

Crescimento inicial e composição bromatológica de plantas de pornuncia adubadas com fósforo e inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares

Initial growth and chemical composition of pornuncia plant fertilized with phosphorus and inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi

NASCIMENTO, Jorge Messias Leal do^{1*}; MENEZES, Karen Mirella Souza²;
QUEIROZ, Mário Adriano Ávila³; MELO, Adriana Mayumi Yano de³

¹Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Bolsista CAPES.

²Universidade Federal do Vale do São Francisco, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Petrolina, Pernambuco, Brasil.

³Universidade Federal do Vale do São Francisco, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Petrolina, Pernambuco, Brasil.

*Endereço para correspondência: jorge_messias@ymail.com

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência da adubação fosfatada e inoculação micorrízica sobre o crescimento inicial, composição bromatológica e simbiose micorrízica em plantas de Pornuncia (*Manihot* sp. - Euphorbiaceae). Realizou-se experimento em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial com três doses de superfosfato simples (P1 - 5,14mg/dm³, P2 - 49,3mg/dm³ e P3 - 98,6mg/dm³) e três tratamentos de inoculação (não inoculado - NI, inoculado com *Claroideoglossum etunicatum* - CE ou GA - *Gigaspora albida*), em três repetições, durante 90 dias. Verificou-se que a inoculação com CE promoveu aumento na área foliar e teor de proteína bruta em plantas de Pornuncia, enquanto que o isolado GA proporcionou maior colonização radicular e número de glomerosporos. Por outro lado, a adição de adubação fosfatada reduziu a colonização micorrízica em plantas de Pornuncia. Embora a adubação fosfatada não influencie o crescimento de plantas de Pornuncia, a dose P2 aumentou 15,0 % o teor de fibra em detergente neutro. A inoculação com o isolado *Claroideoglossum etunicatum* em plantas de Pornuncia proporciona aumento na expansão da área foliar e no teor de proteína bruta na parte aérea, podendo contribuir para o desenvolvimento e melhoria na composição bromatológica desta planta forrageira.

Palavras-chave: FDN, glomeromycota, forragem, *manihot*, semiárido

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the influence of phosphate fertilization and mycorrhizal inoculation on the initial growth, chemical composition and mycorrhizal symbiosis in Pornuncia (*Manihot* sp. - Euphorbiaceae) plant. An experiment was conducted in a completely randomized design in factorial arrangement with three concentration of simple superphosphate (P1 - 5.14mg/dm³, P2 - 49.3mg/dm³ e P3 - 98.6mg/dm³) and three inoculation treatments (not inoculated - NI, inoculated with *Claroideoglossum etunicatum* - CE or GA - *Gigaspora albida*), in three replications, during 90 days. It was verified that inoculation with CE promoted increase in leaf area and crude protein concentration in Pornuncia plants, while the GA isolate provided higher mycorrhizal colonization and glomerospores number. On the other hand, the addition of superphosphate reduces the mycorrhizal colonization in Pornuncia plants. Although the phosphate fertilization does not affect the growth of Pornuncia plants, the P2 concentration promoted an increase of 15,0% of neutral detergent fiber content. Inoculation with *Claroideoglossum etunicatum* in Pornuncia plants increases leaf area and crude protein content in the aerial part, and may contribute to the development and improvement of the chemical composition of this forage plant.

Keywords: NDF, glomeromycota, forage, *manihot*, semiarid

INTRODUÇÃO

Pornuncia (*Manihot* sp. - Euphorbiaceae) é considerada um híbrido natural entre plantas de *M. esculenta* Crantz. e *M. glaziovii* Muell. Arg. (VASCONCELOS et al., 2010). No semiárido brasileiro, esta, constitui como opção de forragem, devido à alta produção de fitomassa aérea (1.433,35 - 1.629,47kg/ha) e ao elevado teor de proteína bruta (PB) na parte aérea (13,91% - 27,58% na matéria seca) (FERREIRA et al., 2009; VASCONCELOS et al., 2010).

Incrementos na produção de fitomassa aérea de plantas de *Manihot* podem ser obtidos por meio da aplicação de fósforo (P) (LÓPEZ-BUCIO et al., 2002), sendo constatado aumento de 50,0 % na produção de fitomassa aérea por meio da aplicação de 100 kg/ha de superfosfato triplo no solo (PELLET et al., 1993).

Além dos benefícios da adubação fosfatada, plantas de *Manihot* podem formar associação com os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), que proporcionam às plantas incremento na aquisição de água e nutrientes do solo, especialmente o P (HOWELERET al., 1982; NASSAR & ORTIZ, 2006; COLOZZI-FILHO & NOGUEIRA, 2007; SMITH & READ, 2008).

Benefícios da micorrização em plantas de *Manihot* são reportados por Zaag et al. (1979) para incremento no teor de P da parte aérea e produção de raízes; Howeler et al. (1982) para produção de plantas com maior vigor; Sieverding & Toro (1989) para incremento no teor de potássio (K) na parte aérea.

Entretanto, a responsividade à micorrização de plantas do gênero *Manihot* pode variar entre as espécies (AZCÓN-AGUILAR et al., 1997). Este fato reforça a hipótese de que híbridos de plantas do gênero *Manihot* podem

não ser beneficiados pela micorrização, e ainda que, esta responsividade à micorrização possa variar em função do isolado de FMA testado.

Embora os trabalhos tenham demonstrado as vantagens da aplicação de FMA em plantas de *Manihot* para melhoria do desenvolvimento e teor nutricional na parte aérea, não há estudo referente à micorrização e à adubação fosfatada em híbrido natural, como a Pornuncia, que possui características desejáveis como planta forrageira, em especial para a região Semiárida do Brasil.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a influência da adubação fosfatada e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento inicial, a composição químico-bromatológica e simbiose micorrízica em plantas de Pornuncia.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado experimento em casa de vegetação, adotando-se delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial com três doses de superfosfato simples [P1 - natural do solo com 5,14mg/dm³, P2 - intermediária com 49,3mg/dm³ e P3 - 98,6mg/dm³; essa última recomendada para plantas de *M. esculenta* na região semiárida brasileira (ALVES & SILVA, 2003)] e três inoculações com isolados de FMA (*Claroideoglossum etunicatum* - CE "Univasf 06", *Gigaspora albida* - GA "Univasf 31", Não inoculado - NI), em três repetições.

Utilizou-se solo do tipo Neossolo Quartzarênico, o qual foi coletado até a profundidade de 20cm, seco ao ar, destorroado, homogeneizado, peneirado em malhas de 2,0mm, esterilizado em autoclave a 120°C por 1h, por dois períodos consecutivos. O solo

apresentava as seguintes características: 4,76g/Kg de M.O.; pH 5,7; 0,1dS/m de C.E.; 5,14mg/dm³ de P; 0,25cmol_c/dm³, 1,7cmol_c/dm³, 0,6cmol_c/dm³, 0,1cmol_c/dm³ e 0,05cmol_c/dm³, respectivamente de K, Ca, Mg, Na e Al.

Os isolados de FMA foram mantidos sob refrigeração à temperatura de ± 4°C por aproximadamente 12 meses e foram fornecidos pelo Banco de Inóculos de FMA do Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Vale do São Francisco. Os isolados de FMA foram multiplicados em substrato constituído de solo (Neossolo Quartzarênico) e areia (1:1 v/v), previamente esterilizados, tendo *Sorghum vulgare* Pers. como planta hospedeira. Após a multiplicação, os inóculos foram mantidos por 90 dias a ± 4°C e foram inoculados, na forma de suspensão com 100 glomerosporos em cada planta/vaso (2,0kg de solo/vaso), no momento do transplântio das plântulas.

As mudas de Pornuncia, oriundas do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido, foram obtidas a partir de manivas com 6,0 a 8,0cm de comprimento, que permaneceram por aproximadamente 30 dias em copos plásticos descartáveis de 500 mL contendo vermiculita para o enraizamento. Após esse período, as plantas foram transplantadas para os vasos com capacidade de três litros com os respectivos tratamentos de inoculação micorrízica e adubação fosfatada.

As plantas foram irrigadas diariamente com aplicação de 100mL de água, e após 90 dias foram avaliados a altura – ALT (medida da distância entre o nível do solo e a inserção do broto terminal na haste principal - cm), o número de folhas – NF, o diâmetro do ramo principal da planta – DR (medido a cinco centímetros da base do solo – mm, por meio de paquímetro digital), a área foliar (AF) pela captura de imagem em câmara digital e leitura em

programa Quant v.1.0.1 (VALE et al., 2003) e os pesos das fitomassas fresca aérea e radicular – FFA e FFR.

Em seguida, procedeu-se a secagem do material em estufa de circulação de ar forçada a 55°C por 72 horas para determinação das fitomassas seca aérea e radicular – FSA e FSR (SILVA & QUEIROZ, 2002) e composição químico-bromatológica, em termos de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB) segundo AOAC (1990) e fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest (1991).

O número de glomerosporos do solo – NG foi obtido após sua extração do solo pelo método de peneiramento úmido (GERDEMANN & NICOLSON, 1963) e centrifugação em água e sacarose 40,0 % (JENKINS, 1964). O percentual de colonização micorrízica - CM foi avaliado pelo método de interseção dos quadrantes (GIOVANETTI & MOSSE, 1980), após a clarificação e coloração das raízes (PHILLIPS & HAYMAN, 1970).

Após avaliação das variáveis, os dados de CM foram transformados em raiz quadrada de x/100 e os de NG em Log de x+1 para homogeneização dos dados, em seguida foram analisados juntamente com as demais variáveis pelo procedimento GLM do programa estatístico SAS (2003). As médias de cada tratamento foram obtidas pelo comando LSMEANS. Diferenças significativas foram consideradas a 5,0 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito da inoculação micorrízica sobre a área foliar (Tabela 1), o percentual de colonização micorrízica, o número de glomeosporos (Figura 1) e teor de proteína bruta na parte aérea de plantas de Pornuncia

(Tabela 2). Também foram constatados efeitos para os percentuais de colonização micorrízica e teor de fibra em detergente neutro devido à aplicação de superfosfato simples (Figura 2). A inoculação com o isolado micorrízico GA proporcionou maiores percentuais

de CM e NG em relação aos demais tratamentos de inoculação. Em relação ao tratamento NI, a diferença foi da ordem de 19,0% para colonização micorrízica e 1,38 para o número de glomerosporos (Figura 1).

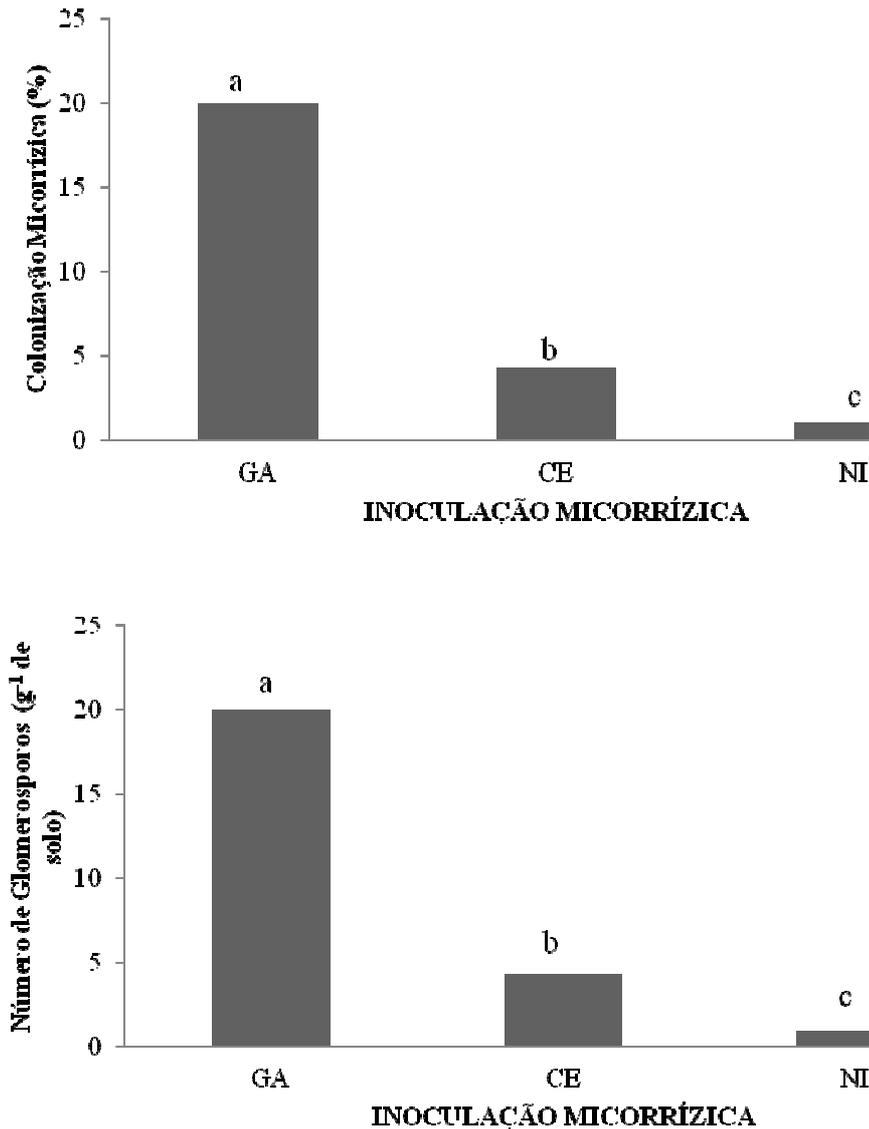


Figura 1. Percentual de colonização micorrízica (%) e Número de glomerosporos (g⁻¹ de solo) em plantas de *Pornuncia* inoculadas ou não (NI) com *Claroideoglossum etunicatum* (CE) e *Gigaspora albida* (GA), após 90 dias em casa de vegetação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ($P>0,05$). Fonte: Elaborado pelos autores

Alguns trabalhos reportam ampla variação no percentual de colonização micorrízica em plantas do gênero *Manihot*. Sieverding & Toro (1989) observaram 94,0% de CM em plantas de *M. esculenta* inoculadas com *G. manihotis* Howeler, Sieverding & Schenck, enquanto que Habte & Byappanhalli (1994) registraram 60,0% de CM em plantas inoculadas com *G. aggregatum* Schenck & Smith. Esses valores são muito superiores aos obtido no presente estudo devido à inoculação com GA e CE, que apresentaram diferenças entre si nos percentuais de CM. Este fato reforça a ideia de que há combinações preferenciais entre isolados de FMA e planta hospedeira (AGUACIL et al., 2011). Além disto, o fato de a Pornuncia ser um híbrido, provindo do cruzamento natural entre *M. esculenta* e *M. glaziovii*, pode contribuir para gerar amplitude no percentual de CM, visto que, genótipos diferentes podem responder de forma distinta a este parâmetro, como observado por Costa et al. (2001) avaliando a responsividade micorrízica de diferentes genótipos de aceroleira.

Embora Omorusi & Ayanru (2011) reportarem redução no NG de FMA devido à aplicação de fósforo (10kg/ha de fertilizante formulado NPK) na rizosfera

de plantas de *M. esculenta*, no presente estudo não foi verificado este efeito na esporulação dos isolados de FMA testados associados às plantas de Pornuncia. Além disto, o NG de isolados de GA e CE foram superiores aos verificados por Omorusi & Ayanru (2011) e provavelmente estas diferenças estejam relacionadas tanto aos isolados de FMA quanto à fonte de fertilizante formulado (NPK) e doses mais elevadas de fósforo aplicadas por estes autores.

A inoculação de plantas de Pornuncia com o isolado de CE proporcionou maior índice de AF e teor de PB na fitomassa aérea diferindo dos valores obtidos em plantas do tratamento NI, incrementando 1,36 e 1,19 vezes mais a AF e o teor de PB (Tabela 1 e 2, respectivamente). Plantas de Pornuncia micorrizadas por CE tiveram menor relação raiz/parte aérea do que as inoculadas com o isolado GA, indicando maior crescimento da parte aérea e melhoria na composição químico-bromatológica de plantas de Pornuncia. Este aspecto é de grande importância na produção e oferta de plantas de Pornuncia como forragem, considerando que a micorrização pode suprir a necessidade da planta em alocar recurso na produção de fitomassa radicular e contribuir no incremento da parte aérea, utilizada na alimentação animal.

Tabela 1. Variáveis de produção e crescimento vegetativo em plantas de Pornuncia inoculadas ou não (NI) com *Claroideoglossum etunicatum* (CE) e *Gigaspora albida* (GA), após 90 dias em casa de vegetação

FMA	FFA	FFR	FSA	FSR	r/pa	AF	ALT	NF	DC
	g					cm ²	cm		mm
CE	7,84 ^a	4,04 ^a	2,05 ^a	1,57 ^a	0,76 ^b	325,4 ^a	21,8 ^a	8,3 ^a	4,63 ^a
GA	7,34 ^a	4,53 ^a	1,94 ^a	1,65 ^a	0,85 ^a	259,8 ^{ab}	21,3 ^a	7,6 ^a	4,52 ^a
NI	7,52 ^a	3,17 ^a	1,86 ^a	1,07 ^a	0,57 ^c	239,2 ^b	17,7 ^a	9,1 ^a	4,86 ^a

Fitomassa fresca e seca aérea (FFA e FSA) e radicular (FFR e FSR), relação raiz/parte aérea (r/pa), área foliar (AF), altura (ALT), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC), *Claroideoglossum etunicatum* (CE), *Gigaspora albida* (GA), Não inoculado (NI). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente (P>0,05). Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2. Composição químico-bromatológica de plantas de *Pornuncia* inoculadas ou não (NI) com *Claroideoglomus etunicatum* (CE) e *Gigaspora albida* (GA), após 90 dias em casa de vegetação

FMA	MS	MM	MO	PB (%MS)	FDN (%MS)
			%		
CE	24,50 ^a	5,91 ^a	94,08 ^a	12,01 ^a	61,07 ^a
GA	24,53 ^a	6,18 ^a	93,47 ^a	8,43 ^b	62,66 ^a
NI	23,28 ^a	6,26 ^a	93,71 ^a	10,01 ^{ab}	59,35 ^a

MS = matéria seca, MM = matéria mineral, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, FDN = fibra em detergente neutro, CE = *Claroideoglomus etunicatum*, GA = *Gigaspora albida*, NI = Não inoculado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente (P>0,05). Fonte: Elaborado pelos autores.

Incremento no teor de PB e expansão do índice de área foliar em plantas da família Euphorbiaceae devido à micorrização foram relatados (SABOYA et al., 2012; SCHIAVO et al., 2010) e nossos resultados demonstram que plantas híbridas como *Pornuncia* também são beneficiadas pela simbiose com os FMA. A adubação com superfosfato simples em plantas de *Pornuncia* resultou em redução do percentual de CM nas plantas, sendo constatado maior valor médio (12,0%) na dose 5,14mg/dm³, natural do solo, e menor valor (4,0%) na dose 94,6mg/dm³, dose esta recomendada para o cultivo de plantas de *M. esculenta* no semiárido brasileiro (Figura 2). Kang et al. (1980) demonstraram que plantas de *M. esculenta* apresentavam os percentuais de CM reduzidos com a adição de 0,012µg de P/mL em solos cultivados com *M. esculenta*, na Nigéria. Esta redução na colonização radicular por FMA em plantas de *M. esculenta* foi observada também com a utilização de fertilizantes químicos (NPK) aplicados ao solo (SIEVERDING & TORO, 1989). Embora Habte & Byappanahalli (1994) tenham verificado redução no percentual de CM em plantas de *M. esculenta* com aumento na dose de fósforo, os percentuais de CM eram superiores a 60,0 %, sendo estes valores elevados aos obtidos no presente estudo (Figura 2).

Segundo Omorusi & Ayanru (2011), a redução do percentual de CM em plantas de *M. esculenta* está relacionada à maior disponibilidade de fósforo na solução do solo, atuando na regulação da simbiose micorrízica, devendo-se obter cautela na aplicação desse elemento, pelo fato de que, este interfere diretamente no status micorrízico da planta hospedeira. Por outro lado, a adição de fósforo no solo nem sempre resulta em redução na CM, como constatado por Gosling et al., (2013) que verificaram que esse parâmetro era reduzido em plantas de *Glycine max* L. e *Viola arvensis* L., mas não em plantas de *Zea mays* L. Os autores afirmam ainda que, as espécies vegetais podem ser mais determinantes do que o fósforo do solo em afetar a colonização radicular por FMA.

A aplicação de 49,3 mg/dm³ de superfosfato simples no solo proporcionou em plantas de *Pornuncia* teor de 64,0 % de FDN, diferindo significativamente das plantas adubadas com 98,6 mg/dm³, que reduziram este teor para 59,0 % de FDN. Similarmente ao observado por Vasconcelos et al. (2010). Por outro lado, a redução no teor de FDN com a aplicação de 98,6 mg/dm³ (Figura 2), indica que os benefícios da adubação fosfatada em plantas de *Pornuncia* são dependentes da dose aplicada.

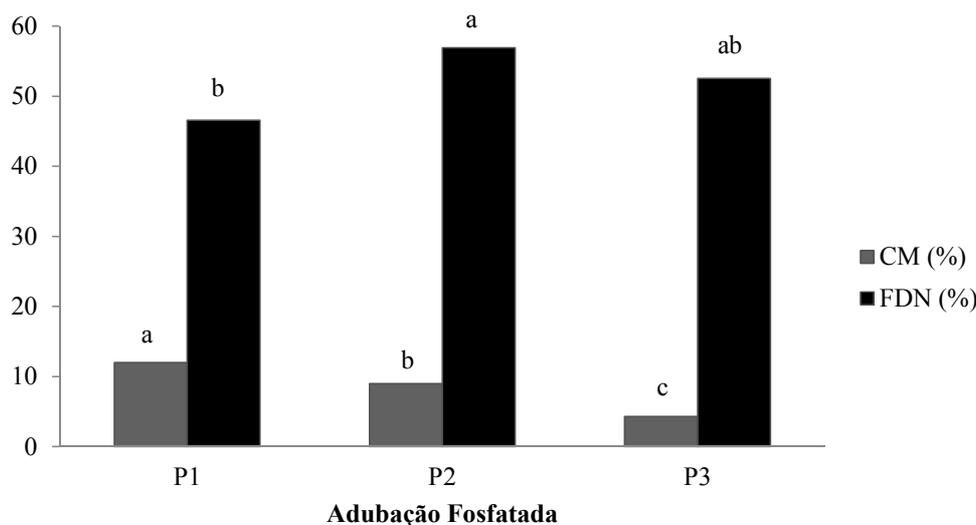


Figura 2. Efeito da adubação com superfosfato simples (P1 - natural do solo com 5,14 mg/dm³, P2 - intermediária com 49,3 mg/dm³ e P3 - recomendada com 98,6 mg/dm³) sobre o percentual de colonização micorrízica (CM) e teor de fibra em detergente neutro (FDN) em plantas de pornuncia, após 90 dias em casa de vegetação. Fonte: Elaborado pelos autores

Este fato foi demonstrado por Sousa et al. (2010) que verificaram efeito quadrático para o teor de FDN em plantas de capim-tanzânia [*Panicum maximum* Jacq.= *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S. W. L. Jacobs] em função da aplicação de superfosfato simples no solo, constatando-se que a maior dose de superfosfato simples (100kg/ha) reduziu a fração de FDN (71,0 %) em relação ao tratamento sem adubação (77,0 %). Nesse sentido, sugere-se que para plantas de Pornuncia, a aplicação de superfosfato simples visando melhorias nas frações de FDN deve ser realizada com cautela, considerando a fertilidade natural do solo e a dose de fósforo aplicada.

Os teores de FDN em plantas de Ponuncia encontrados no presente estudo são superiores aos obtidos por Ferreira et al. (2009), que encontraram valores de 33,66 e 36,95% de FDN em plantas com 12 e 21 meses de cultivo, respectivamente. As diferenças nos teores de FDN deste estudo e os obtidos por

Ferreira et al. (2009) podem estar relacionados tanto à fertilidade do solo como a idade fisiológica das plantas, demonstrando assim, efeito positivo da aplicação de superfosfato simples em incrementar o teor de FDN em plantas jovens com apenas três meses (90 dias) de cultivo, melhorando desta forma, o desenvolvimento da planta através de incrementos na sustentação e proteção das mesmas.

Trabalhos demonstram que o avanço na idade da forragem leva ao aumento no teor de FDN, como observado em plantas de *Pennisetum purpureum* Schumach. (MARTINS-COSTA et al., 2008), de *Hymenaea courbaril* L. (LACERDA et al., 2009) e de capim-Tifton 85 [*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst. X *Cynodon dactylon*(L.) Pers.] (RIBEIRO & PEREIRA,2010), porém Lacerda et al. (2009) demonstraram que para plantas de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nicholson e *Andropogon gayanus* Kunth esta relação não é linear.

Estes resultados indicam que o efeito da idade das plantas sobre o teor de FDN pode variar em função da espécie vegetal e das condições de cultivo. Além destes fatores, os teores de FDN podem diferir em relação às partes constituintes das plantas como folhas, colmos ou planta inteira (CARVALHO et al., 2010), podendo explicar as diferenças observadas entre nossos resultados e os de Ferreira et al. (2009).

Considerando que a FDN detém em sua composição a hemicelulose, considerada a fração mais digestível do que a celulose, presente na fibra em detergente ácido, torna-se necessário elevar os teores de FDN, conseqüentemente os de hemicelulose, já que os animais ruminantes desdobram esses componentes por meio de sua flora bacteriana em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente acética, propiônica e butírica, os quais representam a maior fonte de energia quando a alimentação desses animais é a base de forragem (PARIZ et al., 2010).

Conclui-se que, a aplicação de superfosfato simples não influencia o desenvolvimento de plantas de Pornuncia, mas promove aumento no teor de fibra em detergente neutro.

A inoculação com o isolado *Claroideoglossum etunicatum* em plantas de Pornuncia proporciona aumento na expansão da área foliar e no teor de proteína bruta na parte aérea, podendo contribuir para o desenvolvimento e melhoria da composição bromatológica desta planta forrageira, beneficiando a dieta dos animais de produção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsa de Pós-graduação (Mestrado), à Embrapa Semiárido e Dra.

Alineáurea Florentino Silva pelo apoio no desenvolvimento dos estudos com Manihot.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.A.C.; SILVA, A.F. **Cultivo da mandioca para a região semiárida**. Sistema de Produção. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2003. 12p.

AGUACIL, M.M.; TORRES, M.P.; TORRECILLAS, E.; DÍAZ, G.; ROLDÁN, A. Plant type differently promote the arbuscular mycorrhizal fungi biodiversity in the rhizosphere after revegetation of a degraded, semiarid land. **Soil Biology & Biochemistry**, v.43, n.1, p.167-173, 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods Association of Official Analytical Chemists**. Arlington, 1990.

AZCÓN-AGUILAR, C.; CANTOS, M.; TRONCOSO, A.; BAREA, J.M. Beneficial effect of arbuscular mycorrhizas on acclimatization of micropropagated cassavaplantlets. **Scientia Horticulturae**, v.72, n.01, p.63-71,1997.

BOMFIM, E.R.P.; PINTO, J.C.; SALVADOR, N.; MORAIS, A.R.; ANDRADE, I.F.; ALMEIDA, O.C. Efeito do tratamento físico associado à adubação em pastagens degradadas de braquiária, os teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.04, p.912-920,2003.

CARVALHO, M.V.; RODRIGUES, P.H.M.; LIMA, M.L.P.; ANJOS, I.A.; LANDELL, M.G.A.; SANTOS, M.V.; PRADA-SILVA, L.F. Composição bromatológica e digestibilidade de cana-de-açúcar colhida em duas épocas do ano. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.47, n.4, p.298-306, 2010.

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, SP: Instituto Agrônômico, 2007. p.39-56.

COSTA, C.M.C.; MAIA, L.C.; CAVALCANTE, U.M.T.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia marginata* D.C.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.6, p.893-901, 2001.

FERREIRA, A.L.; SILVA, A.F.; PEREIRA, L.G.R.; BRAGA, L.G.T.; MORAES, S.A.; ARAÚJO, G.G.L. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.10, n.1, p.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, n.2, p.235-244, 1963.

GIOVANETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v.84, n.03, p.489-500, 1980.

GOSLING, P.; MEAD, A.; PROCTOR, M.; HAMMOND, J.P.; BENDING, G.D. Contrasting arbuscular mycorrhizal communities colonizing different host plants show a similar response to a soil phosphorus concentration gradient. **New Phytologist**, v.198, n.2, p.546-556, 2013.

HABTE, M.; BAYAPPANAHALLI, M.N. Dependency of cassava (*Manihot esculenta* Cranz.) on vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycorrhiza**, v.4, n.6, p.241-245, 1994.

HOWELER, R.H.; CADAVID, I.F.; BURCKHARDT, E. Response of cassava to VA mycorrhizal inoculation and phosphorus application in greenhouse and field experiments. **Plant Soil**, v.69, n.3, p.327-339, 1982.

JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, v.48, p.692, 1964.

LACERDA, M.S.B.; ALVES, A.A.; OLIVEIRA, M.E.; ROGÉRIO, M.C.P.; CARVAHO, T.B.; VERAS, V.S. Composição bromatológica e produtividade do capim -andropógon em diferentes idades de rebrota em sistema silvipastoril. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.02, p.123-129, 2009.

LIRA, R.B.; DIAS, N.S.; ALVES, S.M.C.; BRITO, R.F.; NETO, O.N.S. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. **Revista Caatinga**, v.25, n.3, p.18-24, 2012.

KANG, B.T.; ISLAM, R.; SANDERS, F.E.; AYANABA, A. Effect of phosphate fertilization and inoculation with VA-mycorrhizal fungi on performance of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) grown on an alfisol. **Field Crops Research**, v.3, p.83-94, 1980.

LÓPEZ-BUCIO, J.; HERNÁNDEZ-ABREU, E.; SÁNCHEZ-CALDERÓN, L.; NIETO-JACOBO, M.F.; SIMPSON, J.; HERRERA-ESTRELLA, L. Phosphate Availability Alters Architecture and Causes Changes in Hormone Sensitivity in the *Arabidopsis* Root System. **Plant Physiology**, v.129, n.1, p.244–256, 2002.

MARTINS-COSTA, R.H.A.; CABRAL, L.S.; BHERING, M.; ABREU, J.G.; ZERVOUDAKIS, J.T.; RODRIGUES, R.C.; OLIVEIRA, I.S. Valor nutritivo do capim-elefante obtido em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.9, n.03, p. 397-406, 2008.

NASSAR, N.M.A.; ORTIZ, R. Cassava improvement: challenges and impacts. **Journal of Agricultural Science**, v.145, p.163–171, 2006.

OMORUSI, V.I.; AYANRU, D.K.G. Effect of NPK fertilizer on diseases, pests and mycorrhizal symbiosis in cassava. **International Journal of Agriculture and Biology**, v.13, n.3, p.391–395, 2011.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M.V.; BERGAMASCHINE, A.F.; MELLO, L.M.M.; LIMA, R. C. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.2, p.147-154, 2010.

PELLET, D.; SHARKAWY, M.A. Cassava varietal response to phosphorus fertilization. I. Yield, biomass and gass exchange. **Field Crops Research**, v.35, n.1, p.1-11,1993.

PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of the British Mycological Society**, v.55, n.1, p.158-161, 1970.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G. Valor nutritivo do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, n.4, p.560-567, 2010.

SABOYA, R.C.C.; JUNIOR CHAGAS, A.F.; MONTEIRO, P.R.; SANTOS, G.R.; ERASMO, E.A.L.; CHAGAS, L.F.B. Fungos micorrízicos arbusculares afetando a produção de mudas de pinhão manso na região sul do Estado de Tocantins, Brasil. **Revista Ceres**, v.59, n.01, p.142-146, 2012.

SCHIAVO, J.A.; SILVA, C.A.; ROSSET, J.S.; SEGRETTI, M.L.; SOUSA, R.A.C.; CAPII, N. Composto orgânico e inoculação micorrízica na produção de mudas de pinhão manso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.03, p.322-329, 2010.

SIEVERDING, E.; TORO, S. Effect of mixing VAM inoculums with fertilizers on cassava nutrition and VAM fungal association. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.29, n.1-4, p.397-401,1989.

SMITH, S.E.; READ, D.J. **Arbuscular mycorrhizas**. In: SMITH, S.E.; READ, D.J. **Mycorrhizal symbiosis**. 3rd. London: Academic Press. 2008.

SOUZA, R.S.; PIRES, A.J.V.;
CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.;
MAGALHÃES, A. F.; VELOSO, C.M.
Composição química do capim
Tanzânia adubado com nitrogênio e
fósforo. **Revista Brasileira de
Zootecnia**, v.39, n.6, p.1200-1205,
2010.

VALE, F.X.R.; FILHO, E.I.F.;
LIBERATO, J.R. **Quant versão 1.0.1**,
2003.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology
of the ruminant**. 2nd. Cornell:
University Press. Corvallis, 1994.
476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.;
LEWIS, B.A.; Methods for dietary
fiber, and nonstarch polysaccharides in
relation to animal nutrition. **Journal of
Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-
3597,1991.

VASCONCELOS, W.A.; SANTOS,
E.M.; EDVAN, R.L.; SILVA, T.C.;
MEDEIROS, G.R.; FILHO, L.T.S.
Morfometria, produção e composição
bromatológica da maniçoba e
pornuncia, em diferentes fontes de
adubação. **Revista Trópica – Ciências
Agrárias e Biológica**, v.4, n.2, p.37,
2010.

ZAAG, P.V.; FOX, R.L.; DE LA
PENA, R.S.; YOST, R.S. P Nutrition of
cassava, includingmycorrhizal effects
on P, K, S, Zn and Ca uptake. **Field
Crops Research**, v.2, p.253-263,1979.

Data de recebimento: 05/02/2015

Data de aprovação: 23/08/2016