos de inoculação. Para NF, observou-se efeito significativo na 2ª avaliação, novamente verifica-se efeito positivo da inoculação com GE.

Tabela 3. Efeito do tempo de avaliação e da inoculação com FMA sobre o diâmetro do ramo principal à altura do colo, a altura e o número de folhas vivas de plantas de *Manihot esculenta*

AVALIAÇÃO	FMA		
	GE	GA	CON
DIÂMETRO DO RAMO			
1º	2,7bA	3,3aA	3,1aA
2º	3,4aA	3,5aA	3,6aA
3º	3,8aA	3,4aA	3,3aA
ALTURA			
1º	11,1bA	13,5bA	12,2bA
2º	19,9aA	19,3aA	18,2aA
3º	22,1aA	17,1aB	17,3aB
Nº FOLHAS			
1º	5,6cA	5,95bA	6,2bA
2º	8,8aA	8,70aA	9,45aA
3º	7,3bA	5,1bB	5,05bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Neste trabalho não se constatou responsividade das plantas de mandioca ao fósforo. Salienta-se que Howeler et al. (1982) obtiveram resposta da mandioca à adubação fosfatada somente em doses superiores 3.200 kg/ha, sendo o maior benefício observado em plantas micorrizadas. Por outro lado, o excesso de P no solo reduziu o efeito da micorrização. Desta forma a não responsividade de plantas de mandioca observada neste estudo pode estar relacionada às doses de P aplicadas, assim como ao diâmetro da maniva, pois segundo Colozzi Filho & Nogueira (2007), a utilização de manivas com tamanho e diâmetro maiores podem resultar em menor dependência da obtenção de fósforo do solo pelas plantas, via micélio externo dos FMA, pelo menos até quando as manivas puderem suprir o

fósforo necessário ao desenvolvimento da planta, o que ocorre nas fases iniciais. Confirmando essa informação, Habte & Byappanahalli (1994) afirmam que para plantas oriundas de manivas pequenas (2 cm) a dependência micorrízica pode chegar a 80% e para as maiores (18 cm) a dependência pode reduzir para 20% ou menos.

CONCLUSÃO

Plantas de mandioca não apresentaram responsividade às doses de superfosfato simples aplicadas e a inoculação com *Gigaspora albida* é menos benéfica do que com *Glomus etunicatum* para o desenvolvimento da variedade estudada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FACEPE pela bolsa de mestrado (JML Nascimento) e apoio financeiro, ao CNPq pela bolsa PQ (AM Yano-Melo) e a Embrapa Semiárido pelo auxílio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.; FILHO, J.R.F. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola** V.7. n.1, set. 2005.
- CARVALHO, F.M; VIANA, A.L.S; MATSUMOTO, S.N; REBOUÇAS, T.N.H; CARDOSO, C.E.L; GOMES, I.R. Manejo de solo em cultivo com mandioca em treze municípios da região sudoeste da Bahia. **Ciência Agrotecnica.**, Lavras, v.31, n. 2, p. 378-384, mar/abr, 2007.
- CREPALDI, I.C, Origem, evolução e geografia da mandioca: uma revisão. **Sitientibus**, Feira de Santan, n. 10, p. 89-94, jul/dez, 1992.
- CENI, G.C.; COLET, R.; PERUZZOLO, M.; WITSCHINSKI, F.; TOMICKI, L.; BARRIQUELO, A.L.; VALDUGA, E. Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Alimentos e Nutrição**. 20(1): 107-111, 2009.
- COLOZZI FILHO, A.; CARDOSO, E. J. B. N. Detecção de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de cafeeiro e de crotalária cultivada na entrelinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 35 (10): 2033-2042. 2000.
- COLOZZI FILHO, A. & NOGUEIRA, M.A., Micorrizas arbusculares em plantas tropicais: café, mandioca e cana-de-açúcar. In: Silveira, A.P.D. & Freitas, S.S. (Ed.), Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental. Campinas, **Instituto Agronômico**, p. 39-56, 2007
- FERREIRA, A. L.; SILVA, A. F.; PEREIRA, L.G.R.; BRAGA, L.G.T.; MORAES, S. A.; ARAUJO, G.G.L. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. 10(1): 129-136, 2009.
- GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**. V. 46, p.235-244, 1963.
- GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist** 84(3):489-500, 1980
- HABTE, M. & BAYAPPANAHALLI, M.N. Dependency of cassava (*Manihot esculenta* CRANZ) on vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycorrhiza**, 4:241-245, 1994.
- Howeler, R.H.; Cadavid, L.F.; Burekhardt, E. Response of cassava to VA mycorrhizal inoculation and phosphorus application in greenhouse and field experiments. **Plant and Soil** 69(3): 327-339, 1982
- HOWELER, R. H. & SIEVERDING, E. Potentials and limitations of mycorrhizal inoculation illustrated by experiments with field-grown cassava. **Plant and Soil** 75,245-261 1983.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease report**. v.48, p.692, 1964.

- MOREIRA, F.M.S. & J.O. SIQUEIRA. Microbiologia e Bioquímica do solo. **Universidade Federal de Lavras**. Lavras. 523 p. 2002.
- OMORUSI, V.I. AND D.K.G. AYANRU, Effect of NPK fertilizer on diseases, pests and mycorrhizal symbiosis in cassava. *Int. J. Agric.Biol.*, 13: 391–395 2011.
- PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesiculararbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 55:158-161, 1972.
- SILVA, A.F; SANTANA, L.M;FRANÇA. C. R.R.S; MAGALHÃES, C. A. S; ARAÚJO, C.R;AZEVEDO, S.G. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.33-38,2009.
- SOUZA, F. A. de; SILVA, E. M. R. da. Micorrizas arbusculares na revegetação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J. O. (Ed.). *Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas*. Lavras: UFLA-DCS/DCF, p. 255-290. 1996.