ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA: EFEITO NA ALTURA DA PLANTA E NO DIÂMETRO DO CAULE DE MANDIOCA

Letícia de Paula Neves de Souza[1]

Bruno Fernando Faria Pereira[2]

Inocencio Junior de Oliveira[3]

Carlos Alberto Franco Tucci[4]

Jonathas Paiva do Nascimento[5]

RESUMO: No estado do Amazonas há uma circular técnica que recomenda a adubação para o cultivo da mandioca, contudo os estudos são incipientes, e poucos investigam os efeitos de doses crescentes de fósforo (P) e potássio (K) na cultura, apesar da escassez desses nutrientes nos solos e sua essencialidade para as plantas. Objetivos: i) Avaliar a influência do P e K na altura e no diâmetro da mandioca; ii) Analisar a concentração de K foliar ao longo do cultivo da mandioca. Metodologia: O cultivo foi implantado em um Latossolo Amarelo distrófico, organizado em três blocos casualizados com os tratamentos em esquema fatorial 5 × 5, combinando-se doses crescentes de P_2O_5 (0, 30, 60, 120, 240 kg ha^{-1}) e de K_2O (0, 20, 40, 80 e 160 kg ha^{-1}), totalizando 25 tratamentos e 75 parcelas. As alturas das plantas e os diâmetros dos caules foram medidos aos 90, 180 e 270 dias de cultivo. Para a avaliação do estado nutricional, nas parcelas que receberam as doses de adubação recomendadas, 60 kg ha^{-1} P_2O_5 e 40 kg ha^{-1} de K_2O, procedeu-se à análise foliar de K. Resultados: A adubação com K influenciou no diâmetro do caule aos 270 dias de cultivo, sendo a dose de 90 kg ha^{-1} de K_2O a que proporcionou maior diâmetro. A influência do P foi observada apenas no início do cultivo, aos 90 dias. As plantas que receberam a adubação ideal, dos 90 aos 180 dias, apresentaram teor de K foliar dentro da faixa de concentração ideal, 13 a 20 g kg^{-1}. Já aos 270 dias, a concentração estava abaixo dessa faixa. Conclusão: A dose de 90 kg ha^{-1} de K_2O proporciona o maior diâmetro do caule da mandioca. Há possibilidade de amostragem foliar até aos 180 dias, para a avaliação de K foliar. Nas condições estudadas, o P apresentou influência apenas no período inicial de crescimento da mandioca.

Palavras-chaves: adubação, estado nutricional, amostragem foliar.

ABSTRACT: In Brazil cassava (*Manihot esculenta* Crantz) has great economic, social and cultural importance, being one of the main species of Amazon populations' feeding. It is usually cultivated without the use of fertilizer, which leads to the exhaustion of soil nutrients. In the state of Amazonas, there is a technical circular (EMBRAPA, 2004) that recommends fertilization for cassava cultivation, but the studies are incipient and few investigate the effects of increasing doses of phosphorus (P) and potassium (K) in the crop despite the scarcity of these nutrients in soils and their essentiality for plants. Objectives: i) To evaluate the influence of P and K on the height and diameter of cassava; ii) Analyze the foliar K concentration along the cassava crop. Methods: The cultivar was implanted in November, 2015 in a dystrophic yellow latosol, organized in three randomized blocks with treatments arranged in a factorial scheme (5 × 5) evaluating the effect of

[1] Bolsista CNPq junto à Faculdade de Ciências Agrárias (FCA 02) Minicampus, Laboratório de Solos.
[2] Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical – PPGAT.
[3] Pesquisador Embrapa.
[4] Coordenador do Laboratório de Solos, junto à Faculdade de Ciências Agrárias (FCA 02). Minicampus – Ufam.
[5] Professor Titular da Universidade Federal do Amazonas – Ufam.

increasing doses of P_2O_5 (0, 30, 60, 120, 240 kg ha^{-1}) and K_2O (0, 20, 40, 80 and 160 kg ha^{-1}), resulting 25 treatments and 75 plots. Measurements of plant height and stem diameter were made at 90, 180 and 270 days of cultivation. For the evaluation of the nutritional status, 60 kg ha^{-1} P_2O_5 and 40 kg ha^{-1} of K_2O were used in the plots received as recommended fertilization doses and foliar K. . Results: The fertilization with K manifested its influence on stem diameter at 270 days of cultivation. According to adjusted polynomial regression, the 90 kg ha^{-1} dose of K_2O provided the largest stem diameter. The influence of P was observed only at the beginning of the cultivation, for young plants (90 days). Concerning the concentration of leaf K, from 90 to 180 days, the plants presented K content within the ideal concentration range, 13 to 20 g kg^{-1}, but at 270 days the concentration was already below this range. This allows extending the foliar sampling period recommended in literature - 120 days - to 180 days. Conclusion: The 90 kg ha^{-1} dose of K_2O provides the largest diameter of the cassava stem. There is the possibility of foliar sampling up to 180 days for the evaluation of leaf K. In the studied conditions, the P showed influence only in the initial period of cassava growth.

Keywords: fertilization, nutritional status, leaf sampling.

INTRODUÇÃO

A mandioca é cultivada em vários países, com destaque na conjuntura social e econômica mundial, devido à sua alta capacidade de adaptar-se às condições edáficas e climáticas, assim como por sua produção de amido por unidade de área.

No Brasil, a mandioca tem grande importância econômica, social e cultural, com área plantada de 1.439.754 ha e produção de 21.082.867 t de raiz (IBGE, 2016). É a cultura alimentar da grande maioria das populações amazônicas, dependendo da região e do tipo de população (MCKEY; EMPERAIRE e ELIAS, 2001).

A baixa fertilidade do solo, na região Norte, é apontada dentre os principais problemas para a cultura (CONCEIÇÃO, 1979). A mandioca é geralmente cultivada por agricultores nos trópicos, com produção contínua em condições precárias, levando ao esgotamento de nutrientes do solo (HOWELER, 1991).

Embora apresente desenvolvimento satisfatório em solos pobres, a cultura absorve, durante o ciclo, muitos nutrientes, principalmente K, tornando necessária a reposição constante para a manutenção da fertilidade do solo e a produtividade de raízes (TERNES, 2002). A espécie provou ser bem adaptada a solos de baixa fertilidade e pouca disponibilidade de P (MASON; LEIHNER, 1988). O P e o K estão entre os principais nutrientes para a mandioca por contribuírem para o crescimento das manivas. O P proporciona aumento expressivo da produção de raízes e do conteúdo de amido. O K possibilita maior turgor nas células, apresentando proporções muito elevadas na composição da planta (CONCEIÇÃO, 1979).

Diferentemente do K, o P na forma livre $H_2PO_4^-$ geralmente apresenta baixa mobilidade

em solos tropicais altamente intemperizados devido à sua alta capacidade de fixação às cargas positivas dos coloides. Além disso, sua interação com o Al^{3+} na solução do solo também contribui para redução de sua disponibilidade. Sabe-se que grande parte dos solos cultivados no Amazonas são altamente intemperizados e ricos em Al^{3+}. O K^{+} é um íon com maior solubilidade e mobilidade vertical nos solos. Sem adubação potássica adequada, os rendimentos de mandioca levam eventualmente ao esgotamento de K, exceto nos solos ricos nesse nutriente (HOWELER, 1991). Em condições onde o excesso de chuvas excede a evapotranspiração, há tendência de maior lixiviação de K (ROSOLEM et al., 2010), como é o caso do Amazonas. Por serem elementos primordiais no cultivo da mandioca, na falta deles ocorrem falhas nos processos fisiológicos da cultura.

Com isso a avaliação da influência desses elementos no crescimento da mandioca é indispensável, assim como a correlação da análise nutricional com a adubação potássica recomendada. Apesar dos benefícios, o elevado preço desses insumos, no estado, dificulta o acesso dos produtores rurais. A intensidade das chuvas, podendo influenciar as perdas de K, desmotiva o produtor, assim como a falta de incentivos, a carência de assistência técnica, a pesquisa rudimentar e o baixo retorno econômico. Sendo assim, este estudo avaliou a influência de doses crescentes de fósforo (P) e potássio (K) no crescimento da mandioca, bem como na concentração de K foliar.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado em, Manaus, Amazonas (02º 39' 4,5'' S, 60º 02' 45,6'' W e 98 m de altitude). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, Tropical úmido de monção. Com duas estações climáticas bem definidas, uma de período chuvoso (novembro - maio) e outra seca (verão) (junho - outubro).

Preparo da área e delineamento experimental

A cultura da mandioca foi implantada em novembro de 2015 em Latossolo Amarelo distrófico. Para a caracterização química, física (Tabela 1) e granulométrica, 20 subamostras foram coletadas na área experimental com o auxílio de um trado de rosca na camada de 0 cm a 20 cm para a formação de uma amostra composta. A amostra foi seca a 40 ºC, peneirada em malha de 2 mm e submetida a análises (EMBRAPA, 2009; RAIJ et al., 2001).

Tabela 1: Propriedades químicas e físicas do solo em estudo.

Propriedades Químicas											
pH_{CaCl2}	**M.O.**	**SB**	**Ca**	**Mg**	**K**	**Al**	**t**	**T**	**P**	**V**	**m**
-	dag kg^{-1}	---------- $cmol_c$ dm^{-3} ----------							mg dm^{-3}	--------- % ---------	
4,02	2,2	0,97	0,55	0,35	0,71	0,95	1,92	7,37	3	13,18	49,43
Granulometria											
Areia				**Argila**					**Silte**		
----------% ----------											
13,45				78,2					8,35		

pH – Acidez ativa; SB – Soma de Bases; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; K – Potássio; Al – Alumínio; t – Capacidade de troca de cátions efetiva; T – Capacidade de troca de cátions; P – Fósforo; V – Soma de bases; m – Saturação por alumínio

A calagem foi realizada com calcário dolomítico (PRNT 91%) para a elevação da saturação por bases em 60%, resultando em 3,8 t ha^{-1}. Entretanto, a dose aplicada foi de 2 t ha^{-1} (EMBRAPA, 2004).

Três blocos casualizados com os tratamentos em esquema fatorial 5×5 avaliaram o efeito de doses crescentes de P (0, 40, 80, 160, e 240 kg ha^{-1} de P_2O_5) e K (0, 20, 40, 80 e 160 kg ha^{-1}de K_2O), totalizando 25 tratamentos e 75 parcelas. Cada parcela com 24 m^2, formada por quatro linhas de 6 m de comprimento, com seis plantas por linha, em espaçamento entre plantas de 1 m e entre linhas de 1 m. As oito plantas centrais de cada parcela foram consideradas como área útil, e outras 16 em bordadura. Os níveis de cada fator atestados tiveram como base as recomendações técnicas vigentes para o Amazonas (EMBRAPA, 2004), em que 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 40 kg ha^{-1} de K_2O são as doses máximas recomendadas. Os níveis máximos para a realização desse experimento foram escolhidos para contemplar quatro vezes a máxima recomendação técnica de P_2O_5 e K_2O vigente.

Manivas-sementes de mandioca (*M. esculenta* Crantz) variedade Hastinha foram selecionadas conforme recomendação: corte, feito com facão, reto nas duas extremidades. As sementes foram padronizadas em 18 cm de comprimento por 2 cm de diâmetro em média. No dia do plantio foi verificada a viabilidade das manivas-sementes quanto ao estádio ainda leitosas.

Três meses após a calagem foi realizado o plantio. O P foi aplicado usando a fonte superfosfato simples em parcela única no sulco de plantio, mantendo-se uma camada de solo de aproximadamente 3 cm entre o adubo e a maniva-semente. O K foi aplicado usando como fonte o cloreto de potássio em duas parcelas aos 60 e 120 dias após o plantio. O N (ureia) foi aplicado junto ao K em cobertura, sendo 20 e 20 kg ha^{-1} de N aos 60 e 120 dias respectivamente.

A maior parte dos estudos já realizados não observa efeito da adubação com micronutrientes para a cultura (SOUZA et al., 2006). Por esse motivo optou-se pela realização de correção via pulverização foliar (SOUZA et al., 2006), em caso de sintomas de deficiência.

No período de três meses após a aplicação do calcário foi realizado o plantio da cultura de mandioca; no dia 30 de novembro de 2015, foi realizada a aplicação de cinco doses diferentes de P. Por recomendação deve-se colocar uma camada de solo de aproximadamente 3 cm entre o adubo e a maniva-semente. O controle das plantas daninhas foi feito por capina e monda (arranque de ervas) durante quatro meses após o plantio. A colheita foi realizada na segunda semana de agosto de 2016, totalizando nove meses de ciclo.

Avaliação do crescimento

Aos 90, 180 e 270 dias após o plantio, foram feitas as medições de altura (A) e diâmetro (D) da haste principal da cultura, com o auxílio de trena e paquímetro digital respectivamente.

Avaliação nutricional

Na ocasião das avaliações do crescimento, nas parcelas que receberam as doses de adubação "ideal", de 60 kg ha^{-1} P_2O_5 e 40 kg ha^{-1} de K_2O, conforme Embrapa (2004), foram coletadas a terceira ou a quarta folha, recém-maduras, a partir do ápice do ramo e, em seguida, armazenadas em sacos de papel. Aos 270 dias foram coletadas folhas de todas as parcelas e consequentemente de todos os tratamentos para posterior análise de K. As folhas foram lavadas em água corrente, em água destilada, e secas em estufa a 65 ºC, moídas e digeridas por via seca em mufla a 550 ºC, conforme Malavolta et al. (1997).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), e as médias, comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A análise de regressão dos dados foi aplicada quando necessária. Foram utilizados os programas estatísticos Assistat 7.7 e Sisvar 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos realizados anteriormente reportaram influência da adubação potássica e fosfatada no desenvolvimento da mandioca (PEREIRA, 2012; SPEAR, EDWARDS, ASHER, 1979; NORMANHA, 1951; HOWELER, 1991) e Silva (1968); Odurukwe (1980) verificou que a adubação potássica aumenta consideravelmente a produção. Neste estudo observou-se que as doses crescentes de P e K e sua interação influenciaram a altura da planta apenas no início do desenvolvimento fenológico (90 dias) (Tabela 2), e que os tratamentos influenciaram, sem interação, o diâmetro das plantas em duas épocas; aos 90 e 270 dias de cultivo. A influência dos tratamentos aos 90 dias na altura das plantas jovens não continuou ao longo do cultivo (Tabela 2).

Quanto ao diâmetro, houve efeito do P apenas para as plantas jovens (Tabela 2). Por outro lado, a adubação com K influenciou essa variável aos 270 dias de cultivo.

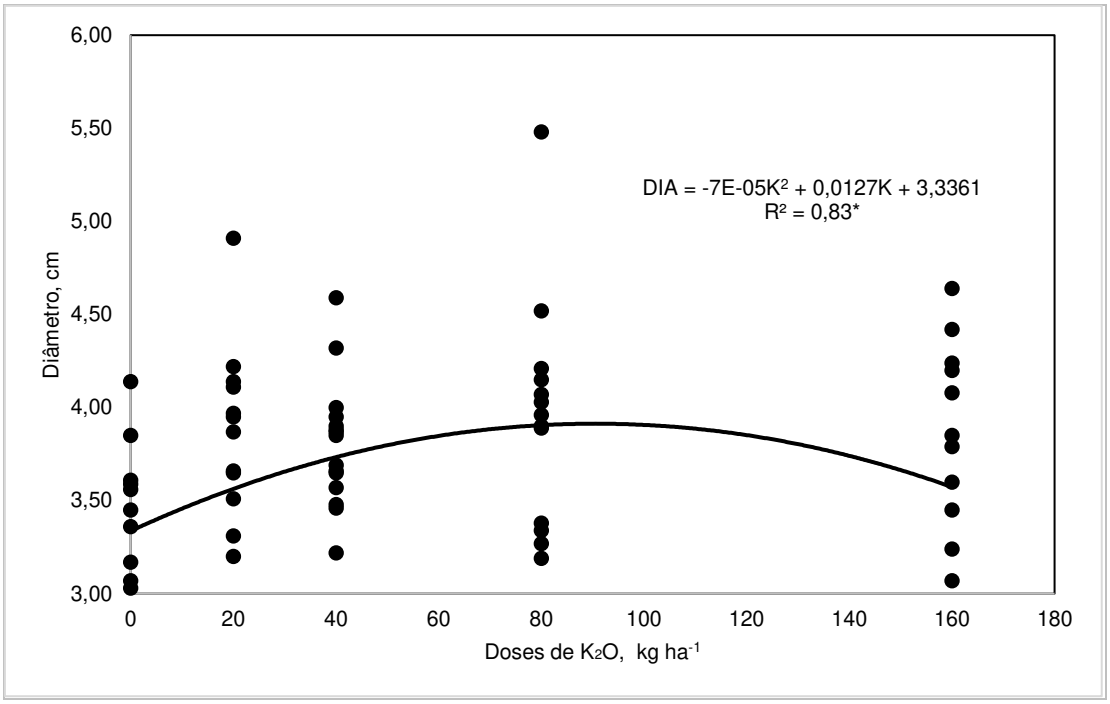
Tabela 2: Resumo da ANOVA (valores de F) quanto à influência de doses crescentes de P, K e interação P x K na altura e no diâmetro de plantas de mandioca (n = 3) aos 90, 180 e 270 dias de cultivo.

Causa de variação	90 dias	180 dias	270 dias
		Altura	
P	0,52^{ns}	1,20^{ns}	0,69 ^{ns}
K	0,06*	0,90^{ns}	0,81 ^{ns}
P*K	0,40*	0,46^{ns}	0,80 ^{ns}
Blocos	0,9 ^{ns}	0,16^{ns}	4,74 *
		Diâmetro	
P	4,47 **	1,88 ^{ns}	1,47 ^{ns}
K	1,64 ^{ns}	1,42 ^{ns}	3,11 *
P*K	1,49 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,41 ^{ns}
Blocos	2,54 ^{ns}	11,44**	11,61**

$^{(*)}$ significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); $^{(**)}$ significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) e $^{(ns)}$ não significativo ($p \geq 0,05$).

Considerando-se o efeito isolado das doses de K_2O e amostragens das três épocas, para o diâmetro das plantas (Figura 1), este resultado é relevante, pois um dos parâmetros para a escolha de manivas- sementes para o plantio é o diâmetro do caule (CÂMARA e GODOY, 1998). Derivando-se a equação apresentada na Figura 1, conclui-se que a dose de 90 kg ha^{-1} de K_2O proporciona o maior diâmetro do caule das plantas.

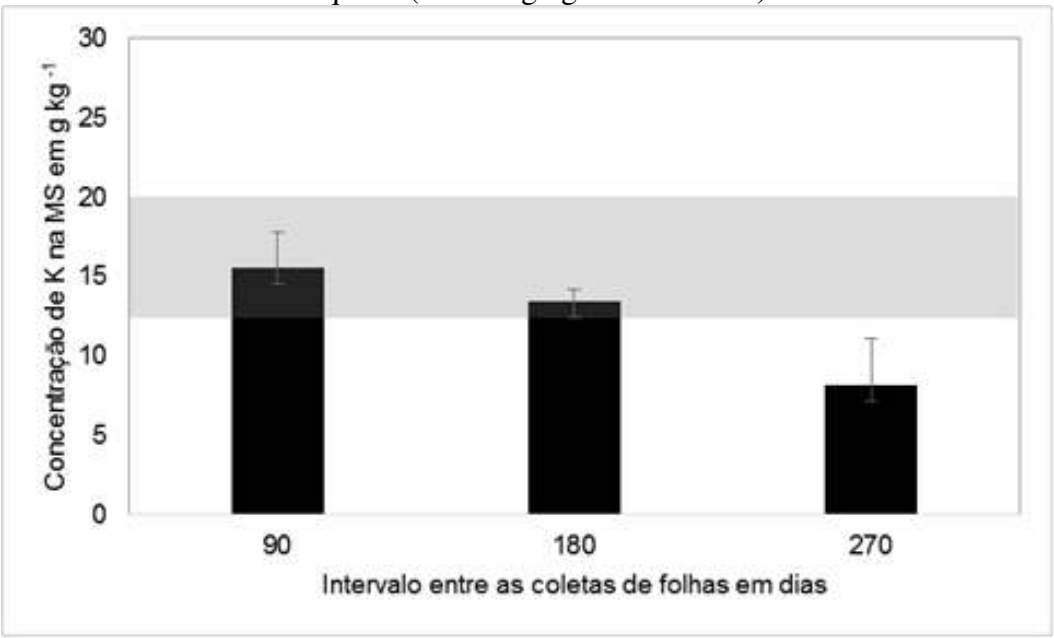
Figura 1: Correlação das doses de K_2O, kg ha^{-1} com o diâmetro (cm) da mandioca aos 270 dias de cultivo, $^{(*)}$ significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).



Ciclo de cultivo da mandioca e concentração de K foliar

Pela interferência de vários fatores na composição foliar, recomenda-se a amostragem em áreas homogêneas, entre 90 a 120 dias, de folhas recém-maduras (MALAVOLTA et al., 1997). Este estudo testou a amostragem foliar na parcela que recebeu a recomendação ideal de P_2O_5 e K_2O (EMBRAPA, 2004) aos 90, 180 e 270 dias. Aos 90 dias, as folhas apresentaram teor de K dentro da faixa de concentração ideal, 13 a 20 g kg^{-1} (MALAVOLTA et al., 1997), e aos 180 dias já próxima ao limite inferior dessa faixa. Com isso pode-se inferir que o prazo de 120 dias pode ser estendido até os 180 dias (Figura 2). A partir dos 180 dias após o plantio de mandioca, e gradualmente até o final do cultivo, há intensificação na translocação de metabólitos para as raízes e diminuição de acúmulo de matéria seca (HILLOCKS et al., 2002; ALVES, 2006). Aos 270 dias, o nutriente já estava em concentração abaixo do recomendado (Figura 2).

Figura 2: Concentração de K foliar em parcelas que receberam o tratamento ideal (60 kg ha^{-1} P_2O_5 e 40 kg ha^{-1} K_2O) aos 90, 180 e 270 dias. A faixa (na cor cinza) indica a concentração foliar adequada (13 a 20 g kg^{-1} de K na MS).



Doses de K_2O e concentração de K foliar

Aos 270 dias foi realizada a amostragem foliar de todas as parcelas estudadas para a análise da concentração de K. Houve influência das doses de K_2O na concentração de K foliar aos 270 dias, bem como o efeito de interação entre os dois fatores (P*K) (Tabela 3). O desdobramento da interação observada mostra que há correlação linear positiva das doses de K_2O aplicadas e a concentração de K foliar (Figura 3). Sabe-se que há estreita correlação entre o K aplicado no solo e o K na planta (NGONGI, HOWELER, MACDONALD, 1977). Mesmo com tendência a menor

concentração de K foliar próximo a colheita, considerando as duas maiores doses de K_2O (Figura 3), as plantas ainda apresentaram a concentração dentro da faixa ideal de 13 a 20 g kg^{-1} de K foliar. Sabe-se que as concentrações foliares de K e P aumentam com taxas crescentes de adição de nutrientes (NGUYEN et al., 2002; WEBER et al., 1980). Com isso, o rendimento das raízes é maior com a aplicação combinada desses dois nutrientes (GAO et al., 2011). Entretanto, tal sinergismo entre P e K não foi observado no presente trabalho.

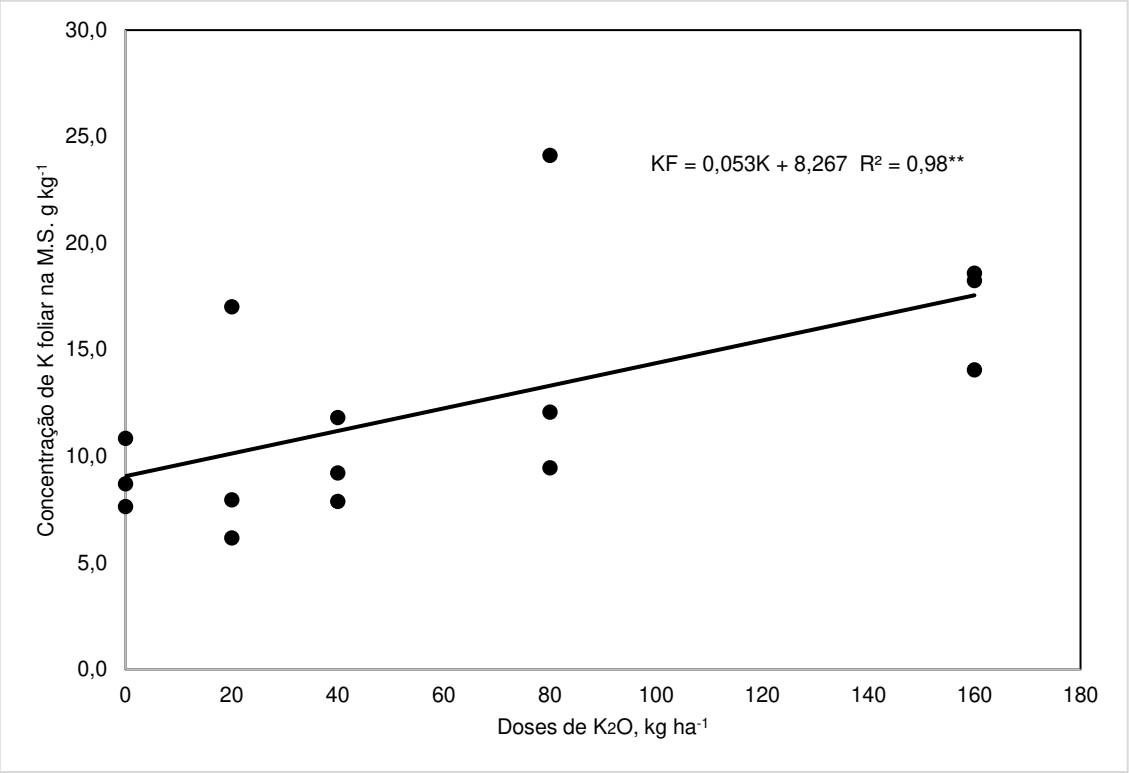
A ausência de resposta da mandioca à adubação fosfatada, observada neste estudo, deve-se a três motivos: i) adaptação da cultura a solos de baixa fertilidade e com pouca disponibilidade de P (MASON, LEIHNER, 1988), situação comum na região. Entretanto, estudos realizados em diferentes localidades do Brasil mostram que essa cultura tem respondido mais ao P do que a outros nutrientes (SOUZA et al., 2006). ii) adsorção do $H_2PO_4^-$ a cargas positivas do solo e precipitação com Al^{3+} na solução do solo. Esses processos são intensificados quando o pH_{H2O} do solo está abaixo de 5,5 associado à aplicação de fosfatos solúveis como o utilizado neste estudo. A quantidade de calcário recomendada para cultura não deve passar de 2 t ha^{-1} (SOUZA et al., 2006; DIAS et al., 2004), quantidade insuficiente para se elevar o pH do solo acima de 5,5; e iii) a dose máxima de P_2O_5 utilizada neste estudo foi de 240 kg ha^{-1}. Entretanto, na literatura (SOUZA et al., 2006, relatam-se estudos com 400 kg ha^{-1} de P_2O_5. Assim é importante que se desenvolvam na região estudos comparando-se fosfatos naturais e solúveis e doses superiores a 240 kg ha^{-1} no cultivo de mandioca

Tabela 3: Resumo da ANOVA (valores de F) quanto à influência de doses crescentes de P, K e interação P x K na concentração de K foliar de plantas de mandioca avaliadas aos 270 dias.

K foliar g kg^{-1}	
Causas de Variação	Valores de F
P	$1,60^{ns}$
K	$11,31^{**}$
P*K	$0,36^{*}$
Blocos	$3,61^{*}$

$^{(*)}$ significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$);
$^{(**)}$ significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$);
$^{(ns)}$ não significativo ($p \geq 0,05$).

Figura 3: Correlação das doses de K_2O, kg ha^{-1} com a concentração de K foliar (g kg^{-1} M.S.) nas folhas de mandioca aos 270 dias, (**) significativo ($p < 0,001$).



CONCLUSÕES

A dose de 90 kg ha^{-1} de K_2O proporciona maior diâmetro do caule da mandioca. Isso influencia positivamente a qualidade das manivas-sementes utilizadas para plantio da cultura.

Pode-se inferir que, durante o ciclo de cultivo da mandioca, há possibilidade de coleta das folhas até aos 180 dias, aumentando assim o prazo de amostragem foliar para a avaliação do estado nutricional. As doses de K_2O crescentes elevam a concentração de K foliar na mandioca.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. A. C. Fisiologia da Mandioca. In: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. Aspectos socioeconômicos e econômicos da mandioca. Cruz das Almas, Bahia : EMBRAPA. Cap. 7, 2006, p. 138-169.

CÂMARA, G.M.S.; GODOY, O.P. Desempenho vegetativo e produtivo de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) a partir de manivas com diferentes diâmetros. Sci. agric., Piracicaba , v. 55, n. 2, p. 326-331, Maio, 1998 .

CLAIR, H.H. Cassava: *Manihot esculenta* Crantz. Genetic improvement of vegetable, p. 669-691, 1993.

CONCEIÇÃO, A.J. A mandioca. Cruz das Almas, UFBA; EMBRAPA; BRASCAN; NORDESTE, 1979. 382p.

DIAS, M.C.; XAVIER, J. J. B. N.; BARRETO, J.F.; PAMPLONA, A. M. S. R. Recomendações técnicas para o cultivo de mandioca no Amazonas. EMBRAPA, Manaus, circular técnica 23, ISSN 1517-2449, nov. 2004.

GAO, Zhi-hong et al. Effect of fertilizer application rates on cassava N, P, K accumulations and allocation and yield in sloping lands of North Guangdong. Scientia Agricultura Sinica, v. 44, n. 8, p. 1637-1645, 2011.

HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. Cassava: biology, production, and utilization. London: CABI Publishing, 2002.

HOWELER, R.H. Long-term effect of cassava cultivation on soil productivity. Field Crops Research, v. 26, Pages 1-18, 1991.

IBGE. Produção Agrícola Municipal de 2016. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457 Acesso em: 14 de março de 2018.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MASON, S.C.; LEIHNER, D.E. Yield and land-use efficiency of a cassava/cowpea intercropping system grown at different phosphorus rates. Field Crops Research, v.18, p. 215-226, 1988.

MCKEY, D.; EMPERAIRE, L.; ELIAS, M.; et al. Local management and regional dynamics of varietal diversity of cassava in Amazonia. Genetics Selection Evolution, v. 33, suplemento 1, p. S465-S490, 2001.

MATTOS, P.L.P. Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2006. 176 p.

NGUYEN, H.; SCHOENAU, I. J.; NGUYEN, D.; et al. Effects of long-term nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on cassava yield and plant nutrient composition in North Vietnam. Journal of plant nutrition, v. 25, p.425-442, 2002.

NORMANHA, E.S. Adubação da mandioca no estado de São Paulo. Instituto Agronômico, Campinas, vol.11, n°7-9, jul.1951.

ODURUKWE, S. O.; ARENE, O. B. Effect of N, P, K fertilizers on cassava bacterial blight and root yield of cassava. International Journal of Pest Management, v. 26, n. 4, p. 391-395, 1980.

OTSUBO, A. A; LORENZI, J.O. Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil. Sistemas de Produção 6. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116 p.

PEREIRA, Gustavo Antônio Mendes et al. Crescimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada. Rev. Ceres [online]. 2012, vol.59, n.5 [cited 2017-09-15], pp.716-722. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_ >. ISSN 0034-737X. http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2012000500019.

RAIJ, B.V. Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes. Editora IPNI, 1ª edição, p. 420, 2011.

ROSOLEM, C.A.; SGARIBOLDI, T.; GARCIA, R.A. & CALONEGO, J.C. Potassium leaching

as affected by soil texture and residual fertilization in tropical soils. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 41:1934-1943, 2010.

SILVA, J.R.; FREIRE, E. S. Responses of cassava to increasing doses of nitrogen, phosphorus and potassium. Bragantia, v.27, n.2, p. 357-364. ISSN 1678-4499, 1968.

SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P. de; FUKUDA, W.M.G. (Ed.). Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.15, p. 433-454.

SPEAR, S.N.; EDWARDS, D.G.; ASHER, C. J. Response of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to potassium concentration in solution: critical potassium concentrations in plants grown with a constant or variable potassium supply. Field Crops Research v. 2, p. 153-168, 1979.

TERNES, M. Fisiologia da planta. In: CEREDA, M. P. (Coord.). Agricultura: tuberosas amiláceas latino-americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p. 448-504.

WEBER, Edward J. et al. Cassava cultural practices: proceedings of a workshop held in Salvador, Bahía, Brazil. 18-21 Março 1980. IDRC, Ottawa, ON, CA, 198