

Selection of genotypes sweet potato efficiency to use of phosphorus in soils of the cerrado region

Luziano Lopes da Silva¹, Márcio Antônio da Silveira², Rodrigo Ribeiro Fidelis¹, Rodrigo de Castro Tavares¹, Valéria Gomes Momenté², Ildon Rodrigues do Nascimento^{1*}

ABSTRACT

The sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) is a plant that produces tuberous root belonging to the family convolvulácea explored in practically all states of Brazil. The objective of this work was to select genotypes of the sweet potato as the efficiency of phosphorus use in cerrado soils with high and low availability of this nutrient. Were evaluated nine genotypes of sweet potato coming from the germplasm bank from the Federal University of the Tocantins, Brazil. The experimental design was in randomized block design with three replications being nine genotypes grown in two environments with low and high phosphorus availability, using doses of phosphorus fertilization from 20 and 120 kg ha⁻¹ P₂O₅, applied at planting. To select genotypes suitable for environments proposed was used methodology for selection of the efficient use and response to phosphorus fertilization (efficiency and response). Genotype Amanda was classified as efficient and responsive, Barbara, Julia, Marcela and Carolina Vitoria as efficient, but not responsive and Livia, Duda, Ana Clara and Beatriz were classified as non-efficient, responsive but the absorption and utilization of phosphorus.

Key-words: *Ipomoea batatas* (L.) Lam., mineral nutrition, P₂O₅, selection.

Seleção de genótipos de batata-doce quanto à eficiência ao uso do fósforo em solos da região de cerrado

RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma planta que produz raiz tuberosa pertencente à da família convolvulácea explorada em praticamente todos os estados do Brasil. Objetivou-se com esse trabalho selecionar genótipos de batata-doce quanto à eficiência ao uso do fósforo em solos de cerrado com alta e baixa disponibilidade desse nutriente. Foram avaliados nove genótipos de batata-doce provenientes do banco de germoplasma da Universidade Federal do Tocantins. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições, sendo nove genótipos cultivados em dois ambientes com baixa e alta disponibilidade de fósforo, utilizando doses de adubação fosfatada de 20 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, aplicados no plantio. Para selecionar os genótipos adequados aos ambientes propostos, utilizou-se a metodologia para seleção quanto à eficiência do uso e resposta a adubação fosfatada (eficiência e resposta). O genótipo Amanda foi classificado como eficiente e responsivo, Bárbara, Júlia, Marcela e Carolina Vitória como eficientes, porém não responsivos e Lívia, Duda, Ana Clara e Beatriz foram classificados como não eficientes, porém responsivos na absorção e utilização de fósforo.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* (L.) Lam., nutrição mineral, P₂O₅, seleção.

*Autor para correspondência.

¹Departamento de Ciências Agrárias e Tecnológicas; Universidade Federal do Tocantins; 77402-970; Gurupi - TO - Brasil, ildon@uft.edu.br

²Departamento de Engenharia de Alimentos; Universidade Federal do Tocantins; 77001-970; Palmas - TO - Brasil.

INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma planta da família convolvulácea que produz raiz tuberosa. Essa família agrupa aproximadamente 50 gêneros e mais de 1000 espécies, porém apenas a batata-doce é explorada comercialmente (Silva et al. 2004).

Apesar de ser uma cultura explorada em praticamente todos os estados, os dados da batata-doce produzida no Brasil no ano de 2011 mostraram uma produtividade média de 12,4 t ha⁻¹, uma produção nacional que superou meio milhão de toneladas, enquanto a região norte com pouco menos dez mil toneladas superou apenas a produção da região centro-oeste, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2013). O pouco uso de tecnologia, principalmente na utilização de insumos, pode ser apontado como um importante fator da baixa produtividade no Brasil.

Como em outras culturas, a produtividade da cultura da batata-doce se dá principalmente em função do desenvolvimento do sistema radicular. Em solos de fertilidade adequada, essa característica leva a uma rápida diminuição da reserva de nutrientes do solo, refletindo em anos sucessivos na queda de produtividade, (Santos et al. 2006), caso não seja adotada práticas de manejo para repor o nutriente absorvido, afetando a sustentabilidade de produção da cultura. Nesta situação, quando o solo apresenta baixa fertilidade para a cultura, faz-se necessário o uso da adubação em maior quantidade (Brito et al. 2006; Silva et al. 2004).

O fósforo é um dos nutrientes que mais limita a produtividade na região do cerrado, que tem seus solos caracterizados por apresentarem baixa disponibilidade de vários nutrientes, dentre eles o fósforo (Lima et al., 2007). O fósforo na solução do solo pode ser adsorvido na superfície dos minerais de argila, em solos neutro ou alcalino, ou na superfície de óxido de ferro e de alumínio e minerais de argila em solos ácidos (Barroso e Nahas, 2008). Limitações na disponibilidade de fósforo podem resultar em reduções da produtividade, pois este nutriente desempenha papel importante em processos vitais no metabolismo vegetal, como a respiração, fotossíntese e transferência de energia (Taiz e Zeiger, 2009).

Quando a batata-doce é cultivada em solos com disponibilidade de nutrientes suficientes para o seu desenvolvimento, geralmente não há resposta à

adubação. Porém, em solos pouco férteis, o uso de fertilizantes minerais e orgânicos pode proporcionar incremento significativo na produtividade. Experimentos realizados no Brasil mostram que a resposta da cultura à adubação fosfatada tem sido variada, porém com incremento de produtividade. Oliveira et al. (2005) utilizando o superfosfato triplo como fonte de fósforo obtiveram aumentos significativos sobre a produção de raízes de batata-doce, em resposta a aplicação desse nutriente, sendo a dose de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ aquela responsável pelo maior retorno econômico.

A batata-doce é bastante eficiente na absorção do fósforo, mas devido à deficiência comum dos solos brasileiros, em especial solos de cerrado, é necessário aplicá-lo na forma prontamente disponível e em época adequada. Quando aplicado corretamente, é o nutriente que pode ocasionar melhores respostas na batata-doce.

A eficiência no uso do fósforo em batata-doce pode ser aumentada por meio do melhoramento, selecionando genótipos capazes de utilizar o fósforo presente no solo de forma mais eficiente. Nesse contexto, o genótipo ideal é aquele que mesmo em solos com baixa disponibilidade de fósforo, conseguem atingir altas produtividades. Quando for esse o objetivo, a seleção e identificação de genótipos eficientes na absorção e utilização de nutrientes é necessário estabelecer métodos rápidos, de baixo custo e que permitam discriminar com alta repetibilidade os resultados (Fidelis et al. 2010).

Desta forma, objetivou-se com esse trabalho selecionar genótipos de batata-doce com maior eficiência no uso do fósforo em solos de cerrado em função da disponibilidade desse nutriente no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola 2010/2011, na Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi - TO, situado na latitude sul 11°43'45" e longitude oeste 49°04'07" com altitude média de 280 m. Os dados climáticos referentes ao período de execução do experimento são apresentados na Figura 1.

Para cada experimento, foram coletadas amostras de solo na camada de 0 – 0,30 m de profundidade, obtendo os seguintes resultados: pH em H₂O = 6,15; M.O (g dm⁻³) = 11,96; P (Melich¹) = 1,70 mg dm⁻³; Ca = 0,8 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,52 cmol_c dm⁻³; H+Al = 2,35 cmol_c dm⁻³; K = 0,35 cmol_c dm⁻³.

³; SB = 3,80 cmol_c dm⁻³; V = 52,83%; 52,33 g kg⁻¹ de areia; 81,36 g kg⁻¹ de sílto e 266,31 g kg⁻¹ de argila. No ambiente com baixo teor de fósforo disponível, foram obtidos os seguintes resultados: pH em H₂O = 6,26; M.O (g dm⁻³) = 10,85; P (Melich⁻¹) = 0,55 mg dm⁻³; Ca = 0,56 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,37 cmol_c dm⁻³; H+Al = 2,36 cmol_c dm⁻³; K = 0,26 cmol_c dm⁻³; SB = 2,98 cmol_c dm⁻³; V = 51,83%; 665,25 g kg⁻¹ de areia; 71,18 g kg⁻¹ de sílto e 273,57 g kg⁻¹ de argila. As análises dos solos foram realizadas segundo Embrapa (1997).

A correção da acidez, bem como a adubação de sementeira foi realizada de acordo com análise química do solo, distribuído a lanço em área total, na dosagem de 5,0 ton ha⁻¹. Para obter ambientes distintos com baixo e alto teor de fósforo para a cultura da batata-doce, foram utilizadas as doses de 20 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente, aplicadas no plantio. Além do fósforo foi aplicado no plantio 200 kg ha⁻¹ da formulação 20-00-20. Em cobertura foi aplicado 40 kg ha⁻¹ de K₂O e N nas fontes cloreto de potássio e uréia aos 45 dias após o plantio, respectivamente (Filgueira, 2003).

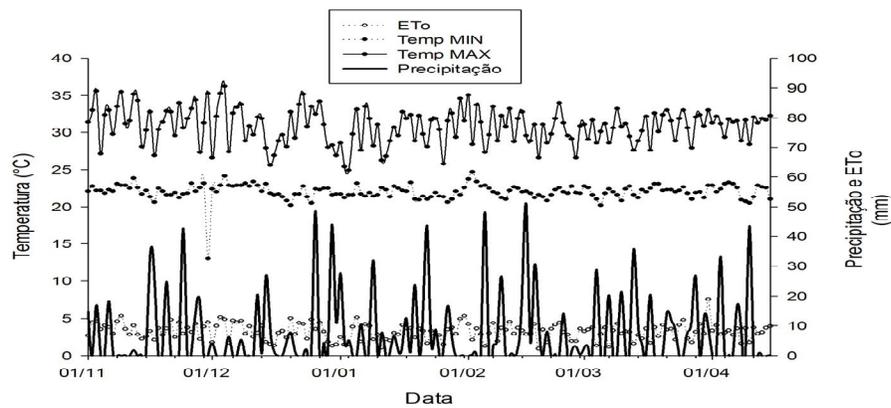


Figura 1- Dados climáticos do período de novembro de 2010 a abril de 2011.
Fonte: INMET, 2013. (Estação climatológica de Gurupi-TO)

Em cada ambiente, os tratamentos constituíram de nove genótipos de batata-doce, pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético de Hortaliças da UFT, Campus Universitário de Palmas, que foram: Marcela, Júlia, Ana Clara, Carolina Vitória, Lívia, Duda, Bárbara, Beatriz e Amanda. Para o preparo do solo, foi realizada uma aração e gradagem, além da construção de canteiros com aproximadamente 0,30 m de altura. O plantio feito em leiras com espaçamento de 0,80 m entre linhas x 0,45 m entre plantas dentro da linha de plantio. Foram utilizadas ramas cortadas com um dia de antecedência ao plantio, seccionadas em pedaços de aproximadamente 0,40 m de comprimento contendo em média oito entrenós.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições. As unidades experimentais foram formadas por seis plantas, sendo utilizadas nas avaliações quatro plantas

centrais. A colheita foi realizada com cinco meses após o plantio.

As características avaliadas foram: produtividade total de raízes - obtida pela pesagem das raízes colhidas nas plantas da área útil de cada parcela, sendo o resultado convertido em t ha⁻¹ e massa média de raiz - obtida da divisão do peso total pelo número de raízes.

Foram realizadas análises de variância individual, seguida de análise conjunta dos dados após teste de análise de homogeneidade das variâncias residuais entre as duas condições de ambiente. Foi feita a comparação entre os genótipos a 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott (Scott e Knott 1974).

Para classificar os genótipos quanto à eficiência e resposta (ER) a adubação fosfatada foi adotado o método proposto por Fageria e Kluthcouski (1980). Nesse método a eficiência de utilização do nutriente é definida pela média de produtividade da cultura em baixo nível do nutriente em estudo.

A resposta à utilização do nutriente é obtida pela diferença da produtividade da cultura em ambiente com alto e baixo nível do nutriente, dividida pela diferença entre as doses, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$IR = (AP - BP) / DEP$$

Em que: IR: Índice de resposta; AP: Produtividade de raízes (kg ha⁻¹) com alto nível de fósforo; BP: Produtividade de raízes (kg ha⁻¹) com baixo nível de fósforo; DEP: Diferença entre as doses de fósforo (kg ha⁻¹).

A classificação dos genótipos foi realizada a partir de representação gráfica no plano cartesiano. No eixo das abscissas, encontra-se a eficiência na utilização do fósforo e no eixo das ordenadas, o índice de resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a resposta média dos genótipos. No primeiro quadrante é

representado os cultivares eficientes e responsivos; no segundo, os não eficientes e responsivos; no terceiro, os não eficientes e não responsivos e no quarto, os eficientes e não responsivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância para produtividade e peso médio radicular (Tabela 1), pode-se verificar diferenças significativas entre os genótipos de batata-doce, assim como, entre os ambientes com baixo e alto teor de fósforo disponível no solo, o que indica a existência de variabilidade genética. A existência dessas diferenças significativas sugere a possibilidade de classificar genótipos com desempenho superior em cada ambiente proposto. Os coeficientes de variação (CV) foram médios o que segundo Martins et al. (2012) é esperado para atributos de natureza quantitativa que são fortemente influenciados pelo ambiente.

Tabela 1. Análise de variância para características avaliadas em 9 genótipos de batata-doce em ambiente com baixo e alto fósforo (Gurupi-TO, 2012).

FV	GL	QM	
		PR	MMR
Bloco (Fósforo)	4	62,22	656,84
Fósforo (P)	1	2049,18*	56960,82*
Genótipos (G)	8	101,63*	6546,64*
G*P	8	251,52*	5988,65*
Resíduo	31	42,57	1427,30
CV (%)	-	20,75	17,08

FV - Fonte de Variação; PR - Produtividade (t ha⁻¹); MMR - Massa média de raiz; *Significativo pelo teste Scott e Knott (p<0,05).

A metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980) permitiu classificar os genótipos Amanda, Bárbara, Marcela, Júlia e Carolina Vitória como eficientes na utilização do fósforo, pois apresentaram produtividades acima da média do grupo no ambiente com baixo teor de fósforo disponível no solo, estando representada no primeiro e quarto quadrante da Figura 2. Essa eficiência na utilização do fósforo é de

fundamental importância na exploração agrícola do Cerrado por produtores que praticam uma agricultura com baixa aplicação de adubação fosfatada. A fertilidade é uma das sérias limitações na utilização do Cerrado estando relacionadas aos baixos valores de pH, elevados teores de alumínio trocáveis, e baixo teores de nutrientes com destaque para o fósforo (Lima et al. 2007).

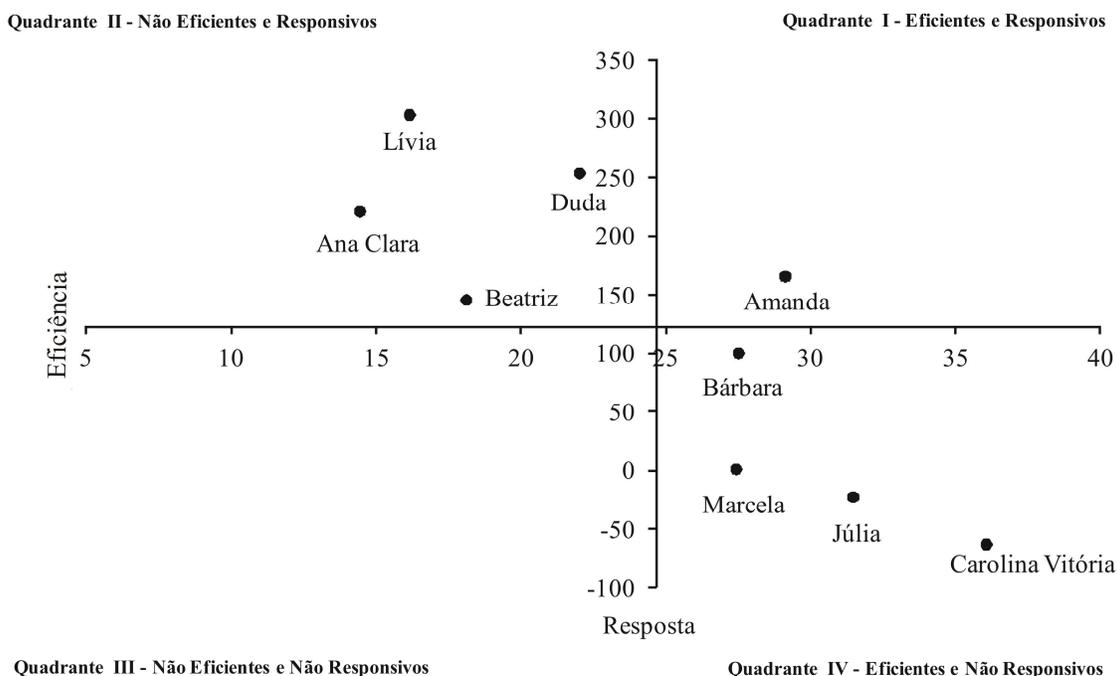


Figura 2 - Eficiência no uso e resposta à aplicação do fósforo na produtividade de genótipos de batata-doce, pela metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980).

O genótipo Amanda demonstrou-se adaptado também ao ambiente com alto teor de fósforo disponível no solo, sendo, portanto, considerado como responsivo e ocupando o primeiro quadrante da Figura 2. Genótipos classificados como eficientes e responsivos podem ser utilizados em sistemas agrícolas que adotam baixo, médio e alto nível tecnológico na aplicação da adubação fosfatada, pois além de produzir com baixo nível, responde a melhoria do ambiente, com incremento do nutriente. Em estudos realizados no estado da Paraíba, em solo com textura franco-arenosa e baixa disponibilidade inicial de fósforo, Oliveira et al. (2006) relataram a resposta da batata-doce a adubação fosfatada, encontrando aumento na produção de raízes comerciais por planta de batata-doce, sendo a produtividade máxima de 18,7 t ha⁻¹ obtida com a dose de 210 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

O índice de resposta indica o aumento de produtividade para cada quilograma ou 1 (um) kg de fósforo adicionado no solo. O genótipo Marcela, Júlia, Carolina Vitória e Barbara apresentaram baixo índice de resposta e foram classificados como não responsivos, de modo que, as médias de produtividades (Tabela 2)

praticamente não foram alteradas com a melhoria do ambiente, sendo, portanto, recomendadas para solos com baixa disponibilidade de fósforo e propriedades que utilizam baixa aplicação desse nutriente. Martins et al. (2012) estudando genótipos de batata-doce no Tocantins relatam produtividade de 35,8 t ha⁻¹ utilizando dose de 105 kg ha⁻¹ de fósforo para o mesmo genótipo.

Quanto à resposta a aplicação do fósforo os genótipos Lívia, Duda, Ana Clara, Beatriz e Amanda foram classificados como responsivos, apresentando incremento significativo de produtividade (Tabela 2). A produtividade de batata-doce esta relacionada com o aumento no número de raízes e/ou aumento do peso médio de raiz (PMR), resultando na expressão do fenótipo. A expressão fenotípica é resultado das características genéticas associadas às condições ambientais. A resposta da produtividade a adubação fosfatada, como prática de melhoria do ambiente, são significativamente acentuados em solos com baixa fertilidade natural (Raij, 1991), como o utilizado nesse estudo.

A melhoria do ambiente com adubação fosfatada promoveu um significativo incremento de PMR para Ana Clara, Júlia, Bárbara e Duda de 247,4;

208,6; 145,5 e 151,0%, respectivamente sendo essa também uma forma de resposta desses genótipos a adubação fosfatada. Ana Clara apresentou o menor PMR no ambiente com baixo fósforo, bem como a menor produtividade desse estudo no mesmo ambiente, aumentando o PMR e

a produtividade em quase 2,5 vezes quando comparado o ambiente alto fósforo com o baixo fósforo. Ana Clara apresentou produtividade 36,5 t ha⁻¹ dados que concordam com as 31,9 t ha⁻¹ encontradas por Martins et al. (2012) para esse genótipo nas condições do Tocantins.

Tabela 2. Produtividade e massa média de raiz de 9 genótipos de batata-doce cultivados em solo com baixo e alto fósforo (Gurupi-TO, 2012).

Genótipos	Produtividade t ha ⁻¹			Massa Média de Raiz (g)		
	Alto P	Baixo P	Média	Alto P	Baixo P	Média
Duda	47,4 Aa	22,0 Bb	34,7 a	237,4 Ab	163,1 Bb	200,7 b
Lívia	46,8 Aa	16,1 Bb	31,4 a	293,1 Aa	262,2 Aa	277,6 a
Amanda	45,7 Aa	29,1 Ba	37,4 a	270,4 Aa	208,0 Aa	239,2 a
Barbara	37,5 Ab	27,5 Aa	32,5 a	264,3 Aa	175,0 Bb	219,6 b
Ana Clara	36,5 Ab	14,4 Bb	25,4 b	239,5 Ab	96,8 Bc	168,2 b
Beatriz	32,7 Ab	18,1 Bb	25,4 b	197,3 Ab	180,0 Ab	189,1 b
Carolina Vitória	29,3 Ab	36,0 Aa	32,8 a	206,8 Ab	222,6 Aa	214,7 b
Júlia	29,2 Ab	31,4 Aa	30,3 a	335,9 Aa	161,0 Bb	248,4 a
Marcela	27,5 Ab	27,4 Aa	27,4 b	238,1 Ab	228,6 Aa	233,3 a
Média geral	37,0 A	24,7 B	30,8	253,6 A	188,7 B	221,2
CV (%)	16,6	16,1	20,7	16,5	17,5	17,0

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Scott e Knott (1974).

O genótipo Lívia apresentou o maior índice de resposta de produtividade (303,2) e apesar da grande diferença de produtividade entre os ambientes foi observada uma pequena diferença entre o PMR. Embora classificado como não eficiente o genótipo Lívia apresentou o maior PMR do ambiente com baixo teor de fósforo disponível no solo. Esse genótipo formou raízes com PMR maior nos dois ambientes e menor número de raízes no ambiente com baixo teor de fósforo disponível no solo o que resultou em menor produtividade. Com isso, formar raízes com PMR maior é uma característica desse genótipo, independente do ambiente.

Os genótipos Bárbara, Júlia e Carolina Vitória foram classificados no quarto quadrante, mostrando-se eficientes no ambiente com baixa disponibilidade de fósforo, porém sua produtividade não respondeu ao estímulo da prática da adubação fosfatada. A eficiência é uma resposta ao melhor processo de absorção, assimilação, translocação e redistribuição de P de um genótipo em relação a outro, mostrando-se mais adaptados as condições desse estresse nutricional (Tonello et al. 2012).

Os genótipos Júlia e Carolina Vitória apresentaram redução na produtividade de 7,0 e 18,6 %, respectivamente, no ambiente alto fósforo. A estabilização e a queda na produtividade de raízes nas doses acima daquelas onde obtém a máxima produtividade, podem ocorrer devido à provável deficiência de zinco induzida pela alta concentração de fósforo (Seno et al. 1996). O comportamento desses genótipos mostra que o ponto de equilíbrio na adubação é diferente dentro do grupo estudado.

Carolina Vitória foi o único genótipo que apresentou redução, apesar de pequena, no PMR no ambiente com alto P disponível no solo com uma produtividade menor nesse ambiente, ressaltando com isso a influência negativa da alta dose sobre o comportamento desse genótipo. Doses de fósforo responsáveis pelas máximas produtividades são as que suprem de forma equilibrada, juntamente com outros nutrientes adicionados ao solo, as necessidades nutricionais da batata-doce (Oliveira et al. 2006).

Júlia, classificado como eficiente, apresentou sua maior produtividade no ambiente baixo fósforo, embora também o menor valor de PMR (161,0 g

para esse ambiente. No ambiente baixo fósforo esse genótipo comportou-se produzindo mais raízes com PMR menor, o que pode ser interpretado como uma tentativa de formar um sistema radicular mais ramificado que o tornou eficiente em relação a outros genótipos. Oliveira et al. (2006) atribui a eficiência da batata-doce na absorção de nutrientes ao seu sistema radicular muito ramificado, com uma alta capacidade de explorar o solo, buscando maior aproveitamento dos nutrientes na solução do solo. Os mecanismos morfológicos de adaptação de plantas ao estresse de fósforo são aqueles que configuram um sistema radicular com maior superfície de contato com o solo, uma vez que o fósforo possui características peculiares de mobilidade e disponibilidade, dependente dos atributos físicos e químicos do solo (Machado et al. 2004). O fósforo na solução do solo pode ser adsorvido na superfície dos minerais de argila ou na superfície de óxido de ferro e de alumínio (Barroso e Nahas, 2008), o que pode diminuir sua mobilidade e disponibilidade.

Duda no ambiente alto fósforo apresentou a maior produtividade ($47,4 \text{ t ha}^{-1}$), sendo aproximadamente quatro vezes maior que a média nacional. Ana Clara apresentou a menor produtividade desse estudo ($14,4 \text{ t ha}^{-1}$) no ambiente baixo fósforo, porém, essa produtividade foi maior que a média nacional de $12,4 \text{ t ha}^{-1}$. Embora expostos às mesmas condições de tratamento os genótipos apresentaram respostas de produtividade diferente evidenciando a existência de diferença genética dentre os genótipos. Cardoso et al. (2005) avaliando clones de batata-doce em Vitória da Conquista encontraram diferenças significativas entre a produtividade dos clones que variaram de $4,1$ a $28,5 \text{ t ha}^{-1}$.

Apesar das características comportamentais diferentes, nenhum dos nove genótipos estudados foi classificado no terceiro quadrante (não-eficiente e não-responsivo). De acordo com a metodologia utilizada genótipos classificados como não eficiente e não responsivos não são recomendados para produção em propriedades rurais, pois produzem insatisfatoriamente na condição de estresse e não responde adubação (Tonello et al. 2012). Isso mostra que todos os genótipos tem sua utilização bastante promissora na região do cerrado, apesar de seus diferentes comportamentos, devendo cada um ser utilizado na sua condição de adaptação, seja ela baixo ao alto fósforo

A diferença de comportamento permitiu a classificação dos genótipos quanto à eficiência e resposta pela metodologia proposta, que ocorre em função da média do grupo estudado, podendo ocorrer mudanças na classificação, caso o genótipo seja estudado em outro grupo, com média diferente. As diferentes classificações obtidas podem ser atribuídas à existência de variabilidade genética. Cavalcante et al. (2010) relatam a existência de variabilidade genética entre genótipos de batata-doce, destacando a existência de clones com excelente desempenho agrônomico.

CONCLUSÕES

O genótipo Amanda é classificado como eficiente e responsivo na absorção e utilização de fósforo, em solo de cerrado.

Os genótipos Bárbara, Júlia, Marcela e Carolina Vitória é classificados como eficientes, porém não responsivos na absorção e utilização de fósforo.

Os genótipos Lívia, Duda, Ana Clara e Beatriz foram classificados como não eficientes, porém responsivos na absorção e utilização de fósforo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; FERNANDES, J. S. C.; FIGUEIREDO, J. A.; NUNES, U. R.; NEIVA, I. P. Selection of sweet potato clones for the region Alto Vale do Jequitinhonha. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 389-393, 2009.

BARROSO, C. B. e NAHAS, E. Solubilização de fosfato de ferro em meio de cultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 4, p. 529-535, 2008.

BRITO, C. H.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELES, C. S. M.; SANTOS, J. F.; NÓBREGA, J. P. R. Produtividade de batata-doce em função de doses de K_2O em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 320-323, 2006.

CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; RAMOS, P. A. S.; MATSUMOTO, S. N.; AMARAL, C. L. F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. M. Avaliação de clones de batata doce em Vitória da Conquista. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 911-914, 2005.

- CAVALCANTE, M.; FERREIRA, P. V.; PAIXÃO, S. L.; COSTA, J. G.; PEREIRA, R. G.; MADALENA J. A. Desempenho agrônomo, dissimilaridade genética e seleção de genitores de batata doce para hibridação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 485-490, 2010.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Monitoramento das Estações Automáticas, Gurupi - TO, Dados. Disponíveis em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>>. Acesso em: 10 abr. 2013.
- FAGERIA, N. D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo**. Brasília, DF: Embrapa-CNPAP, 1980.
- FIDELIS, R. R.; MIRANDA, G. V.; PELÚZIO, J. M.; GALVÃO, J. C. C. Classificação de populações de milho quanto a eficiência e resposta ao uso de fósforo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 241-246, 2010.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e na comercialização de hortaliças**. 2. Ed. Viçosa, MG: UFV, 412p., 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2010. Disponível em: <[://www.sidra.ibge.gov.br/](http://www.sidra.ibge.gov.br/)>. Acesso em: 08 abr 2013.
- LIMA, S. O.; FIDELIS, R. R.; COSTA, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 100-105, 2007.
- MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T.; FURLANI, A. M. C. Variação intrapopulacional em milho para características relacionadas com a eficiência de absorção e utilização de fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 1, p. 77-91, 2004.
- MARTINS, E. C. A.; PELUZIO, J. M.; COIMBRA; R. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, W. P. Variabilidade fenotípica e divergência genética em clones de batata doce no estado do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 691-697, 2012.
- OLIVEIRA, A. P.; BARBOSA, A. H. D.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, A. N. P. Produção de Batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1722-1728, 2007.
- OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. E. L.; PEREIRA, W. E.; BARBOSA, L. J. N.; OLIVEIRA, A. N. P. Características produtivas da batata-doce em função de doses de P₂O₅, de espaçamento e de sistemas de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 611-617, 2006.
- OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. E. L.; PEREIRA, W. E.; BARBOSA, L. J. N. Produção de batata-doce e teor de amido nas raízes em função de doses de P₂O₅. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 4, p. 747-751, 2005.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 343p., 1991.
- SANTOS, J. F.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; BRITO, C. H.; DORNELAS, C. S. M.; NÓBREGA, J. P. R. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 103-106, 2006.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.
- SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Cultura da batata doce**. Gama, DF, Embrapa hortaliças, versão eletrônica, 2004.
- SENO, S.; SALIBA, G. G.; PAULA, F. J.; KOGA, P. S. Modo de aplicação e doses de fósforo na cultura do alho (*Allium sativum* L.), cv. Roxo Pérola de Caçador. **Cultura Agronômica**, v. 5, n. 1, p. 63-71, 1996.
- TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre, 819p., 2009.
- TONELLO, L. P.; SILVA, J.; RAMOS, D. P.; SOUSA, S. A.; FIDELIS, R. R. Eficiência do uso

de fósforo em genótipos de arroz cultivados em solos de terras altas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 25-32, 2012.

Recebido: 19/06/2013
Received: 06/19/2013

Aprovado: 04/10/2013
Approved: 10/04/2013