



Teor de Fe, Mn e Zn na mandioca em função de doses de nitrogênio e épocas de avaliação⁽¹⁾.

**Laís de Brito Carvalho⁽²⁾; Nádia Sousa dos Santos⁽³⁾; Sandra Cátia Pereira Uchôa⁽⁴⁾;
José Maria Arcanjo Alves⁽⁴⁾; Cineone Nascimento da Silva⁽²⁾; Bárbara Crysthina
Lucas da Silva⁽²⁾.**

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do PROPESQUISA E PROGRAMA AMAZÔNIA 2020 DO BANCO SANTANDER bolsa da CAPES e PIBIC CNPq.

⁽²⁾ Estudante de Agronomia da Universidade Federal de Roraima, Centro de Ciências Agrárias, Boa Vista-RR, lay_carvalho@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante de doutorado em agronomia da Universidade Federal de Roraima, Boa Vista-RR; ⁽⁴⁾ Professor da Universidade Federal de Roraima, Boa Vista-RR, sandra.uchoa@ufr.br; arcanjoalves@oi.com.br

RESUMO: A composição química e o acúmulo de nutrientes em folhas são informações imprescindíveis para conhecer as exigências nutricionais de uma planta. Neste sentido, objetivou-se com esse trabalho avaliar o teor foliar de ferro, manganês e zinco na mandioca em função de doses de nitrogênio e épocas de avaliação na savana de Boa Vista, Roraima. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições em parcelas subdivididas, testaram-se cinco doses de nitrogênio (N) em cobertura (0, 30, 60, 150 e 330 kg ha⁻¹), na parcela e as épocas de avaliação do teor foliar de nutrientes, em dias após a emergência (DAE) (120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 DAE), na subparcela. Os teores de Fe, Mn e Zn foram determinados após a mineralização pela digestão nítrico-perclórica e quantificados por espectrofotometria de absorção atômica. As doses de N aplicadas em cobertura (30, 60, 150 e 330 kg ha⁻¹) aumentam o teor de manganês e zinco nas folhas de mandioca da cultivar Aciolina e diminuíram o teor de ferro nas folhas de mandioca cultivar Aciolina. Os teores de ferro e manganês nas folhas de mandioca reduzem com a idade da planta.

Termos de indexação: *Manihot esculenta*, Amazônia setentrional, micronutrientes, adubação.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, 1766) é uma planta originária da região amazônica fronteira com a Venezuela (Cagnon et al., 2002), sendo cultivada nas diversas regiões do mundo por apresentar tolerância às condições adversas de clima e solo.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2013 o Brasil ficou em quarto lugar como maior produtor mundial de raiz de mandioca, figurando esta como a quarta cultura mais produzida no país, com 21,2 milhões de toneladas, atrás, apenas, da cana-de-açúcar, soja e milho.

No Brasil, o cultivo da mandioca ocorre em todas as regiões, tendo como principais produtores os Estados do Pará, Paraná e Bahia (CONAB, 2013).

No Estado de Roraima, a cultura tem se mostrado promissora, principalmente para pequenos e médios produtores, onde é cultivada em 5.800 ha, com produção de 77.192 toneladas e rendimento médio de 13,309 t ha⁻¹ (IBGE, 2012).

A raiz é destinada, em grande parte, ao fabrico da farinha, com predominância da farinha d'água, de textura grossa, e outra parte da produção é destinada ao consumo de mesa (mandioca mansa) e a extração artesanal da goma fresca (fécula) para tapioca.

A mandioca absorve grandes quantidades de nutrientes e praticamente exporta tudo o que foi absorvido. Embora seja considerada uma cultura tolerante a condições de baixa fertilidade, é necessário atender as necessidades da planta por meio de utilização de adubos em quantidades economicamente ajustadas (Nguyen et al., 2002).

O nitrogênio é um nutriente que possui a característica de interação com a absorção de outros nutrientes, podendo ser sinérgica ou antagônica, sendo importante conhecer esses efeitos para um bom planejamento da programação da adubação das culturas.

As principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos envolvem a presença do nitrogênio, o que o torna um dos elementos mais absorvido pelas plantas cultivadas (Cantarella, 2007), daí a importância da análise química dos órgãos vegetais, que permite identificar a produtividade das culturas em função do seu estado nutricional (Souza, 2006).

Neste sentido, objetivou-se com esse trabalho avaliar o teor foliar de ferro, manganês e zinco na mandioca em função de doses de nitrogênio e épocas de avaliação na savana de Boa Vista, Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de



outubro de 2010 a agosto de 2011, em área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima - CCA/UFRR, município de Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil, cujas coordenadas geográficas são: 2° 52' 20,7"N e 60° 42' 44,2"W, com altitude média de 90 m.

O clima da região segundo Köppen é do tipo Aw, tropical chuvoso, com precipitação média anual de 1667 mm, umidade relativa anual 70% e temperatura média anual de 27,4 °C.

O solo da área é classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso típico (PADx), de textura Franco-Argilo-Arenosa, cujas características físicas e químicas na camada de 0 a 20 cm foram: pH (H₂O) = 5,16, MO = 6,7 g kg⁻¹, P = 0,9 mg dm⁻³, K⁺ = 6,7 mg dm⁻³, Ca²⁺ = 0,89 cmol_c dm⁻³, Mg²⁺ = 0,13 cmol_c dm⁻³, Al³⁺ = 0,21 cmol_c dm⁻³, H + Al = 1,0 cmol_c dm⁻³, SB = 1,19 cmol_c dm⁻³, CTCef = 1,4 cmol_c dm⁻³, T = 2,19 cmol_c dm⁻³, V = 54,3%, m = 15%, Areia = 710 g kg⁻¹, Silte = 70 g kg⁻¹ Argila = 220 g kg⁻¹.

A cultura foi implantada em sucessão a vegetação espontânea, previamente dessecada com herbicida a base de glifosato, dez dias antes do plantio. A cultivar utilizada foi a Aciolina, pertencente à coleção de Germoplasma de Mandioca do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFRR.

O preparo do solo foi efetuado com 30 dias antes do plantio e constou de calagem e adubação, com base na recomendação da EMBRAPA Roraima, sendo distribuídos 1.000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 30 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se o formulado 2-24-12.

O delineamento foi em blocos casualizados com quatro repetições em parcelas subdivididas, testaram-se cinco doses de nitrogênio em cobertura (0, 30, 60, 150 e 330 kg ha⁻¹), fonte uréia, na parcela e as épocas de avaliação do teor foliar de nutrientes, em dias após a emergência (DAE) aos 120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 DAE, na subparcela. As doses de N foram aplicadas a lanço, subdividida em duas aplicações, aos 30 e 60 DAE.

A parcela experimental foi constituída por nove fileiras simples com 8,0 m de comprimento e 6,4 m de largura, contendo 11 plantas (total de 99 plantas por parcela), em que os 4,8 m no meio das fileiras centrais corresponderam à área útil (23,04 m²).

Durante a condução do experimento foram realizados capinas, controle de pragas e doenças e efetuado irrigação complementar, por aspersão, no período de outubro de 2010 a abril de 2011.

Para realizar análise química foliar, foram coletadas 10 folhas por planta a partir do ápice de três plantas de cada parcela (Martinez et al., 1999; Raij, 2011) perfazendo-se uma amostra composta. O material vegetal foi secado, moído e as análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Planta da Universidade Federal de Viçosa.

Os teores de Fe, Mn e Zn foram determinados após a mineralização pela digestão nítrico-perclórica e quantificados por espectrofotometria de absorção atômica (AOAC, 1975).

Os dados foram submetidos à análise de variância com o nível de significância determinado pelo teste F a 5% de probabilidade. Os efeitos significativos foram mensurados por análise de regressão, utilizando-se o software SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de ferro na folha de mandioca, cv. Aciolina em função de épocas de avaliação foi melhor modelada por uma função linear decrescente para os níveis de N aplicados em cobertura (**Figura 1**).

Há uma relação inversa entre a idade da planta e o acúmulo de Fe na cv. Aciolina, indicando que na fase inicial de desenvolvimento a demanda por este elemento é maior. A disponibilidade de N no solo afeta sua absorção, visto que os maiores teores de Fe foram encontrados no tratamento que não foi aplicado N em cobertura, com 131,12 mg kg⁻¹ de Fe nas folhas aos 120 DAE e de 85,04 na época de avaliação aos 300 DAE. Na maior dose de Nitrogênio (330 kg ha⁻¹), os teores de Fe observados foram os menores em todas as épocas de avaliação.

Apesar da competição entre N e Fe, o teor foliar de Fe na cv. Aciolina, ao longo das épocas de avaliação e nas doses de N até 60 kg ha⁻¹, se encontra dentro dos limites considerados aceitáveis para seu desenvolvimento proposto por Raij (2011) que varia de 60 a 200 mg kg⁻¹ de Fe. Nas doses 150 e 330 kg ha⁻¹ de N em cobertura a partir dos 250 dias de cultivo, o teor de Fe fica abaixo do limite inferior, indicando deficiência.

O resultado diverge daquele obtido por Lobo et al. (2011), em folhas do girassol, o que se pressupõe que as culturas têm comportamento diferente quanto à fase de exigência desse micronutriente quando submetidas adubação por nitrogênio.

Na **figura 2**, observa-se que o teor de manganês na folha de mandioca cv. Aciolina em função de épocas de avaliação foi melhor modelada por uma função quadrática para os níveis de N aplicados em cobertura.

Há demanda crescente por Mn na cv. Aciolina até os 213 e 210 DAE, dependendo da dose de N aplicada em cobertura, nos quais se dá o máximo acúmulo de 94,35 (0 kg ha⁻¹ de N) a 115,22 mg kg⁻¹ (330 kg ha⁻¹ de N), respectivamente.

Somente nas doses mais baixas de N, 0 e 30 kg ha⁻¹ de N, os teores de manganês apresentaram-se dentro da faixa de teor considerada adequada para o desenvolvimento da mandioca em todas as



épocas de avaliação. Rajj (2011) considera que a faixa de referência varia de 25 a 100 mg kg⁻¹ de Mn e para Martinez et al. (1999) esta faixa situa-se entre 50,0 e 120,0 mg kg⁻¹.

Esses resultados indicam que a disponibilidade de N não afetou a disponibilidade do Mn e sua absorção pela planta. A redução da absorção do Mn se deu em relação ao período de demanda, uma vez que o aumento nas doses de N proporcionou aumento no teor absorvido.

Avaliando a adubação com manganês (fonte, sulfato de manganês) para o controle do amarelão da mandioca no Extremo Sul da Bahia, Oliveira et al. (2009) observaram incrementos no número de raízes por hectare e a produção de raízes e de parte aérea, em 113%, 189% e 146%, respectivamente.

O teor de Zn na folha de mandioca cv. Aciolina em função de épocas de avaliação foi melhor modelado por uma função linear crescente dentro dos níveis de N aplicados em cobertura (**Figura 3**).

Independentemente do nível de N em cobertura houve aumento do teor de Zn foliar na mandioca cv. Aciolina entre 120 e 300 DAE. As doses de N aplicadas em cobertura não foram determinantes no aumento do Zn na folha, uma vez que aos 300 dias, o teor de Zn na ausência de N foi superior. É possível que a competitividade entre os dois cátions e a morfologia radicular da planta sejam responsáveis pelos resultados observados.

A faixa de interpretação considerada adequada para o desenvolvimento da mandioca varia entre 35 e 100 mg kg⁻¹ de Zn (Rajj, 2011) ou entre 30,0 e 60,0 mg kg⁻¹ (Martinez; et al., 1999), quando a planta atinge de três a quatro meses. Exceto o teor de Zn foliar das plantas cultivadas com 330 kg ha⁻¹ de N em cobertura (33,66 mg kg⁻¹), as demais plantas aos 120 DAE encontravam-se dentro do nível de suficiência estabelecidos por Rajj (2011) e todas as doses encontravam-se dentro parâmetros estabelecidos por Martinez et al. (1999).

CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (30, 60, 150 e 330 kg ha⁻¹) aumentam o teor de manganês e zinco e diminui o teor de ferro nas folhas de mandioca cv. Aciolina.

Os teores de ferro e manganês nas folhas de mandioca reduzem com a idade da planta.

REFERÊNCIAS

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. Washington. 12 ed. 1975. 1094 p.

CAMPOS, M. F.; BICUDO, S. J.; ONO, E. O. Influência da calagem e do zinco no desenvolvimento de raízes tuberosas da mandioca. *Revista Ceres*, 51:597-607, 2004.

CAGNON, J. R.; CEREDA, M. P.; PANTAROTTO, S. Glicosídeos cianogênicos da mandioca: biossíntese, distribuição, destoxificação e métodos de dosagem. In: CEREDA, M. P. *Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas*. 2 ed. São Paulo: Fundação Cargill. 2002. p.500-540.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) *Fertilidade do solo*. 2.ed. Viçosa: SBCS, 2007. p.375-470.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola*. 2 ed. Rio de Janeiro, 2012. 88 p.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; BRITO, I. C. A. Efeito do nitrogênio na nutrição do girassol. *Bioscience Journal*, 27:380-391, 2011.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. ALVAREZ, V. G. V. *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5 ed. Viçosa. CFSEMG/UFV. 1999. p.143-168.

NGUYEN, H; SCHOENAU, J. 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 nutrient nutrition*, 25: 425-442, 2002.

OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, J. L.; et al. Adubação com manganês para o controle do "Amarelão" da mandioca no Extremo Sul da Bahia. *Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical*. (Mandioca em Foco, n. 38), 2009.

RAIJ, B. V. *Fertilidade do Solo e manejo dos nutrientes*. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute. 2011. 420 p.

SOUZA, S. R. S.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. *Nutrição Mineral de Plantas*. 2 ed. Viçosa: SBCS. 2006. p.41-62.

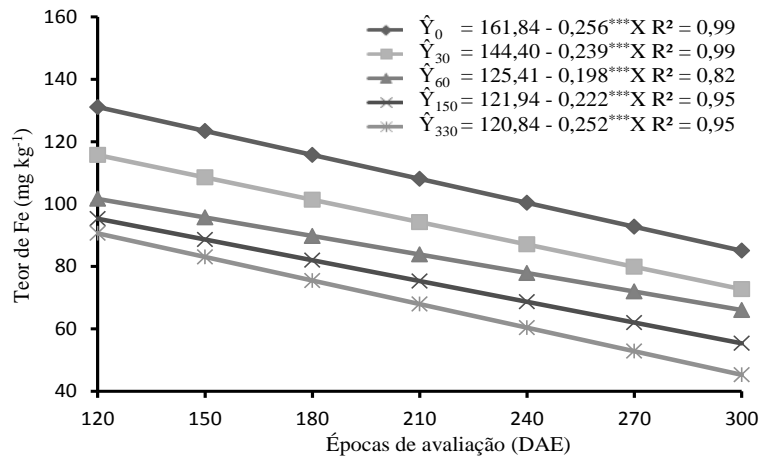


Figura 1 - Teor foliar de ferro (Fe) em plantas de mandioca cv. Aciolina em função de épocas de avaliação, dentro dos níveis de N, Boa Vista-RR.

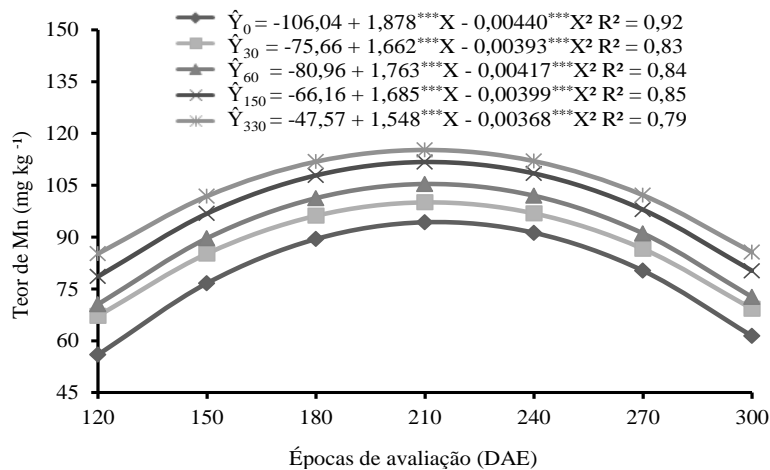


Figura 2 - Teor foliar de manganês (Mn) em plantas de mandioca cv. Aciolina em função de épocas de avaliação, dentro dos níveis de N, Boa Vista-RR.

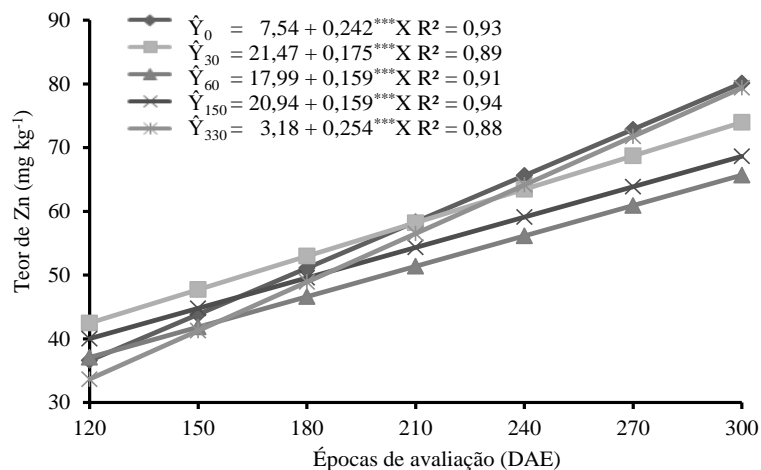


Figura 3 - Teor foliar de zinco (Zn) em plantas de mandioca cv. Aciolina em função de épocas de avaliação, dentro dos níveis de N, Boa Vista-RR.