

## Teores foliares de macro e micronutrientes em cultivares de abacaxizeiro submetidas à adubação foliar

Deyse Cristina Oliveira da Silva<sup>1\*</sup> , Sandra Catia Pereira Uchôa<sup>2</sup> ,  
José Maria Arcanjo Alves<sup>3</sup> , Valdinar Ferreira Melo<sup>2</sup> , Armando José da Silva<sup>2</sup> ,  
Leidiane do Nascimento Alves<sup>4</sup>  & Lais de Brito Carvalho<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Roraima (POSAGRO-UFRR), BR 174, km 12, Monte Cristo, CEP 69300-000, Boa Vista, Roraima, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Roraima (UFRR), BR 174, km 12, Monte Cristo, CEP 69300-000, Boa Vista, Roraima, Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Roraima (UFRR), BR 174, km 12, Monte Cristo, CEP 69300-000, Boa Vista, Roraima, Brasil.

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Roraima (PRONAT-UFRR), Av. Cap. Ene Garcez, 2413, Aeroporto, CEP 69310-000, Boa Vista, Roraima, Brasil.

\*Autor para correspondência: deyse.cristina@ufr.br

Recebido em 17.IV.2020

Aceito em 28.II.2022

DOI 10.21826/2446-82312022v77e2022027

**RESUMO** – A fertilização foliar é uma das alternativas para atender a demanda nutricional do abacaxizeiro. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de composições de adubo foliar sobre os teores de macro e micronutrientes de cultivares de abacaxizeiro, em função de épocas de avaliação. As cultivares avaliadas nesse experimento foram: BRS Ajubá, IAC Fantástico, BRS Imperial, Pérola e BRS Vitória. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas com três fatores. As cinco cultivares de abacaxizeiro e as três composições de adubo foliar foram avaliadas nas parcelas, em esquema fatorial e as cinco épocas de avaliação foram estudadas nas subparcelas. Em cada época foram coletadas as folhas “D” de cinco plantas. Depois de secas e pesadas, as folhas foram moídas para análise de macro e micronutrientes. A análise foliar indicou diferença nos teores nutricionais nas cultivares estudadas, sugerindo a necessidade de desenvolver ajustes específicos para cada cultivar.

**Palavras-chave:** *Ananas comosus*, micropropagação de plantas, nutrição de fruteiras, savana de Roraima.

**ABSTRACT** – Leaf contents of macro and micronutrients in pineapple cultivars submitted to foliar fertilization. Foliar fertilization is one of the alternatives to meet the nutritional demand of pineapples. The aim of this work was to evaluate the effect of foliar fertilizer compositions on the macro and micronutrient contents of pineapple cultivars, according to the evaluation periods. The cultivars evaluated in this experiment were: BRS Ajubá, IAC Fantástico, BRS Imperial, Pérola, and BRS Vitória. The experimental design was in randomized blocks, with plots subdivided with three factors. The five pineapple cultivars and the three leaf fertilizer compositions were evaluated in the plots, in a factorial scheme and the five evaluation periods were studied in the subplots. In each season, the “D” leaves of five plants were collected. After being dried and weighed, the leaves were ground for macro and micronutrient analysis. The leaf analysis indicated a difference in the nutritional levels in the cultivars studied, suggesting the need to develop specific adjustments for each cultivar.

**Keywords:** *Ananas comosus*, micropropagation of plants, nutrition of fruit plants, savannah of Roraima.

### INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro, *Ananas comosus* (L.) Merrill, é uma planta que apresenta uma elevada demanda nutricional, quando comparada com outras culturas perenes ou anuais. Porém, é possível verificar variações no acúmulo e teor de nutrientes absorvidos pela planta, em virtude do uso de diferentes sistemas de cultivo e cultivares com características distintas (Guarçoni & Ventura 2011, Rios *et al.* 2018).

As cultivares mais apreciadas e cultivadas no Brasil são Pérola e Smooth Cayenne, com maior destaque para a primeira. No entanto, ambas são suscetíveis a fusariose,

doença causada pelo fungo *Fusarium guttiforme* Nirenberg & O'Donnell, altamente destrutiva, que pode causar perdas estimadas de 20 a 80 % na produção de abacaxi (Matos & Reinhardt 2009).

A cultivar Pérola, além de ser suscetível a fusariose, apresenta espinhos na coroa e em toda a borda foliar, o que dificulta a realização de tratamentos culturais e a contratação de mão de obra para trabalhar com a cultura. A ausência de espinhos nas folhas é uma característica morfológica importante, pois facilita o manejo da cultura e favorece o aumento do número de plantas por área, ao adotar o sistema de plantio em fileiras duplas, o que aliado ao plantio de um genótipo resistente à fusariose representa aumento no

número de frutos colhidos e na renda do abacaxicultor (Caetano *et al.* 2015).

Dessa forma, nos últimos anos, novas cultivares vem sendo desenvolvidas para atender às exigências do mercado e superar entraves fitossanitários da cultura do abacaxizeiro. Dentre elas, destacam-se: BRS Ajubá; IAC Fantástico; BRS Imperial e BRS Vitória, todas sem espinhos, com promissoras características para consumo *in natura* e resistentes à fusariose (Venâncio *et al.* 2017).

Com as novas cultivares, surge a necessidade de implementar adubações específicas, observando as necessidades de cada genótipo. Porém, nos principais estados produtores, as recomendações de adubação para o abacaxizeiro estão alicerçadas em estudos que seguem padrões determinados para cultivares tradicionalmente plantadas. Isso é justificado pela necessidade de um material mais abrangente, que atenda de forma conjunta todos os fatores relevantes ao cultivo, uma vez que a adubação mineral influencia, de modo direto, a produção em quantidade e qualidade dos frutos e a lucratividade da cultura (Spironello *et al.* 2004, Teixeira *et al.* 2009, Rios *et al.* 2018).

Com os crescentes aumentos nos valores dos adubos minerais, é importante a otimização das aplicações, pois o excesso de fertilizantes aumenta o custo de produção e eleva os riscos de degradação do solo e de prejuízos ambientais (Eichert 2013). Dessa forma, a maior homogeneidade na distribuição dos nutrientes por meio de pulverizações, faz com que a fertilização foliar seja um método satisfatório de adubação, pois, disponibiliza nutrientes essenciais durante todo o ciclo da planta, determinando uma melhor qualidade de frutos.

A adubação foliar é comumente realizada por abacaxicultores, pois o abacaxizeiro possui estruturas morfológicas e anatômicas (presença de parênquima aquífero) que ajudam na absorção foliar de nutrientes, fazendo com que esta prática seja uma alternativa viável para o manejo da cultura (Bregonci *et al.* 2008).

Para que seja possível estabelecer uma relação entre as adubações realizadas e a produção final de uma determinada cultura frutífera, faz-se o acompanhamento do estado nutricional das plantas, mediante análises de folhas, o que auxilia o manejo apropriado dos corretivos e fertilizantes minerais, de forma que atendam às necessidades das plantas (Pinto *et al.* 2017). A forma mais comum de se fazer esse acompanhamento é através dos resultados de análises químicas do tecido vegetal, que podem ser interpretados por vários métodos, tais como, a faixa de suficiência, teor crítico, sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) e diagnose da composição nutricional (Rozane *et al.* 2016).

Mesmo com toda a tecnologia empregada no cultivo do abacaxizeiro, ainda é preciso que as necessidades nutricionais sejam atendidas, tanto em relação às doses ministradas como pelas relações entre os nutrientes e época de aplicação dos adubos, especificamente para cada cultivar. Estudos como os de Spironello *et al.* (2004),

Teixeira *et al.* (2009), Ramos *et al.* (2011), Guarçoni & Ventura (2011), Silva *et al.* (2012) e Rios *et al.* (2018) vêm sendo desenvolvidos buscando o refinamento das recomendações de adubação para o abacaxizeiro, não só para cultivares tradicionalmente plantadas, mas também para novas cultivares.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de composições de adubo foliar sobre os teores de macro e micronutrientes de cultivares de abacaxizeiro, em função de épocas de avaliação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Antes da instalação do experimento, as mudas micropropagadas, produzidas no Laboratório de Biotecnologia – BIOMUDAS, localizado em Venda Nova do Imigrante (estado do Espírito Santo, ES, Brasil), transferidas para Boa Vista (estado de Roraima, RR, Brasil) com aproximadamente 90 dias, foram transplantadas em ambiente protegido para adaptação e uniformização do tamanho, até que estivessem em condições de serem cultivadas em campo.

A casa de vegetação, localizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima (CCA/UFRR) possui condições climáticas controladas, estabelecendo-se uma programação adequada para as mudas de abacaxizeiro, com temperatura de  $28 \pm 2$  °C, umidade relativa do ar de 80 %, sistema de ventilação forçada e duas regas diárias com duração de cinco minutos cada, por meio de sistema de microaspersão automatizada.

A adubação, durante o período em que as plantas permaneceram em casa de vegetação, foi realizada, exclusivamente, via foliar, com a recomendação baseada em pré-testes. Foram aplicados  $10 \text{ g L}^{-1}$  de ureia,  $5 \text{ g L}^{-1}$  de cloreto de potássio e  $0,5 \text{ g L}^{-1}$  de ácido bórico, como fonte de N, K e B, respectivamente. As aplicações dos adubos foram realizadas semanalmente com pulverizações localizadas de 5 mL por planta, até 90 dias após o transplantio (DAT) das mudas micropropagadas, e de 10 mL por planta de 91 a 210 DAT, data em que as mudas atingiram porte adequado para o plantio em campo.

As mudas, com 210 DAT, foram transferidas para a área experimental do CCA/UFRR, no Campus Cauamé, no município de Boa Vista ( $2^{\circ}52'20,7''\text{N}$  e  $60^{\circ}42'44,2''\text{W}$ , altitude de 90 m). Inicialmente, as mudas foram dispostas sob tela sombrite 50 %, por 30 dias, para aclimatação às condições de campo.

Aos 240 DAT, as plantas foram retiradas das condições de sombrite e cultivadas em campo, que segundo a classificação de Köppen (Alvares *et al.* 2014), apresenta clima do tipo Aw, com duas estações bem definidas, uma chuvosa (abril-setembro) e outra seca (outubro-março). Os dados mensais de precipitação pluvial, temperatura média e umidade relativa do ar foram fornecidos pelo Posto Meteorológico do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, na cidade de Boa Vista (RR) e encontram-se na Fig. 1.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo distrófico com textura Franco-Argilo-Arenosa (Embrapa 2013), já incorporado ao sistema produtivo. Os atributos físicos e químicos da camada 0 a 0,20 m de profundidade do solo são apresentados na Tab. 1.

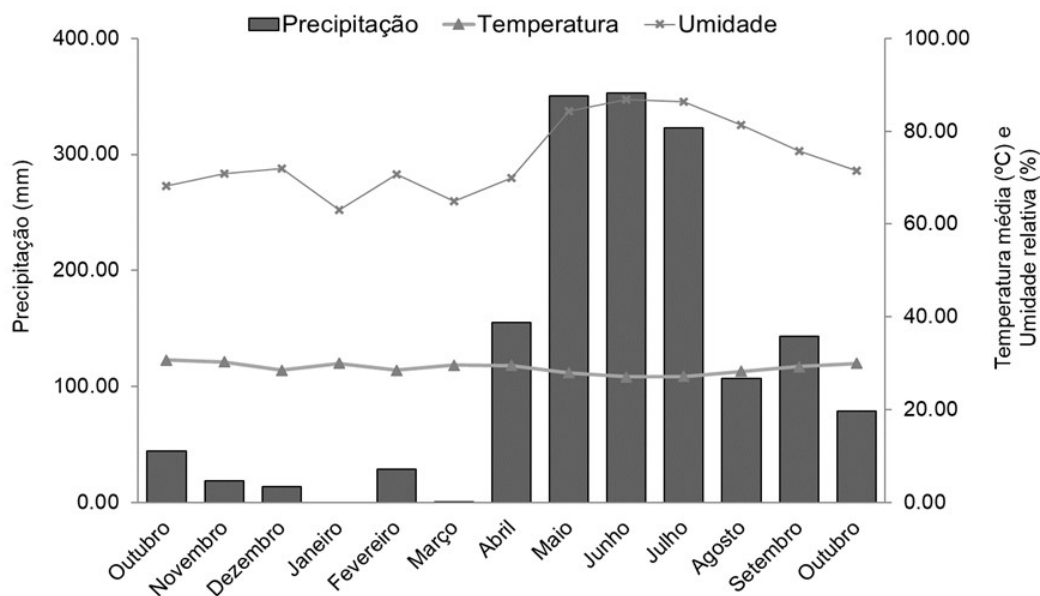
Na área experimental foi realizada a correção do solo com 400 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT 100 %), visando elevar a saturação por bases a aproximadamente 55%. O calcário foi aplicado a lanço, sem incorporação. Também foi realizada adubação fosfatada com 32,4 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, utilizando como fonte o superfosfato simples.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em parcelas subdivididas com três fatores, sendo as cinco cultivares de abacaxizeiro e as três

soluções de adubo foliar avaliadas na parcela em esquema fatorial, e as cinco épocas de avaliação estudadas nas subparcelas (Tab. 2). A cultivar Pérola foi considerada padrão em virtude de ser a mais cultivada no País.

O plantio das mudas de abacaxizeiro em campo foi realizado no mês de setembro de 2015, em covas, com irrigação complementar por microaspersão localizada, utilizando mangueiras de polietileno, Santeno II. Adotou-se o sistema de plantio em linhas duplas, em canteiros com o espaçamento de 1,0 x 0,40 x 0,40 m (35.700 plantas ha<sup>-1</sup>), sendo que cada parcela foi formada por 10 plantas.

As adubações com as composições foliares foram realizadas quinzenalmente, com o auxílio de um pulverizador manual de compressão prévia. As pulverizações foram



**Figura 1.** Precipitação pluvial mensal acumulada (mm mês<sup>-1</sup>), temperatura média mensal (°C) e umidade relativa do ar (%), registradas durante a condução do experimento, nos anos agrícolas de 2015 e 2016 em Boa Vista (RR).

**Tabela 1.** Atributos físicos e químicos do solo na camada de 0-20 cm de profundidade, coletado antes da instalação do experimento, Boa Vista (RR).

Camada	Areia grossa		Areia fina		Silte		Argila				Classe textural																																										
	(g kg <sup>-1</sup> )																																																				
0-20	432		281		18		269				Franco-Argilo-Arenosa																																										
Camada	pH H <sub>2</sub> O	P				K <sup>+</sup>				Ca <sup>2+</sup>				Mg <sup>2+</sup>				Al <sup>3+</sup>				H + Al				SB				CTCef				T				V				M				N				C			
		(mg dm <sup>-3</sup> )																(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )																%																(g kg <sup>-1</sup> )			
0-20	5,68	29,2	13,8	1,62	0,36	-	3,0	2,33	2,33	5,3	43,7	-	1,53	20,3																																							
Camada	S		B		Cu		Mn		Fe		Zn		Cr		Ni		Cd		Pb																																		
	(mg dm <sup>-3</sup> )																																																				
0-20	13,6	0,27	0,77	5,9	27,5	4,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																		

P, K, Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Pb, Ni, Cr – extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al – extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>; N – Digestão sulfúrica (Destilação Kjeldhal); Carbono orgânica do solo (C) – Walkley-Black.

**Tabela 2.** Descrição dos fatores em estudo.

Cultivares	Descrição
AJB	cv. BRS Ajubá
FAN	cv. IAC Fantástico
IMP	cv. BRS Imperial
PER	cv. Pérola
VIT	cv. BRS Vitória
Adubos	
NK	10-0-10 fluído
NPK	10-10-10 fluído
NPK+M	10-10-10 mais micronutrientes* fluídos
Época de avaliação	
60 DAP	60 dias após o plantio das mudas em campo
120 DAP	120 dias após o plantio das mudas em campo
180 DAP	180 dias após o plantio das mudas em campo
240 DAP	240 dias após o plantio das mudas em campo
300 DAP	300 dias após o plantio das mudas em campo

\* Formulação comercial com micronutrientes (Base® NPK+M HF): Cu (0,1); Fe (0,1); Mn (0,5); Zn (0,1).

realizadas de forma localizada com 15 mL da solução por planta, de 0 até os 120 dias após o plantio (DAP), e de 20 mL da solução por planta de 120 até os 360 DAP, sempre no final da tarde.

Aos 210 DAP das mudas em campo, foi realizada a indução floral de todas as cultivares de abacaxizeiro, com uma solução contendo 20 mL de ethefon (Ethrel®) mais 200 g de ureia dissolvidos em 10 L de água. Foram aplicados 30 mL da solução na roseta foliar no final da tarde.

Como a queima solar pode causar perdas elevadas na produção de frutos foi realizada a implementação de medidas de proteção mecânica dos frutos a partir da semana seguinte ao fechamento das últimas flores, com o auxílio de sacos de papel colocados sobre os frutos, a fim de protegê-los contra a ação dos raios solares (Santos *et al.*, 2020).

A cada 60 DAP foram coletadas as folhas “D” de cinco plantas da área útil de cada parcela, com as coletas se encerrando aos 300 DAP, perfazendo um total de cinco avaliações no tempo, que finalizaram 60 dias antes do início da colheita dos frutos.

Após coletadas e lavadas, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação de ar forçada, a temperatura de 65 °C até atingir massa constante. Depois de secas e pesadas, as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley, passadas em peneira de 20 mesh e armazenadas em sacos fechados e identificados para posterior análise dos elementos N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn, Zn e Fe.

Os procedimentos adotados para cada elemento foram baseados em Embrapa (2009): Para N foi realizada a digestão sulfúrica (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). A solubilização das

amostras para os demais nutrientes foi realizada via úmida, com a utilização de ácido clorídrico a 1 mol L<sup>-1</sup>. O N foi determinado pelo método de semi-micro Kjeldahl; P foi determinado, colorimetricamente, pelo método do azul de molibdênio; K, por espectrometria de chama de emissão; S, por turbidimetria de sulfato, analisado no espectrômetro; Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn por espectrofotometria de absorção atômica.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Foi empregado o teste de Tukey para as comparações entre cultivares e adubação, e de regressão para as épocas, empregando-se o programa SISVAR versão 5.1 (Ferreira 2014). O modelo para cada variável foi selecionado ao se considerar a significância dos coeficientes dos parâmetros e maior valor do R<sup>2</sup>. Quando o modelo quadrático foi selecionado, obteve-se a época de maior (quadrática positiva) ou menor (quadrática negativa) eficiência técnica (EMET), por meio do cálculo da derivada primeira da função.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) da interação entre os três fatores em estudo para os nutrientes avaliados, determinados por meio da análise foliar, com exceção ao ferro, em que apenas a interação entre cultivar e adubo foliar foi significativa.

### Teores foliares de macronutrientes

Os teores foliares de N, em função de dias após o plantio em campo, comportaram-se de modo diferente para as cultivares e adubos foliares utilizados, de forma geral, decrescendo com o passar do tempo (Fig. 2).

As diferenças entre cultivares e adubos já foram observadas em outros estudos realizados em experimentos com abacaxizeiro (Spironello *et al.* 2004, Guarçoni & Ventura 2011, Silva *et al.* 2012).

Os menores teores médios de N foram constatados na cv. FAN adubada com NPK e NPK+M, ambos aos 300 DAP, com valores de 9,37 e 9,87 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto que os maiores teores foram registrados nas primeiras épocas de avaliação (Fig. 2). Os menores teores estão em uma faixa que é considerada baixa para o abacaxizeiro por Teixeira *et al.* (2009). Em contrapartida os maiores teores, são similares aos observados por Silva *et al.* (2012), os quais são considerados adequados. Ramos *et al.* (2011) relataram para o abacaxizeiro BRS Imperial, cultivado em solução nutritiva completa, teores foliares de N de 15 g kg<sup>-1</sup>.

É importante mencionar que, geralmente, as concentrações consideradas adequadas pelos diferentes autores indicam que, se os teores encontrados estiverem dentro de um nível conveniente, a planta não estará deficiente, porém, se estiverem abaixo desse nível, não quer dizer, necessariamente, que as plantas estejam deficientes. Para que as plantas sejam consideradas deficientes, devem apresentar teores menores que a faixa crítica, faixa que

difficilmente é conhecida ou não está disponível (Ramos *et al.* 2011).

No trabalho de Venâncio *et al.* (2017), onde estudaram os teores de macronutrientes em folhas do abacaxizeiro BRS Vitória, sob diferentes doses de adubo potássico, o maior teor foliar de N (11,94 g kg<sup>-1</sup>) também foi observado no período inicial do experimento, havendo decréscimo de até 4,5 % nos teores a partir de 270 DAP até 345 DAP.

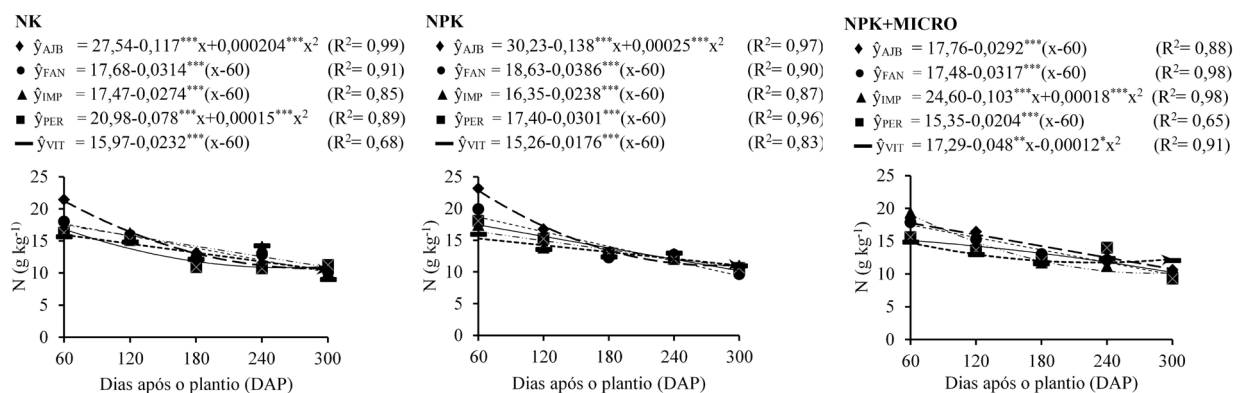
Como neste trabalho os adubos foliares continham K em sua composição, deve-se considerar que os teores de N na folha podem ter diminuído conforme as adubações eram realizadas. Essa explicação é corroborada por Spironello *et al.* (2004), que relataram decréscimo linear no teor de N, conforme as plantas eram adubadas com K. Acredita-se, dessa forma, que a adubação contendo K sem que haja a adição de N adequada, pode acentuar a carência de N no abacaxizeiro.

As composições dos adubos foliares aplicadas ocasionaram comportamento quadrático positivo nos teores foliares de P nas cultivares de abacaxizeiro, com exceção a cv. PER que apresentou comportamento linear

decrecente nas composições com NK e NPK, apresentando, assim, os maiores valores (2,4 e 2,7 g kg<sup>-1</sup>) aos 60 DAP, enquanto que os menores valores foram observados aos 300 DAP, para todas as cultivares em todas as composições de adubo foliar (Fig. 3).

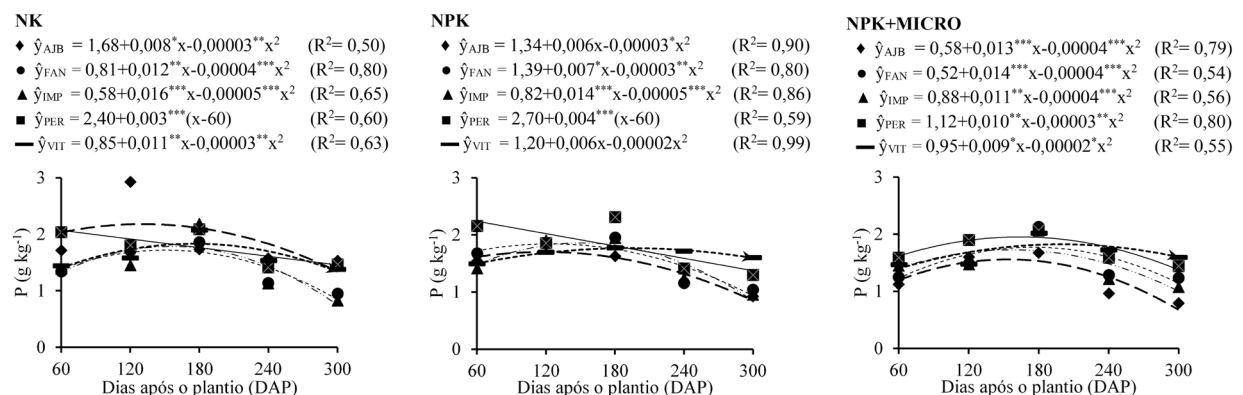
Os valores máximos observados neste estudo estão acima dos relatados por Teixeira *et al.* (2009) com teores de 0,92 g kg<sup>-1</sup> e por Ramos *et al.* (2011), 1,23 g kg<sup>-1</sup>, demonstrando que a disponibilidade de P no solo, associada à adubação fosfatada realizada via solo, no início do experimento, foi o suficiente para suprir a necessidade da planta por P. Além disso, segundo Moreira *et al.* (2015), teores adequados de P no solo favorecem o aumento nos níveis de N, K, Ca e Mg nos tecidos das plantas.

Os maiores teores de P observados para cada cultivar coincidem com o período antes da indução floral artificial (210 DAP), quando, normalmente, os teores de P apresentam-se concentrados na folha “D” do abacaxizeiro. A diminuição do teor de P após esse período deve-se, provavelmente, a maior exigência de P nas fases de florescimento, frutificação e formação de mudas, provocando a diluição desse elemento



**Figura 2.** Teor foliar de nitrogênio (N) em cultivares de abacaxizeiro micropropagadas, submetidas a composições de adubo foliar, em função do tempo de amostragem.

Cultivares: AJB – BRS Ajubá; FAN – IAC Fantástico; IMP – BRS Imperial; PER – Pérola; VIT – BRS Vitória.



**Figura 3.** Teor foliar de fósforo (P) em cultivares de abacaxizeiro micropropagadas, submetidas a composições de adubo foliar, em função do tempo de amostragem.

Cultivares: AJB – BRS Ajubá; FAN – IAC Fantástico; IMP – BRS Imperial; PER – Pérola; VIT – BRS Vitória.

na folha pela sua translocação para atender esses processos (Ramos *et al.* 2011).

Como pode ser observado na Fig. 4, os teores de K na folha “D” das cultivares de abacaxizeiro, adubadas com diferentes composições de adubo foliar reduziram de forma linear e negativa em função das épocas de avaliação.

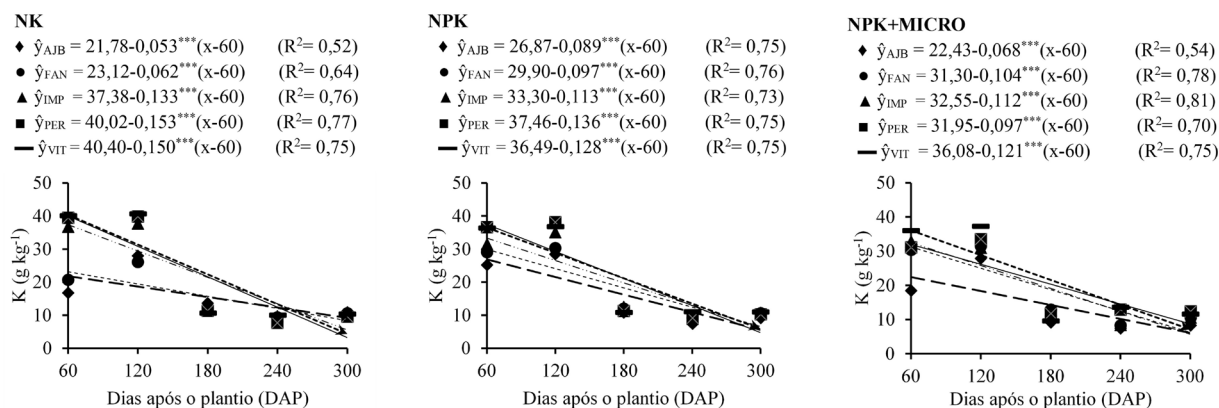
As cultivares PER e VIT apresentaram os maiores teores iniciais de K, com valores de 40,02 e 40,40 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, na composição NK (Fig. 4). Porém, essas duas cultivares também foram as responsáveis pelos maiores valores de coeficiente angular, dessa forma, tendo os maiores decréscimos nos teores de K com o passar das épocas de avaliação, com essa mesma adubação.

Os menores decréscimos nos teores de K com o passar do tempo foram obtidos nas cultivares AJB e FAN, mas também apresentaram os menores valores iniciais (60 DAP) em todas as adubações. Apesar desses teores mais baixos, todos os valores encontrados aos 60 DAP foram considerados adequados e superiores aos valores obtidos por Ramos *et al.* (2011). Esses resultados estão diretamente associados às adubações foliares realizadas, uma vez que os teores iniciais de K no solo (13,8 mg dm<sup>3</sup>)

são considerados muito baixos, de acordo com a análise de solo (Tab. 1).

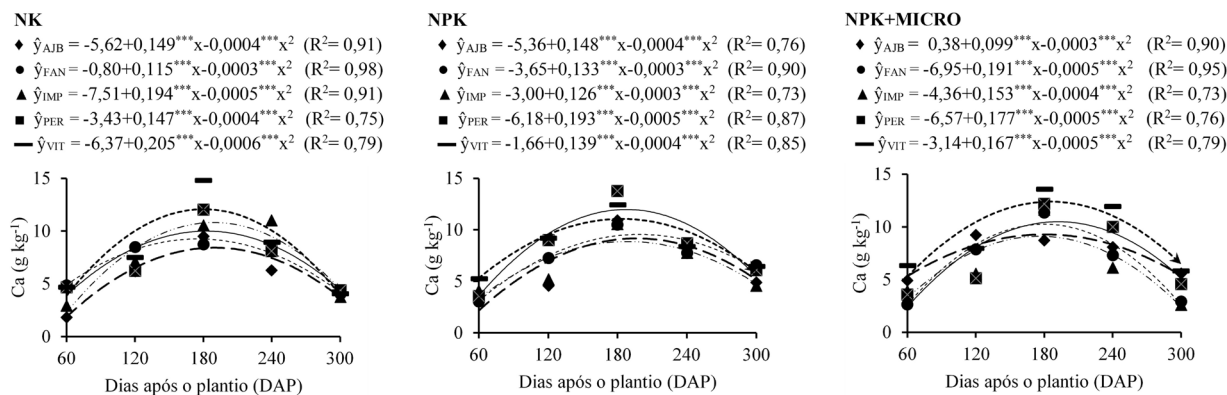
Apesar de todas as adubações utilizadas incluírem K em sua composição, na última época de avaliação os teores foliares de K apresentaram níveis considerados deficientes por Teixeira *et al.* (2009). Esse fato pode ser relacionado com os bons níveis de P encontrados nas folhas do abacaxizeiro (Fig. 3) e a adubação foliar, que continha N em todas as formulações, fazendo com que houvesse maior crescimento da planta com o passar do tempo, levando à diluição do K com o desenvolvimento das folhas, na fase vegetativa. Além disso, após a realização da indução floral artificial, os teores K continuaram decrescendo devido ao forte dreno ocasionado pela formação da inflorescência e fruto (Ramos *et al.* 2011).

Ao longo do ciclo da cultura, as cultivares de abacaxizeiro, adubadas via foliar, apresentaram comportamento quadrático positivo para os teores foliares de Ca, com ponto de máximo de 12,32 g kg<sup>-1</sup> na cv. PER adubada com NPK, aos 177 DAP (Fig. 5). Em todos os tratamentos, os teores máximos de Ca encontrados neste trabalho apresentaram-se acima dos indicados por Teixeira



**Figura 4.** Teor foliar de potássio (K) em cultivares de abacaxizeiro micropropagadas, submetidas a formulações de adubo foliar, em função do tempo de amostragem.

Cultivares: AJB – BRS Ajudá; FAN – IAC Fantástico; IMP – BRS Imperial; PER – Pérola; VIT – BRS Vitória.



**Figura 5.** Teor foliar de cálcio (Ca) em cultivares de abacaxizeiro micropropagadas, submetidas a formulações de adubo foliar, em função do tempo de amostragem.

Cultivares: AJB – BRS Ajudá; FANT – IAC Fantástico; IMP – BRS Imperial; PER – Pérola; VIT – BRS Vitória.

*et al.* (2009) e os observados por Ramos *et al.* (2011) para o cv. IMP em solução nutritiva completa.

O comportamento quadrático nos teores de Ca que foi observado nesse experimento pode ser explicado pelo K presente nos adubos foliares utilizados, pois como já é conhecido, existe um antagonismo entre K e os cátions Ca e Mg, havendo, geralmente, tendência de redução dos teores foliares destes elementos com a adubação contendo K em sua composição (Teixeira *et al.* 2009).

Apesar da queda nos valores de Ca nas últimas épocas de avaliação, os teores foliares desse nutriente foram considerados satisfatórios, pois como pode ser observado na análise inicial do solo (Tab. 1), a concentração de Ca era de  $1,62 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , com  $V = 43,7\%$ , tendo sido, portanto, necessário fornecer esse elemento por meio da aplicação do calcário. Além disso, após a calagem, também foi realizada a fosfatagem na área experimental, utilizando-se superfosfato simples, que possui Ca como um dos componentes, dessa forma, a quantidade aplicada pode ter favorecido uma boa disponibilidade desse nutriente e uma maior absorção pelo abacaxizeiro (Rodrigues *et al.* 2013), associado a isso, estão as características do Ca de se movimentar, principalmente, pelo xilema e acumular-se facilmente nas folhas, por causa de sua maior taxa transpiratória (Ramos *et al.* 2011).

Para os teores de Mg, obteve-se equações quadráticas negativas com o passar do tempo das cultivares em campo, sendo os maiores valores na época de menor eficiência técnica ( $2,26 \text{ g kg}^{-1}$  e  $2,25 \text{ g kg}^{-1}$ ), registrados na cv. VIT adubada com NK, e cv. FAN, adubada com NPK, aos 156 e 180 DAP, respectivamente. Os menores valores na EMET foram observados nas cvs. IMP e PER. Esses resultados podem estar associados à relação K/Mg x Ca nas folhas do abacaxizeiro (Rodrigues *et al.* 2013), uma vez que houve adubação com K durante todo o período do experimento (Fig. 6).

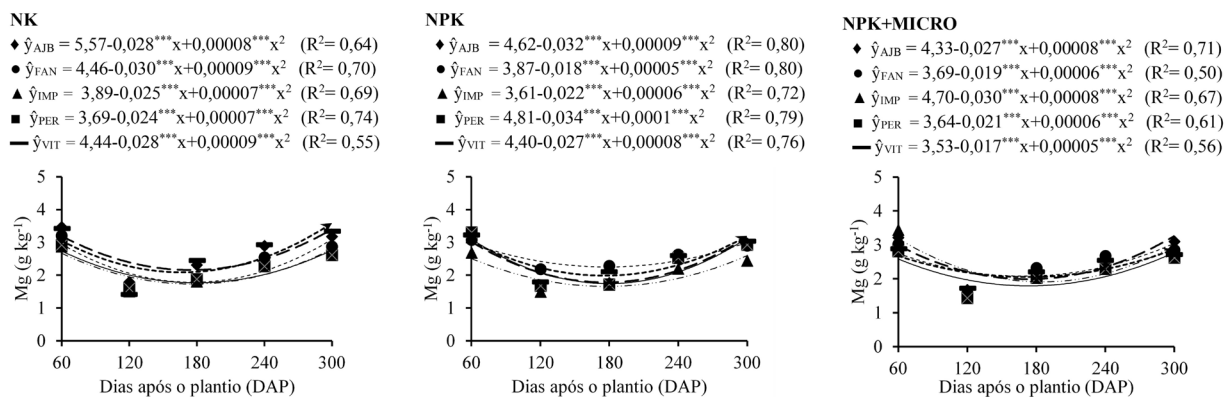
Assim como para o Ca, os teores foliares de Mg diminuíram com os maiores teores acumulados de K,

comportamento similar ao encontrado por Spironello *et al.* (2004). Porém, como observado na Fig. 4, os teores de K decresceram com o tempo, fazendo com que os teores foliares de Mg voltassem a crescer, até a última época de avaliação, quando atingiram os maiores valores para esse macronutriente. Ramos *et al.* (2011) observaram comportamento similar, quando plantas da cv. IMP, submetidas à adubação completa, apresentaram o maior teor de Mg aos 360 DAP, afirmando que nesse período ocorre a menor exigência desse nutriente pelo abacaxizeiro, acumulando-se, assim, nas folhas.

Os valores de Mg encontrados neste trabalho estão na faixa considerada adequada para o abacaxizeiro por Teixeira *et al.* (2009) ( $2,7$  a  $2,9 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Ramos *et al.* (2011) ( $2,1$  a  $3,07 \text{ g kg}^{-1}$ ).

Para os teores foliares de enxofre, houve comportamento quadrático crescente das cultivares em função do tempo de amostragem nas três formulações de adubo foliar, com destaque para as cvs. IMP e PER, quando adubadas com NPK e NK, que, aos 125 e 167 DAP apresentaram pontos máximos de  $1,14 \text{ g kg}^{-1}$  e  $1,16 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente (Fig. 7). Valores próximos aos obtidos neste trabalho foram relatados por Ramos *et al.* (2011). Estes autores, trabalhando com a deficiência de macronutrientes e boro na cv. IMP, obtiveram teores de S de cerca de  $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ , na folha "D".

Os teores de S pouco variaram durante o período do experimento, em todos os tratamentos estudados. Teixeira *et al.* (2011) afirmam que os teores ideais de S ainda não estão estabelecidos para o abacaxizeiro, no entanto, é possível observar que a redução nos teores foliares de N (Fig. 2) reduziram os teores de S nas folhas, demonstrando que a absorção desse elemento depende das concentrações foliares de N, diferentemente do que ocorreu com o Mg (Fig. 6), mas semelhante ao que aconteceu com o P (Fig. 3). Essa queda já era esperada, uma vez que há sinergismo entre N e S durante a absorção. Dessa forma,



**Figura 6.** Teor foliar de magnésio (Mg) em cultivares de abacaxizeiro micropropagadas, submetidas a formulações de adubo foliar, em função do tempo de amostragem.

Cultivares: AJB – BRS Ajubá; FAN – IAC Fantástico; IMP – BRS Imperial; PER – Pérola; VIT – BRS Vitória.

a redução na absorção de um, limita a absorção do outro (Ramos *et al.* 2011).

### Teores foliares de micronutrientes

Em relação ao micronutriente cobre (Cu), as épocas de avaliação interagiram com as cultivares de abacaxizeiro, adubadas com diferentes composições de adubo foliar, influenciando os teores desse nutriente na folha “D” das plantas. Essa interação resultou em um comportamento quadrático negativo, onde notadamente a cv. FAN apresentou os maiores e menores valores, ao se observar a época de menor eficiência técnica (Fig. 8).

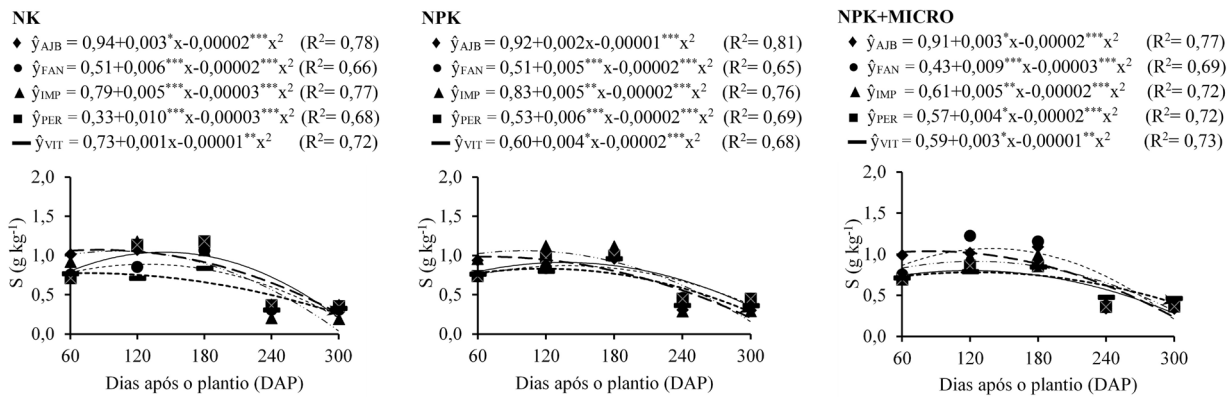
Em uma pesquisa realizada com a cultivar Smooth Cayenne, Coelho *et al.* (2010) constataram que não houve resposta significativa para a quantidade de adubo foliar nitrogenado utilizado (0; 2,5; 5; 7,5 e 10 g L<sup>-1</sup> de ureia) em relação ao acúmulo de Cu nas folhas do abacaxizeiro, todavia os teores desse elemento ficaram dentro da faixa adequada para a cultura. O que não ocorreu nos trabalhos

de Spironello *et al.* (2004) e Bregonci *et al.* (2008), pois constataram redução no teor de Cu foliar com valores médios de 3,3 a 3,9 mg kg<sup>-1</sup> e 3,36 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, abaixo do nível adequado.

As cultivares desse trabalho apresentaram teores foliares de Cu relativamente altos, em resposta aos acréscimos de potássio via foliar, caracterizando-se como micronutriente de alta relevância para o desenvolvimento do abacaxizeiro.

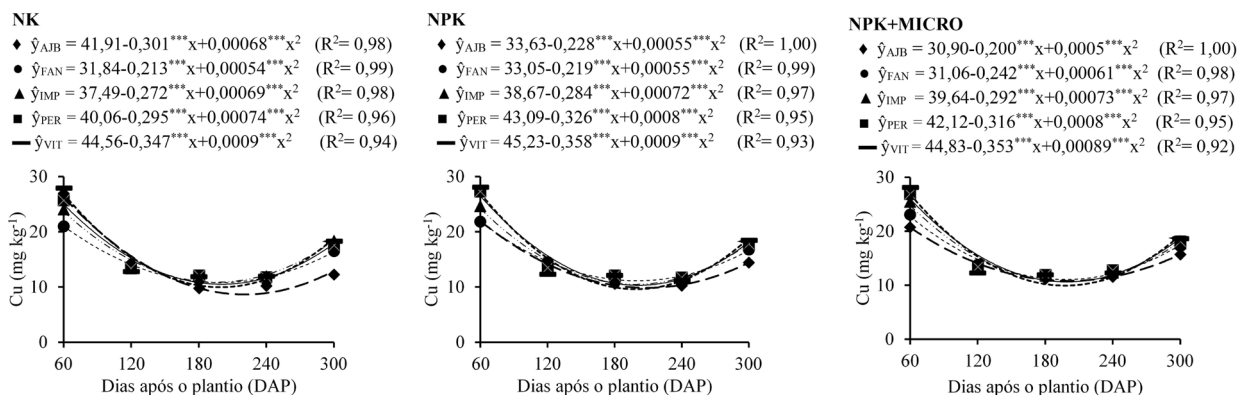
O teor foliar de Mn, para os diferentes tratamentos, apresentou um comportamento quadrático negativo com o passar do tempo, com exceção a cv. FAN na adubação com NPK, que foi melhor ajustada à equação linear decrescente, embora que, mesmo os menores teores encontrados desse nutriente, ainda sejam considerados satisfatórios. Os menores valores foram registrados na cv. AJB em todas as adubações (Fig. 9).

No trabalho de Bregonci *et al.* (2008), no qual estudaram os teores de macro e micronutrientes nas folhas de abacaxizeiro cv. Gold, adubado com diferentes níveis de NPK, foi observada tendência de redução para os teores de



**Figura 7.** Teor foliar de enxofre (S) em cultivares de abacaxizeiro micropropagadas, submetidas a formulações de adubo foliar, em função do tempo de amostragem.

Cultivares: AJB – BRS Ajubá; FAN – IAC Fantástico; IMP – BRS Imperial; PER – Pérola; VIT – BRS Vitória.



**Figura 8.** Teor foliar de cobre (Cu) em cultivares de abacaxizeiro micropropagadas, submetidas a formulações de adubo foliar, em função do tempo de amostragem.

Cultivares: AJB – BRS Ajubá; FAN – IAC Fantástico; IMP – BRS Imperial; PER – Pérola; VIT – BRS Vitória.



Cu, no entanto, verificaram que houve aumento nos teores de Mn, com valor médio de 256,08 mg kg<sup>-1</sup>, valor similar aos menores teores encontrados nas cvs. FAN, IMP, PER e VIT desse trabalho.

Como observado na Fig. 10, os teores foliares de Zn decresceram linearmente em alguns tratamentos, e apresentaram comportamento quadrático positivo em outros, com o passar do tempo, com maiores acúmulos na cv. VIT, nas EMET.

Assim como para o micronutriente Mn, Bregonci *et al.* (2008) relataram tendências de aumento nos teores foliares de Zn, quando as plantas foram adubadas com doses crescentes de NPK, apresentando médias de 16,58 mg kg<sup>-1</sup>, valor bem abaixo dos maiores teores encontrados nesse experimento. Os valores encontrados nesse trabalho são mais próximos aos valores observados por Maeda *et al.* (2011), com a maior média de 32,00 mg kg<sup>-1</sup>, na adubação foliar contendo Zn em sua composição.

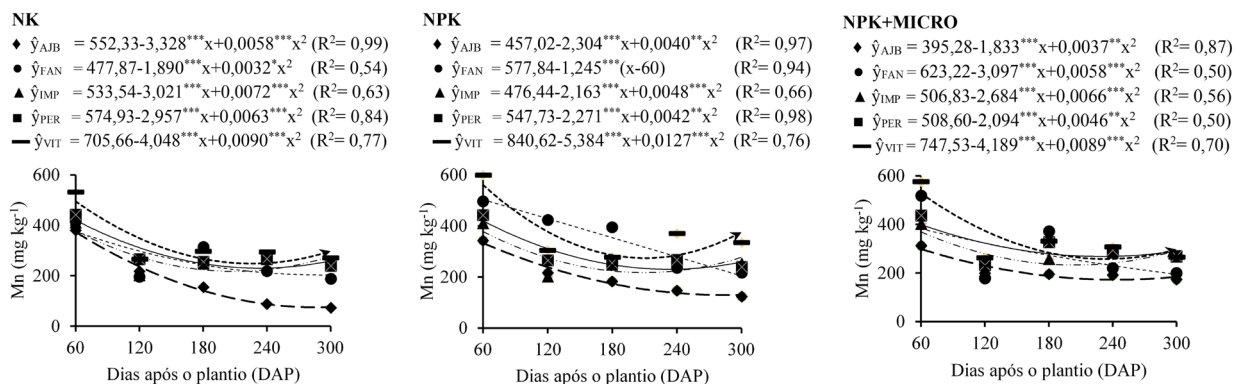
Para o teor de ferro (Fe) na folha “D” do abacaxizeiro houve apenas efeito da interação dos fatores cultivar e adubação foliar. Nas plantas da cultivar VIT foram encontrados maiores teores de ferro em todas as formulações de adubo foliar, com destaque para a adubação com NPK

que apresentou plantas com maiores teores desse elemento (322,68 mg kg<sup>-1</sup>), diferindo significativamente das demais formulações. No entanto, a cv. VIT não diferiu da cv. PER nas formulações com NK e NPK+M (Tab. 3).

Todas as médias dos teores de Fe encontradas nessa pesquisa estão próximas ou são superiores às médias encontradas por Maeda *et al.* (2011), quando estudaram os efeitos de tratamentos com fertilizantes foliares na composição nutritiva do abacaxizeiro. Os autores relataram que não houve diferença significativa entre os tratamentos em seus estudos, sendo que o menor teor foi de 111,75 mg kg<sup>-1</sup> e o maior foi 256,25 mg kg<sup>-1</sup>, valores que, segundo os autores, estão dentro da faixa considerada boa para a cultura.

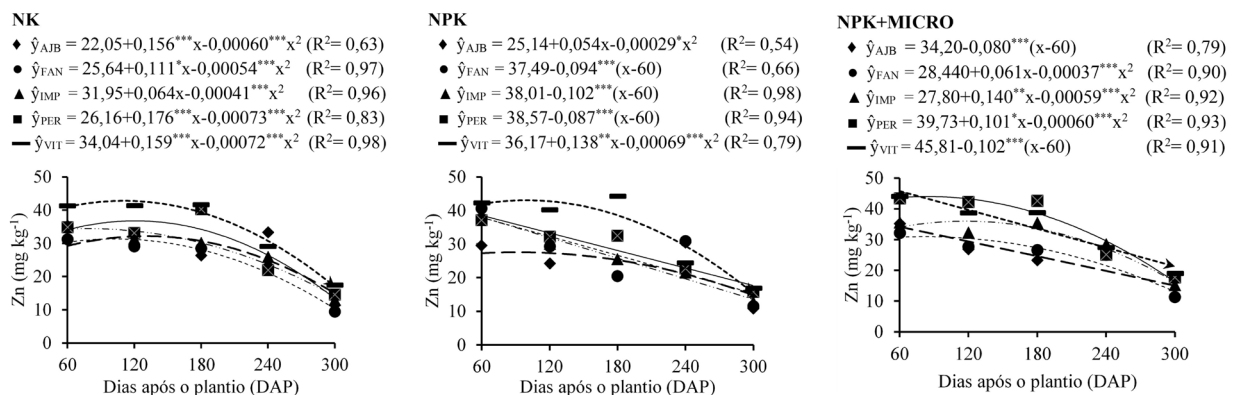
Esses resultados demonstram que, apesar dos níveis de P do solo apresentarem teor de médio a alto (Tab. 1), as cultivares de abacaxizeiro mantiveram um teor de Fe ótimo em suas folhas, pois, normalmente, quando se aumenta o nível de fósforo na solução do solo, há insolubilização do Fe, devido à precipitação do mesmo na superfície radicular. O mesmo ocorre com o aumento de Ca no meio (Malavolta 1980).

Considerando as faixas de teores adequadas para micronutrientes no abacaxizeiro, verifica-se que os teores



**Figura 9.** Teor foliar de manganês (Mn) em cultivares de abacaxizeiro micropropagadas, submetidas a formulações de adubo foliar, em função do tempo de amostragem.

Cultivares: AJB – BRS Ajudá; FAN – IAC Fantástico; IMP – BRS Imperial; PER – Pérola; VIT – BRS Vitória.



**Figura 10.** Teor foliar de zinco (Zn) em cultivares de abacaxizeiro micropropagadas, submetidas a formulações de adubo foliar, em função do tempo de amostragem.

Cultivares: AJB – BRS Ajudá; FANT – IAC Fantástico; IMP – BRS Imperial; PER – Pérola; VIT – BRS Vitória.

**Tabela 3.** Teores médios do micronutriente ferro (Fe) em cinco cultivares de abacaxizeiro submetidas a três composições de adubação foliar.

Cultivares	Adubação Foliar		
	NK	NPK	NPK+M
	Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )		
AJB	218,25 cA*	226,14 dA	235,95 cA
FAN	231,94 bcB	251,41 cA	233,51 cAB
IMP	250,05 bAB	241,87 cdB	262,32 bA
PER	291,44 aA	278,03 bAB	267,90 abB
VIT	285,52 aB	322,68 aA	290,14 aB

Cultivares: AJB – BRS Ajubá; FAN – IAC Fantástico; IMP – BRS Imperial; PER – Pérola; VIT – BRS Vitória.

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

desses elementos, em todos os tratamentos, encontravam-se nas faixas consideradas adequadas (Teixeira *et al.* 2009). Dessa forma, as plantas não apresentaram deficiências nutricionais de micronutrientes durante o experimento.

Neste trabalho, as folhas foram coletadas em diferentes épocas, devido à extrema necessidade de acompanhar o estado nutricional das plantas, circunstância que influencia na comparação com teores nutricionais relatados por outros autores em épocas não correlatas. Além disso, deve-se levar em consideração as diferenças entre cultivares. Contudo, de acordo com Ramos *et al.* (2011), provavelmente, o período antes da floração, corresponda melhor à condição nutricional do abacaxizeiro para todas as cultivares.

A análise foliar realizada neste estudo indica que há diferença nos teores foliares de macro e micronutrientes nas diferentes cultivares estudadas, sugerindo a necessidade de incrementar ou desenvolver ajustes específicos que atendam às exigências nutricionais de cada cultivar. Apesar disso, todas as cultivares acumularam macro e micronutrientes na mesma ordem decrescente.

## CONCLUSÕES

A ordem de acúmulo de nutrientes nas folhas “D” das cultivares de abacaxizeiro na fase vegetativa segue a seguinte ordem decrescente de macro e micronutrientes: K>N>Ca>Mg>P>S e Mn>Fe>Zn>Cu. Na fase reprodutiva/propagativa a ordem é: N>K>Ca>Mg>P>S e Fe>Mn>Zn>Cu.

As composições de adubo foliar utilizadas, de forma geral, causam redução dos teores foliares dos macronutrientes K, Ca e Mg, aumento para o P, e é indiferente para N e S.

A exigência total da cultura por micronutrientes pode ser satisfeita através de adubações foliares, devendo-se atentar para as necessidades de cada cultivar.

A adubação foliar não pode substituir, totalmente, o fornecimento de nutrientes via solo, na cultura do abacaxizeiro, porém apresenta-se como alternativa para suplementação ou complementação nutricional à adubação aplicada na fundação ou cobertura.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Roraima (UFRR) e à Embrapa Roraima, pela estrutura, equipamentos e livros utilizados neste trabalho.

À equipe de trabalho do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (POSAGRO), pelo suporte.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão das bolsas de estudos da equipe de trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M. & Sparovek, G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6): 711-728.
- Bregonci, I. S., Schmidt, E. R., Coelho, R. I., Reis, E. F dos, Brun, V. J. & Santos, J. G. 2008. Adubação foliar com macro e micronutrientes no crescimento de mudas micropropagadas do abacaxizeiro cv. Gold (*Ananas comosus* (L.) Merrill) em diferentes recipientes. *Ciência e Agrotecnologia* 32(3): 705-711.
- Caetano, L. C. S., Ventura, J. A. & Balbino, J. M. S. 2015. Comportamento de genótipos de abacaxizeiro resistentes à fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37(2): 404-409.
- Coelho, R. I., Carvalho, A. J. C de, Thiebaut, J. T. L. & Souza, M. F. 2010. Teores foliares de nutrientes em mudas do abacaxizeiro Smooth Cayenne em resposta à adubação. *Revista de Ciências Agrárias* 33(2): 173-181.
- Eichert, T. 2013. Foliar Nutrient Uptake – of Myths and Legends. *Acta Horticulture* 984: 69-75.
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2009. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. 627 p.
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 353 p.
- Ferreira, D. F. 2014. Sisvar: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e agrotecnologia* 38(2): 109-112.
- Guarçoni, A. M. & Ventura, J. A. 2011. Adubação N-P-K e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi ‘Gold’ (MD-2). *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 35: 1367-1376.
- Maeda, A., Buzetti, S., Boliani, A., Bennett, C., Teixeira Filho, M. & Andreotti, M. 2011. Foliar fertilization on pineapple quality and yield. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 41(2): 248-253.
- Malavolta, E. 1980. Elementos de nutrição mineral de plantas. Editora Agronômica Ceres, São Paulo. 251 p.

- Matos, A. P. & Reinhardt, D. H. R. C. 2009. Pineapple in Brazil: Characteristics, research and perspectives. *Acta Horticulturae* 822: 25-36.
- Moreira, B. C., Mendes, F. C., Mendes, L. R., Paula, T. A., Prates Junior, P., Salomão, L. C. C., Stürmer, S. L., Otoni, W. C., Guarçoni, A. M. & Kasuy, M. C. M. 2015. The interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and *Piriformospora indica* improves the growth and nutrient uptake in micropropagation-derived pineapple plantlets. *Scientia Horticulturae* 197: 183-192.
- Pinto, L. E. V., Creste, K. E., Martins, F. B., Alves, M. A., Silva, A. P. L. & Loosli, F. S. 2017. Utilização do software de diagnose da composição nutricional (CND) para avaliação do estado nutricional do citros. *Colloquium Agrariae* 13: 203-209.
- Ramos, M. J. M., Monnerat, P. H., Pinho, L. G. R. & Silva, J. A. 2011. Deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro 'Imperial': composição mineral. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33: 261-271.
- Rios, E. S. C., Mendonça, R. M. N., Cardoso, E. A., Costa, J. P. & Silva, S. M. 2018. Quality of 'Imperial' pineapple infructescence in function of nitrogen and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 13(1): 5499-5506.
- Rodrigues, A. A., Mendonça, R. M. N., Silva, A. P. da & Silva, S. de M. 2013. Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro 'Pérola' em função das relações K/N na adubação. *Revista Brasileira de Fruticultura* 35(2): 625-633.
- Rozane, D. E., Parent, L. E. & Natale, W. 2016. Evolution of the predictive criteria for the tropical fruit tree nutritional status. *Cientifica* 44(1): 102-112.
- Santos, N. S., Alves, J. M. A., Uchôa, S. C. P., Silva, D. C. O., Barreto, G. F., Castro, T. S & Anjos, A. J. E. 2020. Damage levels of sunburn in pineapple fruits submitted to natural and artificial protection. *Revista Agro@ambiente* 14(1): 1-16
- Silva, A. L. P., Silva, A. P., Souza, A. P., Santos, D., Silva, S. M. & Silva, V. B. 2012. Resposta do abacaxizeiro 'Vitória' a doses de nitrogênio em solos de tabuleiros costeiros da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 36: 447-456.
- Spironello, A., Quaggio, J. A., Teixeira, L. A. J., Furlani, P. R., Sigrist, J. M. 2004. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 155-159.
- Teixeira, L. A. J., Quaggio, J. A., Zambrosi, F. C. B. 2009. Preliminary Dris norms for 'Smooth Cayenne' pineapple and derivation of critical levels of leaf nutrient concentrations. *Proceedings of the VI International Pineapple Symposium, João Pessoa: ISHS. Acta Horticulture* 822: 131-138.
- Teixeira, L. A. J., Rocha, C. T., Saraiva, S. H., Peña, W. E. L. & Sartori, M. A. 2011. Potassium fertilization for pineapple: effects on soil chemical properties and plant nutrition. *Revista Brasileira de Fruticultura* 3(32): 627-636.
- Venâncio, J. B., Araújo, W. F., Chagas, E. A. & Melo, R. S. 2017. Teores e extração de macronutrientes pelas folhas do abacaxizeiro 'Vitória' sob adubação potássica e lâminas de irrigação. *Irriga* 22(2): 400-419.